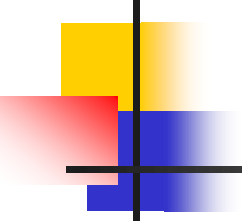
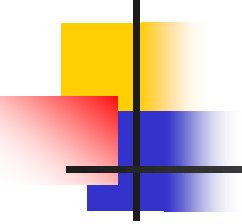


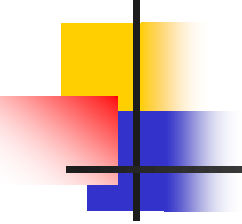
Сети Ethernet и Fast Ethernet



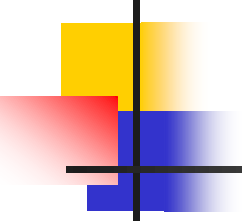
За время, прошедшее с появления первых локальных сетей, было разработано несколько сотен самых разных сетевых технологий, однако заметное распространение получили всего несколько сетей, что связано прежде всего с поддержкой этих сетей известными фирмами и с высоким уровнем стандартизации принципов их организации.



Стандартные сети обеспечивают большой диапазон допустимых размеров сети, допустимого количества абонентов сети и, что не менее важно, большой диапазон цен на аппаратуру.




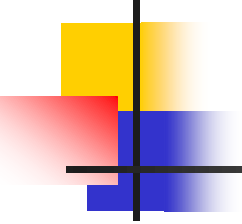
Наибольшее распространение среди стандартных сетей получила сеть **Ethernet**. Впервые она **появилась в 1972** году (разработчик - фирма Xerox). **С 1980** года ее поддерживали такие крупнейшие фирмы, как **DEC и Intel** (объединение этих фирм, поддерживающих Ethernet, назвали DIX по первым буквам их названий). **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 получил название IEEE 802.3 (по-английски читается как «eight oh two dot three»).

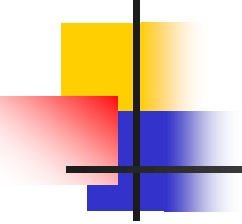
Основные характеристики стандарта IEEE 802.3 следующие:

- 
- 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, передача узкополосная, то есть без модуляции (моноканал).



В классической сети Ethernet применяется 50-омный коаксиальный кабель двух видов (толстый и тонкий).

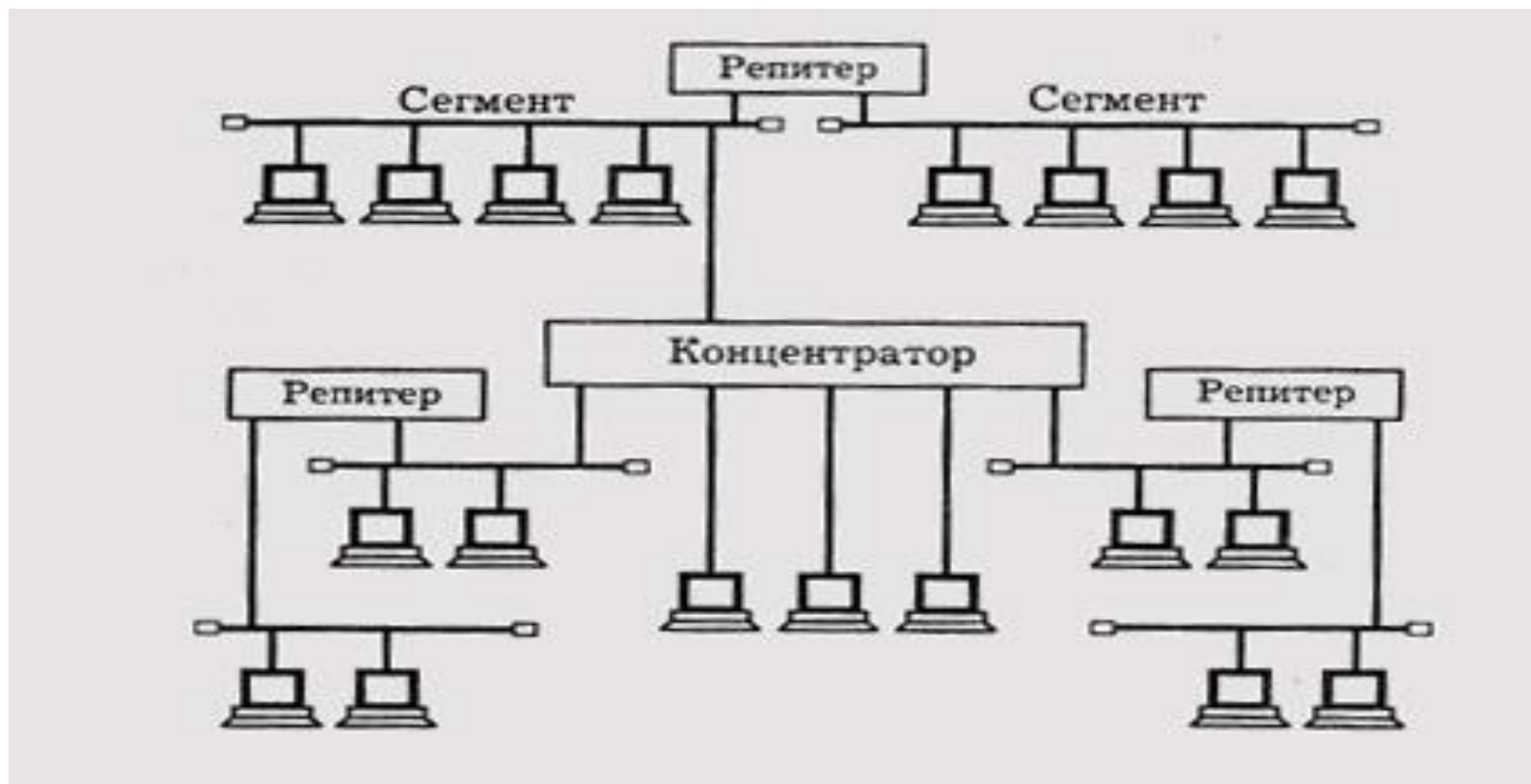
Однако с начала 90-х годов распространение получает версия Ethernet, использующая в качестве среды передачи витые пары.



