

# **Стандарты протоколов вычислительных сетей**

Стандарт ISO «Взаимодействие открытых систем».

**Стандарты физического и канального уровней:**

стандарты на шину со случайным доступом (Ethernet и IEEE802.3  
10Base5, 10Base2, 10BaseT, 10BaseF),

стандарты сетей с маркерным доступом (Token Ring и IEEE802.5).

Стандарты на шину с маркерным доступом (IEEE 802.4 и Arc Net).

Стандарт ANSI-FDDI.

Стандарты Ethernet 100 Мб/с.

**Протоколы верхних уровней:**

TCP/IP, IPX/SPX, NetBIOS.

Схема протоколов TCP/IP, характеристика уровней.

Краткая характеристика основных информационных сервисов  
Интернет, основанных на протоколах TCP/IP.

## СТАНДАРТЫ ПРОТОКОЛОВ

Необходимо различать три вида стандартов - *фирменные стандарты, стандарты национальных организаций по стандартизации и международные стандарты*. Фирменные стандарты часто являются международными стандартами де-факто ввиду их широкого распространения и, как правило, становятся основой для национальных и международных стандартов де-юре.

К разработке учрежденческих локальных сетей одной из первых приступила фирма Xerox, учредив консорциум Ethernet, в который кроме Xerox вошли фирмы Intel и DEC. В 1980 году консорциум выпустил документацию на сеть Ethernet, которая на долгое время стала фактическим стандартом сетей с шинной конфигурацией.

Международной организацией по стандартизации (ISO) разработан и принят в международном масштабе стандарт *ISO 7498 "Open Systems Interconnection"* - *"Взаимодействие открытых систем"* (кратко - модель ISO/OSI). Но в связи с тем, что большая часть выпускаемого сетевого оборудования по различным причинам лишь частично удовлетворяет требованиям данного стандарта, модель ISO/OSI в настоящее время можно считать лишь идеологической базой построения сетей с максимально "открытыми свойствами".

## Стандарт ISO "Взаимодействие открытых систем"

Под открытой системой в широком смысле понимается система, функции которой по взаимодействию с другими системами разбиты на несколько иерархических уровней, и при этом функции каждого уровня и протоколы взаимодействия между соответствующими уровнями стандартизованы. **Каждый уровень должен быть максимально независимым, чтобы обеспечивалась возможность его модернизации и замены без модификации других уровней.**

Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI состоит из семи уровней. На верхнем уровне находятся прикладные процессы конечных пользователей сети, ради взаимодействия которых и построены остальные уровни. На нижнем физическом уровне находятся кабели, связывающие системы. **Каждый уровень одной системы в этой модели логически общается только с соответствующим уровнем другой. Правила этого общения называются *протоколом*.**

Для каждого уровня имеется свой протокол. Но для передачи данных другой системе эти данные сначала передаются через все уровни на нижний уровень своей системы, так как системы связаны друг с другом непосредственно только на физическом уровне. После передачи данные поднимаются по уровням принимающей системы до нужного уровня, который и интерпретирует их смысловое значение. При межуровневой передаче внутри одной системы передающие уровни не интересуются содержанием данных, эти данные для них как бы запечатаны в конверт, который нужно передать по назначению. Данные, передаваемые в форме сообщения между аналогичными уровнями двух систем, называются *кадрами или пакетами*.

Кадр состоит из поля данных, обрамленного служебной информацией - заголовком и концевиком (указатель типа кадра, адрес отправителя и получателя, контрольная сумма). Кадр, сформированный на уровне  $n+1$  при обработке на уровне  $n$  снабжается дополнительной информацией в виде заголовка и концевика  $n$ -го уровня. Этот же кадр, поступая на нижележащий уровень, в очередной раз снабжается дополнительной информацией - заголовком ( $n-1$ ) и концевиком ( $n-1$ ). При передаче от низших уровней к высшим кадр освобождается от соответствующего обрамления.

За счет такой схемы обеспечивается независимость уровней друг от друга. Правила взаимодействия соседних уровней между собой называются в модели ISO/OSI *интерфейсами* и также стандартизируются.

# СЕМИУРОВНЕВАЯ МОДЕЛЬ ISO/OSI



Т. о., стандарт на какой-либо уровень модели включает:

- определение формата кадра этого уровня;
- протокол обмена кадрами;
- интерфейсы с двумя соседними уровнями.

**Функции уровней модели ISO/OSI заключаются в следующем.**

1. **Физический уровень (Physical Layer)** обеспечивает сопряжение узла сети (станции) с физической средой передачи данных. На этом уровне стандартизуются кабель с соединителями и параметры передаваемых сигналов.
2. **Канальный уровень (Data Link Layer)** выполняет функции передачи кадров данных между двумя станциями, непосредственно связанной средой передачи данных. Битовые последовательности, методы кодирования данных и маркеры - это примеры элементов, известных только этому уровню. На этом уровне обнаруживаются и исправляются ошибки передачи, организуется повторная передача искаженного пакета.
3. **Сетевой уровень (Network Layer)** выполняет функции передачи данных через сети связи со сложной топологией, когда данные должны проходить через промежуточные станции, и в сети существует несколько возможных маршрутов передачи данных. Сетевой уровень осуществляет функции маршрутизации, адресации, организации и поддержания виртуальных соединений между станциями, а также формирование и расформирование пакетов.

4. **Транспортный уровень (Transport Layer)** управляет упорядочиванием компонентов сообщений, а также регулирует входящий поток. Если приходит дублирующий пакет, этот уровень распознает его как дубликат и игнорирует его.
5. **Сеансовый уровень (Session Layer)** позволяет прикладным программам, работающим на двух станциях, координировать их взаимодействие в рамках отдельного сеанса связи. Сеанс (сессия) - это обмен сообщениями (диалог) между двумя станциями. Этот уровень поддерживает создание сеанса, управление обменом сообщениями во время сеанса, закрытие сеанса, а также восстановление связи после ошибки без потери данных.
6. **Уровень представления (Presentation Layer)**. Для обмена информацией между компьютерами с различной архитектурой, с различными прикладными и операционными системами необходимо выполнять работу по преобразованию данных, например, кодов стандарта EBCDIC (применяемого в больших ЭВМ фирмы IBM) в коды ASCII. Этим и занимается уровень представления.
7. **На прикладном уровне (Application Layer)** выполняются процессы пользователей и управления системой. Все прикладные процессы, рассматриваемые архитектурой открытых систем, являются распределенными. Это значит, что они имеют возможность объединяться для решения сложных задач. Функции прикладного уровня сети обеспечивают каждому из процессов окна, через которые они могут видеть другие прикладные процессы, имеющиеся в открытых системах.

