Технологии локальных вычислительных сетей (ЛВС)

Источники стандартов

- ISO-International Organization for Standardisation (OSI)
- IEEE –Institute of Electrical and Electronic Engineers(стандарты 802)
- Internet Engineering Task Force (RFC)

Сеть - это …

- совместное использование распределенных ресурсов:
  - принтера;
  - файлов;
  - доступ к базам данных;
  - общение в сети посредством электронной почты и др.

Аппаратные и программные компоненты сети

- компьютеры;
- коммуникационное оборудование и кабельная система (сеть передачи данных) или среда передачи данных;
- операционная система;
- сетевые приложения.

Возможности сети, предоставляемые предприятию

- разделение дорогостоящих ресурсов и обеспечение совместного доступа к ним;
- улучшение доступа к информации;
- свобода в территориальном размещении компьютеров;
- эффективный обмен информацией;
- быстрое и качественное принятие решений при работе в группе.

Локальная вычислительная сеть (LAN)

- ***Локальная вычислительная сеть (ЛВС) - это набор аппаратных средств и программных алгоритмов, обеспечивающих соединение компьютеров и других устройств и позволяющих им обмениваться информацией между любыми компьютерами и другими устройствами данной группы.***

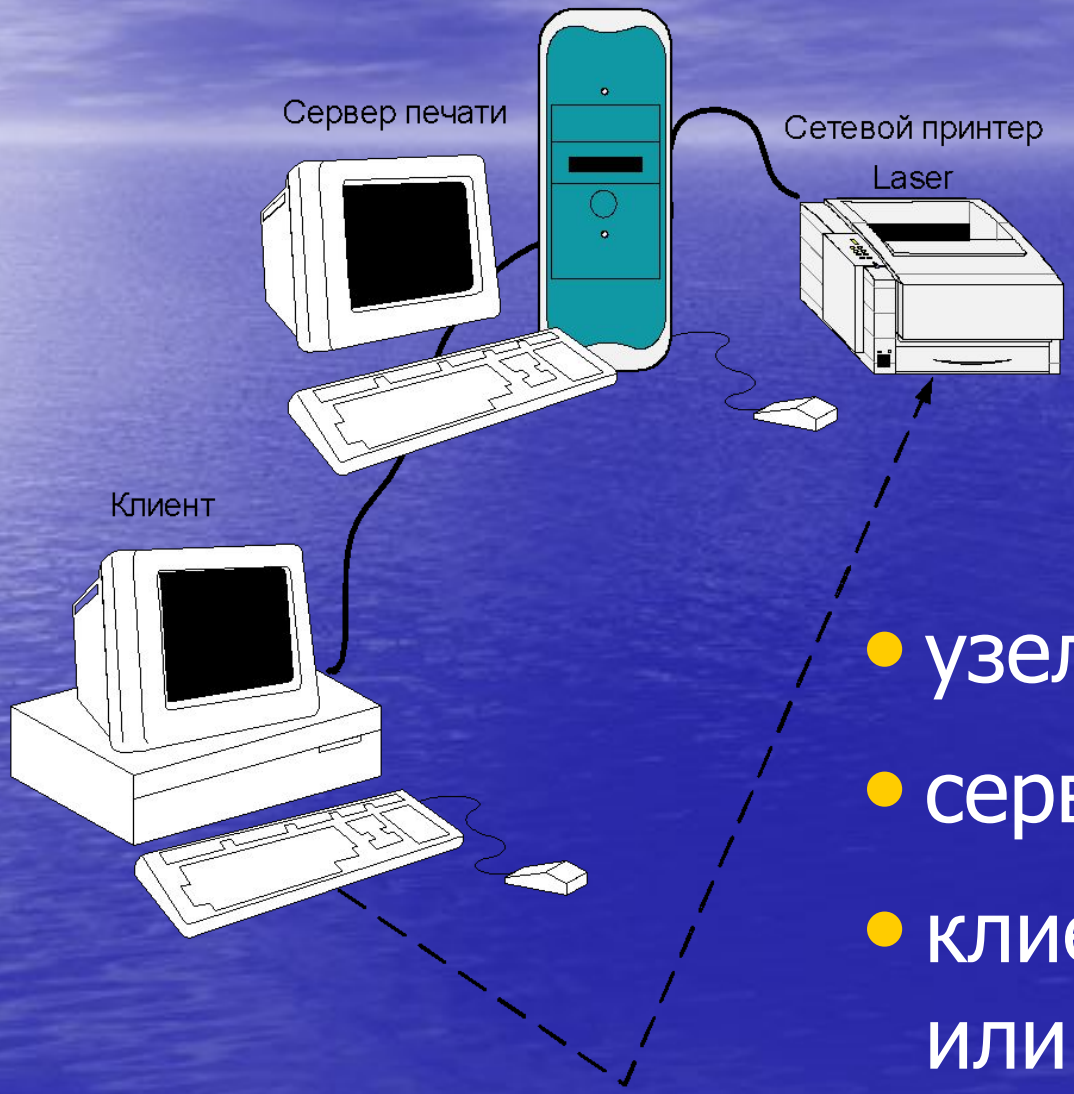
Отличительные признаки *локальной вычислительной сети*

- Высокая скорость передачи информации, большая пропускная способность сети. Приемлемая скорость сейчас — не менее 10 Мбит/с.
- Низкий уровень ошибок передачи (или, что то же самое, высококачественные каналы связи). Допустимая вероятность ошибок передачи данных должна быть порядка 10^{-8}— 10^{-12}.
- Эффективный, быстродействующий механизм управления обменом по сети.
- Заранее четко ограниченное количество компьютеров, подключаемых к сети.

Недостатки ЛВС

- Сеть требует дополнительных материальных затрат
- Сеть требует приема на работу специалиста (администратора сети)
- Сеть ограничивает возможности перемещения компьютеров, подключенных к ней.
- Сети представляют собой прекрасную среду для распространения компьютерных вирусов.
- Сеть резко повышает опасность несанкционированного доступа к информации с целью ее кражи или уничтожения.

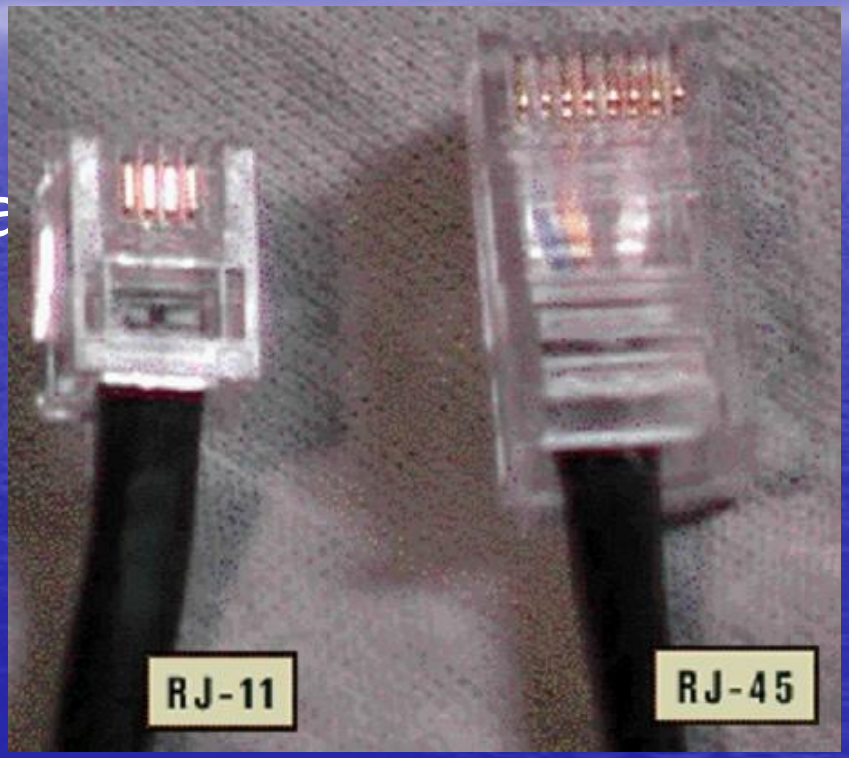
Функции устройств в сети



- узел (node);
- сервер (server);
- клиент (client) или рабочая станция.

Витая пара

- CAT 1 или 2 – передача звуковых сигналов или низкоскоростная передача данных (модем);
- CAT 3 – передача данных со скоростью 10 Мбит/с;
- CAT 4 – передача данных со скоростью 16 Мбит/с;
- CAT 5 – передача данных со скоростью 100 Мбит/с.



Сетевой адаптер

- Основные функции:
- Преобразует данные для передачи по сети;
- Посылает данные другому компьютеру;
- Получает данные из сети и преобразует их в формат, понятный компьютеру

Сетевая операционная система

- Связывает все компьютеры и периферийные устройства в сети;
- координирует функции всех компьютеров и периферийные устройства;
- обеспечивает защищенный доступ к данным и периферийным устройствам.

Развитие Ethernet

10 Gigabit Ethernet IEEE 802.3ae
1999 - March, 2002

10/100/1000 Mbps Ethernet Link AggregationIEEE 802.3ad
1998 - 2000

1000 Mbps Ethernet
IEEE 802.3z, 802.3ab
1995 - 1999

100 Mbps Ethernet
IEEE 802.3u
1992 - 1995

10 Mbps Ethernet
IEEE 802.3
1980s

ТОПОЛОГИИ

1.Спецификация 10Base-2

Предполагает построение Ethernet на основе тонкого коаксиального кабеля R6-58 A/H с волновым сопротивлением 50 Ом. Используется BNC-T-коннектор. Максимальная длина сегмента 300 м. Максимальное количество рабочих станций на сегмента – 30

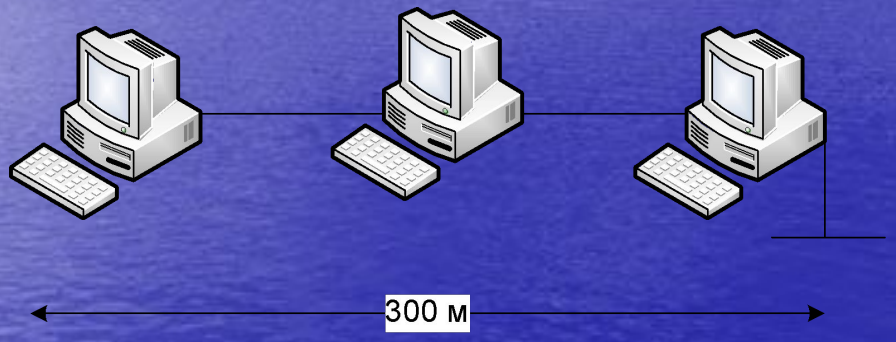


Рисунок 1 – Спецификация 10Base-2

Один из терминалов должен быть заземлён
Расстояние между рабочими станциями кратно 0,5 м.
Скорость передачи 10 Мбит/с

2.Магистральная топология 10Base-5

Рисунок 2 – Спецификация 10Base-5

10Base-5 используется толстый коаксиальный кабель R6-11 (жёлтый Ethernet).

