

# 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*

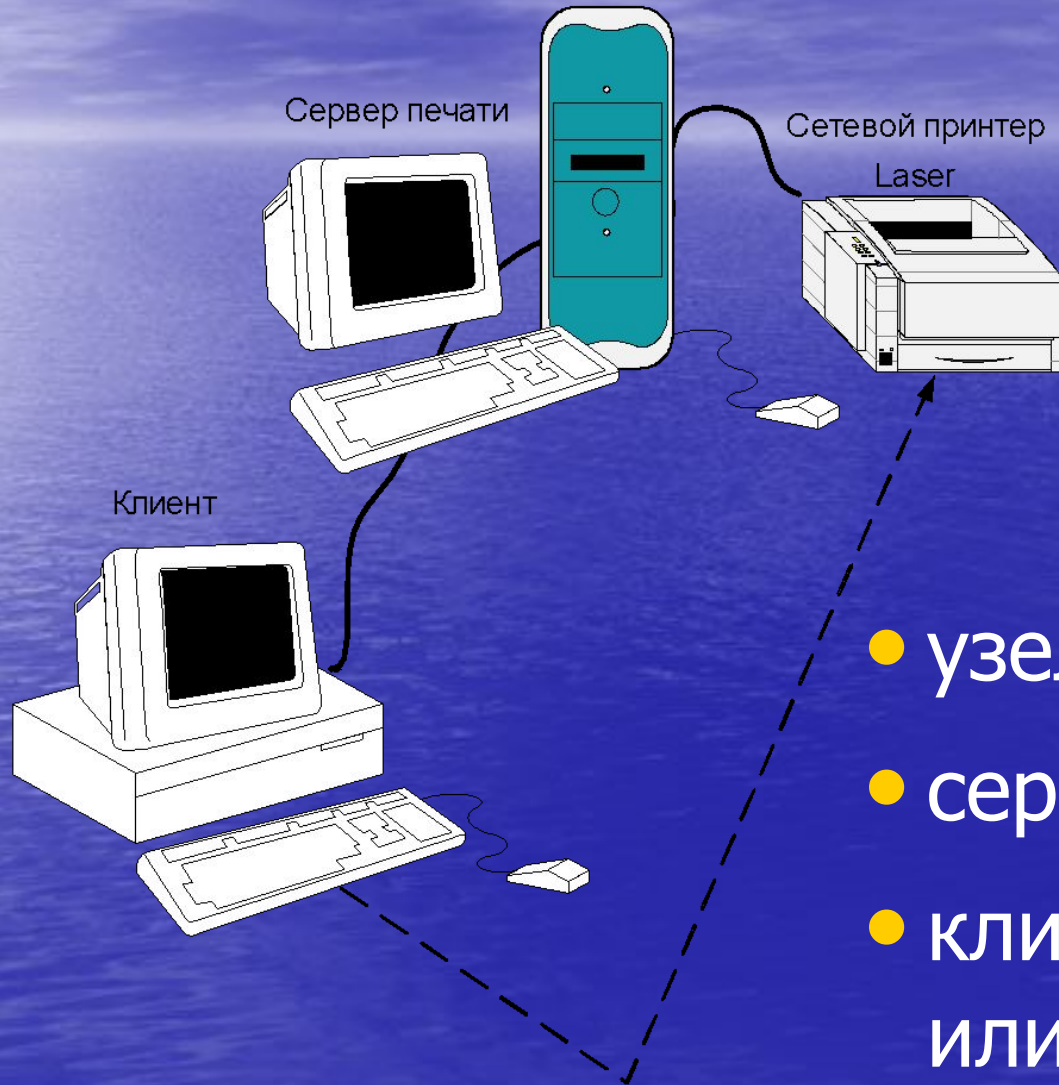
- Высокая скорость передачи информации, большая пропускная способность сети. Приемлемая скорость сейчас — не менее 10 Мбит/с.
- Низкий уровень ошибок передачи (или, что то же самое, высококачественные каналы связи). Допустимая вероятность ошибок передачи данных должна быть порядка  $10^{-8}$ —  $10^{-12}$ .
- 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.



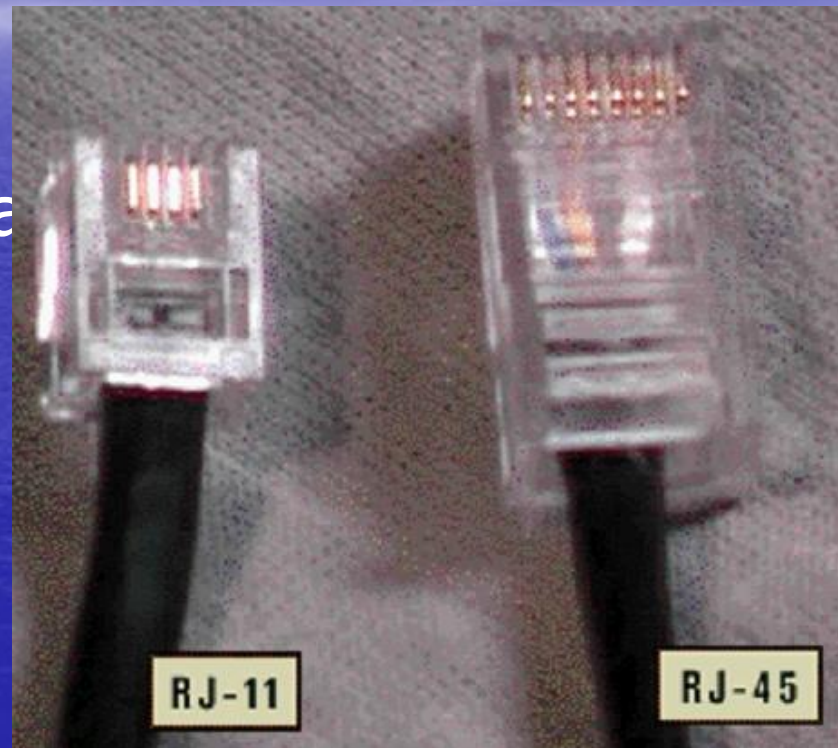
# Функции устройств в сети



- 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  
Aggregation IEEE 802.3ad**  
1998 - 2000

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

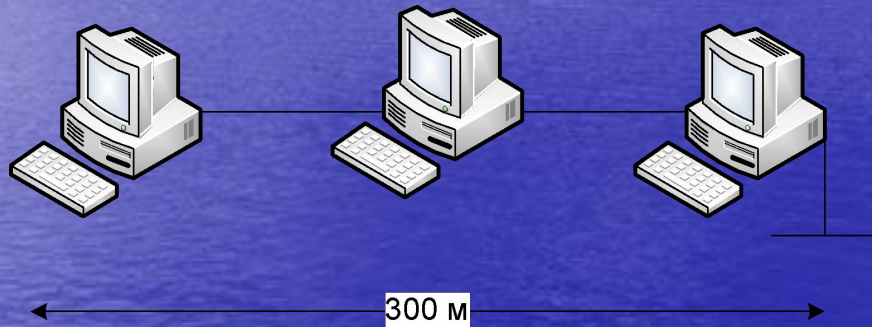
**100 Mbps Ethernet**  
IEEE 802.3u  
1992 - 1995

**10 Mbps Ethernet**  
IEEE 802.3  
1980s

# ТОПОЛОГИИ

## 1. Спецификация 10Base-2

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

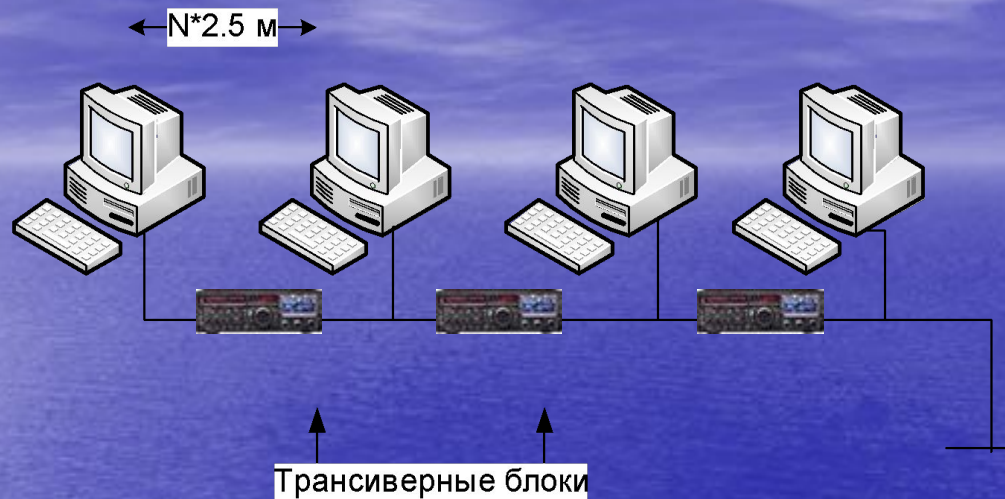


**Рисунок 1 – Спецификация 10Base-2**

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 RG-11 (жёлтый Ethernet).