## Стандарты на шину со случайным доступом (Ethernet и IEEE802.3 10Base5, 10Base2, 10BaseT, 10BaseF)

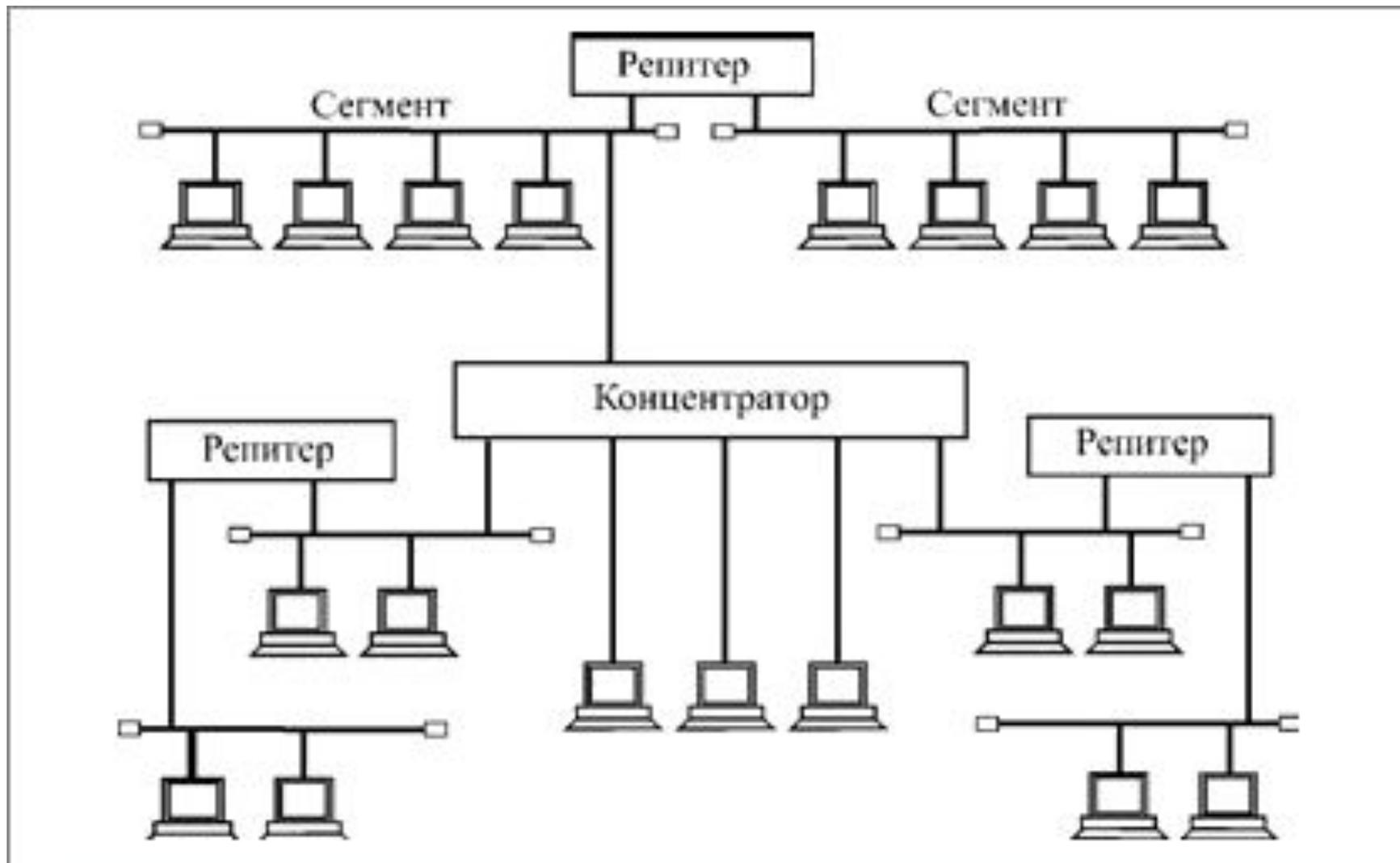
**Ethernet** - это сетевой стандарт, основанный на экспериментальной сети Ethernet Network, которую фирма Xerox разработала и реализовала в 1975 году (до появления персонального компьютера).

В 1980 году фирмы **DEC, Intel и Xerox** совместно разработали и опубликовали стандарт **Ethernet**, именуемый стандартом **DIX** по заглавным буквам названий фирм.

Первая редакция аналогичного сетевого стандарта **IEEE802.3** была опубликована в 1985 году.

Данный стандарт определяет правила случайного доступа к шине на основе использования процедуры коллективного доступа с опознаванием несущей и обнаружением конфликтов **CSMA/CD (Carrier Sence Multiple Access with Collision Detection)**. При этом в зависимости от физической среды, стандарт IEEE802.3 имеет различные модификации.

## Классическая топология сети Ethernet



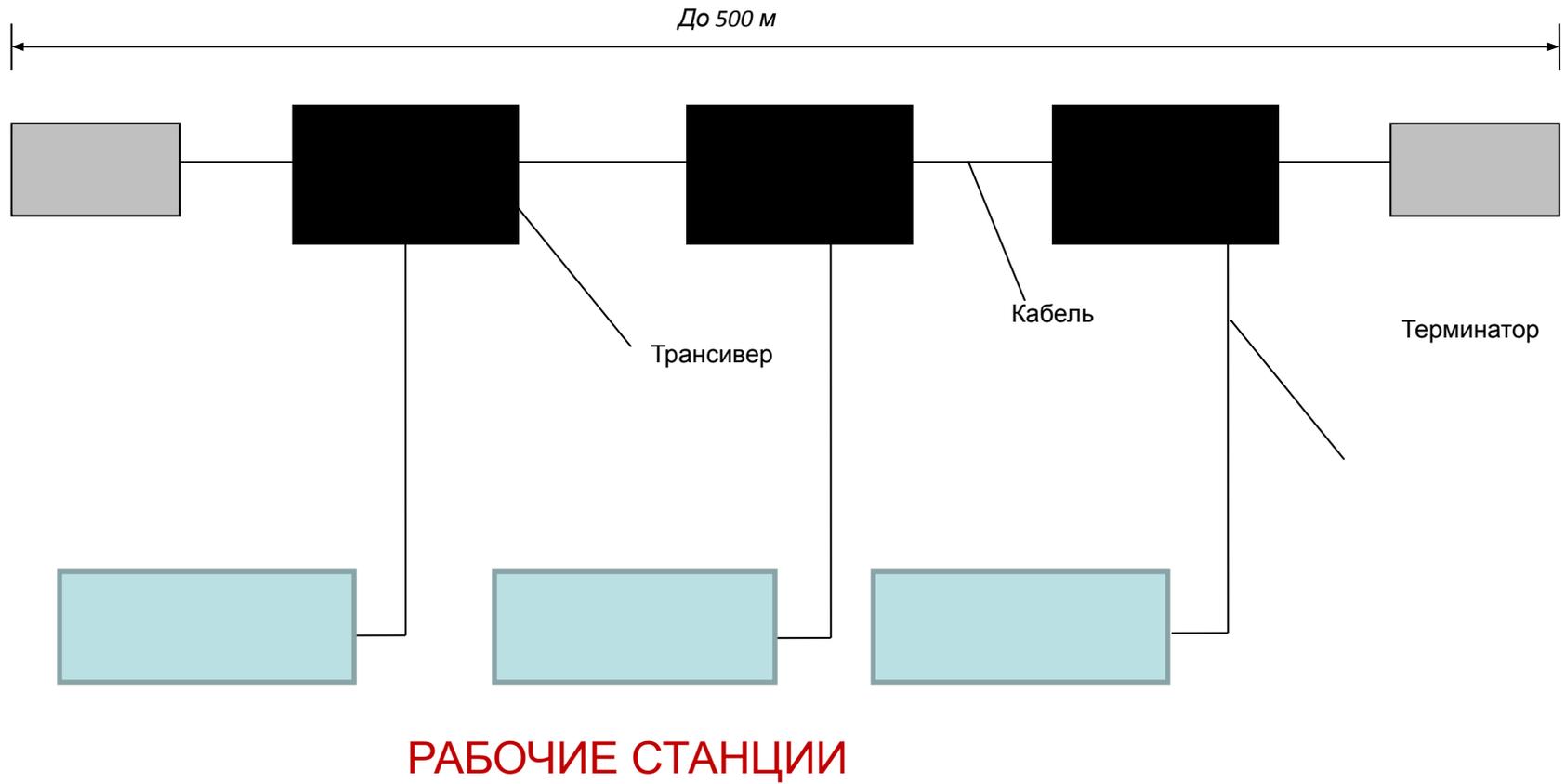
**СТАНДАРТ 10Base5.** Стандарт 10Base5 соответствует экспериментальной сети Ethernet фирмы Xerox и может считаться классическим Ethernet. Он использует в качестве среды передачи данных **коаксиальный кабель** с сопротивлением 50 Ом с диаметром центрального медного провода 2,17 мм и внешним диаметром около 10 мм ("**толстый**" Ethernet). Кабель используется как моноканал для всех станций. Сегмент кабеля имеет **максимальную длину 500 м (без повторителей) и должен иметь на концах согласующие терминаторы.**

Станция должна подключаться к кабелю при помощи приемопередатчика - **трансивера (transceiver = transmitter + receiver)**. Трансивер устанавливается непосредственно на кабеле и питается от сетевого адаптера компьютера. Трансивер может подсоединяться к кабелю как методом прокалывания, обеспечивающего непосредственный физический контакт, так и бесконтактным методом. Трансивер соединяется с сетевым адаптером **интерфейсным кабелем AUI (Attachment Unit Interface)** длиной до 50 м, состоящим из 4 витых пар (адаптер должен иметь разъем AUI).

Допускается подключение к сегменту до 100 трансиверов, причем расстояние между подключениями не должно быть меньше 2,5 м. При использовании повторителей сигнала допускается максимальное расстояние между двумя станциями не более 2,5 км.

Топология сегмента сети стандарта 10Base5 показана на след. рисунке .