Максимальная длина кабеля 500 м.

Максимальное количество рабочих станций 100.

Максимальная длина трансиверного кабеля 50 м.

Расстояние между трансиверными блоками nx2,5 м.

3. 10Base-T

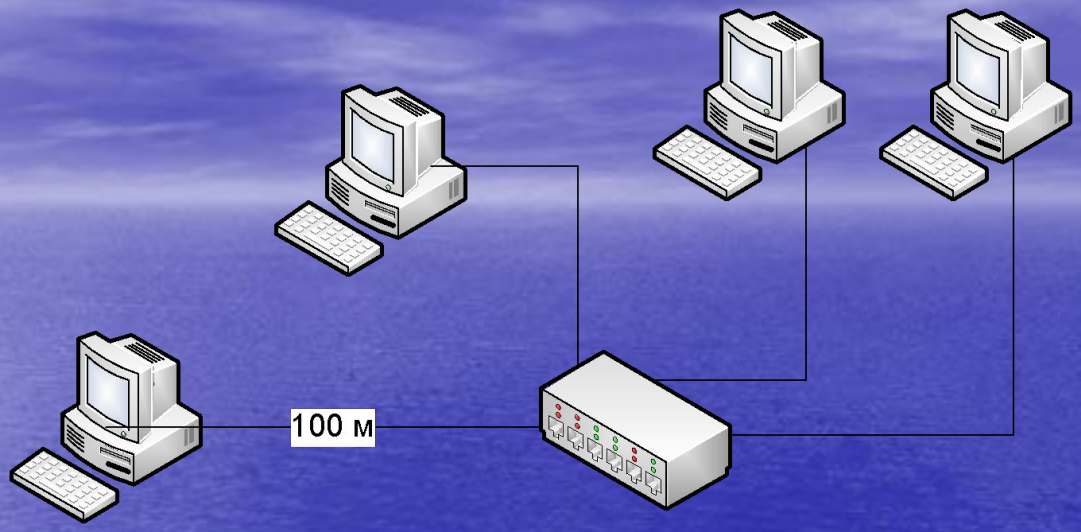


Рисунок 3 – Спецификация 10Base-T

Используется кабель – витая пара ИТР3 (ИТР5) Используется разъём RJ-45

3 основных типа уровней доступа к передающей среде в ЛВС:

1. Детерминированный предполагает, что право на передачу рабочая станция получает организационным способом в определённые моменты времени. Конфликтные ситуации не допускаются. Время передачи можно предсказать

2. Случайный (множественный) предполагает, что рабочая станция может захватить канал в любой момент времени. Но в этом случае возможны противодействия рабочих станций, и не гарантируется время передачи данных

3. Комбинированный

Ethernet CSMA/CD

В Ethernet CSMA/CD – случайный множественный метод доступа с контролем несущей и обнаружением конфликтов. Его основная идея: рабочая станция перед тем, как начать передачу прослушивает канал на наличие в нём сигнала передачи. Для того, чтобы рабочая станция однозначно идентифицировала занятость среды, в передаваемый сигнал включается некоторая постоянная несущая, наличие которой определяется сетевым адаптером как занятость канала. Если среда свободна, то рабочая станция начинает немедленно передавать данные следующего формата кадра:

- 1.Преамбула (начальный ограничитель) 8 байт
- 2.Адрес получателя 6 байт
- 3.Адрес отправителя 6 байт
- 4.Тип передаваемых данных 2 байта
- 5.Data 46-1500 байт
- 6.Контрольная сумма кадра 4 байт

Минимальная длина кадра - 72 байта

Модификации CSMA/CD

1. Сеть с чисто обнаружением конфликтов

Рабочая станция не прослушивает среду передачи данных, а в любой момент может начать передачу, в случае коллизии передача повторяется через случайный интервал времени.

2. Сеть с чисто контролем несущей

Рабочая станция прослушивает канал. Если канал свободен, то она выполняет передачу. Если канал занят, то через случайный интервал времени выполняется повторная попытка прослушивания канала.

Коллизия (англ. *collision* — ошибка наложения, столкновения) — в терминологии компьютерных и сетевых технологий, наложение двух и более кадров от станций, пытающихся передать кадр в один и тот же момент времени.

