

# Лекция 6

## Устройства обмена информацией

**Локальные  
вычислительные сети  
Ethernet**

# Состав аппаратуры



Сеть Ethernet, разработанная фирмой Херох, - одна из первых среди ЛВС шинной структуры. В этой сети был применен метод доступа МДКН/ОК.

Позднее Ethernet стала основой стандарта IEEE 802/3.

Другой вариант шинных ЛВС соответствует стандарту IEEE 802/4, описывающему сеть с эстафетной передачей маркера.

В настоящее время технология  
Ethernet наиболее  
распространена в ЛВС.



## Линии передачи данных в ЛВС:

- коаксиальный кабель,
- витая пара проводов или
- ВОЛС.

Длины используемых отрезков коаксиального кабеля не должны превышать нескольких сотен метров, а у **витой пары** проводов — десятков метров. При больших расстояниях в среду передачи данных включают формирователи сигналов — повторители для сопряжения отрезков.

**ВОЛС** позволяет существенно увеличить предельные расстояния и скорость передачи данных.

# Связь компьютеров со средой передачи данных осуществляется

- ❖ **сетевыми контроллерами** (адаптерами, сетевыми картами),
- ❖ **управляющим доступом** к сети,
- ❖ **приемопередатчиками**, служащими для связи сетевого контроллера с линией связи.



## **Сетевой контроллер**

- 1) реализует принятый метод доступа к каналу,
- 2) в случае метода МДКН/ОК осуществляет действия
  - **по выработке** сигнала затора,
  - **по задержке** в передаче при наличии конфликта или при занятом моноканале,
  - **по формированию** кадров,
  - **по кодированию (декодированию)** электрических сигналов в специальный последовательный код, называемый манчестерским,
  - **по распознаванию** адреса в передаваемых по сети сообщениях.

После образования информационного кадра станция должна получить полномочия. Для этого контроллер прослушивает канал в ожидании его освобождения или прихода маркера.

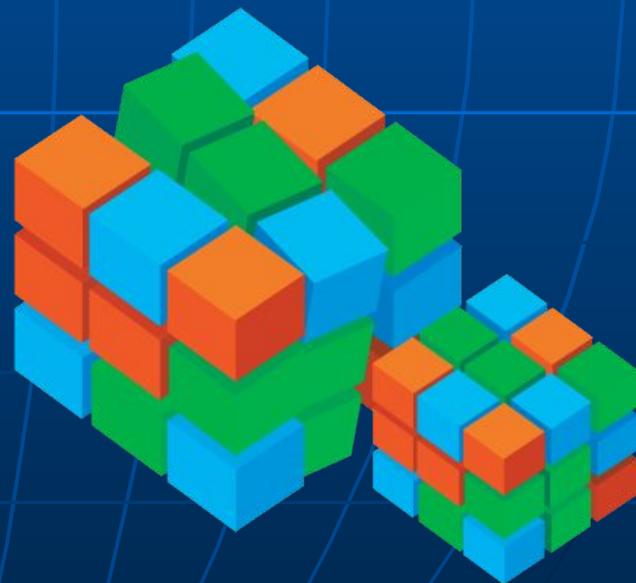
После получения полномочий осуществляется преобразование параллельного кода в последовательный, преобразование в манчестерский код и передача сигналов в кабель.



В состав приемопередатчика в шинных ЛВС с методом МДКН/ОК входят **приемник сигналов** от линии и **передатчик сигналов** от станции в линию.

Назначение приемника — усиление информационных сигналов и обнаружение конфликтов путем выделения постоянной составляющей искаженных сигналов и ее сопоставления в компараторе с эталонным напряжением.

# Разновидности сетей Ethernet



Рядом фирм на базе проекта сети Ethernet разрабатывается оборудование для ЛВС.

В настоящее время унифицировано несколько вариантов сети Ethernet, различающихся топологией, особенностями физической среды передачи данных, информационной скоростью передачи данных.



# 1

## *Thick Ethernet*

(шина с «толстым» кабелем);  
принятое обозначение варианта

**10Base-5**, где

первый элемент "10" характеризует скорость передачи данных по линии 10 Мбит/с, последний элемент "5" — максимальную длину сегмента кабеля (в сотнях метров), т. е. 500 м.

Другие параметры сети:

максимальное число сегментов 5;

максимальное число узлов на одном сегменте 100;

минимальное расстояние между узлами 2,5 м.

Здесь под **сегментом** кабеля понимается часть кабеля, используемая в качестве линии передачи данных и имеющая на концах согласующие элементы (*терминаторы*) для предотвращения отражения сигналов.