# Сеть стандарта 10Base5

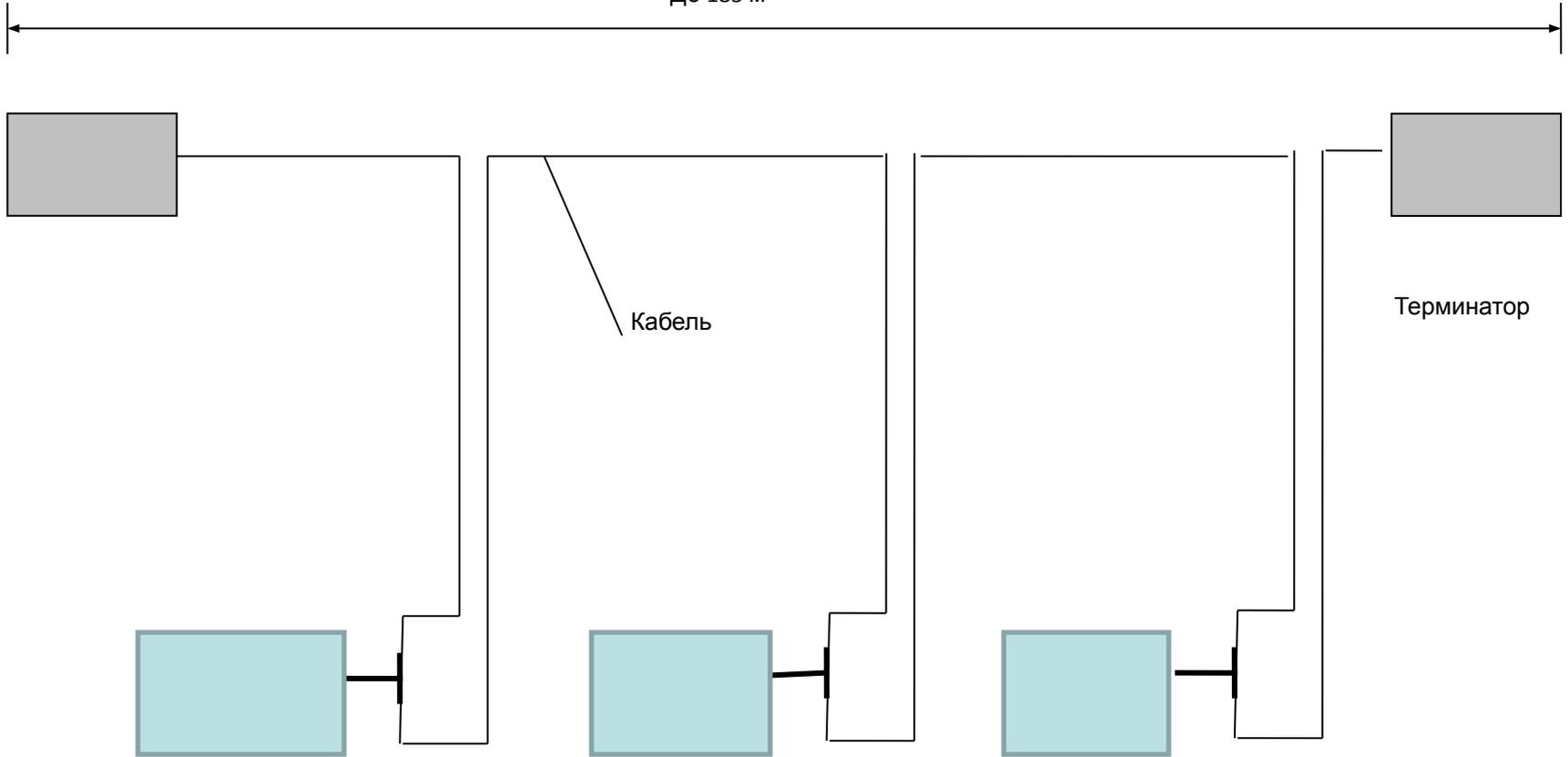


**СТАНДАРТ 10Base2.** Использует как моноканал коаксиальный кабель с сопротивлением 50 Ом с диаметром центрального медного провода 0,89 мм и внешним диаметром около 5мм ("тонкий" Ethernet). Максимальная длина сегмента без повторителей составляет 185 м, сегмент должен иметь на концах согласующие терминаторы 50 Ом. Станция подключается к кабелю с помощью *BNC T - коннектора*, который представляет из себя тройник, один отвод которого соединяется с BNC-коннектором сетевого адаптера, а два других - с BNC-коннекторами, припаянными к двум концам разрыва кабеля. **Максимальное количество станций, подключаемых к одному сегменту, равно 30. Ограничений на минимальное расстояние между станциями нет.**

Топология сегмента сети стандарта 10Base2 показана на след. рисунке.

# Сеть стандартов 10Base2

До 185 м



Рабочие станции

**СТАНДАРТ 10BaseT.** Использует в качестве среды двойную неэкранированную витую пару (Unshielded Twisted Pair, UTP). Соединения станций осуществляются по топологии "точка - точка", причем одна витая пара используется для передачи данных в одном направлении, а другая - в обратном. **Стандарт предусматривает наличие многопортовых концентраторов (Hub'ОВ), которые осуществляют функции повторителей сигналов на всех отрезках витых пар, - так что образуется единая среда передачи данных - моноканал.** Для обеспечения синхронизации станций при реализации процедур доступа CSMA/CD число Hub'ОВ между любыми двумя станциями сети ограничено - не более 4-х.

Стандарт определяет скорость передачи данных 10 Мб/с и максимальное расстояние отрезка витой пары между двумя непосредственно связанными узлами (станциями и концентраторами) не более 100 м.

**Сети, основанные на стандарте 10BaseT, ориентируются на использование существующей телефонной проводки в зданиях и используют для соединения телефонные вилки и розетки типа RJ-45 (8 контактов).**

**Для расширения размеров и топологии сети стандарта 10BaseT концентраторы могут иерархически соединяться друг с другом (если при этом не нарушается правило 4-х Hub'ОВ).**

**СТАНДАРТ 10BaseF.** Использует двойной оптоволоконный кабель, гарантирует длину не менее двух километров. Подключение осуществляется по типу "точка - точка".

Для соединения сетевого адаптера с оптоволоконным кабелем используются специальные **трансиверы и кабели AUI**. Предполагается наличие концентраторов, как и в стандарте 10BaseT.

**Применение стандарта 10BaseF приводит к топологии сети, похожей на топологию сети стандарта 10BaseT.**

## Стандарты сетей с маркерным доступом (Token Ring и IEEE802.5)

Протоколы, использующиеся на нижних уровнях в сетях кольцевой структуры с маркерным доступом, определяются стандартами **IEEE 802.5**, стандартами **Token Ring** фирмы **IBM** и рядом других стандартов.

В качестве среды в них используется однопарная экранированная витая пара (Shielded Twisted Pair, STP), скорость передачи по которой от 1 до 4 Мб/с.

Стандарты Token Ring допускают использование в качестве среды также двухпарную экранированную витую пару и оптоволоконный кабель. **Имеется модификация стандарта Token Ring со скоростью передачи данных 16 Мб/с на тех же средах.**

**Token Ring.** В сети Token Ring станции связаны в кольцо. Кольцо образуется отрезками кабеля, соединяющими соседние станции. Т.о., каждая станция связана со своей предшествующей и последующей станциями и может непосредственно обмениваться данными только с ними. Для обеспечения доступа станций к физической среде по кольцу циркулирует кадр специального формата и назначения - *маркер*.

Получив маркер, станция анализирует его и при отсутствии у нее данных для передачи обеспечивает его продвижение к следующей станции. Станция, которая имеет данные для передачи, при получении маркера изымает его из кольца, что дает ей право доступа к физической среде и передачи своих данных. Затем эта станция выдает в кольцо кадр данных установленного формата последовательно по битам. Переданные данные проходят по кольцу всегда в одном направлении от одной станции к другой. При поступлении кадра данных к одной или нескольким станциям эти станции копируют для себя этот кадр и вставляют в него подтверждение приема.

Станция, выдавшая кадр данных в кольцо, при обратном его получении с подтверждением приема изымает этот кадр из кольца и выдает новый маркер для обеспечения возможности другим станциям сети передавать данные. Время удержания одной станцией маркера ограничивается таймаутом удержания маркера. Каждая станция имеет механизмы обнаружения и устранения неисправностей сети, возникающих в результате ошибок передачи или переходных явлений (например, при подключении и отключении станции).