Компьютер А начинает передавать данные

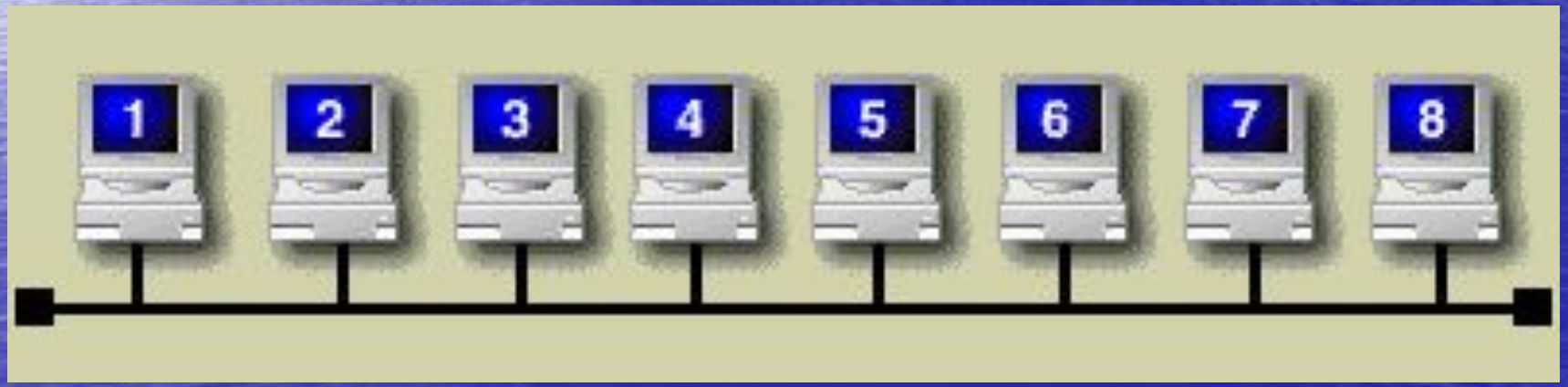
Компьютер В начинает передавать данные

Компьютер А обнаруживает коллизию

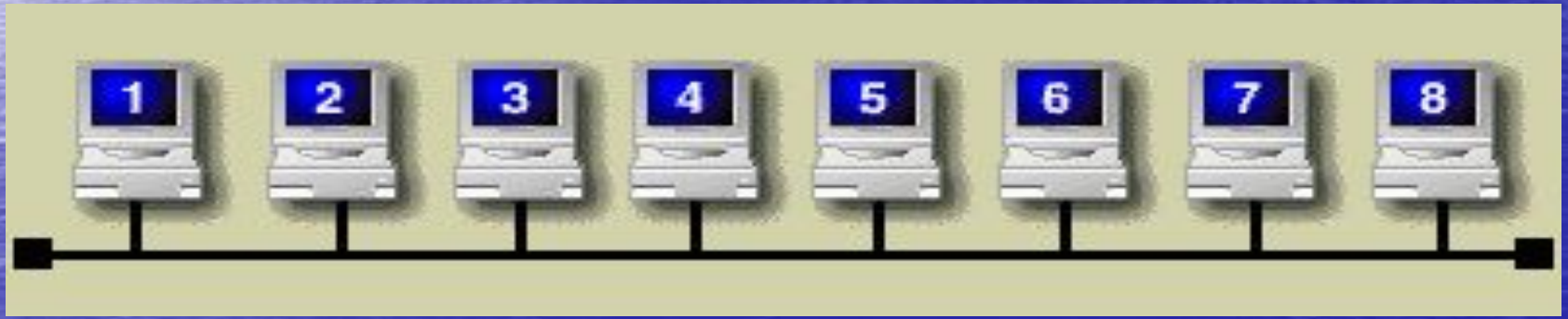
Компьютер В обнаруживает коллизию

Метод доступа CSMA/CD

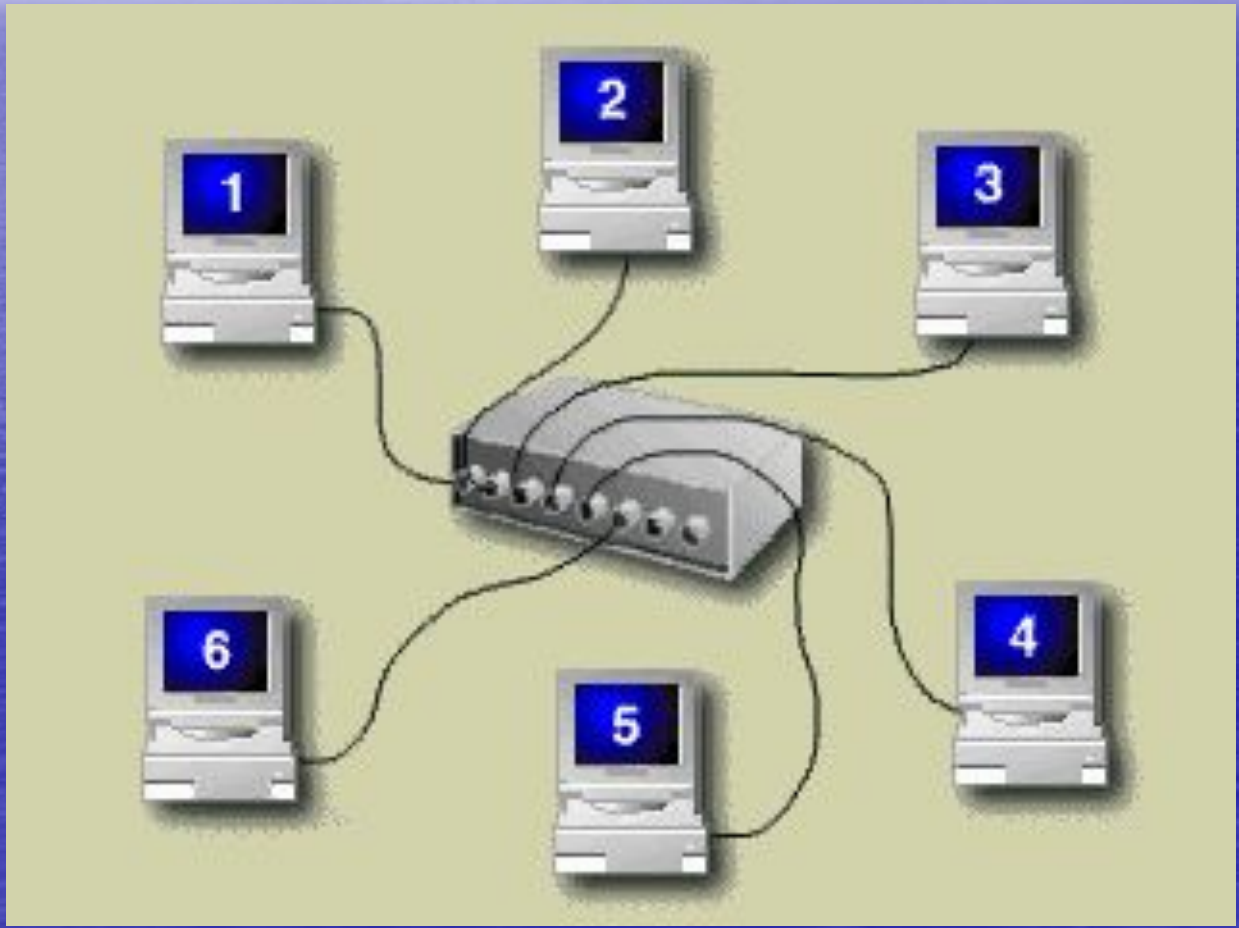
Передача данных в сети Ethernet



Происхождение коллизии в сети Ethernet

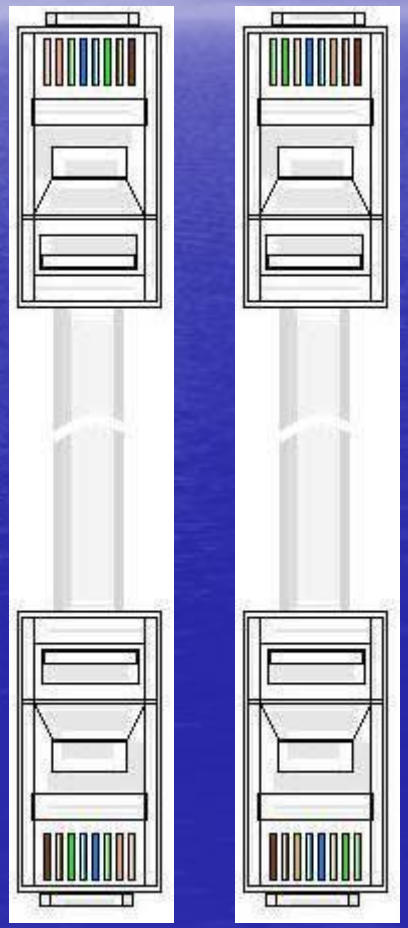


Звездообразная топология Ethernet



Стандарты цветовых маркировок Т-568А и Т-568В

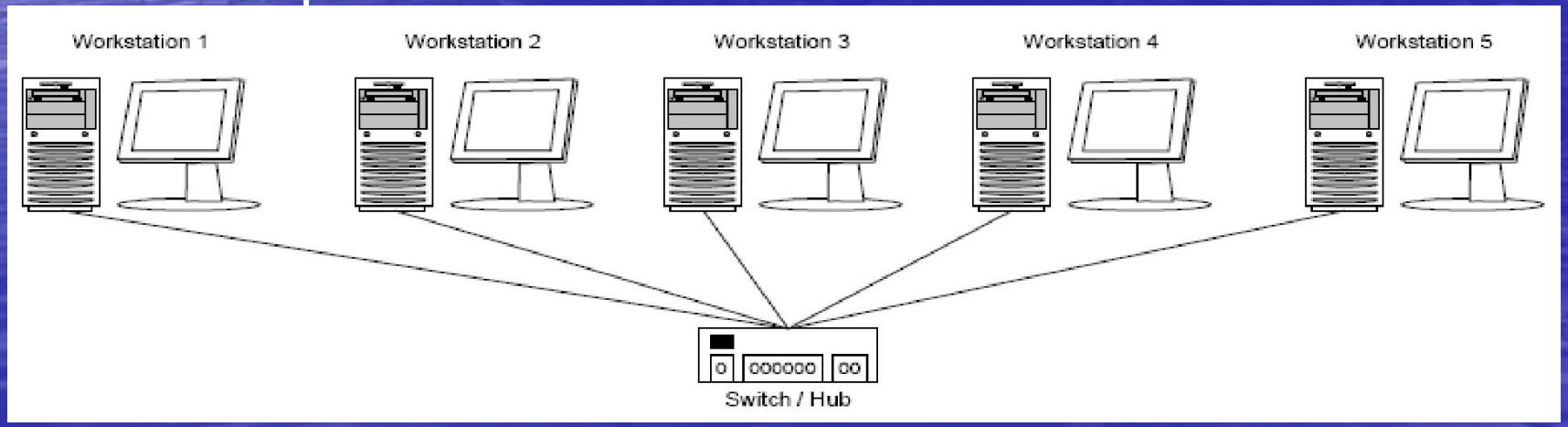
- Соединение порта свитча\хаба с компьютером. В этом случае кабель с обеих сторон обжимается по одному и тому же стандарту или 568А или 568В.
- Соединение порта свитча\хаба с портом другого свитча\хаба, или компьютера с компьютером. Необходимо перекрещивание информационных пар, т. е. с одной стороны кабель должен быть обжат по стандарту 568А, а с другой стороны по стандарту 568В



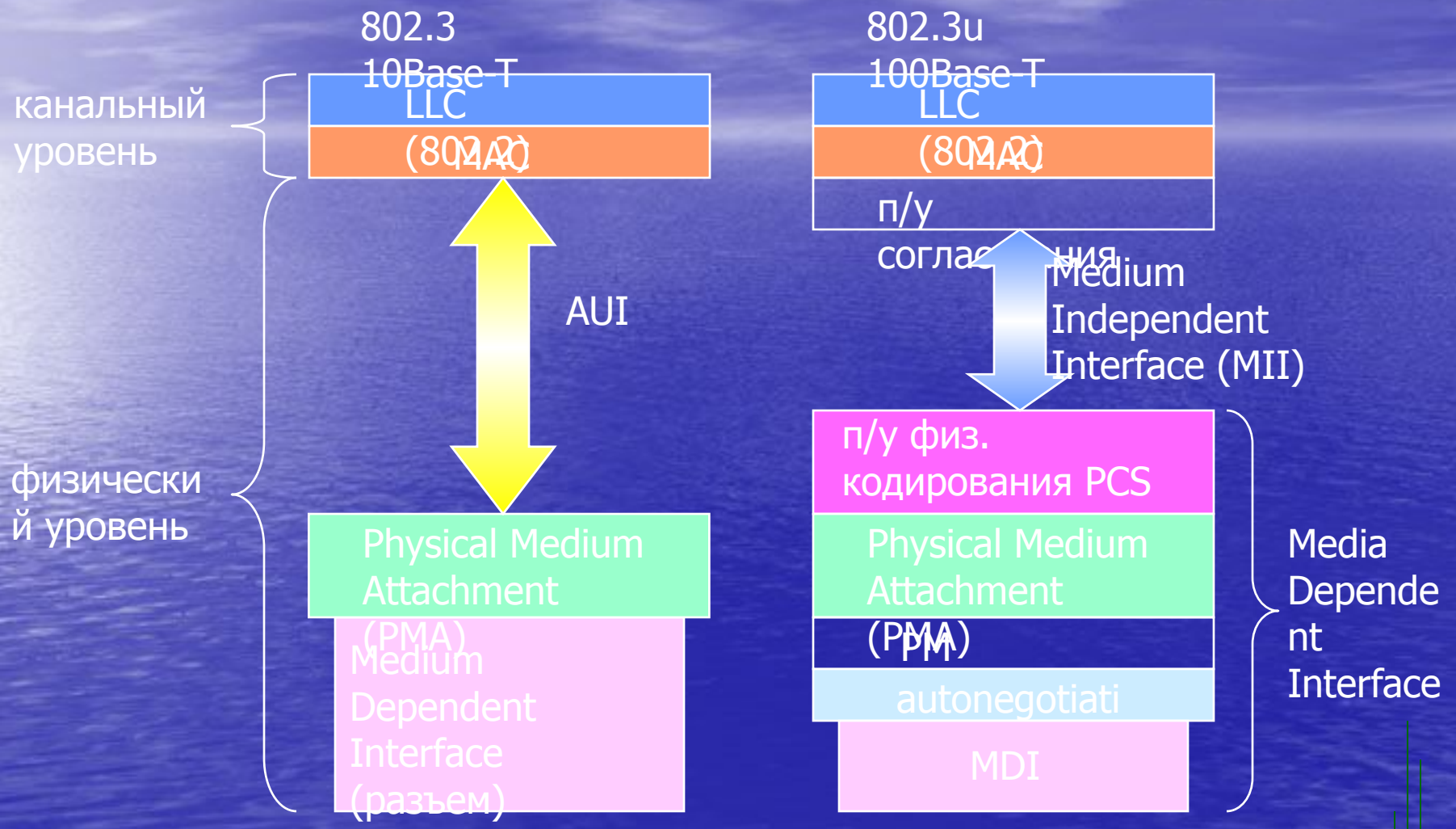
Стандарт Ethernet (IEEE 802.3u 100Base-T)

Технология Fast Ethernet является эволюционным развитием классической технологии Ethernet. Ее основными достоинствами являются:

- увеличение пропускной способности сегментов сети до 100 Мб/с;
- сохранение метода случайного доступа Ethernet;
- сохранение звездообразной топологии сетей и поддержка традиционных сред передачи данных - витой пары и оптоволоконного кабеля.