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.**

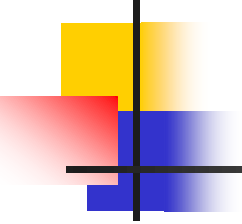
Появилась и версия на скорость 1000 Мбит/с (Gigabit Ethernet, стандарт IEEE 802.3z).

Топология сети Ethernet

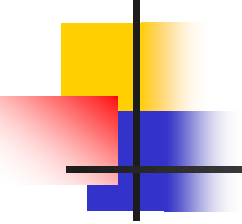


Структура пакета сети Ethernet, (цифры показывают количество байт)

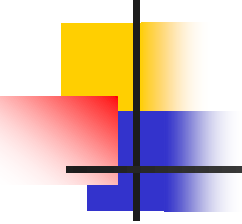




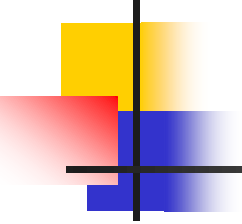
Доступ к сети Ethernet осуществляется по случайному методу CSMA/CD, обеспечивающему полное равноправие абонентов. В сети используются пакеты переменной длины со структурой, представленной на рисунке выше.



Преамбула состоит из 8 байт, первые семь из которых представляют собой код 10101010, а последний восьмой — код 10101011. В стандарте IEEE 802.3 этот последний байт называется признаком начала кадра (SFD - Start of Frame Delimiter) и образует отдельное поле пакета.

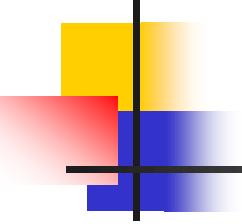


Поле управления (L/T - Length/Type) содержит информацию о длине поля данных. Оно может также определять тип используемого протокола. Принято считать, что если значение этого поля не больше 1500, то оно определяет длину поля данных. Если же его значение больше 1500, то оно определяет тип кадра. Поле управления обрабатывается программно.

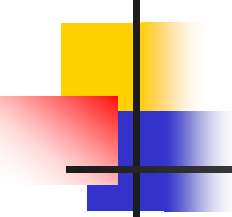


Поле данных должно включать в себя от 46 до 1500 байт данных. Если пакет должен содержать менее 46 байт данных, то поле данных дополняется байтами заполнения.

Согласно стандарту IEEE 802.3, в структуре пакета выделяется специальное поле заполнения (pad data - незначащие данные), которое может иметь нулевую длину, когда данных достаточно (больше 46 байт).



Поле контрольной суммы (FCS — Frame Check Sequence) содержит 32-разрядную циклическую контрольную сумму пакета (CRC) и служит для проверки правильности передачи пакета.



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

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

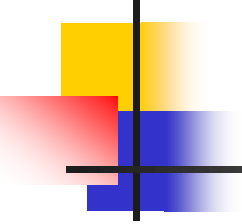
Обозначение среды передачи включает в себя три элемента:

- цифра «10» означает скорость передачи 10 Мбит/с,

- слово BASE означает передачу в основной полосе частот (то есть без модуляции высокочастотного сигнала),

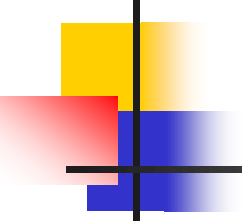
- последний элемент означает допустимую длину сегмента: «5» — 500 метров, «2» - 200 метров (точнее, 185 метров)

или тип линии связи: «T» -витая пара (от английского «twisted-pair»), «F» - оптоволоконный кабель (от английского «fiber optic»).

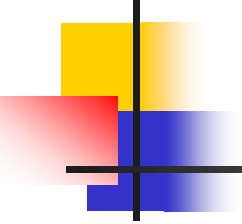


Точно так же для сети Ethernet, работающей на скорости 100 Мбит/с (Fast Ethernet) стандарт определяет три типа среды передачи:

- 100BASE-T4 (четверенная витая пара);
- 100BASE-TX (двояенная витая пара);
- 100BASE-FX (оптоволоконный кабель).



Здесь цифра «100» означает скорость передачи 100 Мбит/с, буква «Т» означает витую пару, буква «F» — оптоволоконный кабель. Типы 100BASE-TX и 100BASE-FX иногда объединяют под именем 100BASE-X, а 100BASE-T4 и 100BASE-TX - под именем 100BASE-T.



сеть Ethernet не отличается ни рекордными характеристиками, ни оптимальными алгоритмами, она уступает по ряду параметров другим стандартным сетям. Но благодаря мощной поддержке, высочайшему уровню стандартизации, огромным объемам выпуска технических средств, Ethernet резко выделяется среди других стандартных сетей, и поэтому любую другую сетевую технологию принято сравнивать именно с Ethernet.

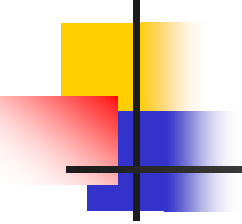


Сеть Token-Ring

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).