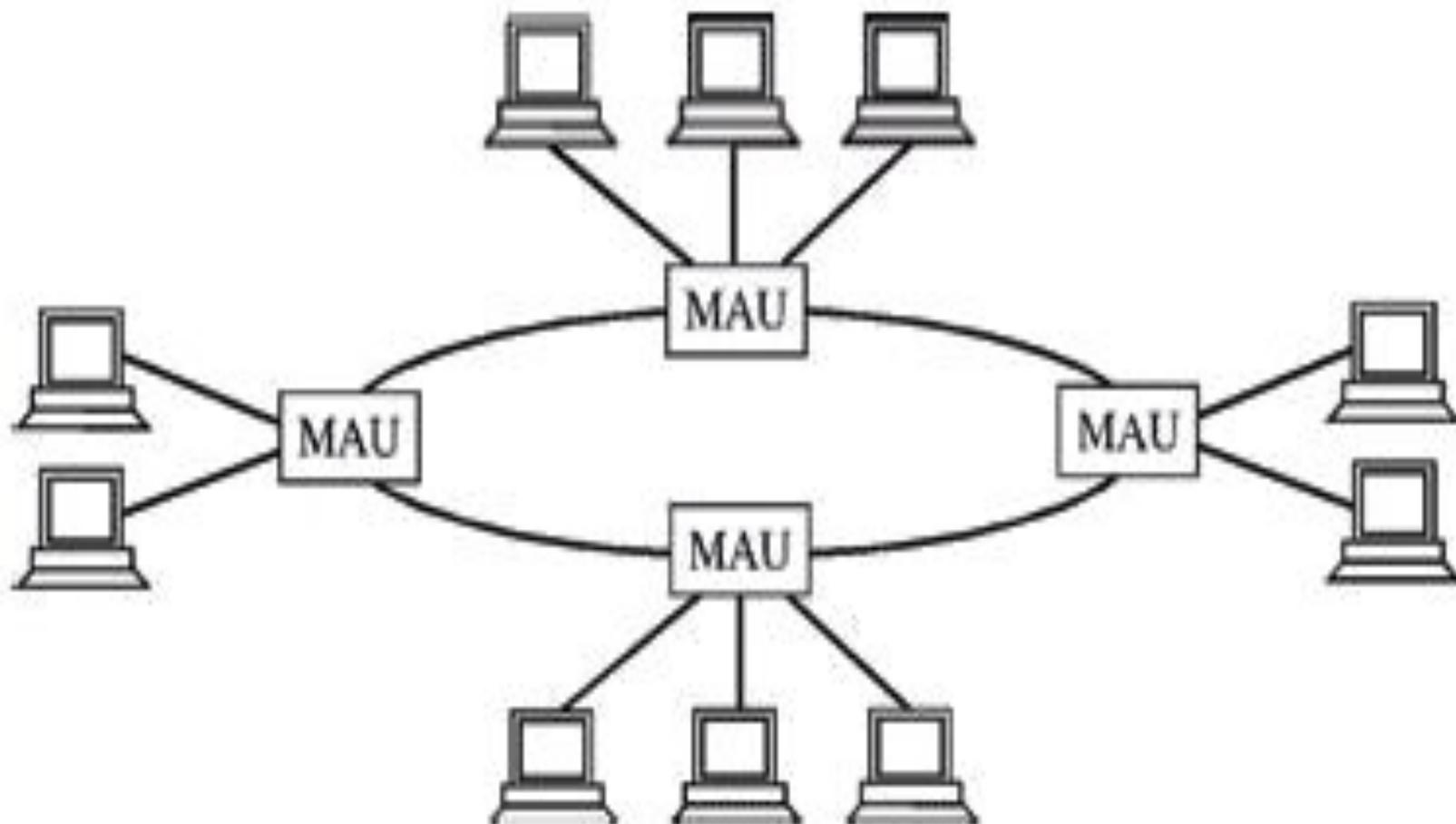
Не все станции в кольце равны. Одна из станций обозначается как активный монитор, который осуществляет управление тайм-аутом в кольце, порождает новые маркеры (если необходимо), чтобы сохранить рабочее состояние, и генерирует диагностические кадры при определенных обстоятельствах. Активный монитор выбирается, когда кольцо инициализируется, и в этом качестве может выступать любая станция сети. Если монитор отказал по какой-либо причине, другие станции могут договориться, какая из них будет новым активным монитором.

Стандарт Token Ring предусматривает построение связей в сети с помощью концентраторов и мостов, упрощающих реконфигурацию сети и ее обслуживание. Сеть имеет комбинированную звездно-кольцевую конфигурацию, объединяющую несколько колец, работающих на скорости как 4 Мб/с, так и 16 Мб/с. Отдельные кольца взаимодействуют через высокоскоростные мосты. Для обеспечения надежности связей в сети каждый сетевой адаптер и концентратор должен иметь обходные пути передачи сигналов, которые замыкаются при исчезновении питания сетевого адаптера или концентратора.

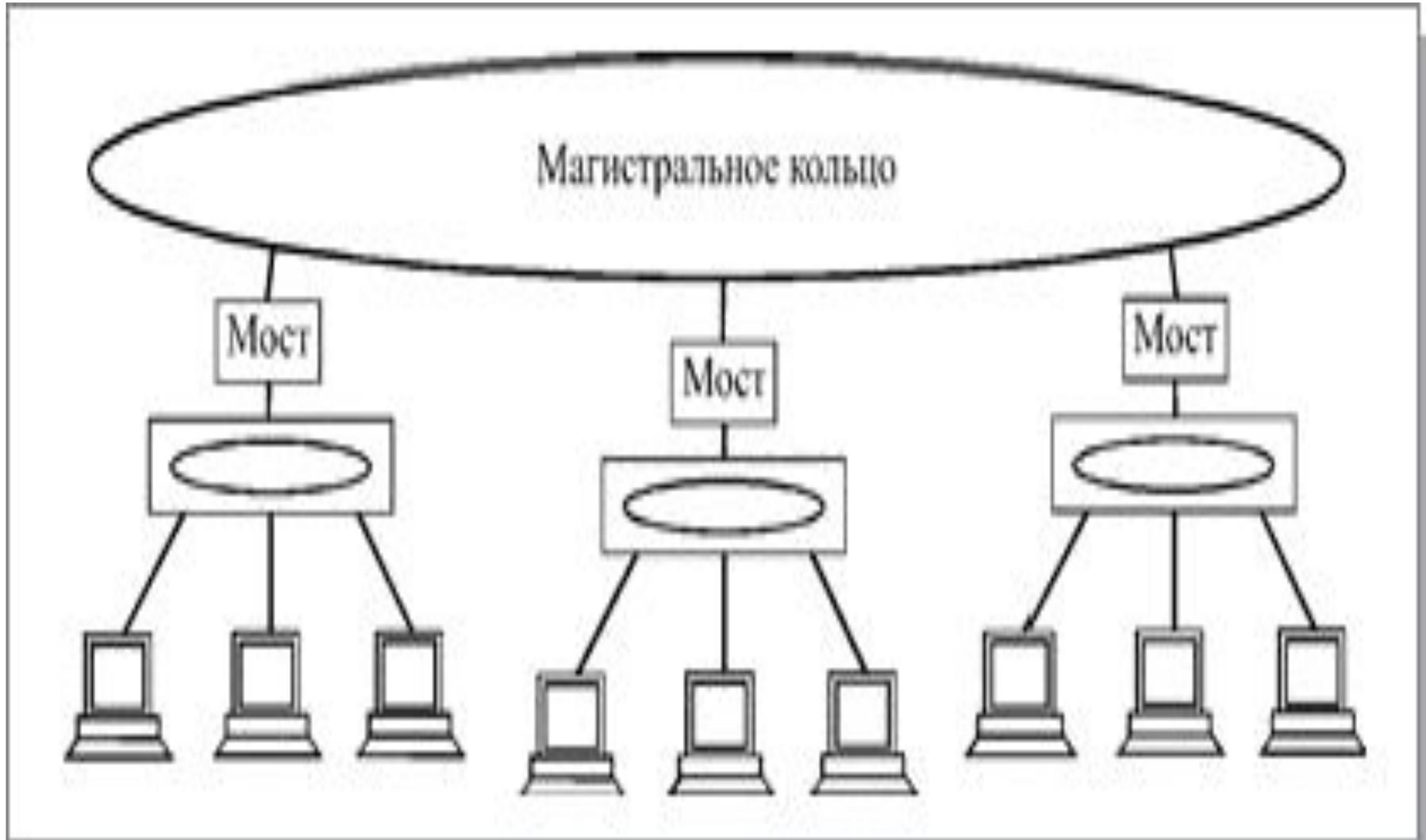
Различные методы доступа к среде в Ethernet и Token Ring приводят к различным временам передачи пакетов. При небольшой нагрузке сети меньшее время передачи обеспечивает Ethernet, в Token Ring время передачи будет больше из-за накладных расходов по диспетчеризации кольца. При больших значениях трафика Token Ring ведет себя лучше, в то время как в Ethernet из-за большого количества конфликтов возрастают задержки доступа к среде.