Стеки Ethernet и Fast Ethernet



ПОДУРОВНИ

- PCS – подуровень физического кодирования.
- PMA – подуровень физического присоединения.
- PMD – подуровень, зависящий от физической среды.
- Autonegotiation – подуровень определения скорости передачи.
- Подуровень согласования предназначен для согласования параметров физического интерфейса и классического канального уровня стандарта Ethernet.
- Интерфейс MII поддерживает независимый от физической среды способ обмена данными между MAC подуровнем устройством физического уровня.

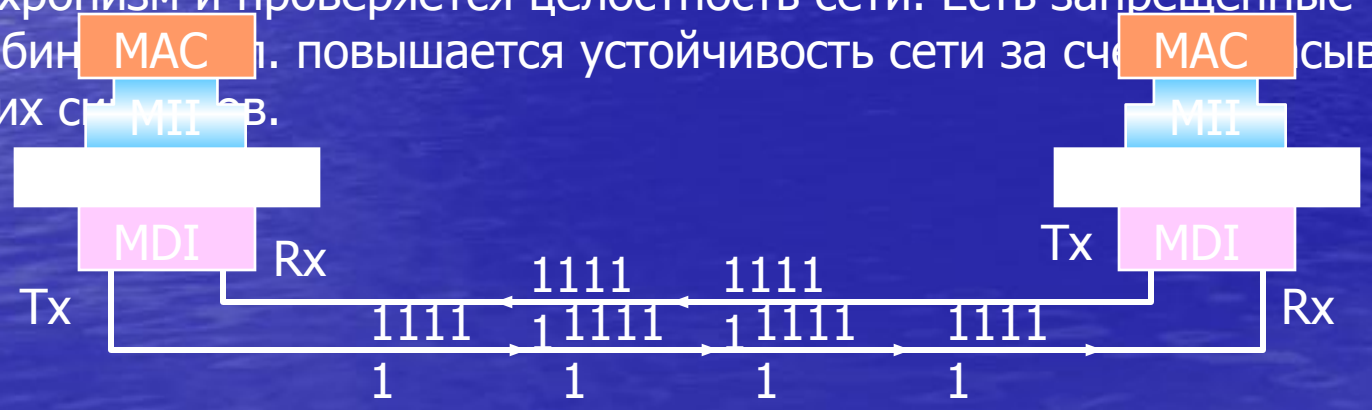
Fast Ethernet (100 Mbps)

В мае 1995 года комитет IEEE принял спецификацию Fast Ethernet в качестве стандарта 802.3u. Отличия FE от E обусловлены не только использованием различных вариантов кабельных систем и электрических параметров импульсов, как это сделано в технологии 10 Мб/с Ethernet, но и способом кодирования сигналов и количеством используемых в кабеле проводников.

Спецификации Ethernet	Скорость передачи, baud	Кодирование	Кабельная система	Возможность работы в дуплексном режиме
10Base-T	10 Mbd	Manchester II	2 пары UTP 3 кат.	+
100Base-TX	125 Mbd	4B/5B, MLT-3	2 пары UTP 5 кат., STP 1	+
100Base-T4	33 Mbd	8B/6T	4 пары UTP 3 кат.	-
100Base-T2	25 Mbd	PAM-5	2 пары UTP 3 кат.	+
100Base-FX	125 Mbd	4B/5B, NRZI	оптоволокно	+

Физический уровень 100Base-FX

2 многомодовых оптических волокна 62,5x125 микрон. Максимальная длина сегмента 2 км.
Прием данных в параллельной форме от MAC-подуровня, трансляция их в один поток бит (TX или FX) и передача их через разъем в кабель и наоборот на приемной стороне.
PHY FX == PCS (4b/5b), PMA, PMD. PHY FX и TX похожи.
4b/5b: физ. кодирование - NRZI, сл. для того, чтобы избавиться от длинных последовательностей 0 применяют логического кодирование - 4b/5b.
Из 32 комбинаций 5 бит используется 16, остальные - под служебные.
Схема непрерывного обмена информацией. В отличие от 10BaseT, незанятая сеть наполнена символами Idle (11111) - поддерживается синхронизм и проверяется целостность сети. Есть запрещенные комбин[illegible]. повышается устойчивость сети за сч[illegible]сывания таких с[illegible]в.



Физический уровень 100Base-TX

Двухпарная неэкранированная UTP 5 кат.(длина сегмента 100м) или STP 150 Ом.
PHY FX == PCS (4b/5b), PMA, TP-PMD + Auto-negotiation.
Отличия от FX - использование метода MLT-3 для передачи 5-битовых порций и договор о скорости работы порта.

Auto-negotiation - автопереговоры по принятию режима работы порта (PHY TX и PHY T4).
Автопереговоры позволяют сетевым картам проделать следующее: сообщить о спецификации Ethernet и доп. возможностях на другой конец UTP и договориться о максимальном приемлемом для обоих режиме (из пяти возможных по убыванию для Fast Ethernet):
- 100Base-TX full-duplex (2 пары категории 5 (или Type 1A STP)
- 100Base-T4 (4 пары категории 3)
- 100Base-TX (2 пары категории 5 (или Type 1A STP)
- 10Base-T full-duplex (2 пары категории 3)
- 10Base-T (2 пары категории 3)

Физический уровень 100Base-T4

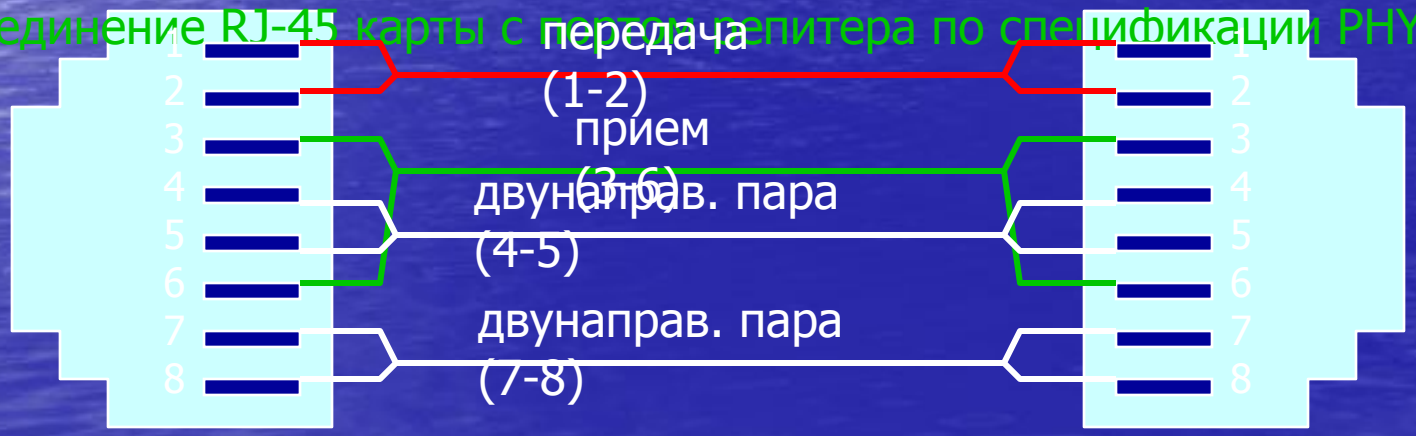
Четырехпарная витая пара 3, 4, 5 категорий. Максимальная длина сегментов до 100м

PHY T4 == PCS (8B/6T), PMA + Auto-negotiation.

8B/6T (8 бит / 6 триад): каждые 8 бит информации MAC-уровня кодируются 6-ю троичными цифрами (ternary symbols), то есть цифрами, имеющими три состояния, битовое расстояние - 40 наносекунд. (2^8=256, 3^6=729, введена избыточность)

Группы из 6-ти троичных цифр затем передаются в три передающих витых пары. Четвертая пара - для прослушивания несущей частоты в целях обнаружения коллизии. 3*25МГц(такт)*8/6=3*33.3 Мбит/с=100Мбит/с.

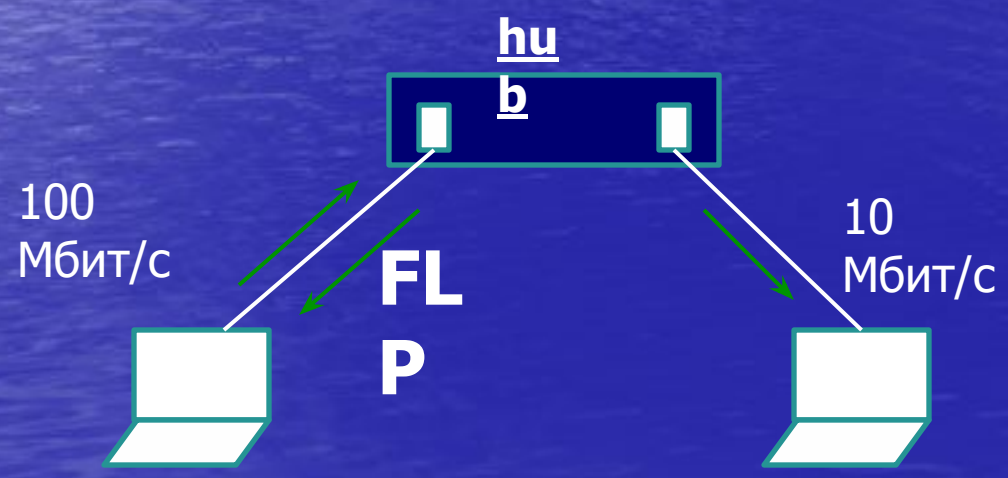
Соединение RJ-45 карты с портом репитера по спецификации PHY T4:



MDI сетевой карты

MDI-X концентратора

Для упрощенного перехода со V=10 Мбит/с на V=100 Мбит/с и обеспечения совместимой работы в одной сети стандарт 100Base-T включает средства автоматического определения скорости работ, т.е. сетевой адаптер после включения питания выполняет тест целостности сети, посылая *импульсы быстрой связи* **FLP**. Если устройство на другом конце сегмента поддерживает стандарт FEthernet, то оно воспринимает эти импульсы и в ответ посылает импульсы FLP. В результате V=100 Мбит/с, иначе (если ответа нет) V=10 Мбит/с .