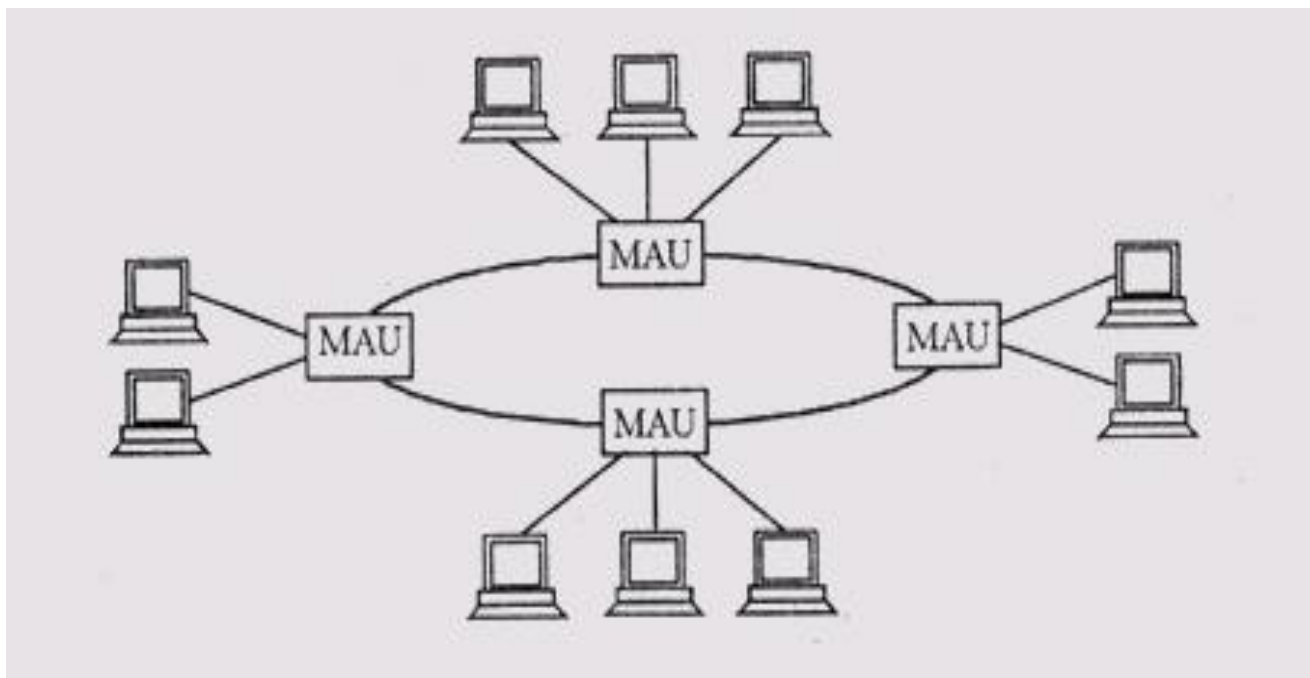


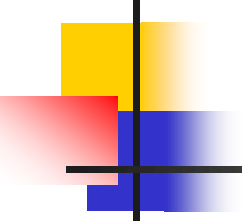
Token-Ring является в настоящее время международным стандартом IEEE 802.5.



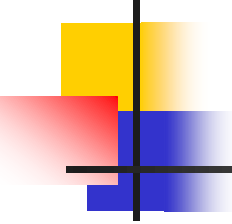
Фирма IBM сделала все для максимально широкого распространения своей сети: была выпущена подробная документация вплоть до принципиальных схем адаптеров. В результате многие фирмы, например 3COM, Novell, Western Digital, Proteon приступили к производству адаптеров.

Звездно-кольцевая топология сети Token-Ring

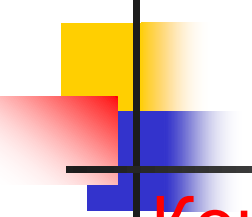




Сеть Token-Ring имеет топологию «кольцо», хотя внешне она больше напоминает «звезду». Это связано с тем, что отдельные абоненты (компьютеры) присоединяются к сети не прямо, а через специальные концентраторы или многостанционные устройства доступа (MSAU или MAU -Multistation Access Unit).

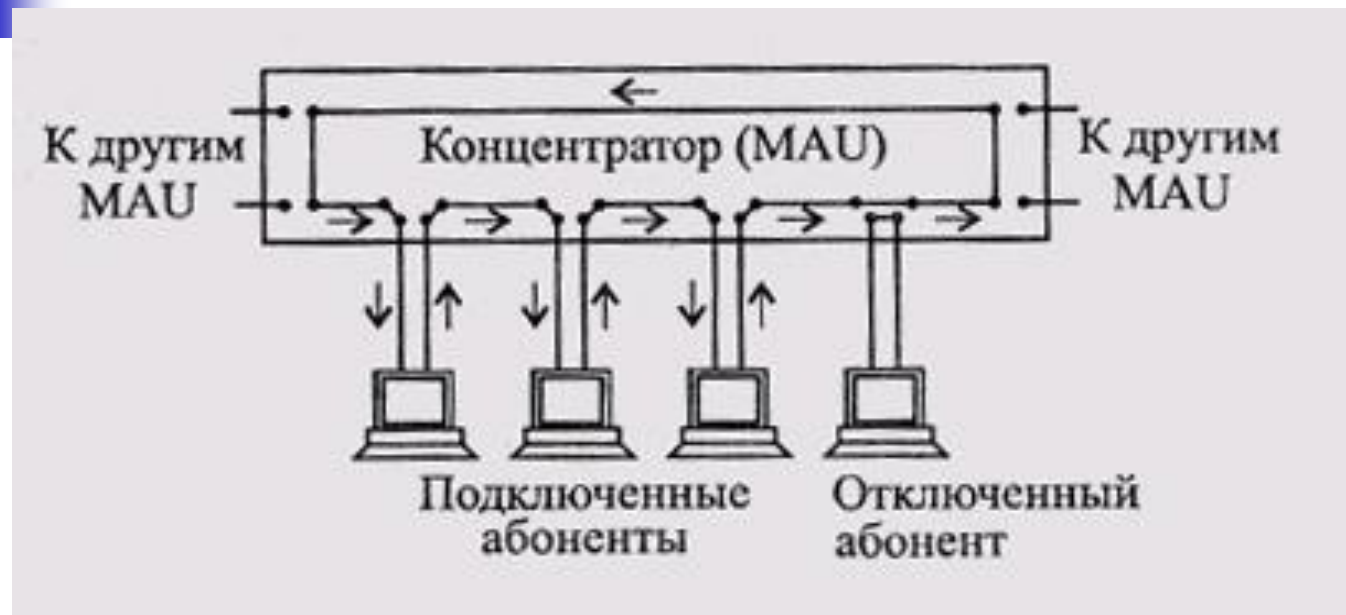


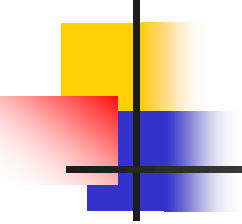
В действительности же абоненты объединяются все-таки в кольцо, то есть каждый из них передает информацию одному соседнему абоненту, а принимает информацию от другого соседнего абонента.