## Звездно-кольцевая топология сети Token-Ring

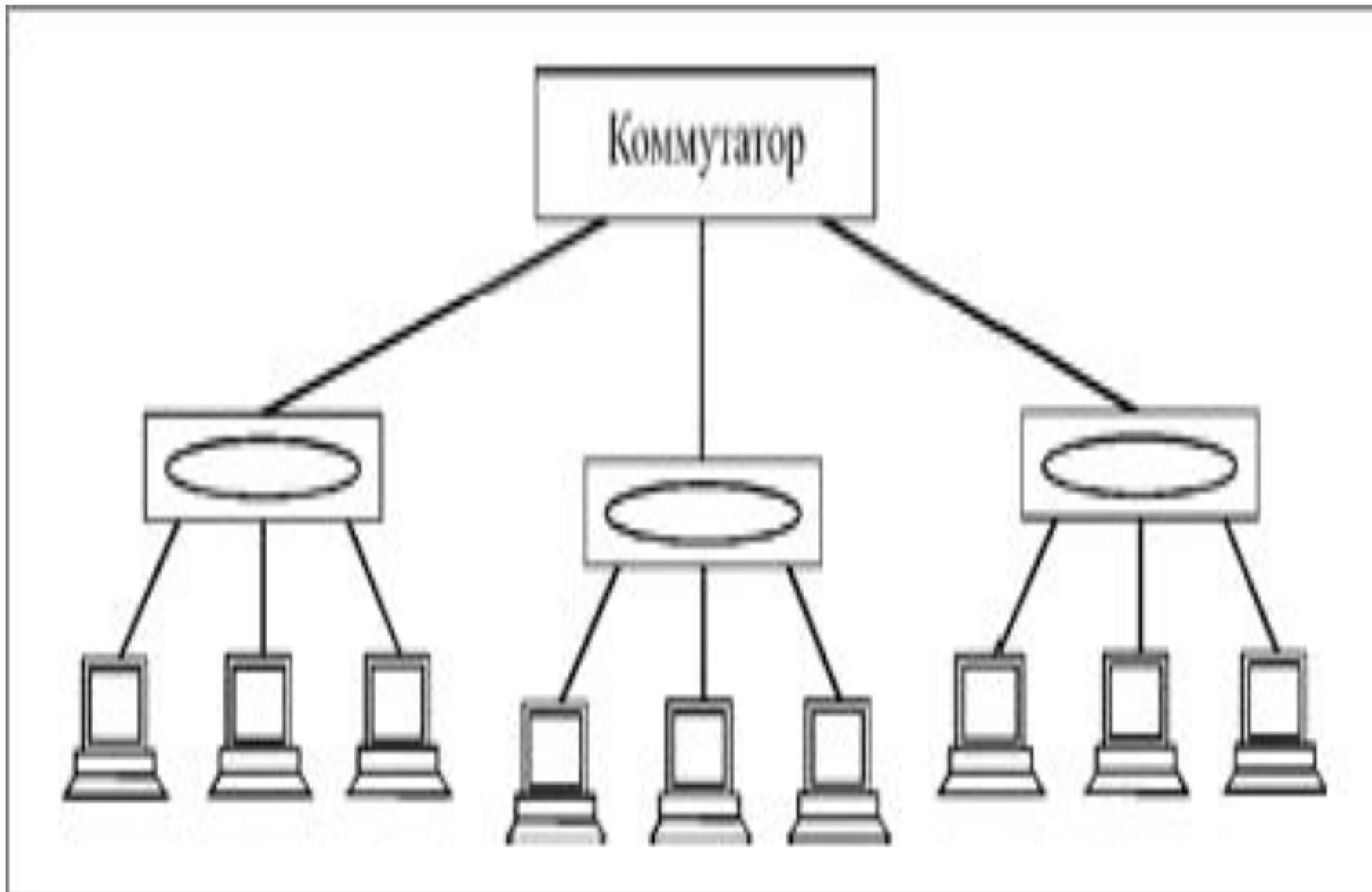
(MAU – Multistation Access Unit - многостанционные устройства доступа )



# Объединение сегментов магистральным кольцом с помощью мостов



# Объединение сегментов центральным коммутатором



## Стандарты на шину с маркерным доступом (IEEE 802.4 и Arc Net)

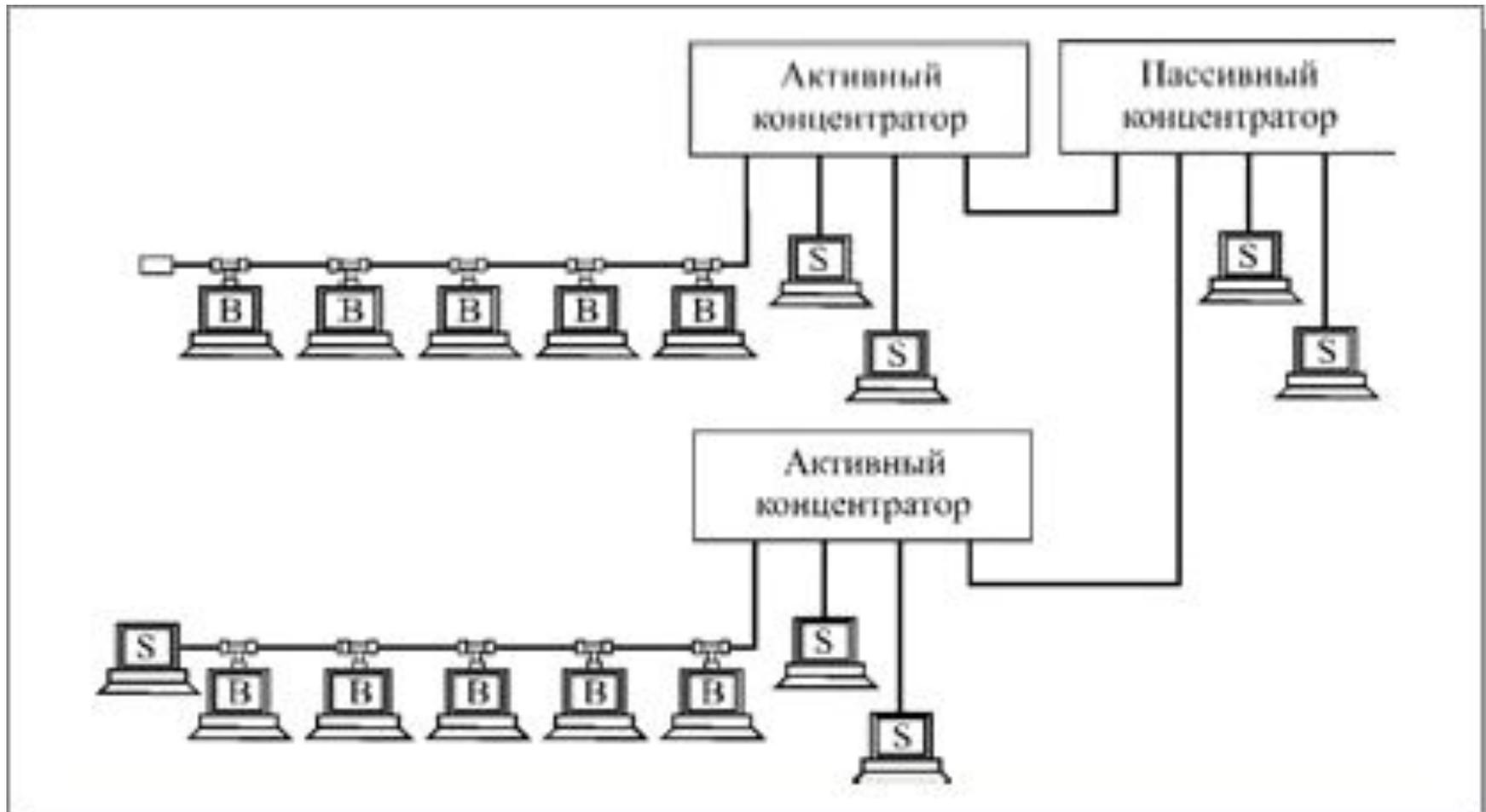
Протоколы, использующиеся на нижних уровнях в сетях шинной структуры с маркерным доступом, определяются стандартами IEEE 802.4, стандартами ArcNet фирмы Datapoint (Attached Resource Computer Net, компьютерная сеть соединенных ресурсов), а также рядом других стандартов. В качестве среды в стандарте IEEE 802.4 используется коаксиальный магистральный кабель со скоростями передачи 1, 5 и 10 Мб/с. Стандарты ArcNet используют в качестве среды коаксиальный кабель, а также неэкранированную витую пару. Скорость передачи данных в сетях ArcNet составляет 2,5 Мб/с.

Для обеспечения станциям доступа к физической среде по шине непрерывно передается кадр маркера строго определенного формата.