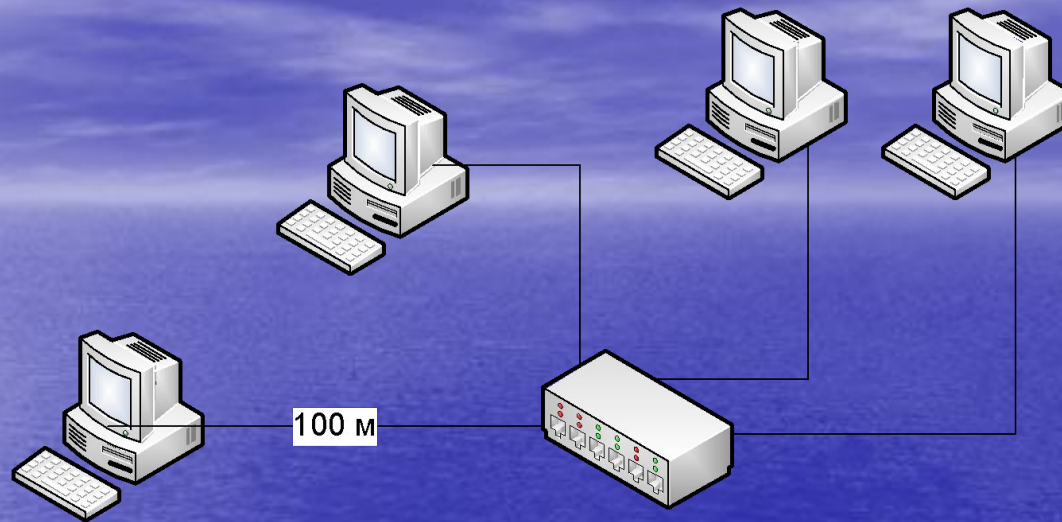
Максимальная длина кабеля 500 м.

Максимальное количество рабочих станций 100.

Максимальная длина трансиверного кабеля 50 м.

Расстояние между трансиверными блоками  $n \times 2,5 \text{ м}$ .

### 3. 10Base-T



**Рисунок 3 – Спецификация 10Base-T**

Используется кабель – витая пара ИТР3 (ИТР5) Используется разъем 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.

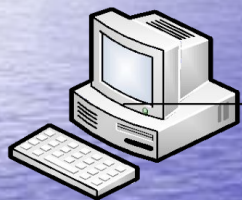
## 2. Сеть с чисто контролем несущей

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



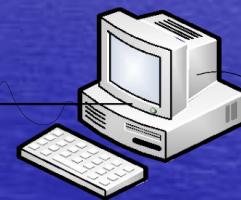
**Коллизия** (англ. *collision* — ошибка наложения, столкновения) — в терминологии компьютерных и сетевых технологий, наложение двух и более кадров от станций, пытающихся передать кадр в один и тот же момент времени.