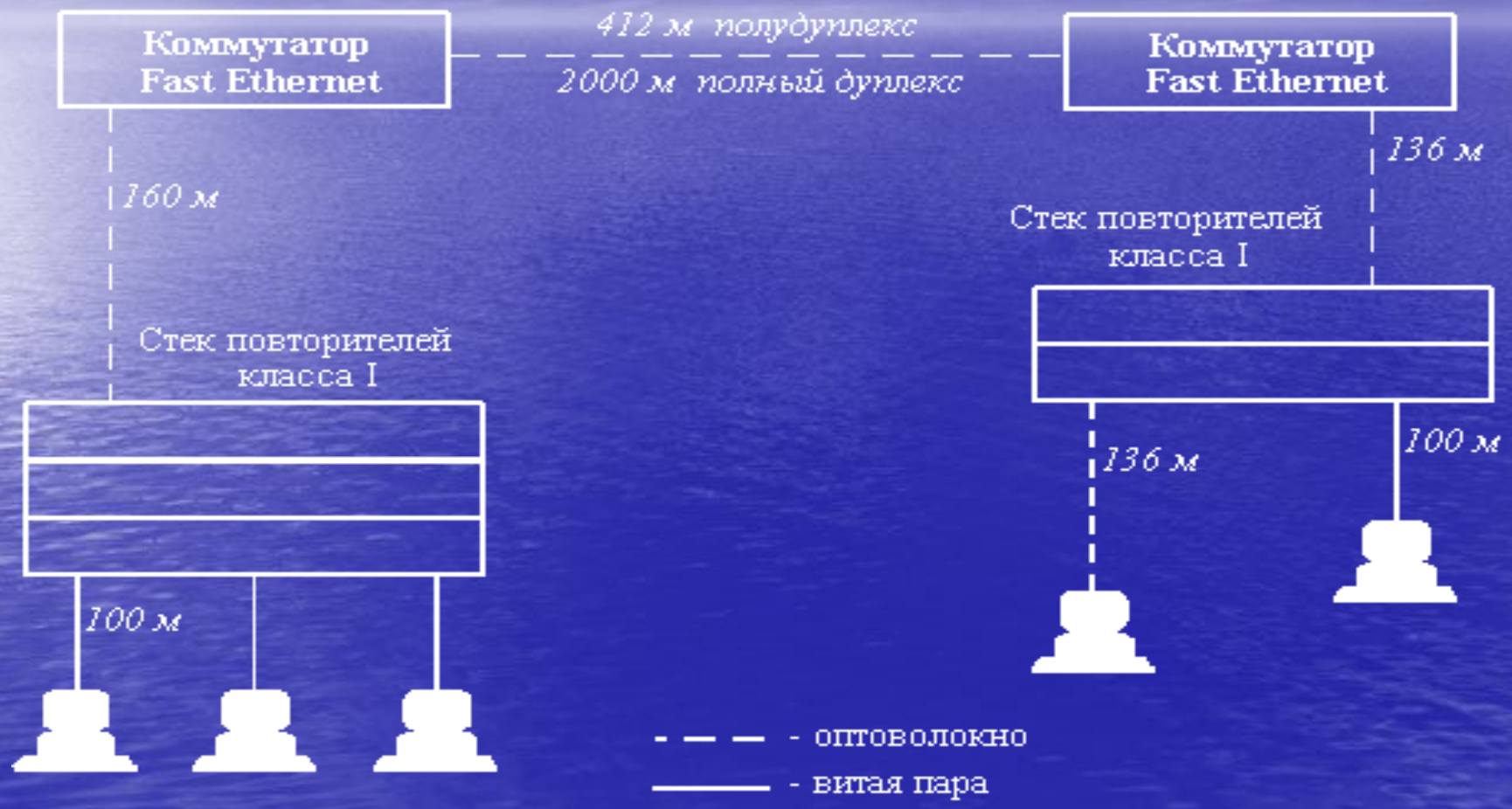


Топологические характеристики Fast Ethernet

Стандарт	Тип кабеля	Максимальная длина сегмента
100Base-TX	Category 5 UTP	100 метров
100Base-FX	многомодовое оптоволокно 62.5/125 мкм	412 метров (полудуплекс) 2 км (полный дуплекс)

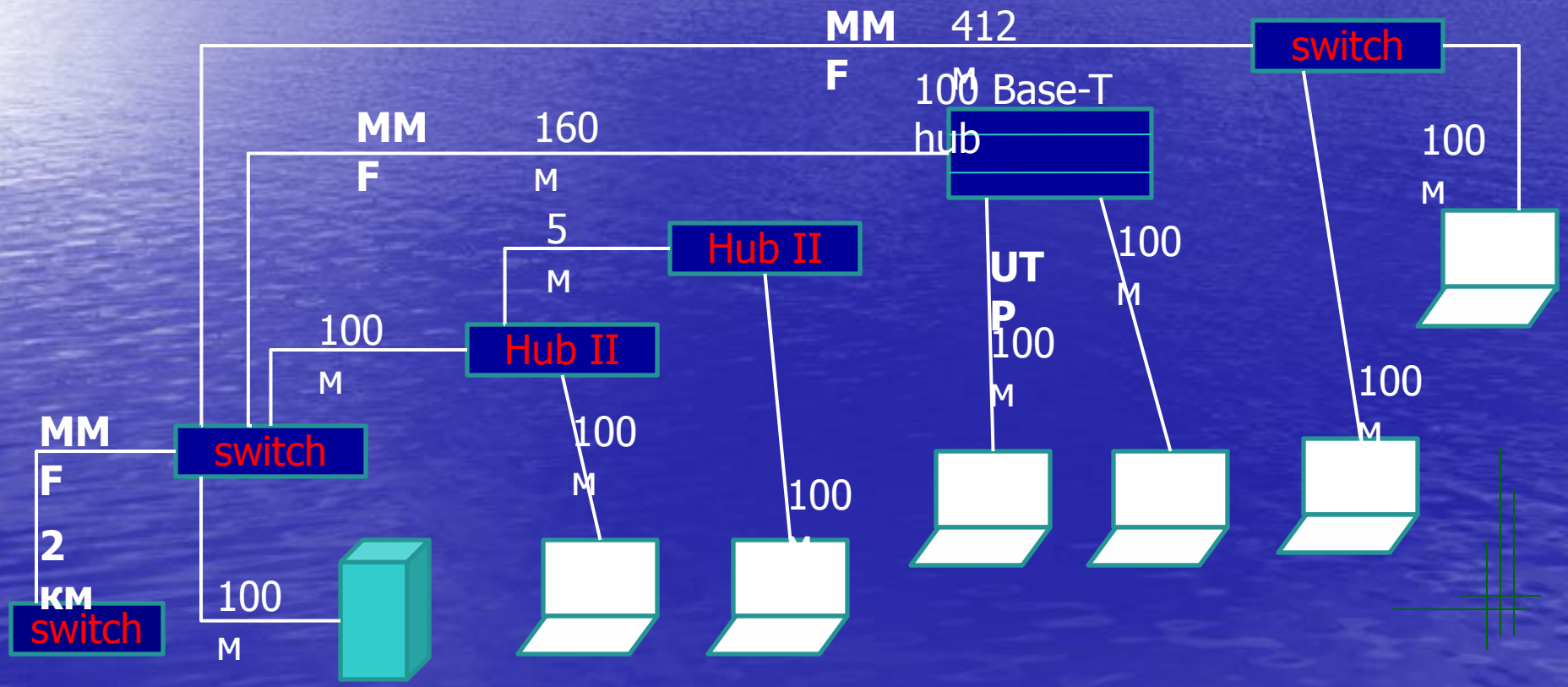
Тип кабелей	Максимальный диаметр сети	Максимальная длина сегмента
Только витая пара (TX)	200 м	100 м
Только оптоволокно (FX)	272 м	136 м
Несколько сегментов на витой паре и один на оптоволокне	260 м	100 м (TX) 160 м (FX)
Несколько сегментов на витой паре и несколько сегментов на оптоволокне	272 м	100 м (TX) 136 м (FX)

Топологические характеристики Fast Ethernet



Топологические правила 100Base-T

В спецификации FE выделяют 2 класса концентраторов и говорят, что в домене коллизии допускается наличие только **одного кон-ра 1-ого и двух конц-ров 2-ого класса.**



- В результате диаметр домена коллизии для концентраторов I класса для UTP 5 cat. составляет 200 м.
- Диаметр домена коллизий для концентраторов II класса для UTP 5 cat. составляет 205 м.
- При использовании одного сегмента на оптике и несколько сегментов на витой паре, диаметр домена коллизии – 260 м.