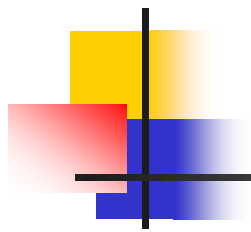
Концентратор (MAU) позволяет централизовать задание конфигурации, отключение неисправных абонентов, контроль за работой сети и т.д. Для присоединения кабеля к концентратору применяются специальные разъемы, которые обеспечивают постоянство замкнутости кольца даже при отключении абонента от сети. Концентратор в сети может быть и единственным, в этом случае в кольцо замыкаются только абоненты, подключенные к нему.

Соединение абонентов сети Token-Ring в кольцо с помощью концентратора (MAU)

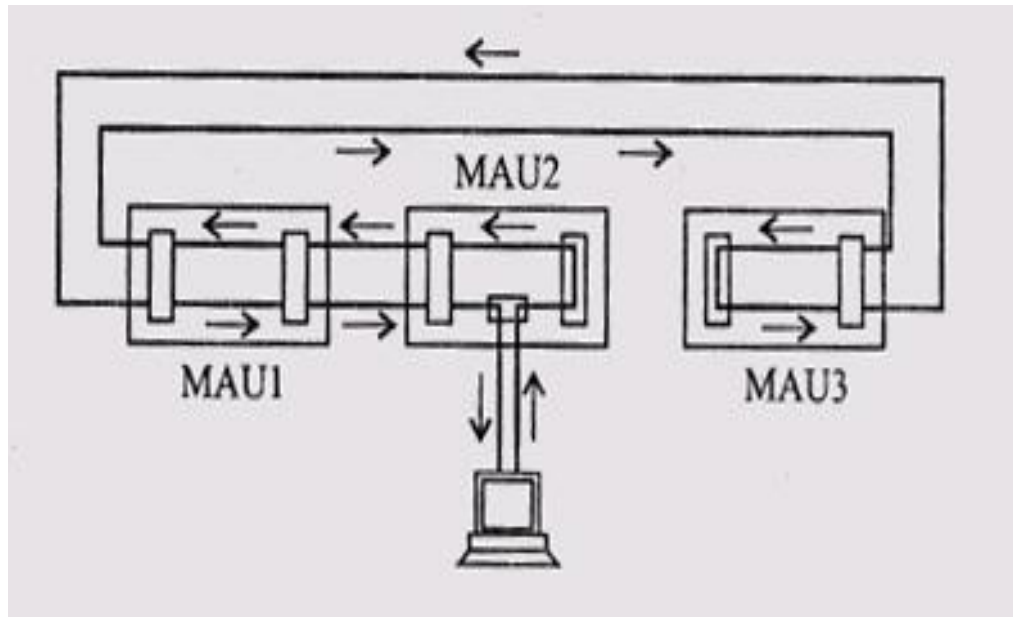




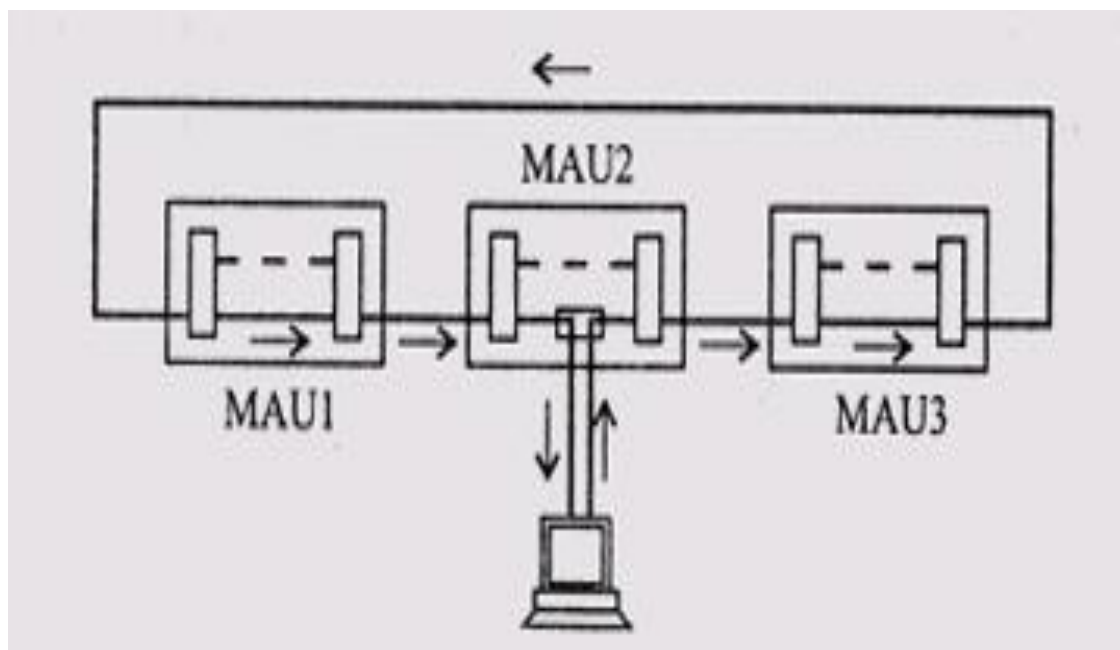
В каждом кабеле, соединяющем адаптеры и концентратор (адаптерные кабели, adapter cable), находятся на самом деле две разнонаправленные линии связи. Такими же двумя разнонаправленными линиями связи, входящими в магистральный кабель (path cable), объединяются между собой в кольцо различные концентраторы