Компьютер А начинает передавать данные



Компьютер А обнаруживает коллизию

Компьютер В начинает передавать данные



Компьютер В обнаруживает коллизию



# Метод доступа CSMA/CD

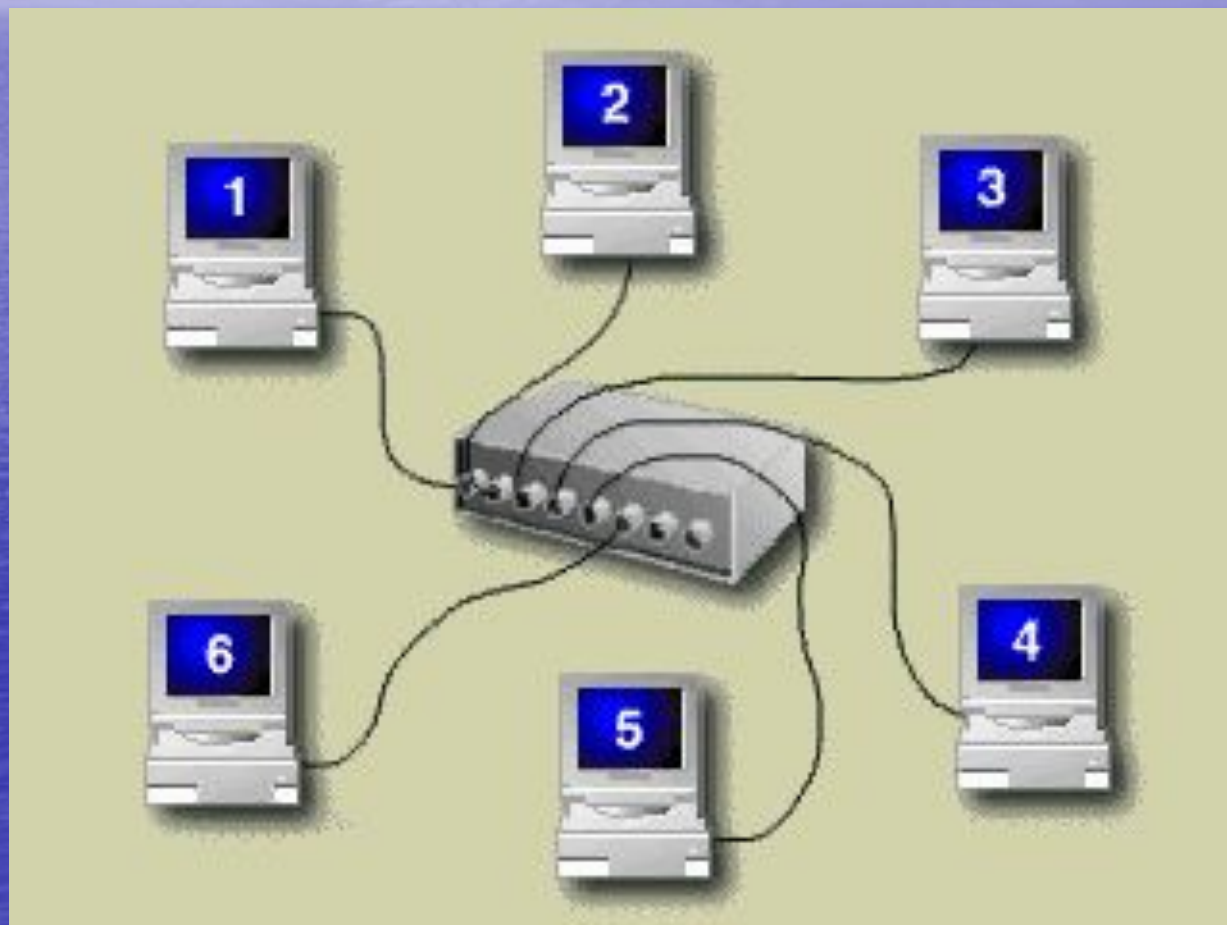
Передача данных в  
сети Ethernet



# Происхождение коллизии в сети Ethernet



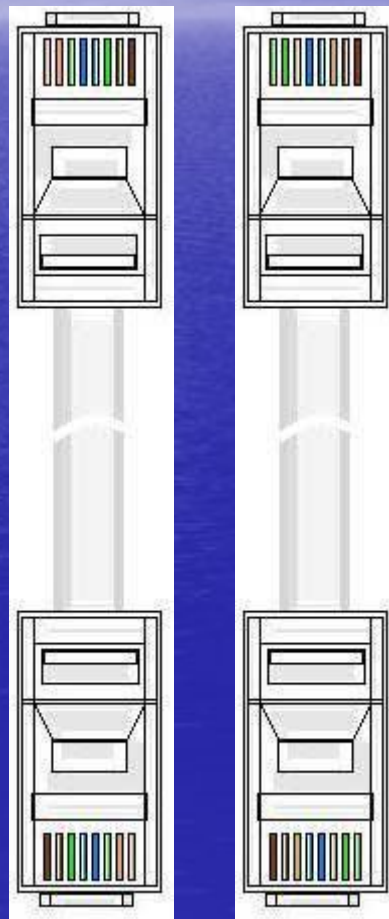
# Звездообразная топология Ethernet





# Стандарты цветowych маркировок T-568A и T-568B

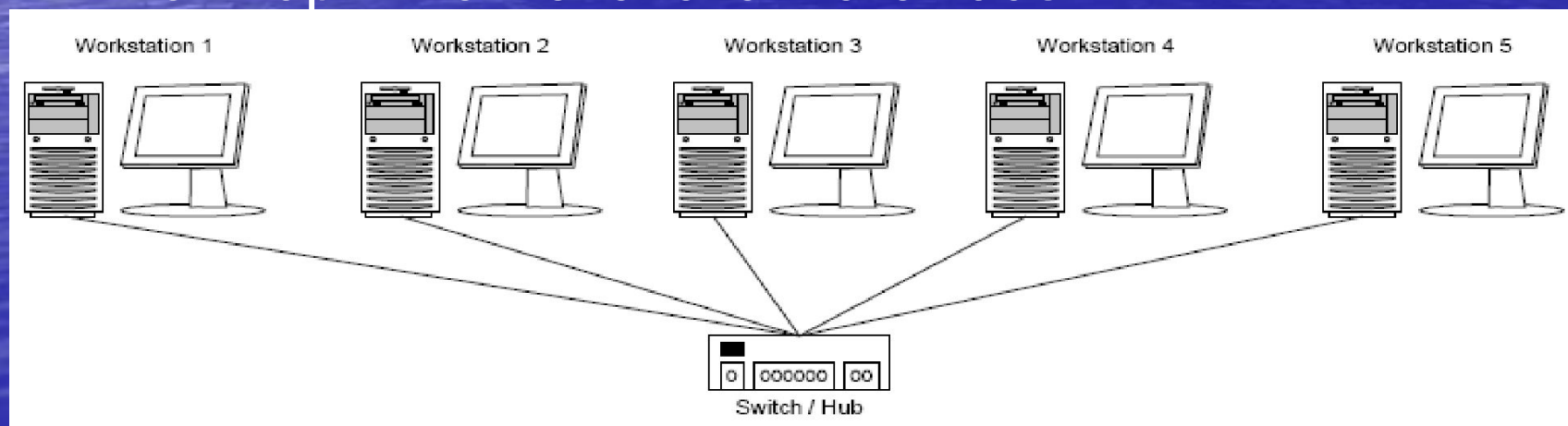
- Соединение порта свитча\хаба с компьютером. В этом случае кабель с обеих сторон обжимается по одному и тому же стандарту или 568A или 568B.
- Соединение порта свитча\хаба с портом другого свитча\хаба, или компьютера с компьютером. Необходимо перекрещивание информационных пар, т. е. с одной стороны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



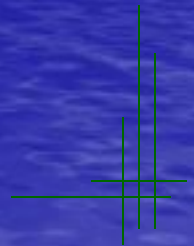
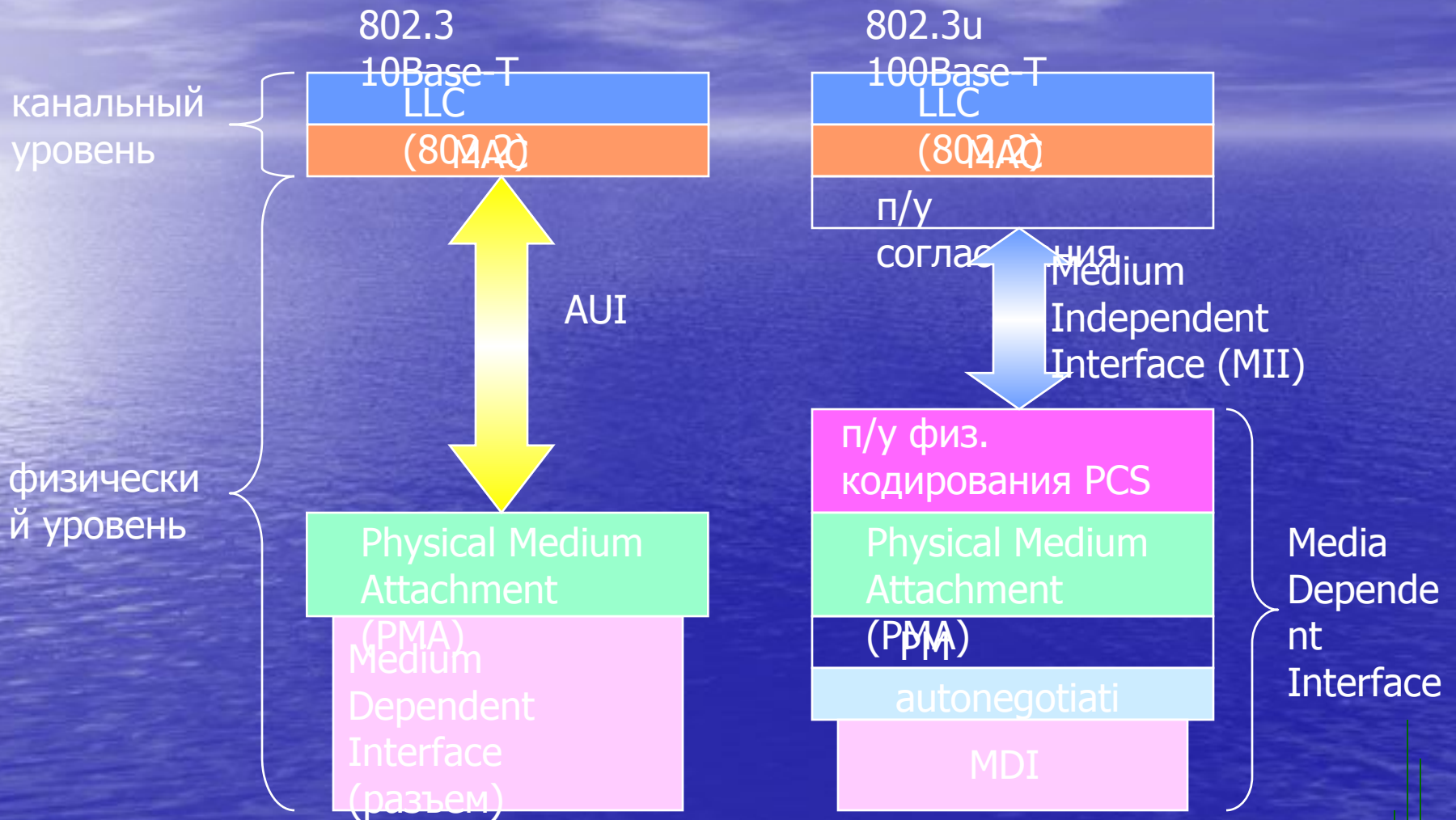
# Стандарт Ethernet (IEEE 802.3u 100Base-T)

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



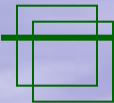


# ПОДУРОВНИ

---

- 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)

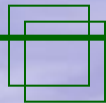


В мае 1995 года комитет IEEE принял спецификацию Fast Ethernet в качестве стандарта 802.3u. Отличия FE от E обусловлены не только использованием различных вариантов кабельных систем и электрических параметров импульсов, как это сделано в технологии 10 Мб/с Ethernet, но и способом кодирования сигналов 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                  | РАМ-5         | 2 пары UTP 3 кат.        | +                                      |
| 100Base-FX            | 125 Mbd                 | 4B/5B, NRZI   | ОПТОВОЛОКНО              | +                                      |



# Физический уровень 100Base-FX



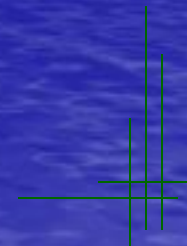
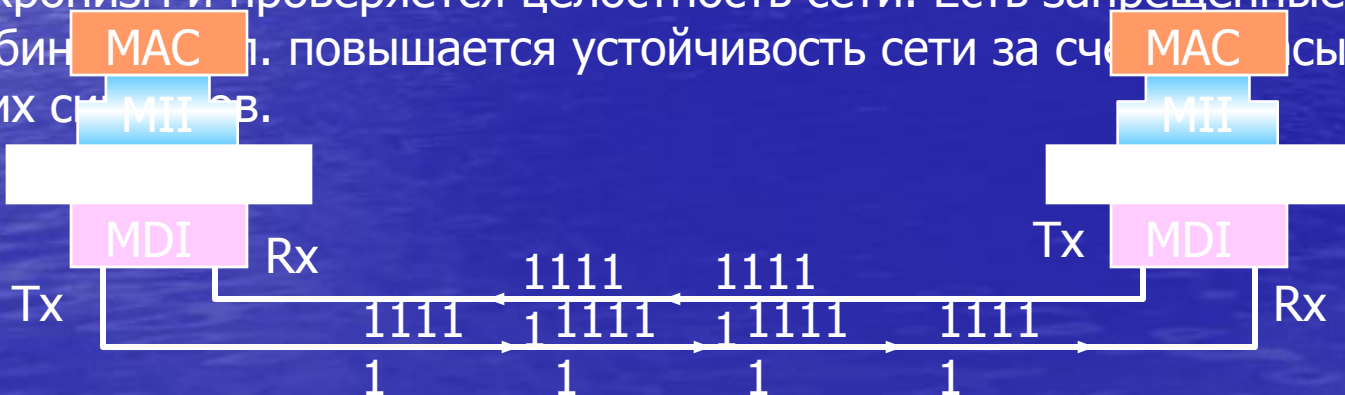
2 многомодовых оптических волокна 62,5x125 микрон. Максимальная длина сегмента 2 км.