Передача кадра маркера происходит от одной станции к другой в последовательности убывания их адресов с циклическим возвратом от станции с самым младшим адресом к станции с самым старшим адресом. Такая циркуляция кадра маркера формирует логическое кольцо физической шины. Станции, не входящие в состав логического кольца, не могут передавать кадр маркера и инициировать передачу данных, однако они могут принимать кадры данных от других станций, отвечать на них и включаться в логическое кольцо при получении разрешения. Станция, захватившая маркер, сразу же получает доступ к физической среде.

В сети не предусмотрена станция-монитор, управляющая работой логического кольца. Ее функции выполняет в каждый данный момент станция, владеющая маркером.

Топология сети Arcnet типа шина (В – адаптеры для работы в шине, S – адаптеры для работы в звезде). **Активные концентраторы:** количество портов – от 4 до 64, могут соединяться между собой (каскадироваться). **Пассивные концентраторы:** количество портов – 4, не могут соединяться между собой, могут связывать только активные концентраторы и/или сетевые адаптеры.



**Стандарт ANSI-FDDI.** FDDI (Fiber Distributed Data Interface) - оптоволоконный интерфейс распределенных данных является более новым протоколом, чем Ethernet и Token Ring и обеспечивает передачу кадров по двойному волоконно-оптическому кольцу со скоростью 100 Мб/с. Протокол специально разрабатывался как можно более похожим на стандарты Token Ring и IEEE 802.5, и отличается от него только теми особенностями, которые необходимы для поддержки большей скорости и больших расстояний.

Максимальная общая длина кольца FDDI составляет 100 километров, максимальное расстояние между станциями - 2 километра, максимальное число станций в кольце - 500. Базовая топология FDDI - двойное кольцо, вторичное кольцо используется для обмена данными и как резервное. При разрыве связей между двумя станциями в первичном кольце происходит использование связей вторичного кольца, причем передача информации во вторичном кольце происходит в обратном направлении.

В стандарте FDDI допускается использование как узлов с одиночными связями (подключаются только к основному кольцу), так и узлов с дуальными связями (подключаются к основному и резервному кольцам). Обычно рабочая станция является узлом с одиночными связями, а концентратор - узлом с дуальными связями.

FDDI использует сложный алгоритм для управления доступом к сети, основанный на таймерных интервалах. В нем различаются *асинхронные (обычные)* пакеты и *синхронные* - пакеты multi-media, которые должны передаваться через строго фиксированные интервалы времени.

## Пример конфигурации сети FDDI

DAS – Dual-Attachment Stations- абоненты двойного подключения;  
SAS – Single-Attachment Stations - абоненты одинарного подключения;  
DAC – Dual-Attachment Concentrator - концентраторы двойного подключения;  
SAC – Single-Attachment Concentrator – концентраторы одинарного подключения.



## Стандарты Ethernet 100 Мб/с

Данный стандарт имеет две модификации: **100 VG - Any Lan** и **100BaseX (Fast Ethernet)**. 100 VG - Any Lan предложен Hewlett-Packard и IBM. В качестве среды передачи данных применяются **экранированные и неэкранированные витые пары, а также оптоволокно**, при этом для передачи данных одновременно используется 4 пары проводов. Вместо CSMA/CD здесь используется новый протокол DP (Demand Priority - приоритет по запросу), обеспечивающий передачу данных непосредственно между узлами сети, при этом приложению обеспечивается структурированная система приоритетов.

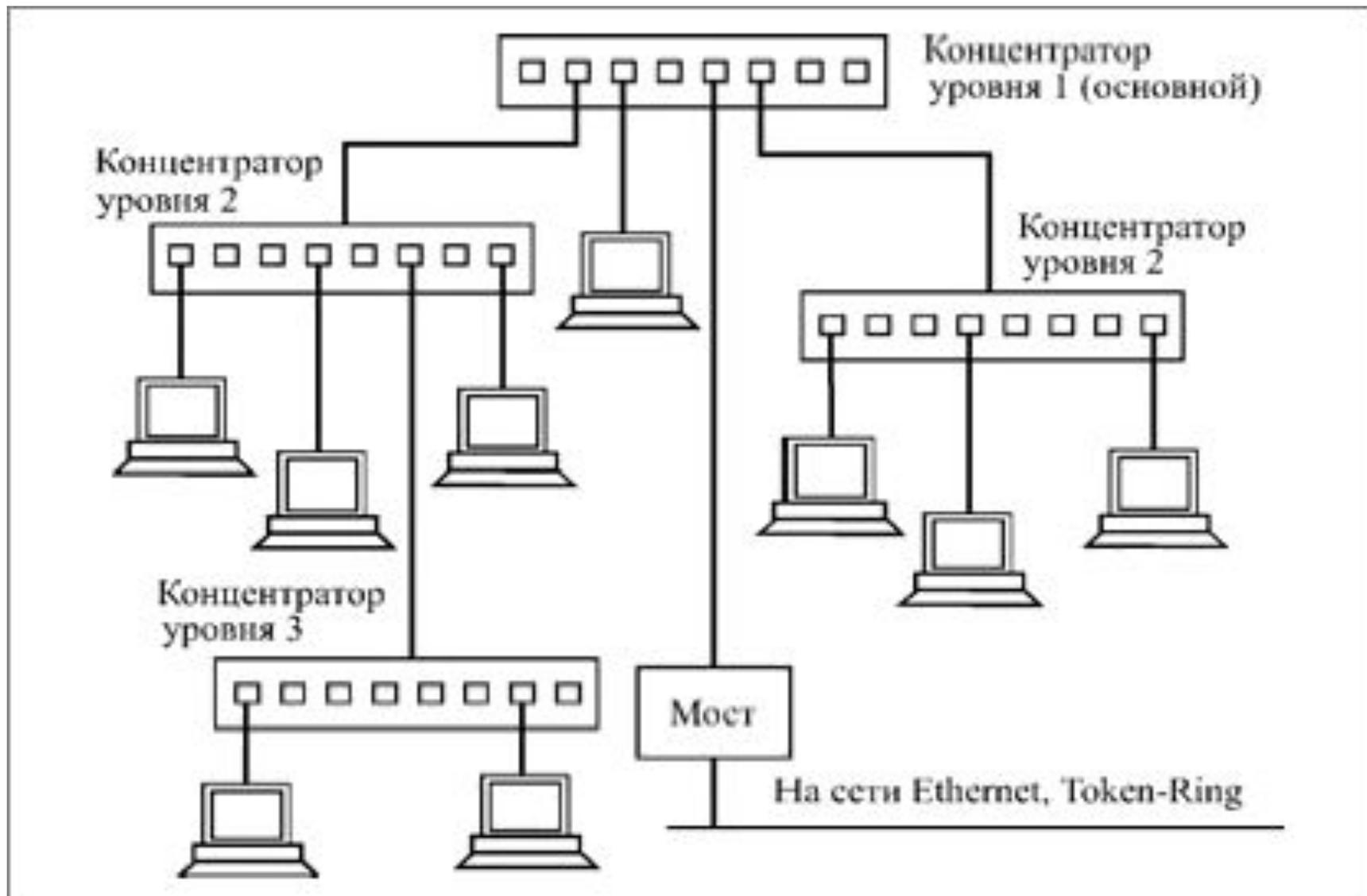
В отличие от CSMA/CD, где каждый узел сам определяет, послать ли ему данные и в какой момент это сделать, **в данной сети ответственность за порядок передачи ложится на соединительный модуль - концентратор**.

**Порядок обмена данными здесь следующий:**

- узел посылает соединительному модулю (концентратору) запрос на передачу;
- если сеть свободна, модуль подтверждает получение запроса и ожидает прихода данных от узла;
- после получения данных модуль декодирует их, получает адрес узла назначения и посылает данные этому узлу.

**100BaseX (Fast Ethernet) предложен Grand Junction Networks, 3 COM** и рядом других фирм. В качестве среды передачи данных применяются **экранированные и неэкранированные витые пары, а также оптоволокно**. Для доступа к среде передачи данных используется протокол CSMA/CD.

# Структура сети 100VG-AnyLAN



*Gigabit Ethernet* – развитие Ethernet. Сохранение преемственности позволяет просто соединять сегменты **Ethernet, Fast Ethernet и Gigabit Ethernet** в сеть, и переходить к новым скоростям постепенно, вводя гигабитные сегменты только на самых напряженных участках сети.

В *Gigabit Ethernet* сохраняется метод доступа CSMA/CD, используются те же *форматы пакетов* (кадров) и те же их размеры. Не требуется никакого преобразования протоколов в местах соединения с сегментами Ethernet и Fast Ethernet. Единственно, что нужно – согласование скоростей обмена, поэтому главной областью применения *Gigabit Ethernet* станет соединение концентраторов Ethernet и Fast Ethernet между собой.