# 2

## *Thin Ethernet*

(шина с «тонким» кабелем,  
*cheapernet*);

принятое обозначение **10Base-2**:

максимальное число сегментов 5;

максимальная длина сегмента 185 м;

максимальное число узлов на одном  
сегменте 30;

минимальное расстояние между узлами  
0,5 м;

скорость передачи данных по линии 10  
Мбит/с.



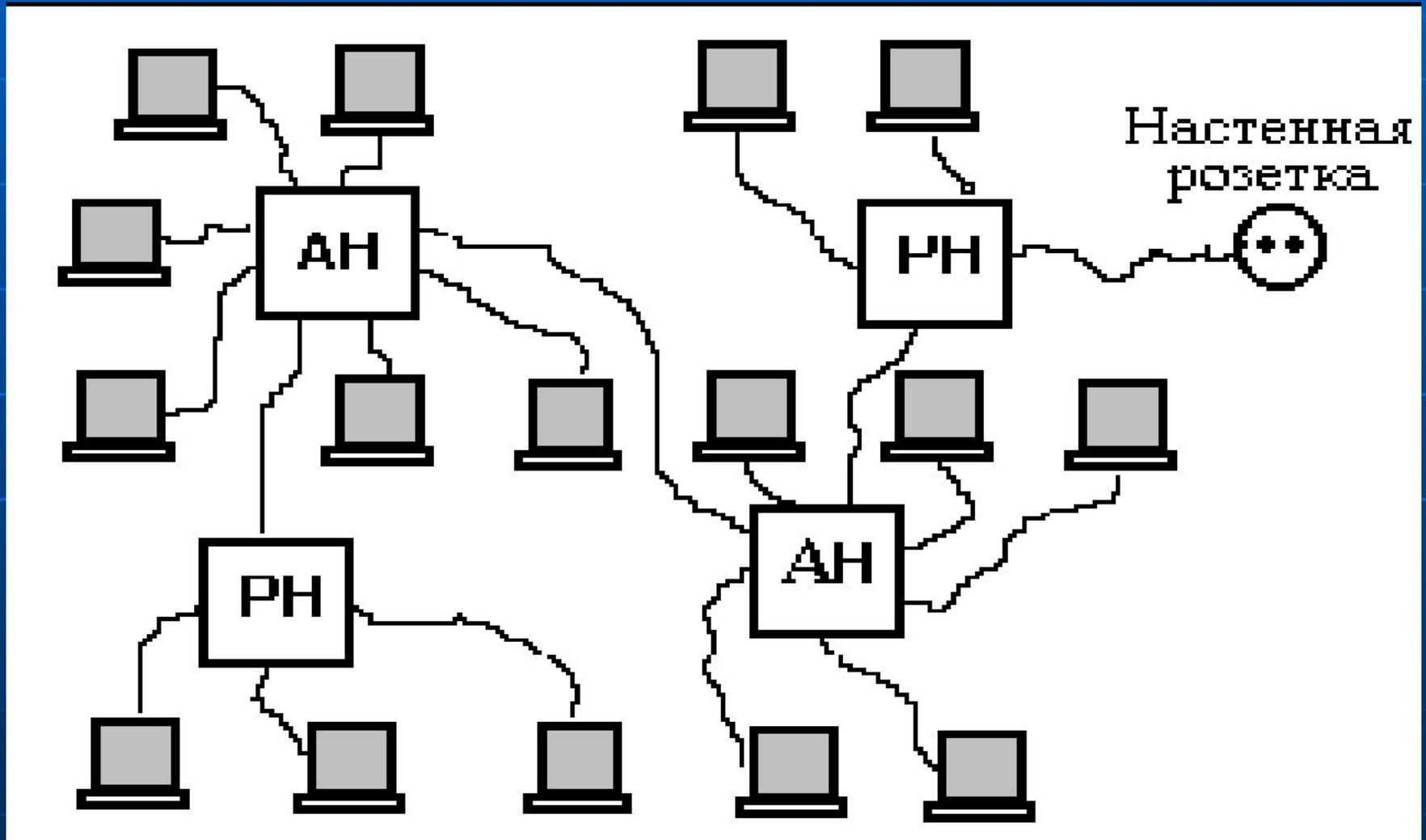
*Twisted Pair Ethernet;*

принятое обозначение

**10Base-T;**

это кабельная сеть с  
использованием витых пар  
проводов и концентраторов,  
называемых также  
распределителями, или хабами  
(hubs).