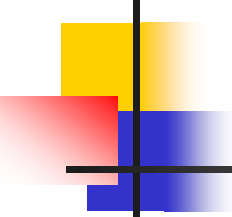


Хотя для этой же цели может также
использоваться и единственная
однонаправленная линия связи



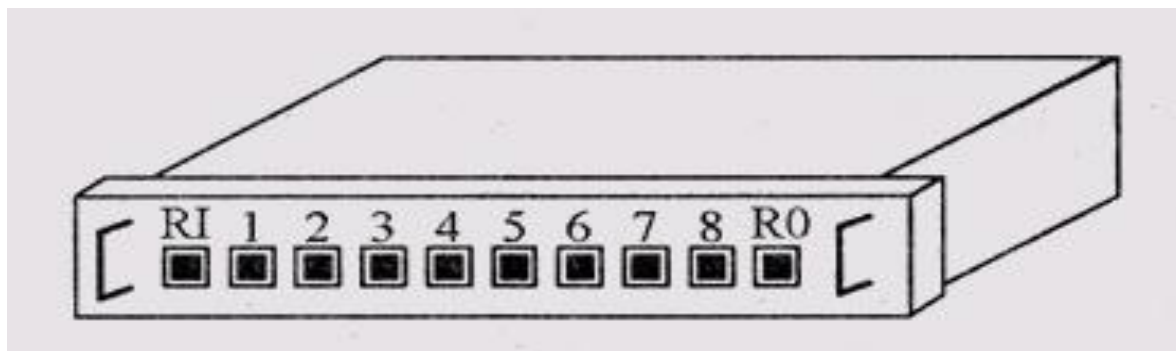
Объединение концентраторов одноплатной линией связи

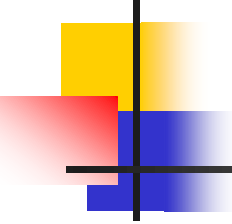




Конструктивно концентратор представляет собой автономный блок с восемью разъемами для подключения абонентов (компьютеров) с помощью адаптерных кабелей и двумя (крайними) разъемами для подключения к другим концентраторам с помощью специальных магистральных кабелей

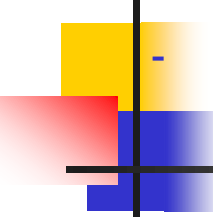
Концентратор Token-Ring (8228 MAU)

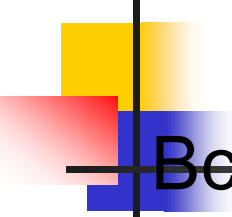




В качестве среды передачи в сети IBM Token-Ring сначала применялась витая пара, но затем появились варианты аппаратуры для коаксиального кабеля, а также для оптоволоконного кабеля в стандарте FDDI. Витая пара применяется как неэкранированная (UTP), так и экранированная (STP).

Основные технические характеристики сети Token-Ring следующие.

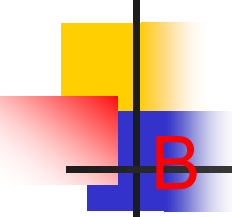
- 
- Максимальное количество концентраторов типа IBM 8228 MAU – 12;
 - Максимальное количество абонентов в сети - 96.;
 - Максимальная длина кабеля между абонентом и концентратором — 45 м;
 - Максимальная длина кабеля между концентраторами -45м.;
 - Максимальная длина кабеля, соединяющего все концентраторы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



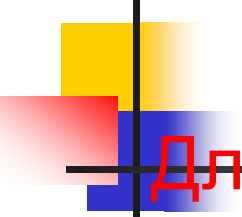
Все приведенные характеристики относятся к случаю неэкранированной витой пары. В случае применения другой среды передачи характеристики сети могут отличаться. Например, при использовании экранированной витой пары количество абонентов может быть увеличено до 260 (вместо 96), длина кабеля - до 100 м (вместо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



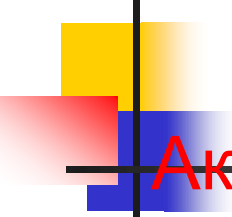
Для присоединения кабеля к сетевому
адаптеру используется внешний 9-
контактный разъем типа DIN.



В сети Token-Ring используется маркерный метод доступа, то есть по кольцу постоянно циркулирует маркер, к которому абоненты могут присоединять свои пакеты данных.



Для контроля за целостностью маркера используется один из абонентов (так называемый активный монитор). Его аппаратура ничем не отличается от остальных, но его программные средства следят за временными соотношениями в сети и формируют в случае необходимости новый маркер.



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.



Формат маркера сети Token-Ring

Начальный разделитель (1 байт)	Управление доступом (1 байт)	Конечный разделитель (1 байт)
--------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------

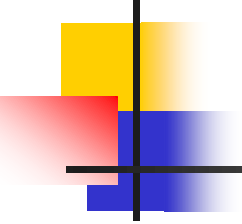
Формат пакета сети Token-Ring (длина полей дана в байтах)





Сеть FDDI

Сеть FDDI (от английского Fiber Distributed Data Interface, оптоволоконный распределенный интерфейс данных) - это одна из новейших разработок стандартов локальных сетей. Стандарт FDDI, предложенный Американским национальным институтом стандартов ANSI (спецификация ANSI X3T9.5), изначально ориентировался на высокую скорость передачи (100 Мбит/с) и на применение перспективного оптоволоконного кабеля (длина волны света - 850 нм). Поэтому в данном случае разработчики не были стеснены рамками стандартов, ориентировавшихся на низкие скорости и электрический кабель.