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.

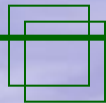
**4b/5b**: физ. кодирование - NRZI, сл. для того, чтобы избавиться от длинных последовательностей 0 применяют логического кодирование - 4b/5b.

Из 32 комбинаций 5 бит используется 16, остальные - под служебные. Схема непрерывного обмена информацией. В отличие от 10BaseT, незанятая сеть наполнена символами Idle (1111) - поддерживается синхронизм и проверяется целостность сети. Есть запрещенные комбинации. Повышается устойчивость сети за счет сывания таких символов.





# Физический уровень 100Base-TX



Двухпарная неэкранированная UTP 5 кат.(длина сегмента 100м)  
или STP 150 Ом.

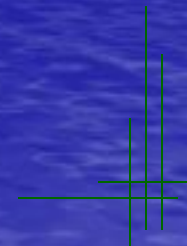
PHY FX == PCS (4b/5b), PMA, TP-PMD + Auto-negotiation.

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

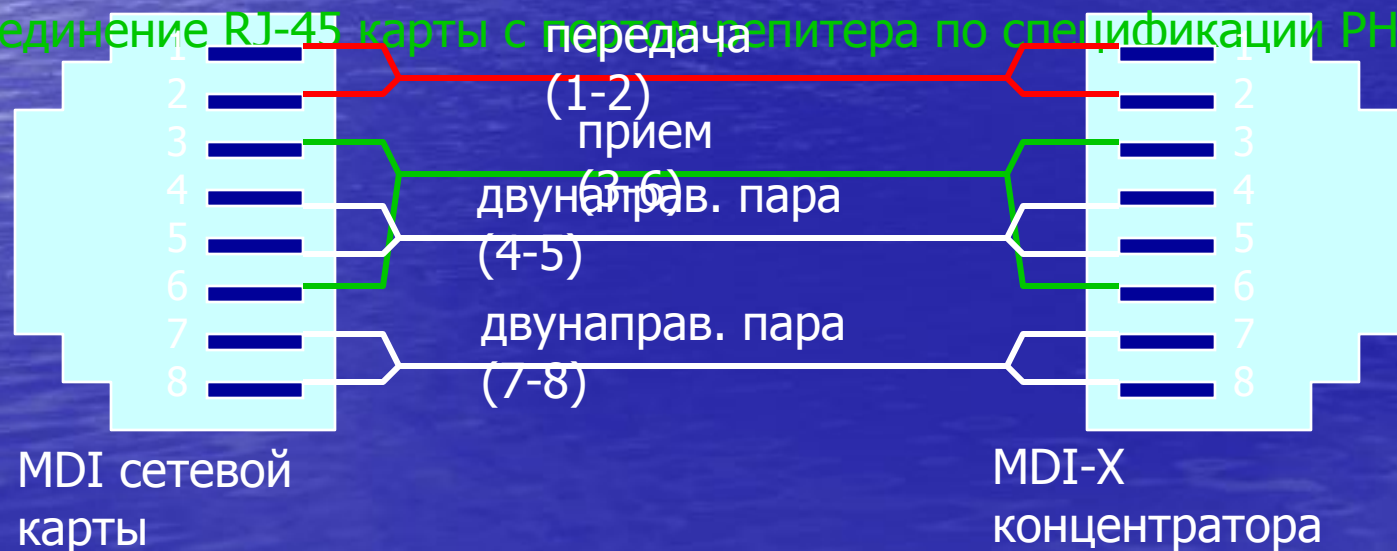
PHY T4 == PCS (8B/6T), PMA + Auto-negotiation.

**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.  $3 * 25 \text{ МГц (такт)} * 8 / 6 = 3 * 33.3$

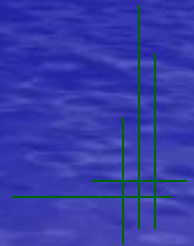
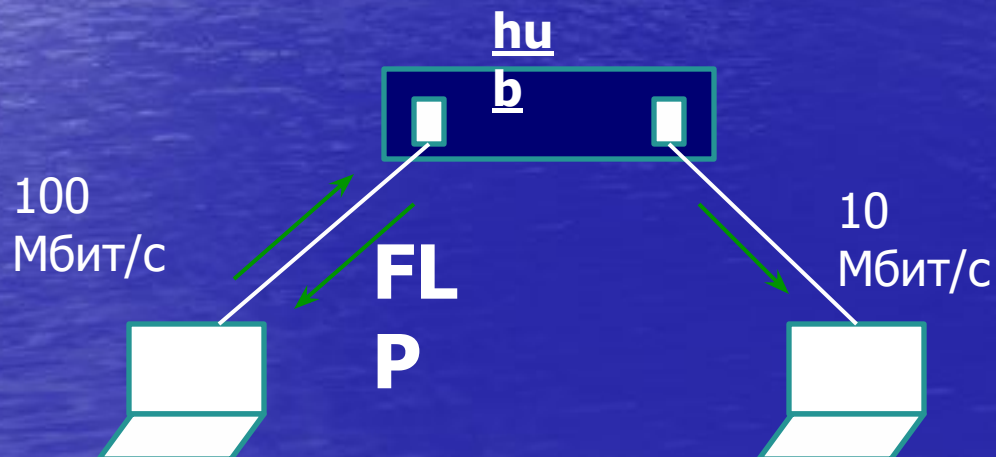
Мбит/с = 100 Мбит/с.

Соединение RJ-45 карты с передатчиком по спецификации PHY T4:





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 .