Представление о структуре такой сети может дать  
рисунок



В состав сетевого оборудования входят активные (АН) и пассивные (РН) концентраторы (active and passive hubs), различие между которыми заключается в наличии или отсутствии усиления сигналов и в количестве портов.

Число портов в активных хабах обычно составляет 8, 12 или 16.

В одной из разновидностей сети 10Base-T допускаются расстояния между активными распределителями до 600 м и между пассивными до 30 м, предельное число узлов 100.

Физическая организация линий связи в 10Base-T мало напоминает шину.

Однако в такой сети вполне возможна реализация метода доступа МДКН/ОК, и для пользователя (любого отдельного узла) разветвленная сеть из витых пар и концентраторов, по которой происходит широковещательная передача, есть просто среда передачи данных, такая же, как шина. Поэтому по логической организации сеть 10Base-T представляет собой сеть типа Ethernet.

В то же время по своей топологии 10Base-T может быть вариантом "звезда", "дерево" и т.п.

В этой сети не рекомендуется включать последовательно более четырех хабов.

# 4

## *Fiber Optic Ethernet*

(шина на основе оптоволоконного кабеля),

обозначение **10Base-F**;

применяется для соединений точка-точка, например, для соединения двух конкретных распределителей в кабельной сети.

Максимальные длины — в пределах 2...4 км.

Цена оптоволоконного кабеля приблизительно такая же, как и медного кабеля, но у первого из них меньше габариты и масса, достигается полная гальваническая развязка.

Приемопередатчик (повторитель) для волоконно-оптических линий передачи данных (световодов) состоит из частей приемной, передающей, чтения и записи данных.

В приемной части имеются фотодиод, усилитель-формирователь сигналов с требуемыми уровнями напряжения, механическое контактирующее устройство для надежного контакта фотодиода со стеклянной оболочкой кабеля.

Передатчик представлен светодиодом или микролазером.

# 5

## *RadioEthernet*

(стандарт IEEE 802/11).

Среда передачи данных — радиоволны, распространяющиеся в эфире.

Структура сети может быть “постоянной” при наличии базовой кабельной сети с точками доступа от узлов по радиоканалам или “временной”, когда обмены между узлами происходят только по радиоканалам.

Применяется модифицированный метод МДКН/ОК, в котором вместо обнаружения конфликтов используется предотвращение конфликтов.

Это осуществляется следующим образом: узел, запрашивающий связь, посылает в эфир специальный кадр запроса, а передачу информации он может начать только после истечения межкадрового промежутка времени  $T$ , если за время  $T$  после запроса в эфире не было других запросов. Иначе попытка передачи откладывается на случайное время.

Любой узел может посылать кадр запроса, только если за время  $T$  перед этим в эфире не было других кадров запроса.

Предусмотрена посылка положительной квитанции от приемного узла, подтверждающая правильность приема кадра. Квитанция посылается с малой задержкой  $t$  после окончания приема. В этом интервале длительностью  $t$  конфликты невозможны, так как претенденты на передачу могут посылать кадры запроса только в том случае, если перед посылкой эфир свободен в течение интервала времени не менее  $T$  (это условие выполняется и для узлов с отложенной из-за конфликта передачей), а  $t < T$ .

# 6

Сеть ***Fast Ethernet***,  
иначе **100BaseX** или **100Base-T**  
(стандарт IEEE 802/30).

Информационная скорость 100 Мбит/с.  
В этой сети применен метод доступа МДКН/ОК.  
Используется для построения скоростных ЛВС  
(последовательно включается не более двух  
хабов), для объединения низкоскоростных  
подсетей 10Base-T в единую скоростную сеть и  
для подключения серверов на расстояниях до  
200 м. В последнем случае серверы  
соединяются с клиентскими узлами через шину  
100 Мбит/с и коммутатор, называемый также  
конвертором, преобразователем или  
переключателем скорости 100/10. К  
конвертору с другой стороны подключено  
несколько шин 10 Мбит/с, на которые  
нагружены остальные узлы. Практически  
можно использовать до 250 узлов,  
теоретически — до 1024.

Подсетями могут быть как Fast Ethernet, так и обычные Ethernet со скоростью 10 Мбит/с, включенные через преобразователь скорости.

Различают следующие **варианты**:

- ✓ 100Base-TX, в котором применяют кабель из двух неэкранированных витых пар категории 5,
- ✓ 100Base-T4 — с четырьмя неэкранированными парами категории 5,
- ✓ 100Base-FX — на ВОЛС.



# 7

## *Gigabit Ethernet* **1000Base-X.**

В этом варианте получены гигабитные скорости.