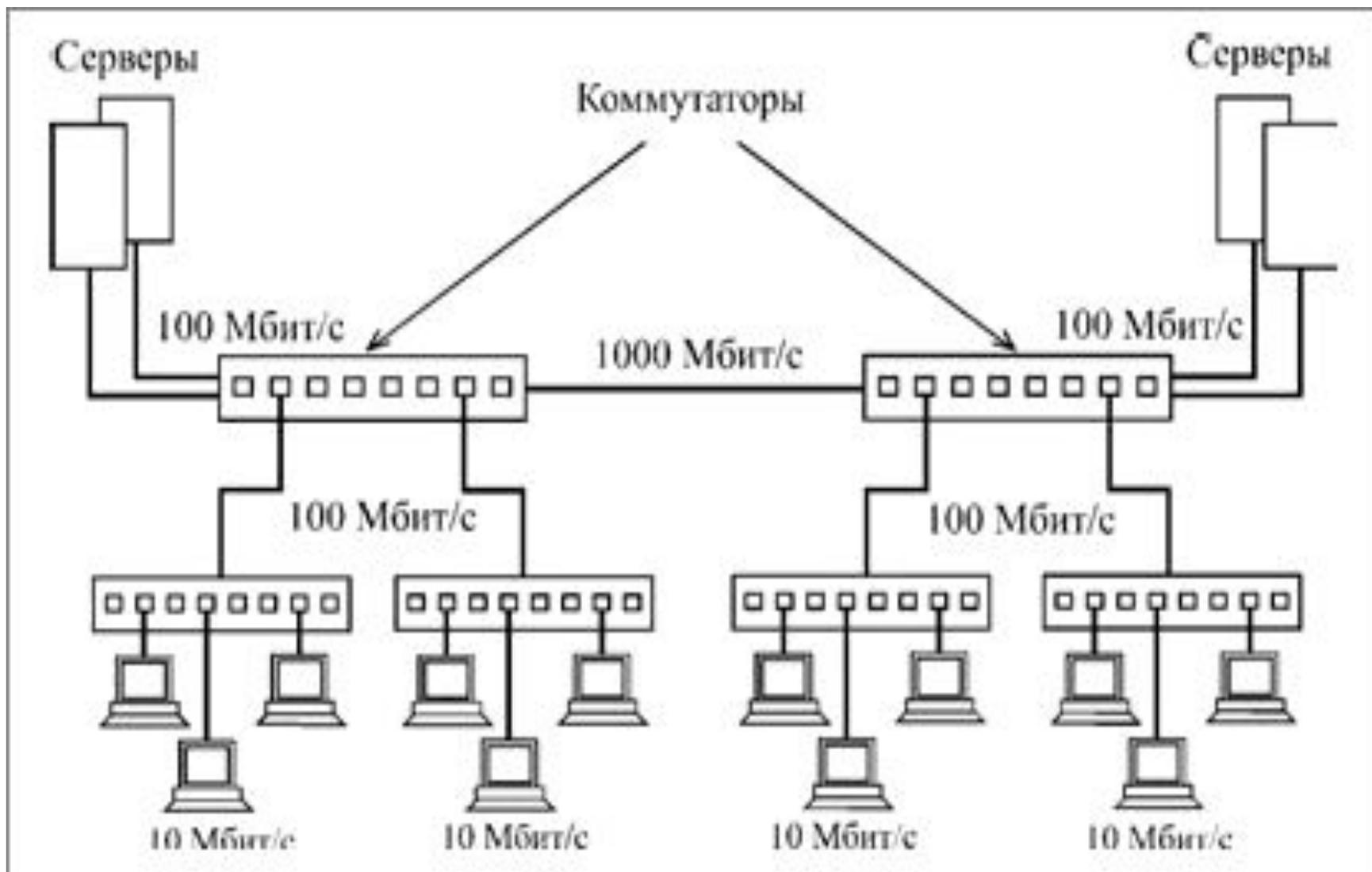
С появлением сверхбыстродействующих серверов и распространением наиболее совершенных персональных компьютеров преимущества *Gigabit Ethernet* становятся все более явными.

Работы по созданию *Gigabit Ethernet* ведутся с 1995 года. В 1998 году принят стандарт IEEE 802.3z (1000BASE-SX – оптоволокно, длиной до 500 м., 1000BASE-LX – оптоволокно, длиной до 2000 м., и 1000BASE-CX – экранированная витая пара, длиной до 25 м.). Разработкой занимается специально созданный альянс (*Gigabit Ethernet Alliance*), в который входит такая компания, как 3Com. В 1999 году принят стандарт IEEE 802.3ab (1000BASE-T – четверенная неэкранированная витая пара, длиной до 100 м.)

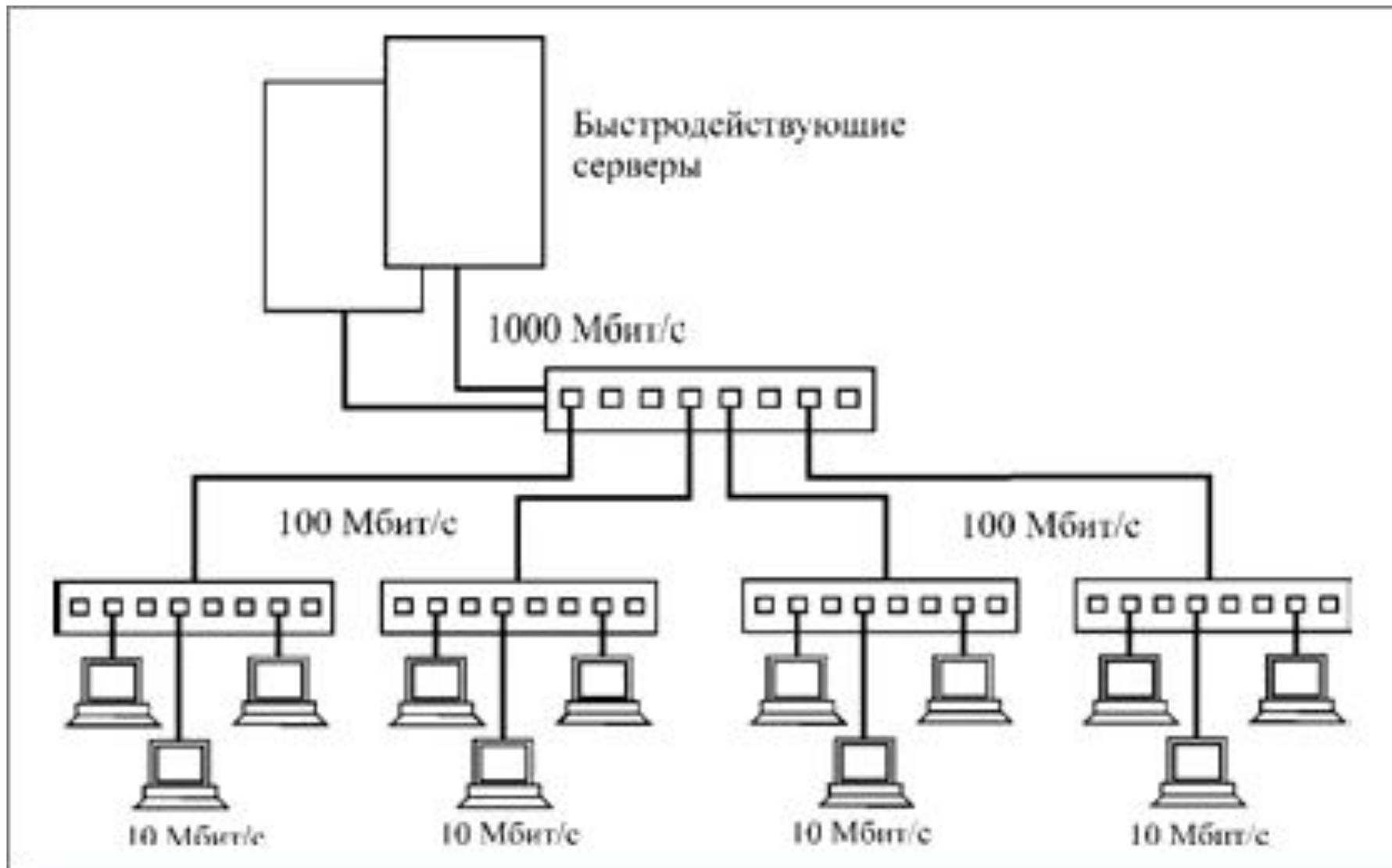
*Gigabit Ethernet*, прежде всего, находит применение в сетях, объединяющих компьютеры крупных предприятий, которые располагаются в нескольких зданиях. Она позволяет с помощью коммутаторов, преобразующих скорости передачи, обеспечить каналы связи с высокой пропускной способностью между отдельными частями сложной сети или линии связи коммутаторов со сверхбыстродействующими серверами ([след. слайды](#)).