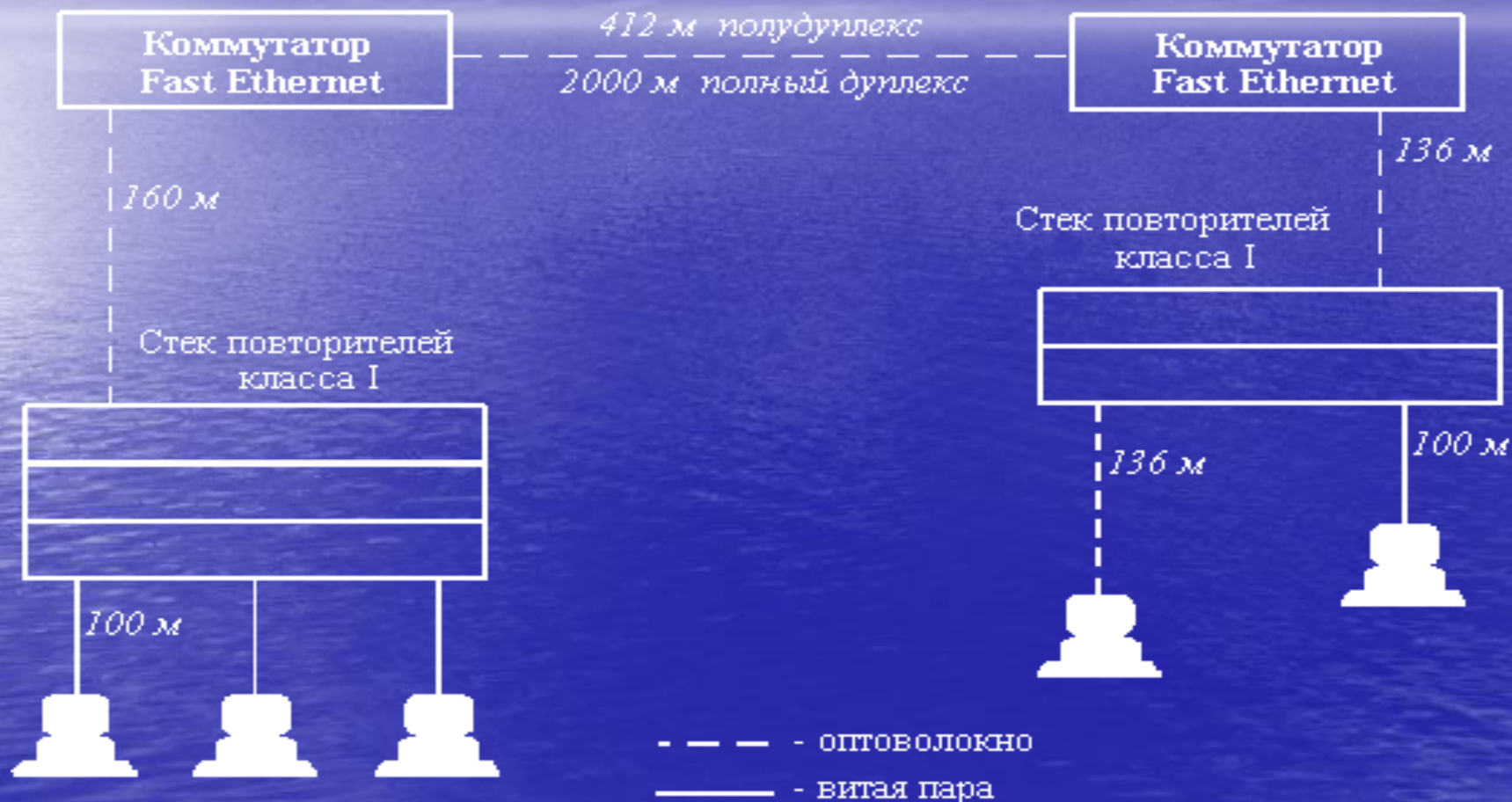


# Топологические характеристики Fast Ethernet

| Стандарт   | Тип кабеля                               | Максимальная длина сегмента                       |
|------------|--|---|
| 100Base-TX | Category 5 UTP                           | 100 метров  |
| 100Base-FX | многомодовое оптоволокно<br>62.5/125 мкм | 412 метров (полудуплекс)<br>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)<br>160 м (FX)    |
| Несколько сегментов на витой паре и несколько сегментов на оптоволокне | 272 м                     | 100 м (TX)<br>136 м (FX)    |

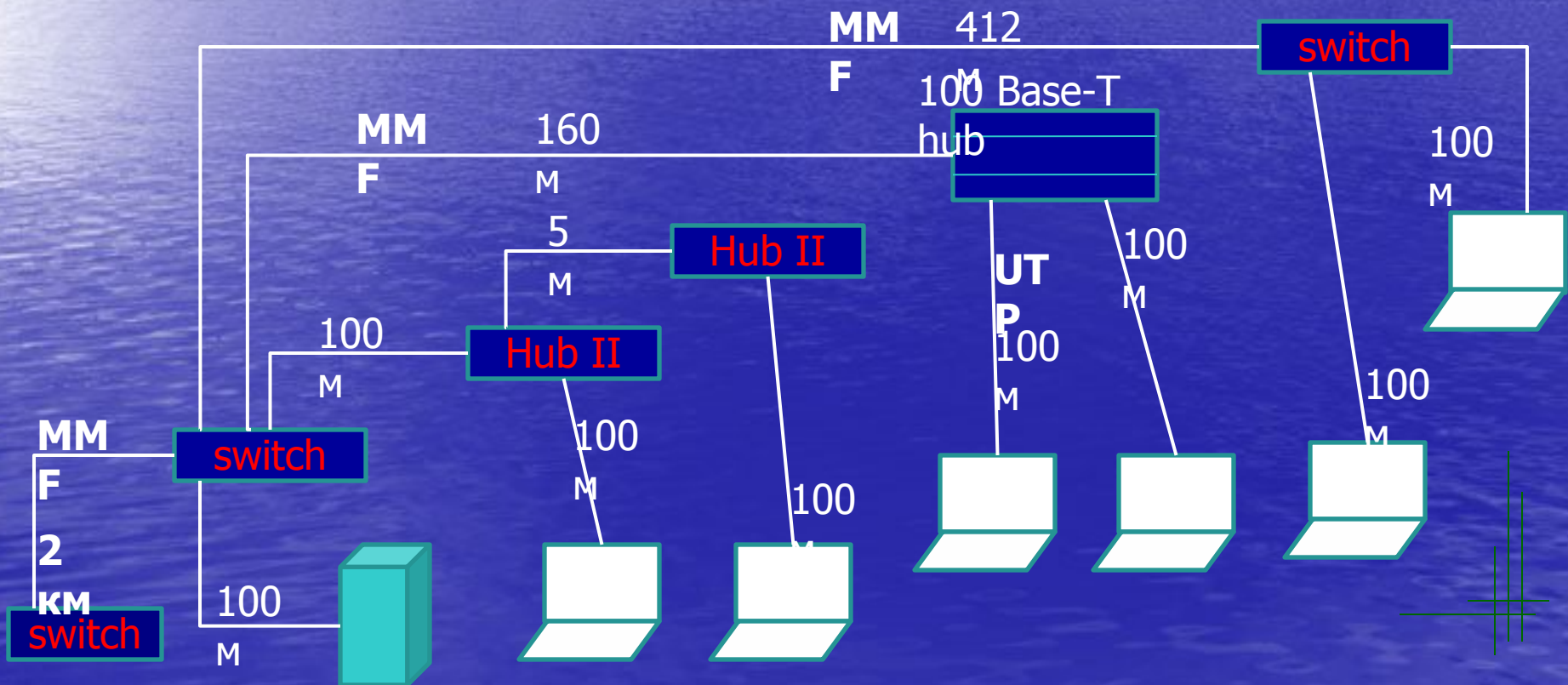
# Топологические характеристики Fast Ethernet



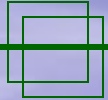
# Топологические правила

## 100Base-T

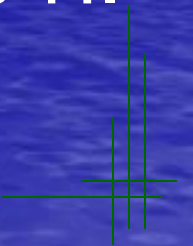
В спецификации FE выделяют 2 класса концентраторов и говорят, что в домене коллизии допускается наличие только **одного кон-ра 1-ого** и **двух конц-ров 2-ого класса**.

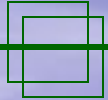




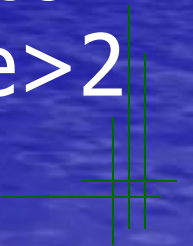


- В результате диаметр домена коллизии для концентраторов I класса для UTP 5 cat. составляет 200 м.
- Диаметр домена коллизий для концентраторов II класса для UTP 5 cat. составляет 205 м.
- При использовании одного сегмента на оптике и несколько сегментов на витой паре, диаметр домена коллизии – 260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





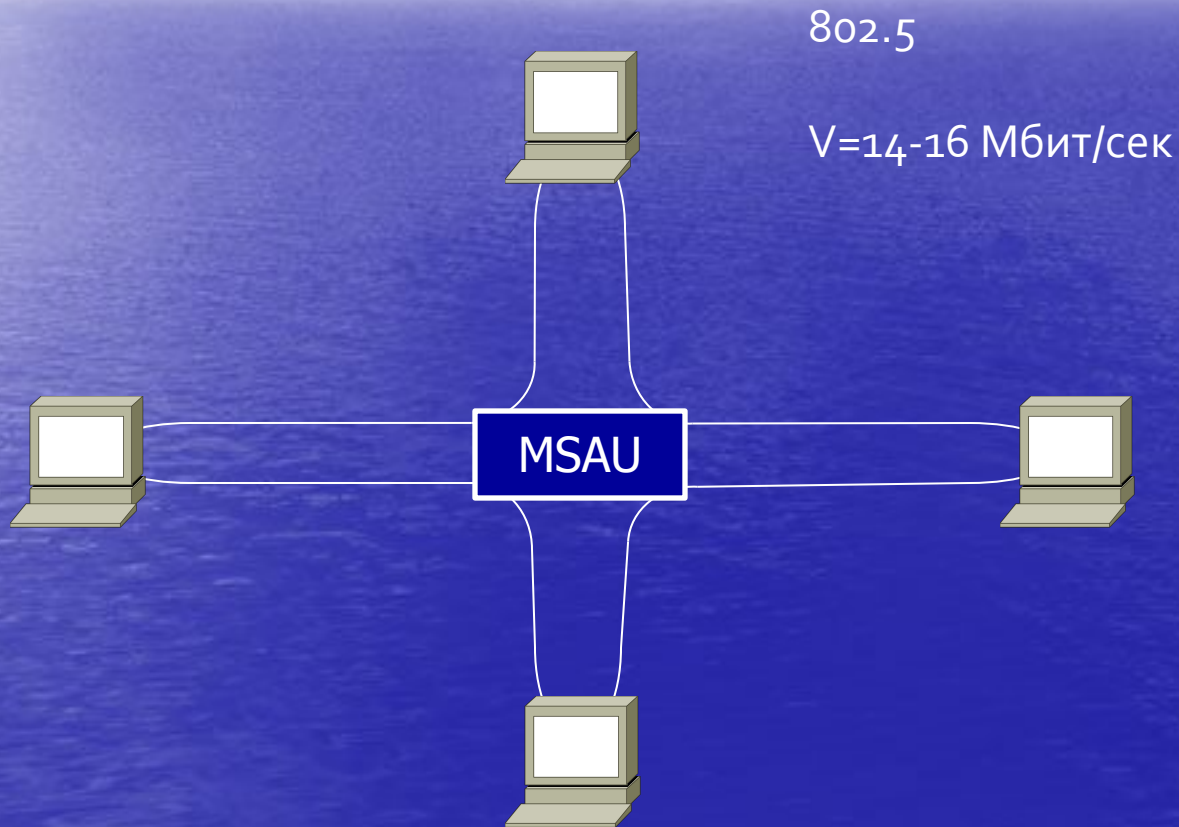
- При наличии нескольких сегментов на оптическом кабеле, а также сегментов на витой паре, диаметр домена коллизии 272м, где 136м отводится на оптоволокно.
- При соединении многомодовым оптическим волокном в полудуплексе расстояние между коммутаторами 412м.
- При соединении с полным дуплексом расстояние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