В соответствии со стандартом IEEE 802.3z имеются *разновидности* на ВОЛС с длиной волны 830 или 1270 нм (1000Base-SX и 1000Base-LX соответственно) на расстояниях до 550 м и на витой паре категории 5 (1000BaseCX) на расстояниях до 25 м. Скорость до 1 Гбит/с. Такая скорость достигается благодаря некоторым решениям.

Сеть имеет иерархическую структуру.

Участки (отдельные компьютеры или подсети) по 10 Мбит/с подключаются к портам переключателей (switches) скорости 10/100, их выходы по 100 Мбит/с подключаются к портам переключателей 100/1000.

В сегментах сети, имеющих 1000 Мбит/с, используются

**во-первых**, передача данных по ВОЛС или параллельно по четырем витым парам,  
**во-вторых**, 5-уровневое представление данных (например, +2, +1, 0, -1, -2 В),  
**в-третьих**, кодирование 8b/10b.

В результате в каждой витой паре имеем 250 Мбит/с при частоте сигналов 125 МГц, а это уже приемлемая частота для передачи по проводным соединениям.

# **Характеристики и типы каналов передачи данных**

# Классификация каналов передачи данных

по форме  
представления  
информации  
в виде электрических  
сигналов

- ✓ цифровые,
- ✓ аналоговые

по физической  
природе среды  
передачи данных

- ✓ проводные  
(обычно медные),
- ✓ оптические  
(волоконно-  
оптические),
- ✓ беспроводные  
(инфракрасные и  
радиоканалы)

по способу  
разделения среды  
между  
сообщениями

- ✓ каналы с  
временным (TDM)  
разделением,
- ✓ каналы с частотным  
(FDM) разделением

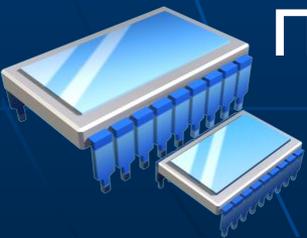
Одна из основных характеристик канала - его

***пропускная способность***

(скорость передачи информации, т.е. информационная скорость).

Определяется полосой пропускания канала и способом кодирования данных в виде электрических сигналов.

Информационная скорость измеряется количеством битов информации, переданных в единицу времени.



Наряду с информационной оперируют **бодовой (модуляционной)** скоростью, которая измеряется в бодах, т.е. числом изменений дискретного сигнала в единицу времени.

Именно бодовая скорость определяется полосой пропускания линии. Если одно изменение значения дискретного сигнала соответствует нескольким битам, то информационная скорость превышает бодовую.

Если на бодовом интервале (между соседними изменениями сигнала) передается  $N$  бит, то число градаций сигнала равно  $2N$ . Например, при числе градаций 16 и скорости 1200 бод одному боду соответствует 4 бит/с и информационная скорость составляет 4800 бит/с. С ростом длины линии связи увеличивается затухание сигнала и, следовательно, уменьшаются полоса пропускания и информационная скорость.

Максимально возможная информационная скорость  $V$  связана с полосой пропускания  $F$  канала связи формулой Хартли-Шеннона

$$V = 2Ft \log_2 k$$

(предполагается, что одно изменение значения сигнала приходится на  $\log_2 k$  бит, где  $k$  — число возможных дискретных значений сигнала), где  $t$  — длительность переходных процессов,

приблизительно равная  $3T_B$ , а  $T_B = 1/(2 \cdot F)$

Здесь  $k \leq \sqrt{1+A}$ ,

$A$  — отношение сигнал/помеха.

***Проводные линии связи*** в  
вычислительных сетях  
представлены коаксиальными  
кабелями и витыми парами  
проводов.



Используются коаксиальные кабели:

- **“ТОЛСТЫЙ”** диаметром 12,5 мм,
- **“ТОНКИЙ”** диаметром 6,25 мм.

“Толстый” кабель имеет меньшее затухание, лучшую помехозащищенность, что обеспечивает возможность работы на больших расстояниях, но он плохо гнется, что затрудняет прокладку соединений в помещениях, и дороже “тонкого”.