Выбор оптоволокна в качестве среды передачи определил такие преимущества новой сети, как высокая помехозащищенность, максимальная секретность передачи информации



За основу стандарта FDDI был взят метод маркерного доступа, предусмотренный международным стандартом IEEE 802.5 Token-Ring.

Топология сети FDDI - это кольцо, причем применяется два разнонаправленных оптоволоконных кабеля



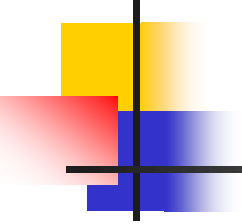
Основные технические характеристики сети FDDI следующие:

- ✓ 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).

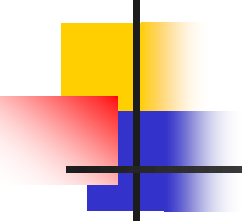


Стандарт FDDI для достижения высокой гибкости сети предусматривает включение в кольцо абонентов двух типов:

1) Attachment Stations) подключаются к обоим (внутреннему и внешнему) кольцам сети. При этом реализуется возможность обмена со скоростью до 200 Мбит/с или же возможность резервирования кабеля сети

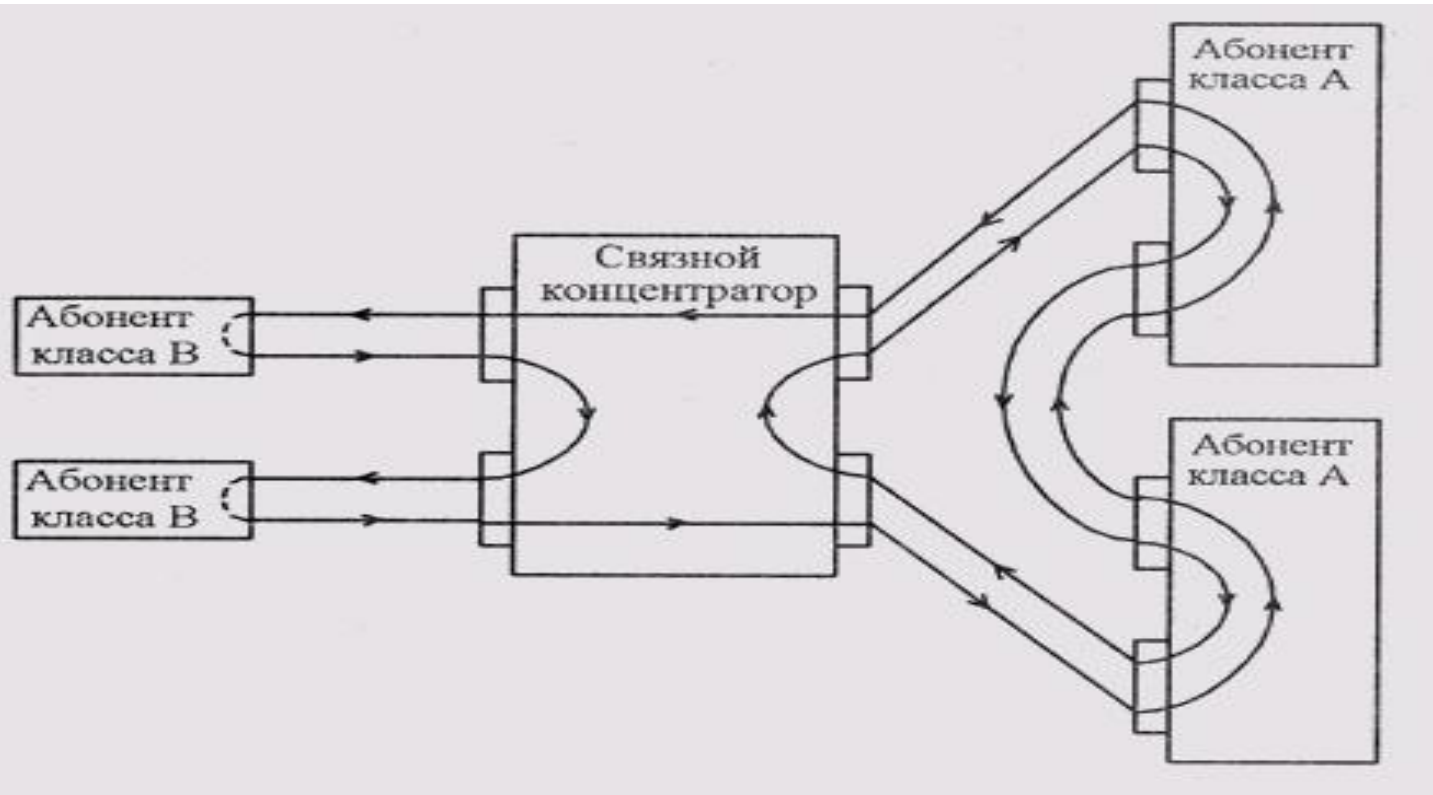


2) Абоненты (станции) класса В (они же абоненты одинарного подключения, SAS - Single-Attachment Stations) подключаются только к одному (внешнему) кольцу сети. Естественно, они могут быть более простыми и дешевыми, чем адаптеры класса А, но не имеют их возможностей. В сеть они могут включаться только через концентратор или обходной коммутатор, отключающий их в случае аварии.

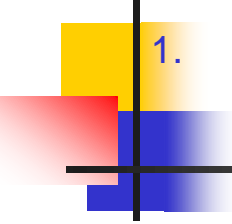


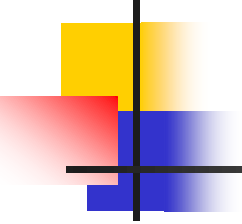
Связные концентраторы (Wiring Concentrators) - позволяют собрать в одно место все точки подключения с целью контроля за работой сети, диагностики неисправностей и упрощения реконфигурации. При применении кабелей разных типов (например, оптоволоконного кабеля и витой пары) концентратор выполняет также функцию преобразования электрических сигналов в оптические и наоборот.