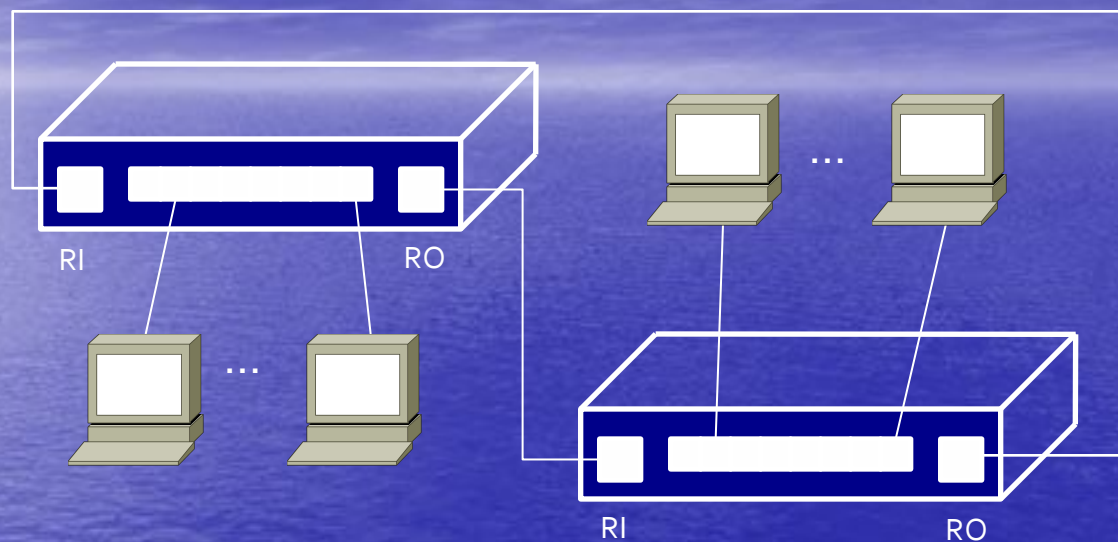
# Архитектура сети Token Ring



# Звездно-кольцевая топология

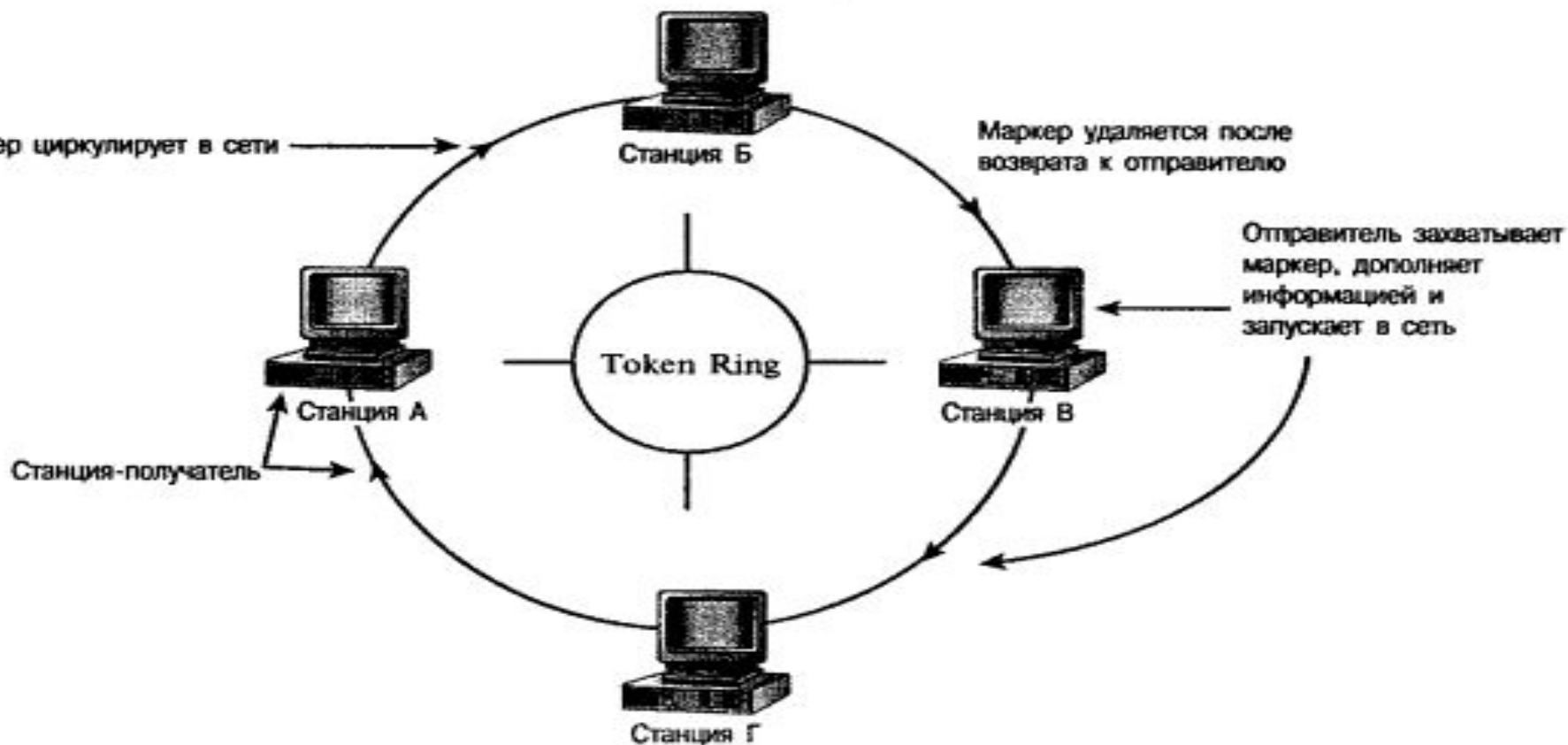


## Сеть способна обнаруживать неисправности



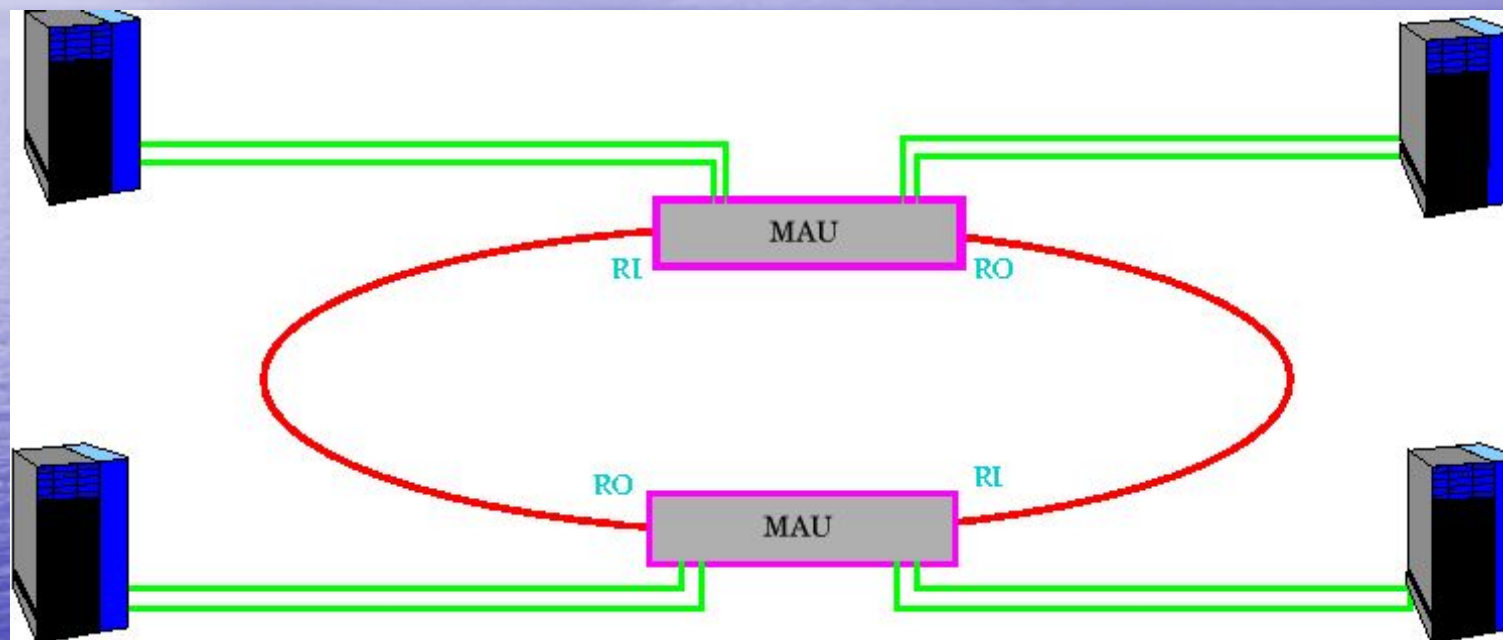
При включении питания на рабочей станции сетевой адаптер выполняет тестирование соединения кабеля через петлю обратной связи в кабеле находится фантомный ток, который вызывает срабатывание релейных схем блока MSAU и подключение рабочих станций к кольцу.