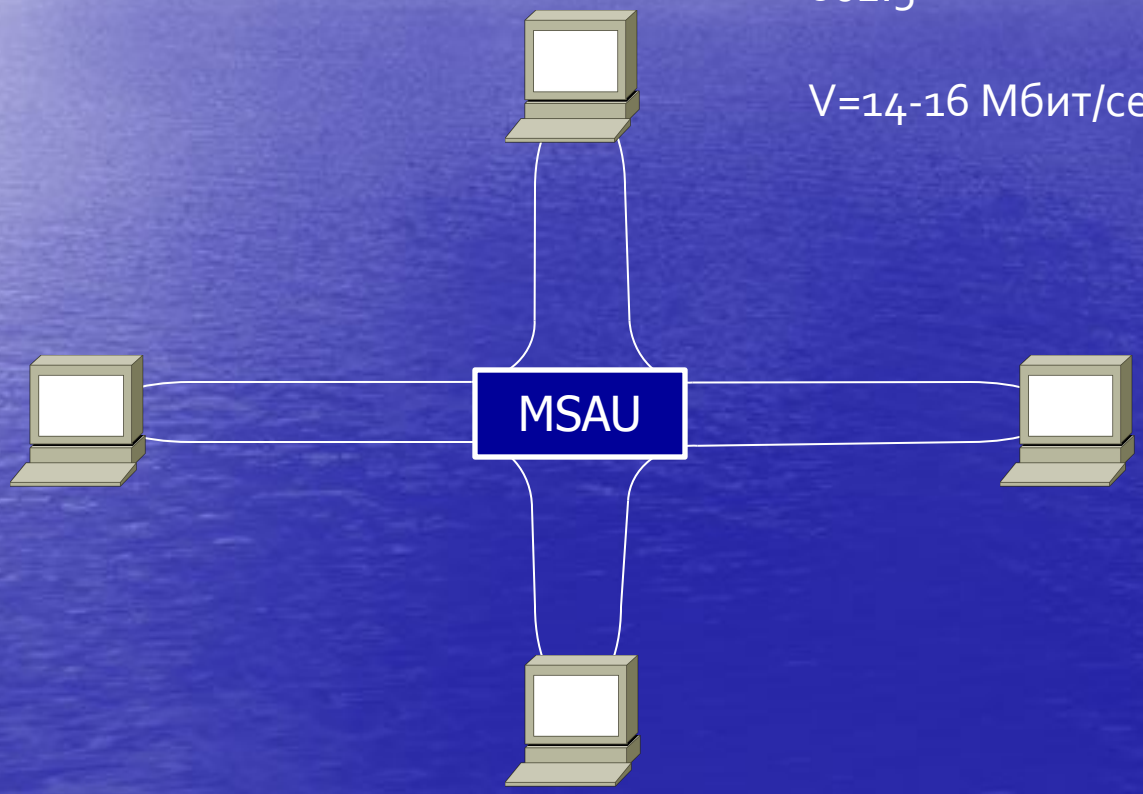
- При наличии нескольких сегментов на оптическом кабеле, а также сегментов на витой паре, диаметр домена коллизии 272м, где 136м отводится на оптоволокно.
- При соединении многомодовым оптическим волокном в полудуплексе расстояние между коммутаторами 412м.
- При соединении с полным дуплексом расстояние между коммутаторами не>2 км.