## Классификация пар проводов

**Экранированные  
(STP — Shielded  
Twist Pair).  
Экранированные  
пары  
сравнительно  
дороги.**

**Неэкранированные  
(UTP — Unshielded  
Twist Pair).  
Используются  
чаще.**

# Категории неэкранированных пар

Номер категории	Функции, назначение	Примечание
1	Обычный телефонный кабель	-
2	Может использоваться в сетях с пропускной способностью до 4 Мбит/с	-
3	Пара для сетей Ethernet (для ее варианта 10Base-T)	Витая пара
4	Пара для сетей Token Ring (сеть кольцевой топологии)	Витая пара
5	Применяют при частотах до 100 МГц. Проводник представлен медными жилами диаметром 0,51 мм, навитыми по определенной технологии и заключенными в термостойкую изолирующую оболочку.	Более совершенная витая пара. Затухание на 100 МГц и при длине 100 м составляет около 24 дБ, при 10 МГц и 100 м — около 7 дБ.
6	<p>Примерами пар этих категорий могут служить кабели, выпускаемые фирмой PIS, в них размещается по 4 пары проводов, каждая со своим цветом полиэтиленовой изоляции.</p>	Витая пара. Оболочка кабеля имеет диаметр 5 мм, используются медные проводники диаметром 0,5 мм, затухание на 100 МГц - 22 дБ
7		Витая пара. Каждая пара дополнительно заключена в экранирующую алюминиевую фольгу, диаметр оболочки увеличен до 8 мм, затухание на 100 МГц составляет около 20 дБ, на 600 МГц — 50 дБ.

Витые пары называют ***сбалансированной линией*** в том смысле, что в двух проводах линии передаются одни и те же уровни сигнала (по отношению к «земле»), но разной полярности.

При приеме воспринимается разность сигналов, называемая парафазным сигналом.

Синфазные помехи при этом самокомпенсируются.



Оптические линии связи реализуются в виде ВОЛС.

ВОЛС являются основой высокоскоростной передачи данных, особенно на большие расстояния.

В ЛВС каналы передачи данных представлены в основном проводными (медными) линиями, поскольку неэкранированные витые пары дешевле ВОЛС и удобнее при прокладке кабельной сети.

Но для реализации высокоскоростных магистральных каналов в корпоративных и территориальных сетях ВОЛС уже находится вне конкуренции.

**Конструкция ВОЛС** — кварцевый сердечник диаметром 10 мкм, покрытый отражающей оболочкой с внешним диаметром 125...200 мкм.

**Типичные характеристики ВОЛС:**

- работа на волнах 0,83...1,55 мкм,
- затухание 0,7 дБ/км,
- полоса частот — до 2 ГГц;
- ориентировочная цена – 4-5 долл. за 1 м.
- Предельные расстояния  $D$  для передачи данных по ВОЛС (без ретрансляции) зависят от длины волны излучения  $\lambda$ :
  - при  $\lambda = 850$  нм имеем  $D = 5$  км,
  - при  $\lambda = 300$  нм имеем  $D = 50$  км, но аппаратурная реализация дороже.

Примером среды передачи данных между мейнфреймами, рабочими станциями, пулами периферийных устройств может служить среда Fiber Channel на ВОЛС, обеспечивающая скорости от 133 до 1062 Мбит/с на расстояниях до 10 км



(для сравнения: данные по стандартному интерфейсу SCSI между рабочей станцией и дисководом — скорость 160 Мбит/с при расстояниях не более десятков метров).

На базе ВОЛС реализованы  
технологии передачи данных  
SDH (SONET)  
со скоростями 155 и 622 Мбит/с.



К числу новых стандартов для высокоскоростных магистралей передачи данных относятся стандарт цифровой синхронной иерархии ***SDH*** (Synchronous Digital Hierachy). В сетях SDH используют ВОЛС в качестве линий передачи данных. Стандарт устанавливает структуру фреймов, на которые разбивается поток передаваемых данных. Эта структура названа транспортным модулем.

Рассмотрим транспортный модуль STM-1.  
В нем фрейм состоит из 9-ти строк и 270 колонок, каждая позиция содержит 1 байт.

В фрейме выделены *три зоны*.

*Первая зона* содержит теги для разделения фреймов, для коммутации и управления потоком в промежуточных узлах (регенераторах оптических сигналов, устанавливаемых при больших длинах сегментов линии).

Данные для управления в концевых узлах находятся во *второй зоне*.

*Третья зона* содержит передаваемую информацию.



Информация конкретного сообщения может занимать ту или иную часть фрейма, называемую контейнером. Чем больше длина контейнера, тем выше информационная скорость.

Предусмотрено несколько типов контейнеров со скоростями

1,5; 6; 45 и 140 Мбит/с

(по американскому стандарту) или

2; 6; 34 и 140 Мбит/с

(по европейскому).

Общая скорость передачи для STM-1 равна 155,52 Мбит/с.

Кроме STM-1, стандартом введены также модули STM-4 и STM-16 со скоростями 622 и 2488 Мбит/с соответственно.



Спасибо за внимание!