Пример конфигурации сети FDDI



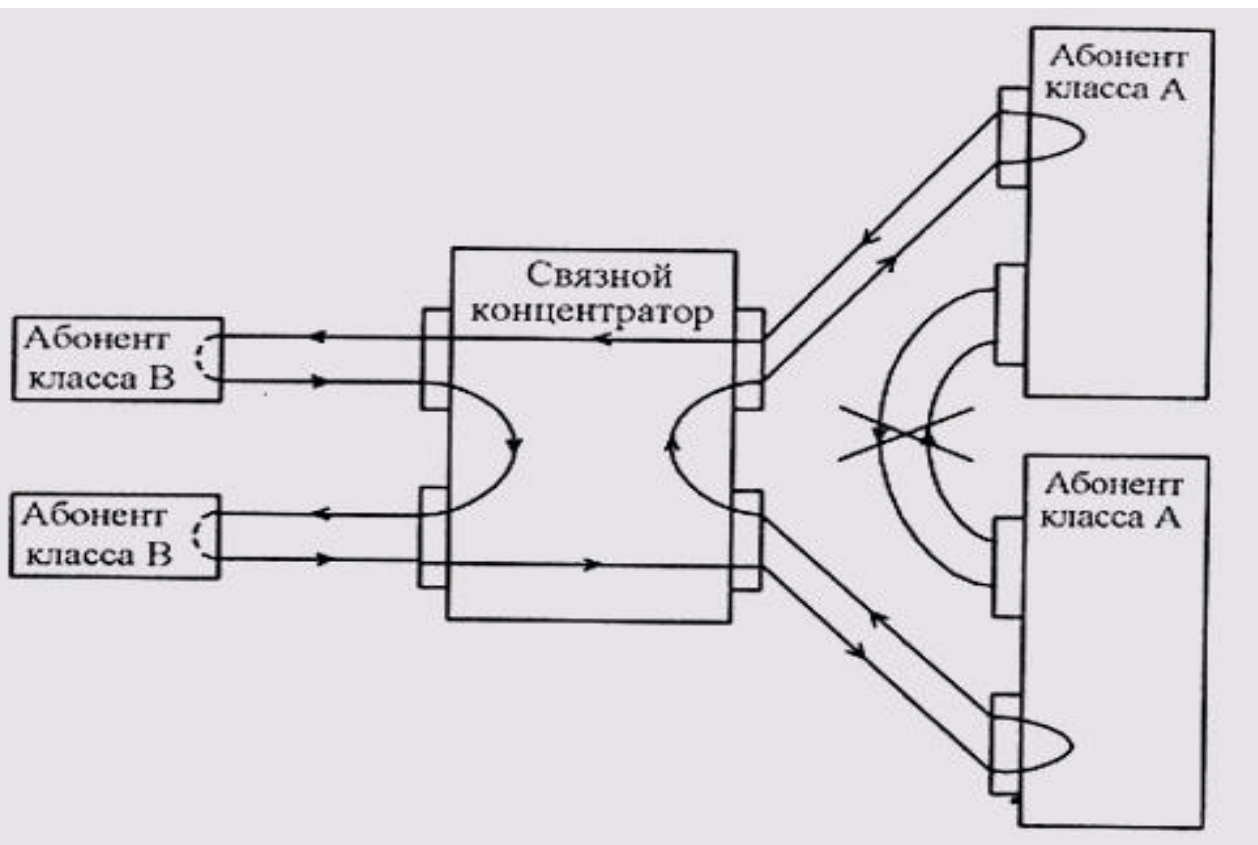
FDDI определяет четыре типа портов абонентов (станций).

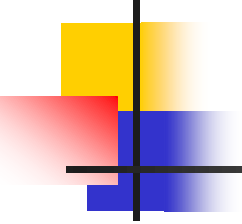
- 
1. Порт А определен только для устройств двойного подключения, его вход подключается к первичному кольцу, а выход — к вторичному.
 2. Порт В определен только для устройств двойного подключения, его вход подключается к вторичному кольцу, а выход - к первичному.
 3. Порт М (Master) определен для концентраторов и соединяет два концентратора между собой или концентратор с абонентом.
 4. Порт S (Slave) определен только для устройств одинарного подключения и используется для соединения двух абонентов или абонента и концентратора.



Стандарт FDDI предусматривает также возможность реконфигурации сети с целью сохранения ее работоспособности в случае повреждения кабеля (рис. ниже). В показанном на рисунке случае поврежденный участок кабеля исключается из кольца, но целостность сети при этом не нарушается вследствие перехода на одно кольцо вместо двух (то есть абоненты класса А начинают работать как абоненты класса В).

Реконфигурация сети FDDI при повреждении кабеля





В случае сети Token-Ring свободный маркер передается абонентом только после возвращения к нему его пакета. В FDDI новый маркер передается абонентом сразу же после окончания передачи им пакета.



Последовательность действий здесь следующая.