Архитектура сети Token Ring

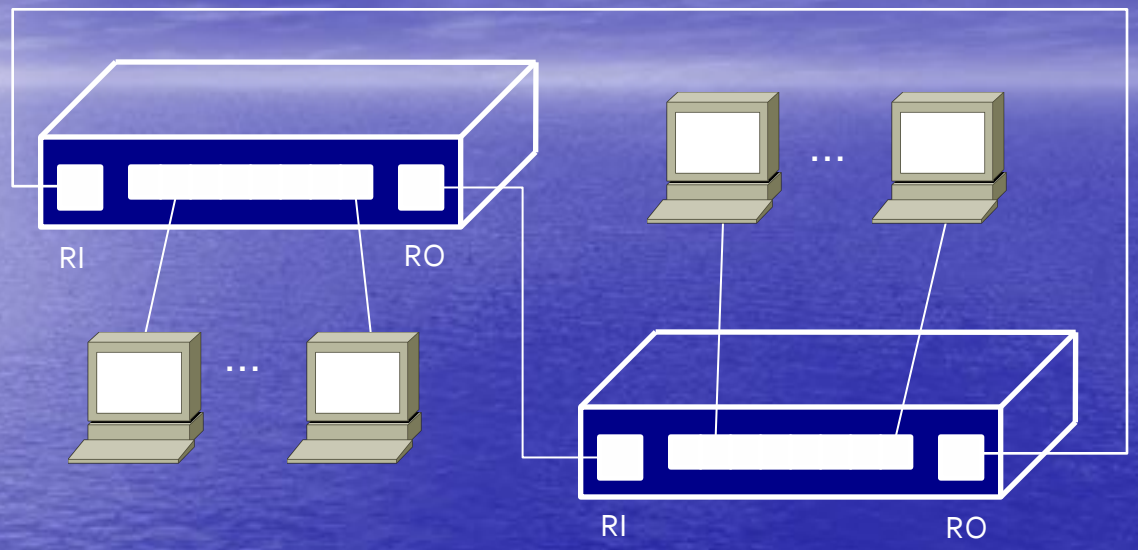
Звездно-кольцевая топология

802.5

V=14-16 Мбит/сек

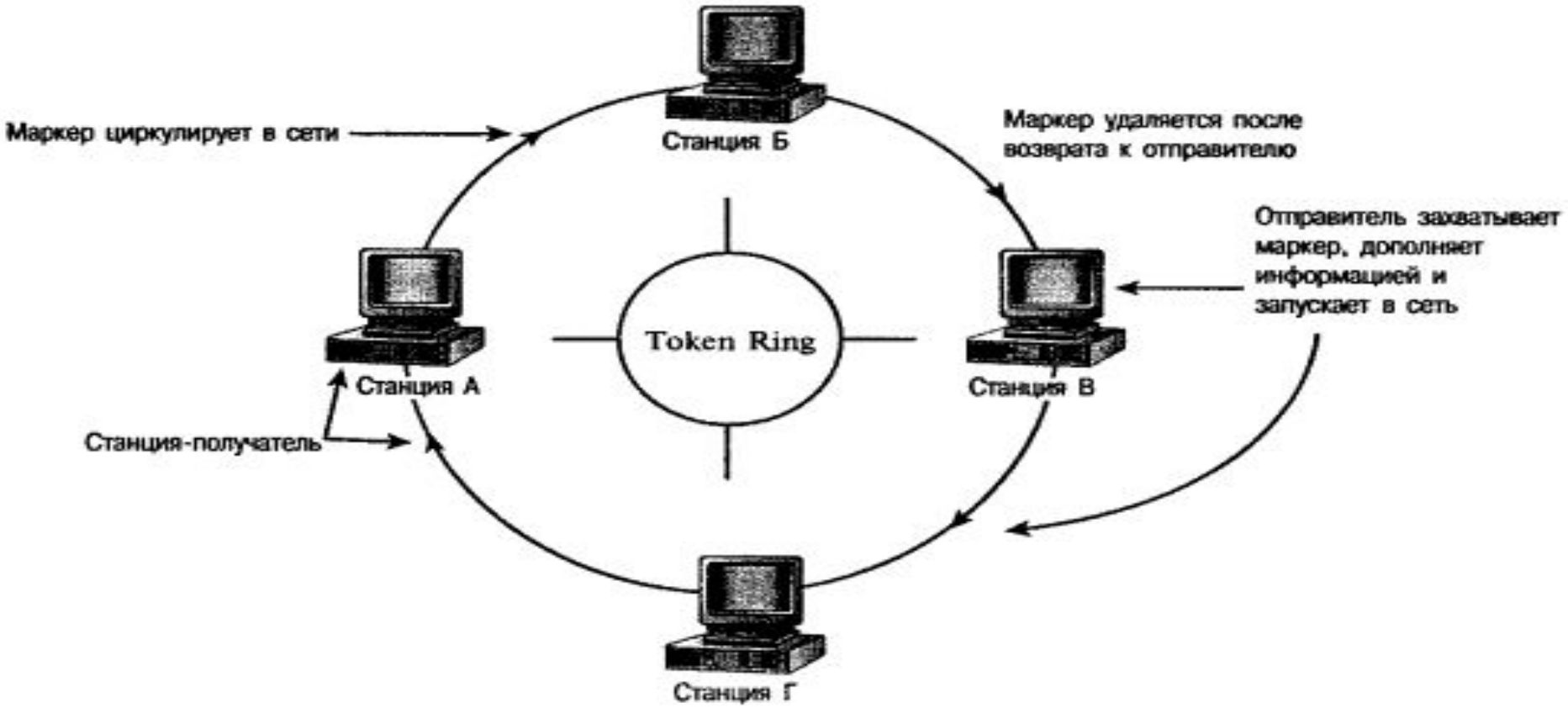


Сеть способна обнаруживать неисправности

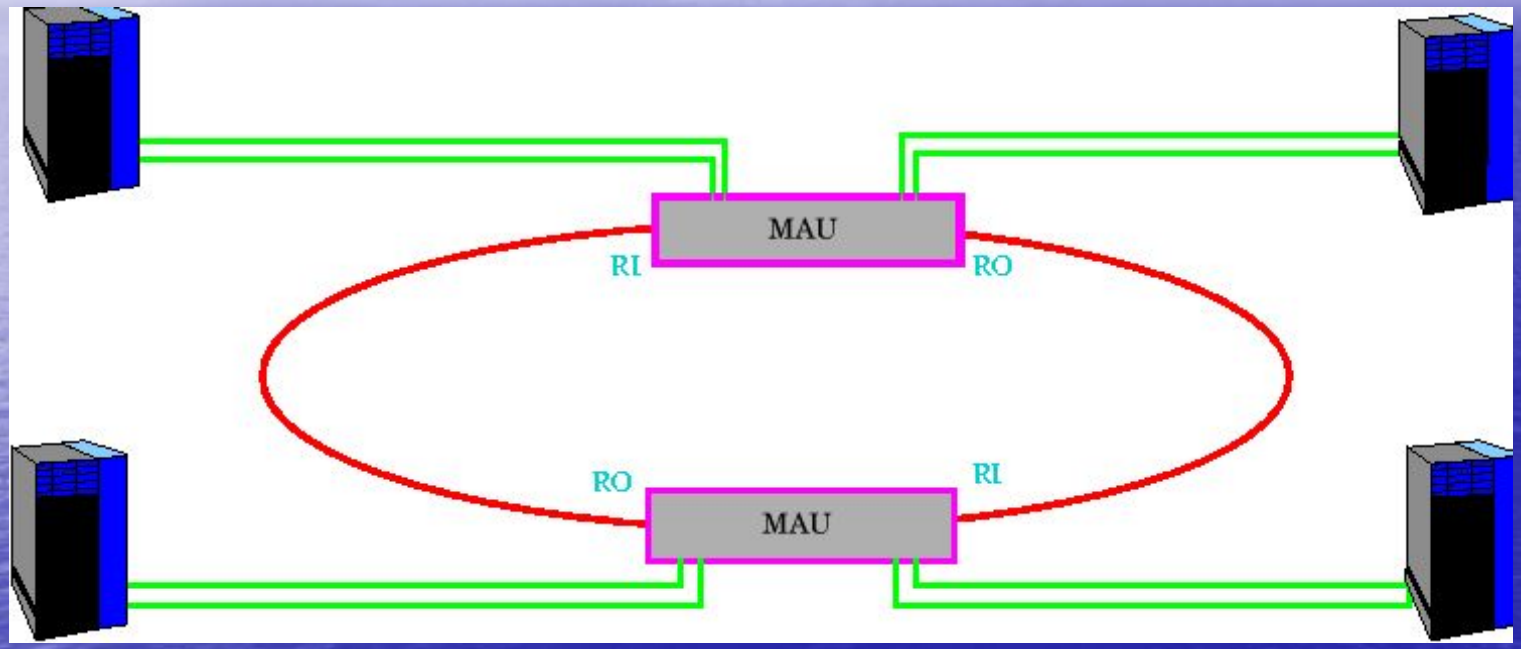


При включении питания на рабочей станции сетевой адаптер выполняет тестирование соединения кабеля через петлю обратной связи в кабеле находится фантомный ток, который вызывает срабатывание релейных схем блока MSAU и подключение рабочих станций к кольцу.

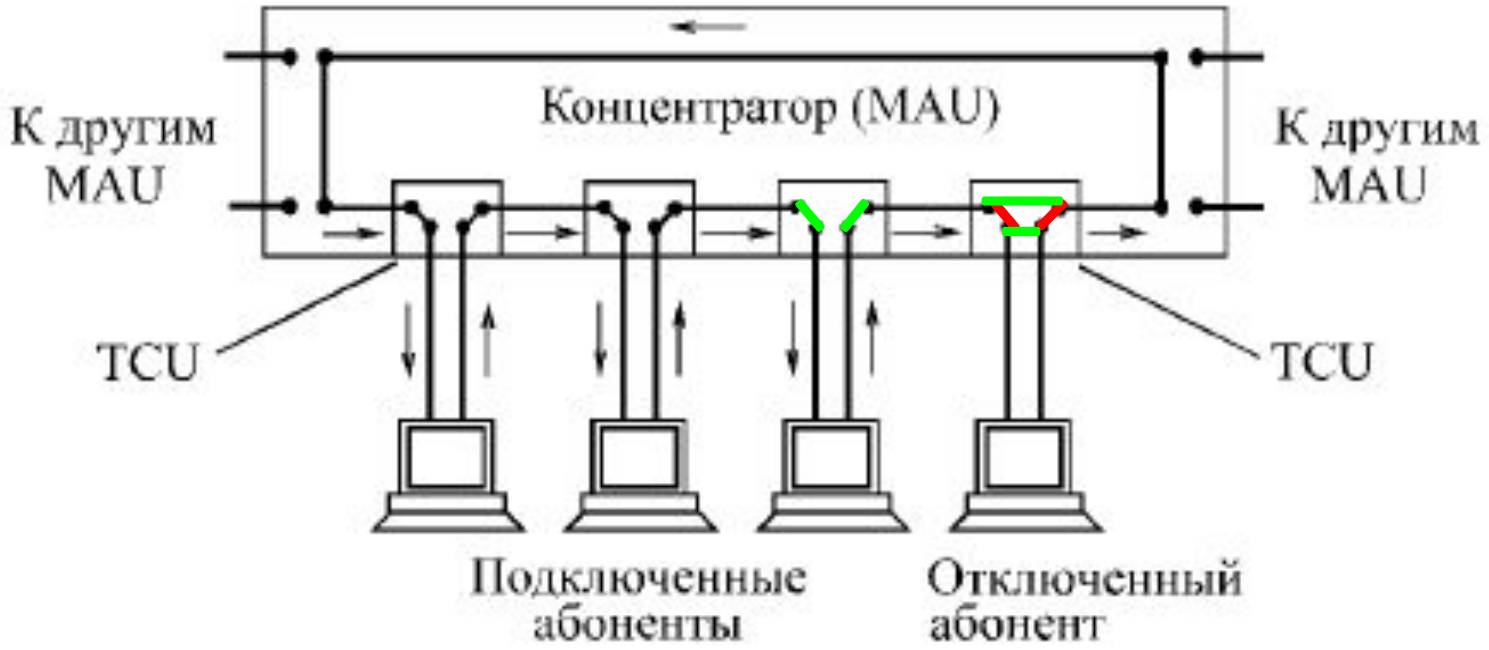
Маркерный метод доступа



Движение маркера

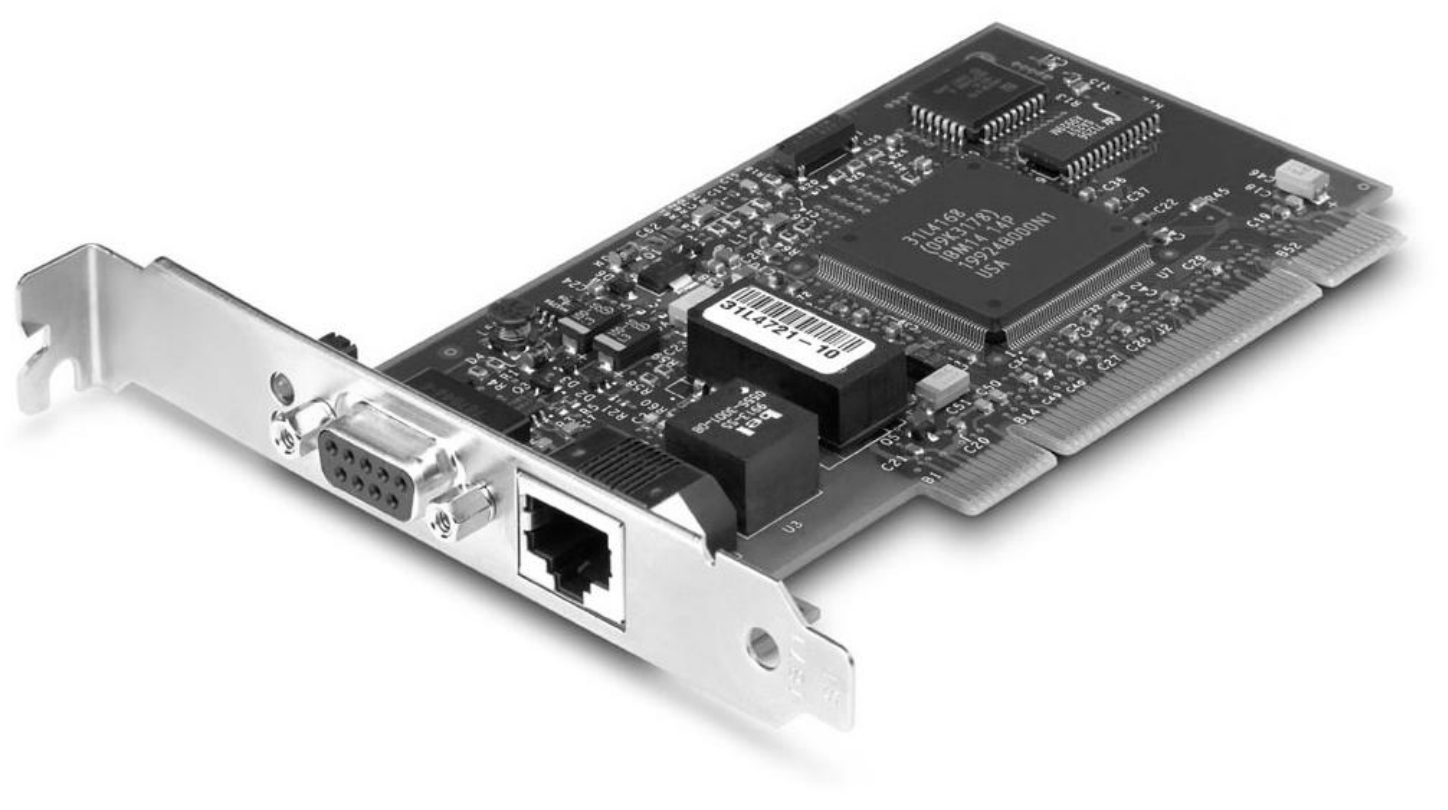


Принцип действия концентратора Token Ring (MSAU)



Оборудование

Сетевой адаптер Token Ring

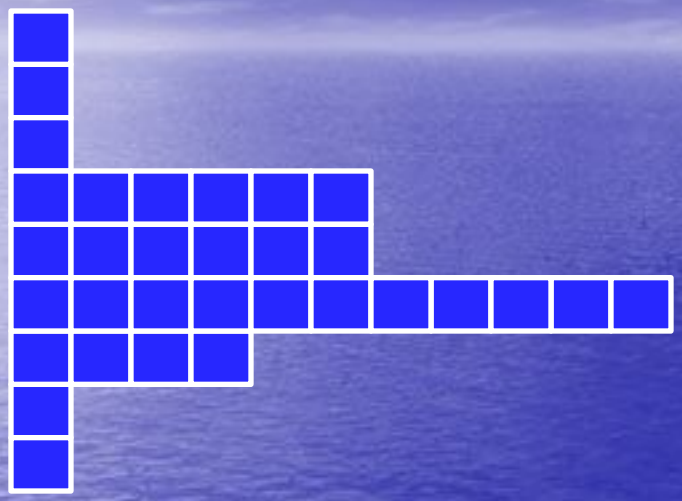


Структура маркера

- 1 байт начальный ограничитель
- 1 байт поле управления
- 1 байт конечный ограничитель