# Маркерный метод доступа

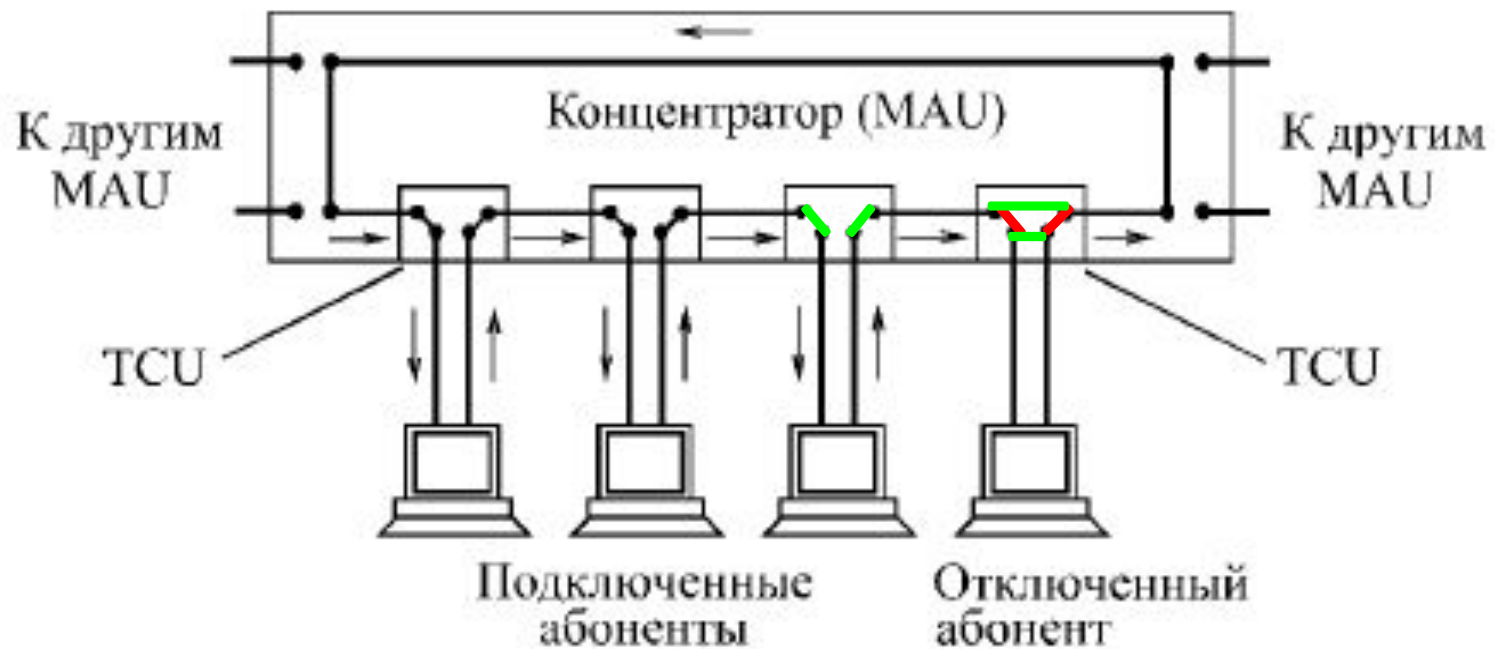




# Движение маркера

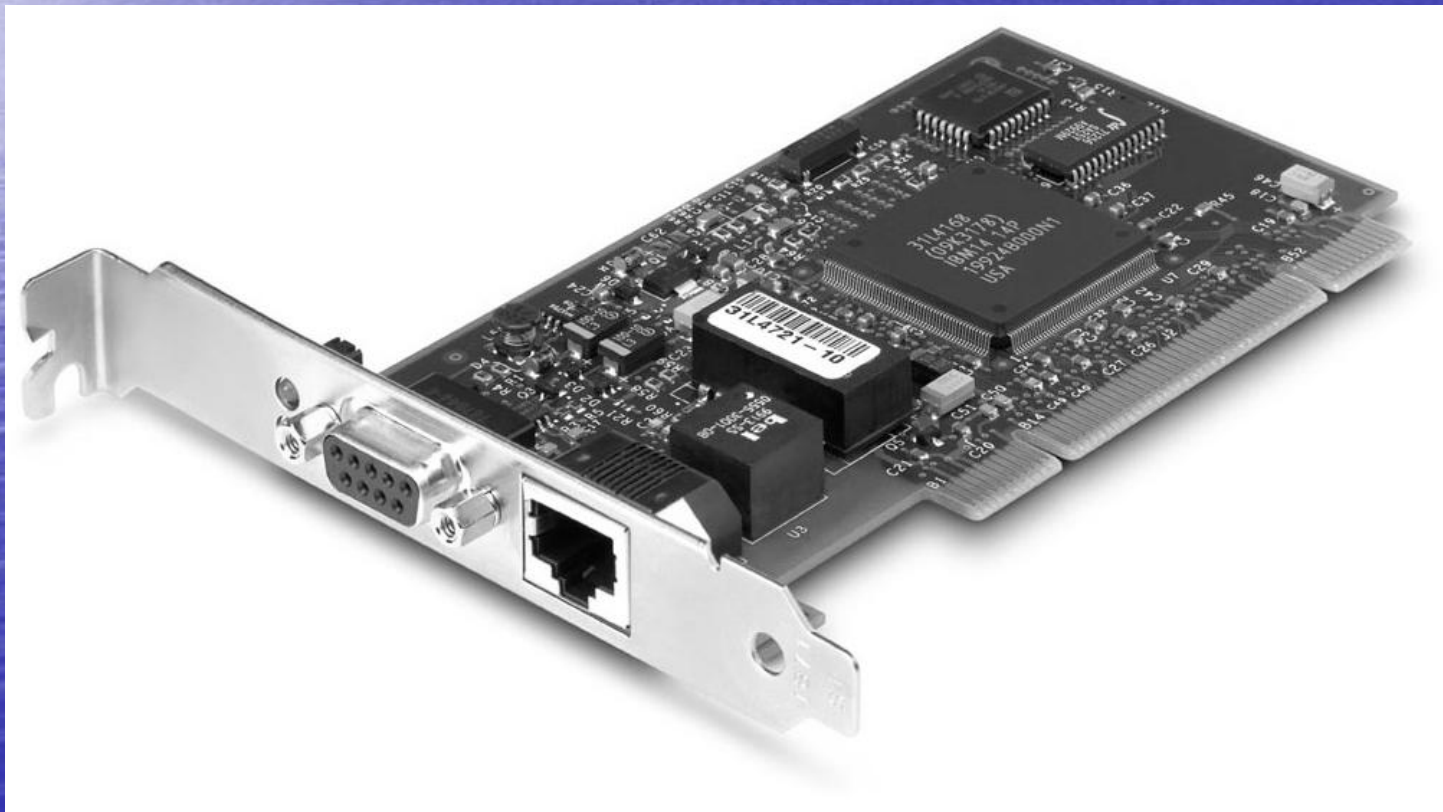


# Принцип действия концентратора Token Ring (MSAU)



# Оборудование

Сетевой адаптер Token Ring





# Структура маркера



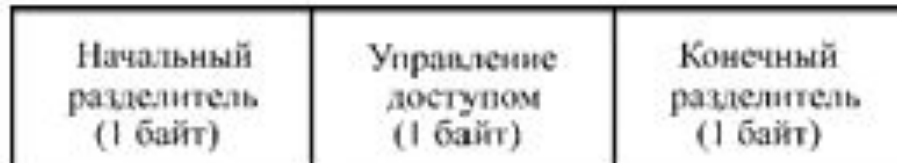
- 1 байт начальный ограничитель



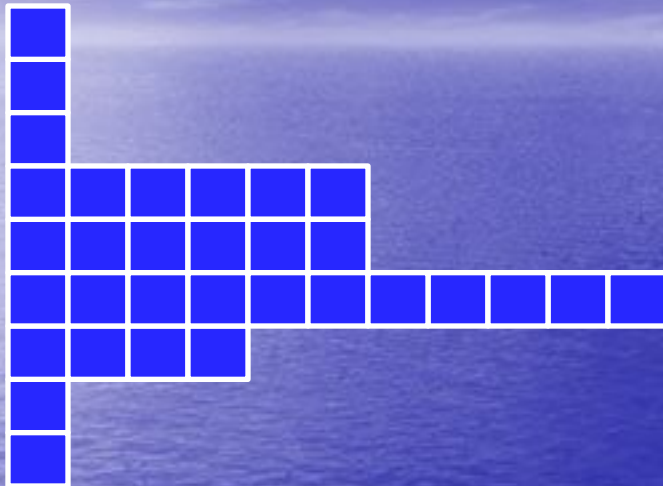
- 1 байт поле управления



- 1 байт конечный ограничитель



# Структура кадра



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