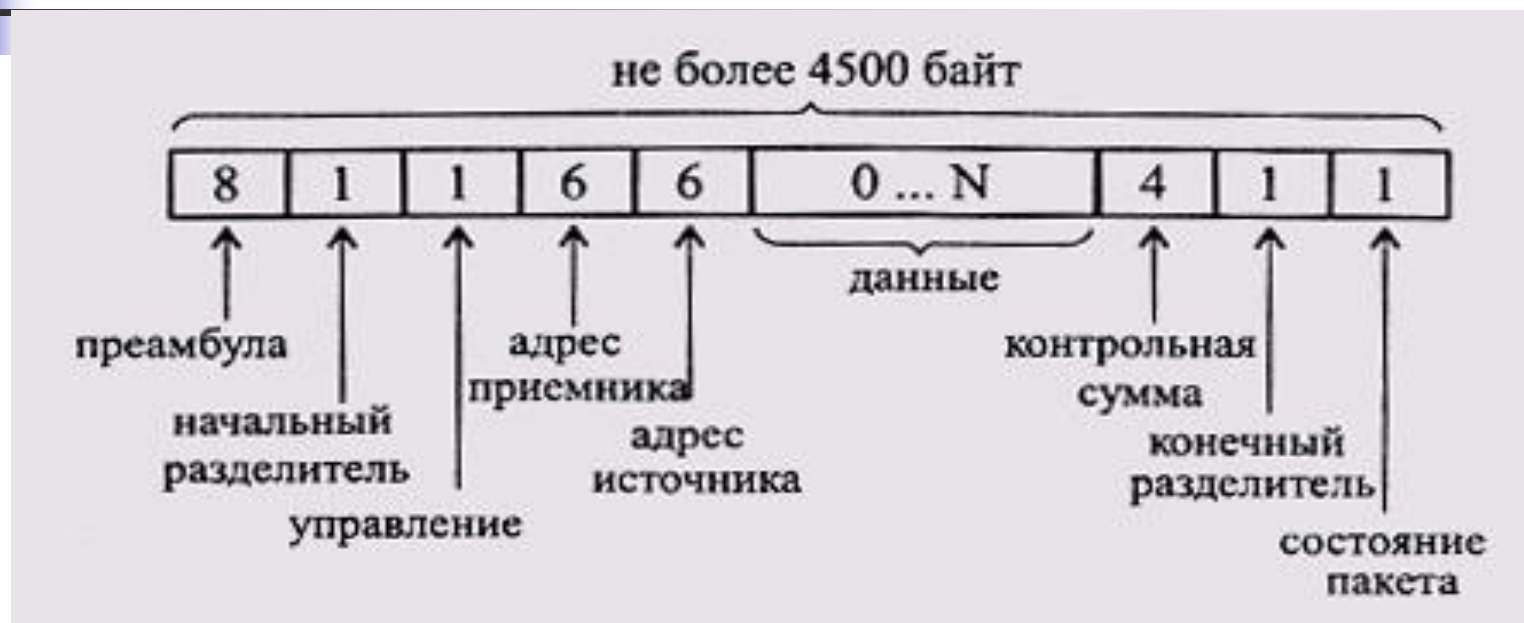
- ✓ Абонент, желающий передавать, ждет маркера, который идет за каждым пакетом.
- ✓ Когда маркер пришел, абонент удаляет его из сети и передает свой пакет.
- ✓ Сразу после передачи пакета абонент посылает новый маркер.



Формат маркера FDDI

Преамбула (8 байт)	Начальный разделитель (1 байт)	Управление (1 байт)	Конечный разделитель (1 байт)	Статус пакета (1 байт)
-----------------------	--------------------------------------	------------------------	-------------------------------------	------------------------------

Формат пакета FDDI

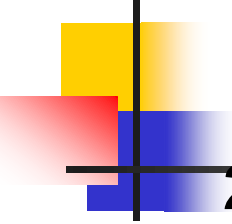




Сеть Gigabit Ethernet

Гигабитный Ethernet (Gigabit Ethernet, 1 Гбит/с):

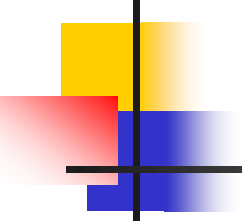
- 1) 1000BASE-T, IEEE 802.3ab — основной гигабитный стандарт, опубликованный в 1999 году^[5], использует витую пару категории 5е. В передаче данных участвуют 4 пары, каждая пара используется одновременно для передачи по обоим направлениям со скоростью — 250 Мбит/с.**



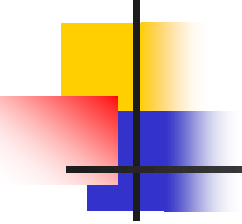
2) **1000BASE-TX** был создан Ассоциацией Телекоммуникационной Промышленности (англ. *Telecommunications Industry Association, TIA*) и опубликован в марте 2001 года как «Спецификация физического уровня дуплексного Ethernet 1000 Мб/с (1000BASE-TX) симметричных кабельных систем категории 6 (ANSI/TIA/EIA-854-2001)» [\[8\]](#)[\[5\]](#).

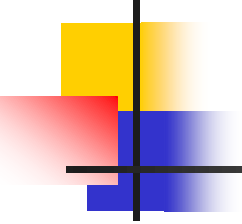
Распространения не получил из-за высокой стоимости кабелей[\[9\]](#), фактически устарел[\[10\]](#).

Стандарт разделяет принимаемые и посылаемые сигналы по парам (две пары передают данные, каждая на 500 Мбит/с и две пары принимают), что упрощало бы конструкцию приёмопередающих устройств.

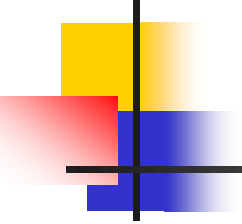


1000BASE-SX, **IEEE 802.3z** — стандарт, использующий многомодовое волокно в первом окне прозрачности с длиной волны, равной 850 нм. Дальность прохождения сигнала составляет до 550 метров.

- 
-
- ⑩ 1000BASE-LX, IEEE 802.3z — стандарт, использующий одномодовое или многомодовое оптическое волокно во втором окне прозрачности с длиной волны, равной 1310 нм. Дальность прохождения сигнала зависит только от типа используемых приемопередатчиков и, как правило, составляет для одномодового оптического волокна до 5 км и для многомодового оптического волокна до 550 метров.



1000BASE-CX — стандарт для коротких расстояний (до 25 метров), использующий 2-х парный экранированную кабель (150 Ом, STP IBM Type I или лучше). Применяется кодирование 8B/10B, сигнал передается по одной паре, принимается по другой паре проводов; разъемы - 9-ти контактный D, HSSDC^[11]. Заменён стандартом 1000BASE-T и сейчас не используется.



1000BASE-LH (Long Haul) — стандарт, использующий одномодовое волокно. Дальность прохождения сигнала без повторителя — до 100 километров^[12].