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

Структура кадра



Начальный ограничитель
Поле управления
Управление кадром
Адрес получателя
Адрес отправителя
Полезная информация
Контрольная сумма
Конечный ограничитель
Статус кадра

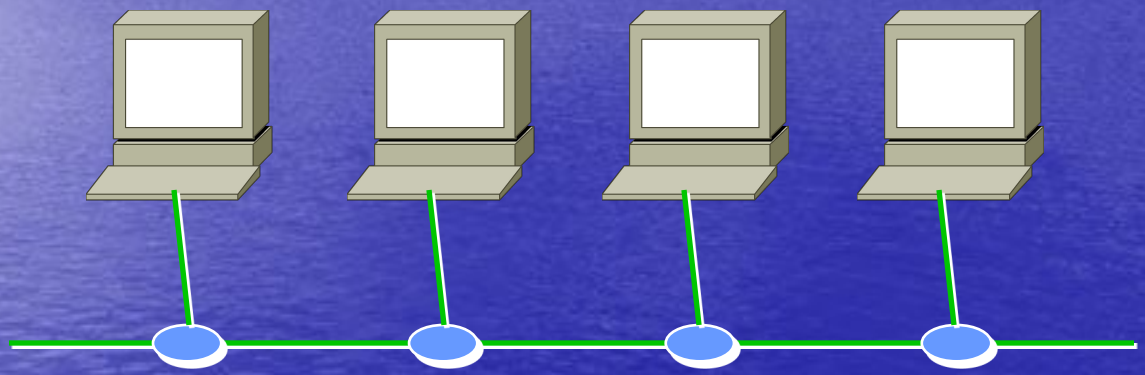
- 1 байт

Архитектура сети Arcnet

Топология сети Arcnet

- Шинная топология
- Двухточечное соединение
- Звездообразная топология на основе хаба (активный и пассивный хаб)

Шинная топология



- Максимальная длина 300м
- 8 рабочих станций
- RG-62/V 93 Ом

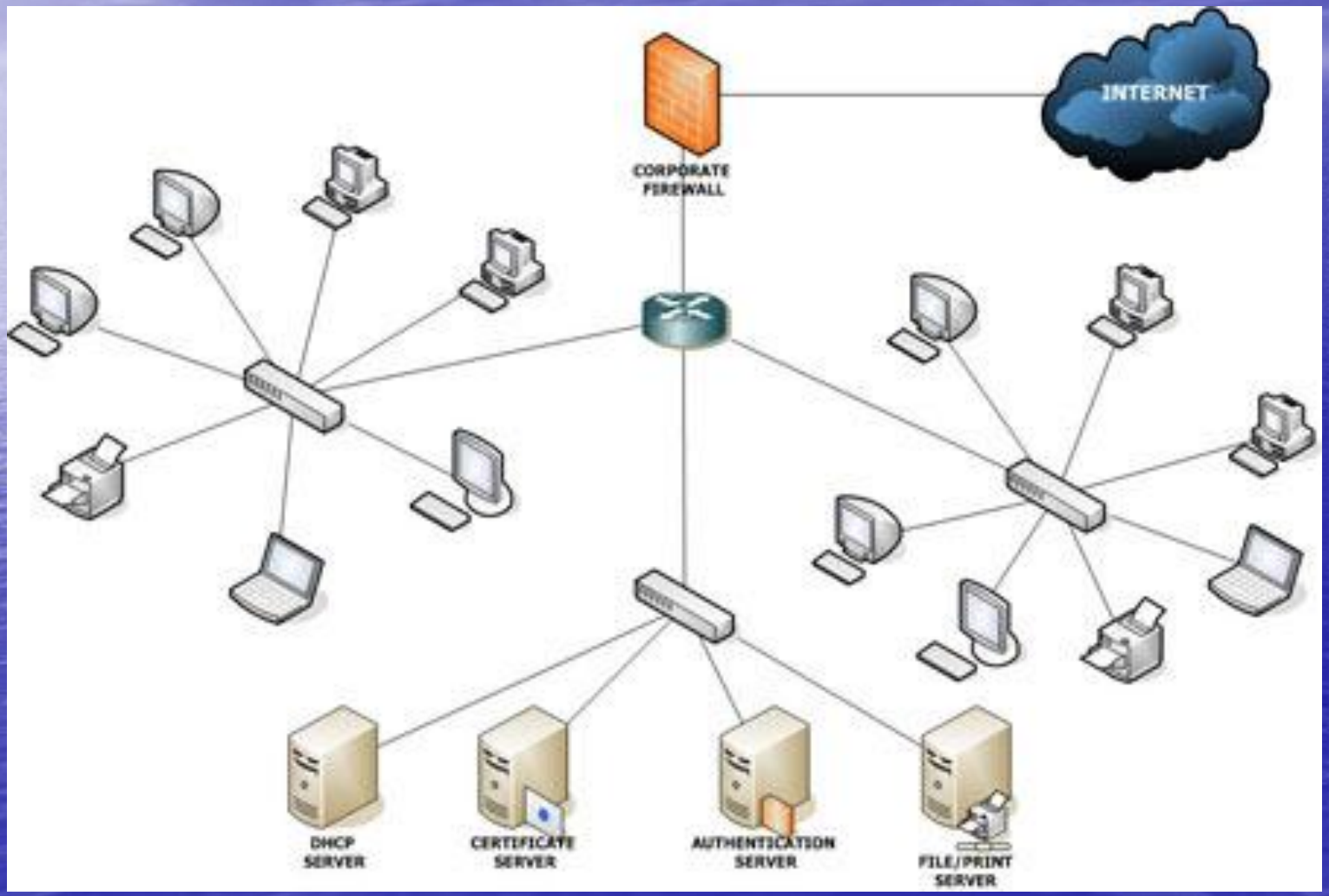
Двухточечное соединение

- Максимальная длина 600м

Звездная топология на основе хаба. С активным и пассивным хабом

- Длинна сегмента 30м для пассивного хаба
- Длинна сегмента 600м для активного хаба

Полная организация сети Arcnet

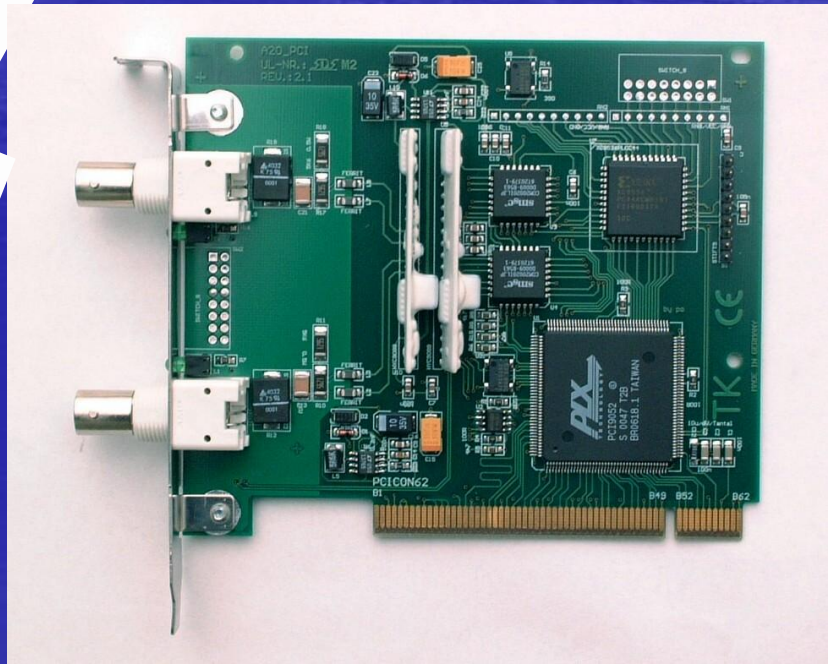


Оборудование

Hub Arcnet

Кабе

Плата Arcnet



Arcnet Hub AN-808

AN-808

8-Port (BNC/RJ-11) ARCNET Hub

- **Model:** AN-808 / AN-808T
- **Standard:** Datapoint's ARCNET
- **Connectors:**
  AN-808 — 8 BNC
  AN-808T — 8 RJ-11
- **Data Transfer Rate:** 2.5Mbps
- **Duplex Mode:** n/a
- **Cable / Max Distance:**
  RG-62A/U coaxial cable for AN-808, up to 2000 ft
  Telephone Twisted-pair cable for AN-808T, up to 400ft
- **LEDs:**
  Unit — PWR
  Per Port — LINK/ACT
- **Power Requirement:** 100~240V AC, 50~60Hz
- **Operating Temperature:** 0° to 50° C
- **Dimension:** 64 x 275 x 141mm (H x W x D)
- **EMI Rating:** FCC Class A, CE Mark

Основные характеристики

1. Скорость сети: 2,5Мбит/сек
2. В сети не должно быть более 255 рабочих станций
3. Используется детерминированный маркерный метод доступа

Метод доступа Arcnet

Данный метод подразумевает, что право на использование общей среды передачи информации передается организованным способом при помощи уникального кадра, маркера на основе логического кольца.
Каждый узел знает свой собственный идентификатор и знает адрес следующего узла, которому он должен передать маркер.

Потеря маркера в сети Arcnet

Потеря маркера произойти из-за повреждения одного из узлов логического кольца , т.е. маркер приходит в определенный узел и дальше не передается.

Реконфигурация кольца выполняется при добавлении или удалении рабочей станции из кольца.

Подключение новой станции к сети

Когда новый узел подключается в сети он передает сбойную последовательность, целью которой является вызвать потерю маркера. После сбоя все узлы включая новый переходят в режим восстановления кольца. В этом режиме они находятся в time-out, величина которого пропорциональна идентификации рабочей станции. Поэтому из time-out первой выйдет рабочая станция с min идентификатором.