■ - 1 байт



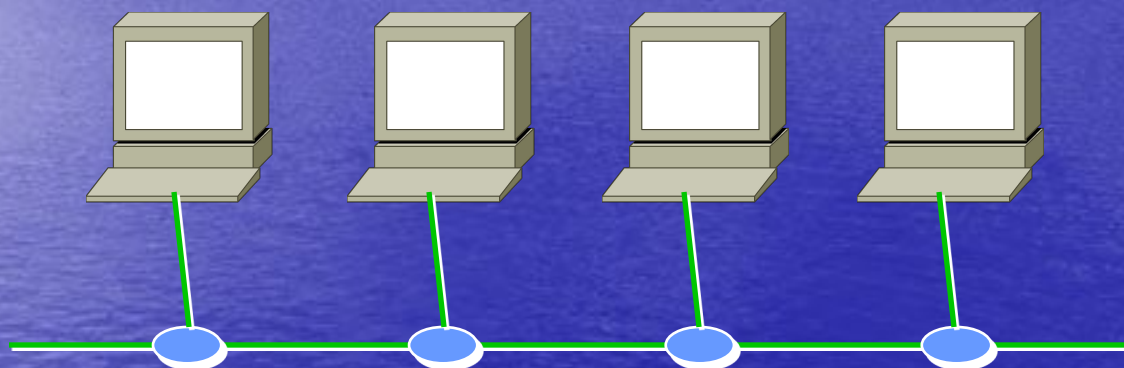
# Архитектура сети Arcnet



# 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

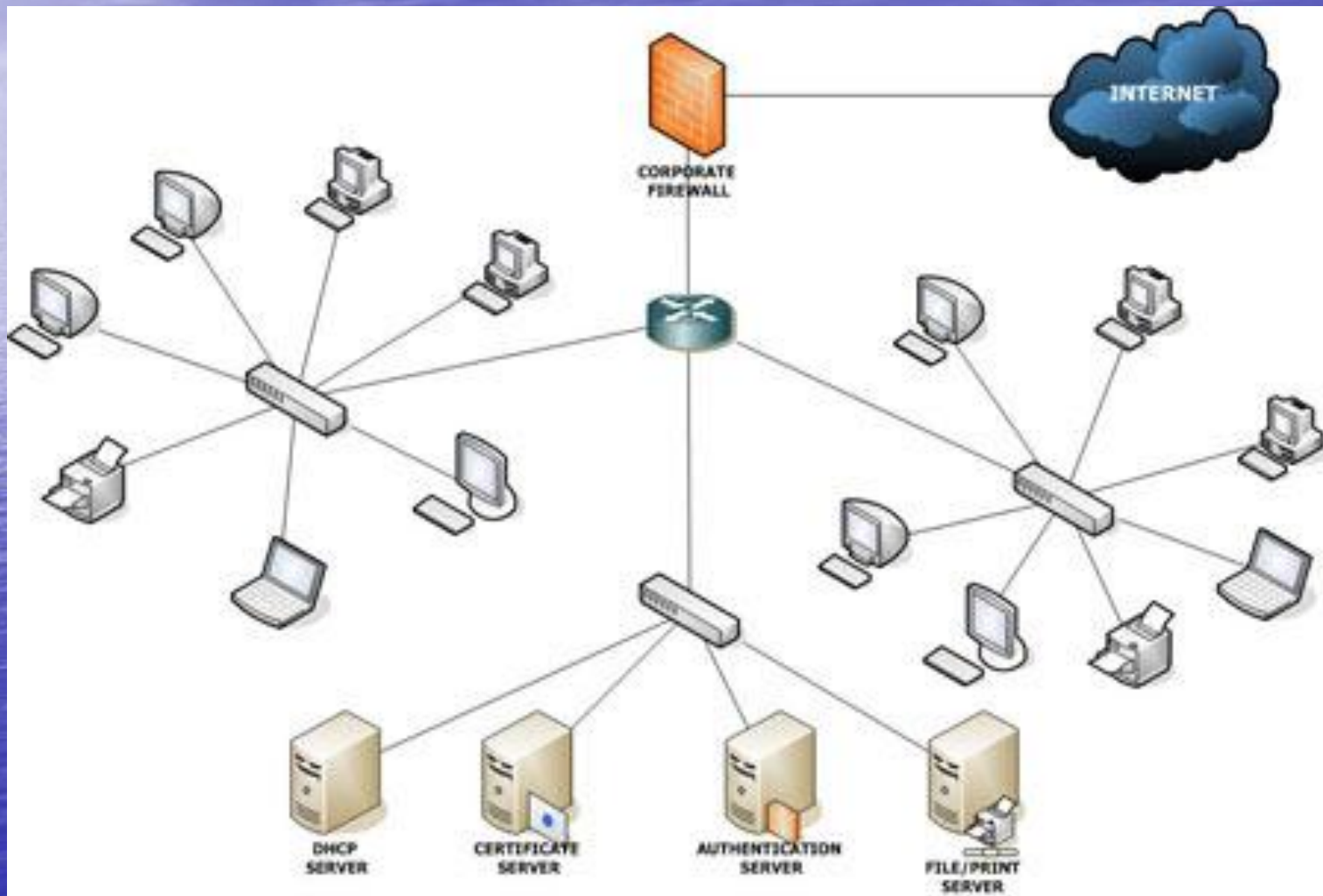


## Звездная топология на основе хаба. С активным и пассивным хабом



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

# Полная организация сети Arcnet

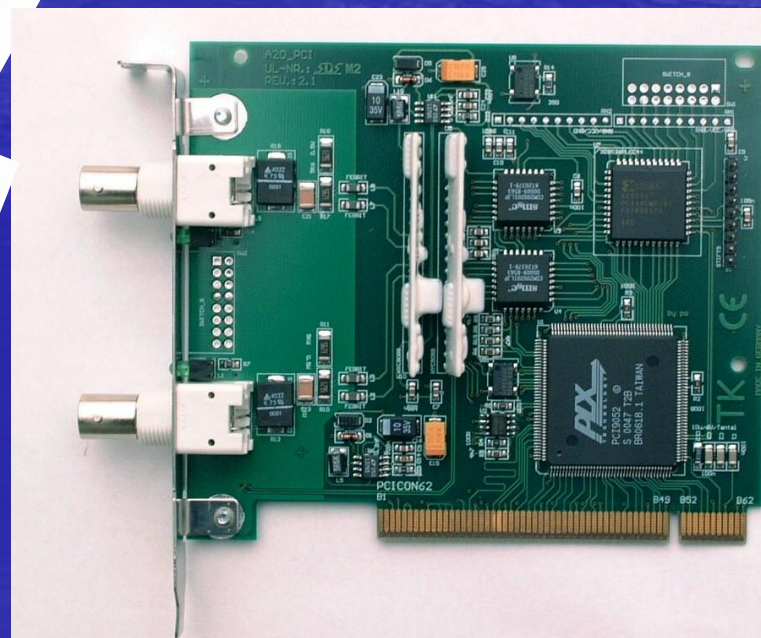


# Оборудование

Hub Arcnet



Плата Arcnet



Кабл





# 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.