Но даже *Gigabit Ethernet* не может решить некоторых задач. Уже предлагается 10-гигабитная версия Ethernet - *10Gigabit Ethernet* (стандарт IEEE 802.3ae, принятый в 2002 году). В качестве среды передачи используется только оптоволоконный кабель. Электрический кабель может иногда применяться только для связи на короткие расстояния (порядка 10 метров). *Формат пакета Ethernet* - прежний.

## Использование сети Gigabit Ethernet для соединения групп компьютеров



## Использование сети Gigabit Ethernet для подключения быстродействующих серверов



Технология *ATM* (Asynchronous Transfer Mode). Используется как в локальных, так и в глобальных сетях. Основная идея – передача цифровых, голосовых и мультимедийных данных по одним и тем же каналам.

Первоначально была выбрана скорость передачи 155 Мбит/с, затем – 662 Мбит/с, а сейчас ведутся работы по повышению скорости до 2488 Мбит/с. В качестве *среды передачи* информации в локальной сети технология *ATM* предполагает использование оптоволоконного кабеля и неэкранированной витой пары.

Принципиальное отличие *ATM* от остальных сетей состоит в отказе от пакетов с полями адресации, управления и данных. Вся передаваемая информация упакована в микропакеты (ячейки, cells) длиной 53 байта. Каждая ячейка имеет 5-байтовый заголовок, который позволяет распределительным устройствам сортировать ячейки и следить за тем, чтобы они передавались в нужной последовательности. Минимальный размер ячеек позволяет осуществлять коррекцию ошибок и маршрутизацию на аппаратном уровне. Он же обеспечивает равномерность всех информационных потоков сети и минимальное время ожидания доступа к сети.

Заголовок включает в себя идентификаторы пути, канала доставки, типа информации, указатель приоритета доставки, а также контрольную сумму заголовка, позволяющую определить наличие ошибок передачи.

Главный недостаток сетей с технологией *ATM* состоит в их полной несовместимости ни с одной из имеющихся сетей. В настоящий момент применение *ATM* ограничено только глобальными и магистральными сетями.

**Беспроводные сети.** С конца 90-х годов 20 века наблюдается бум беспроводных локальных сетей (**WLAN – Wireless LAN**). Это связано в первую очередь с успехами технологии и с теми удобствами, которые способны предоставить беспроводные сети.

**В настоящее время большинство всех мобильных компьютеров оснащены встроенными средствами доступа к таким сетям.**

**В 1997 году был разработан стандарт для беспроводных сетей IEEE 802.11.** Сейчас этот стандарт активно развивается и включает в себя уже несколько разделов, в том числе три локальные сети (**802.11a, 802.11b и 802.11g**). **Стандарт содержит следующие спецификации:**

- **802.11 – первоначальный стандарт WLAN.** Поддерживает передачу данных со скоростями от 1 до 2 Мбит/с.
- **802.11a – высокоскоростной стандарт WLAN.** Поддерживает скорость передачи данных 54 Мбит/с.(5 ГГц). Радиус действия около 100 м.
- **802.11b – стандарт WLAN, поддерживающий скорость передачи данных 11 Мбит/с. (2.4 ГГц).** Расстояния – до 300 метров, но обычно – до 160 метров.
- **802.11g – предназначен для обеспечения скоростей передачи данных до 54 Мбит/с. (2.4 ГГц).** Расстояния - до 300 м.

**Разработкой и поддержкой стандарта IEEE 802.11 занимается комитет *Wi-Fi Alliance*.** Термин ***Wi-Fi*** (wireless fidelity) используется в качестве общего имени для стандартов 802.11a и 802.11b, а также всех последующих, относящихся к беспроводным локальным сетям (**WLAN**).

Оборудование беспроводных сетей включает в себя точки **беспроводного доступа (Access Point)** и **беспроводные адаптеры** для каждого абонента.

**Точки доступа** выполняют роль концентраторов, обеспечивающих связь между абонентами и между собой, а также функцию мостов, осуществляющих связь с кабельной локальной сетью и с Интернет. **Несколько близкорасположенных точек доступа образуют зону доступа *Wi-Fi***, в пределах которой все абоненты, снабженные беспроводными адаптерами, получают доступ к сети. Такие зоны доступа (**Hotspot**) создаются в местах скопления людей: в аэропортах, студ. городках, библиотеках и т.д.

Каждая точка доступа может обслуживать несколько абонентов. Метод доступа к сети – **CSMA/CD**. Сеть строится по сотовому принципу. В сети предусмотрен механизм роуминга: поддерживается автоматическое подключение к точке доступа и переключение между точками доступа при перемещении абонентов.

Т.к радиоканал не обеспечивает высокой степени защиты от прослушивания, в сети ***Wi-Fi*** используется специальный механизм защиты информации. Он включает средства и процедуры аутентификации для противодействия несанкционированному доступу к сети и шифрование для предотвращения перехвата информации.

Среди изготовителей ***Wi-Fi*** оборудования - Cisco Systems, Intel, Texas Instruments и Proxim.

Несмотря на свои недостатки, главный из которых – незащищенность *среды передачи*, эти сети обеспечивают: простое подключение абонентов, не требующее кабелей, мобильность, гибкость и масштабируемость сети.

## Протоколы верхних уровней

К протоколам, получившим наибольшее распространение на верхних уровнях компьютерных сетей, относится семейство протоколов фирмы **Xerox XNS (Xerox Network Standard) (локальные сети)**, семейство протоколов, разработанных Министерством обороны США (**протоколы DoD, Department of Defense) (локальные и глобальные сети)**, протоколы **NETBIOS** фирмы **IBM (локальные сети)**.

Протоколы сетевого и сеансового уровня **Internet work Packet Exchange (IPX)** и **Sequenced Packet Exchange (SPX)** являются прямой адаптацией протоколов **XNS** и являются базовыми протоколами сетевой ОС **Novell NetWare**.

Протоколы **DoD** включают протоколы сетевого, транспортного и сеансового уровней **TCP/IP** и основанные на них протоколы прикладного уровня: протоколы **передачи файлов FTP**, протокол **эмуляции терминала telnet**, протокол **передачи почтовых сообщений SMTP**, протокол **управления сетью SNMP** и другие.

Протоколы **NETBIOS (Network Basic Input/Output System)** используются в ОС **IBM - LAN Program** и **OS/2**, а также ОС фирмы **Microsoft -LAN Manager** и **Windows for Workgroups**.

В протоколах верхнего уровня используется два типа взаимодействия узлов сети - **дейтаграммы и сессии (сеансы)**. **Дейтаграмма** - это способ взаимодействия, при котором не предусматривается автоматическое подтверждение получения сообщения. **Сессия** - это логическое соединение между станциями, в котором гарантируется доставка сообщения.

**Протоколы IPX/SPX.** IPX соответствует сетевому уровню модели ISO/OSI, поддерживает только дейтаграммный способ обмена сообщениями, обеспечивает выполнение функций: **задание адреса, установление маршрута и рассылку дейтаграмм.**

**Функции IPX можно разделить на три группы:**

- инициализации и завершения;
- отправки и получения пакетов;
- др. функции.

SPX - протокол транспортного и сеансового уровней с установлением соединения. Когда соединение установлено, сообщения могут посылаться в любом направлении с гарантией, что они будут получены. SPX также гарантирует, что пакеты будут поступать в правильном порядке (если посылается несколько пакетов сразу), что не гарантирует IPX. SPX использует IPX для фактической отправки и получения пакетов сообщений.

**Функции SPX можно разделить на три группы:**

- установления и разрыва соединения;
- отправки и получения пакетов;
- др. функции.

Для IPX-пакета адрес получателя может содержать групповой или **широковещательный адрес**; для SPX-пакетов адрес получателя должен содержать адрес определенной станции в сети.

**Протокол NETBIOS.** Протокол NETBIOS работает на трех уровнях модели взаимодействия открытых систем: **сетевом, транспортном и сеансовом.** NETBIOS может обеспечить сервис более высокого уровня, чем протоколы IPX и SPX.

Протокол NETBIOS поддерживается в сетях **IBM (IBM LAN Program), Microsoft (Windows for Workgroups) и Novell NetWare.**

**NETBIOS поддерживает как дейтаграммный обмен, так и обмен по сессии.**

NETBIOS работает с именами; каждая рабочая станция и файловый сервер имеют одно или несколько имен. Таблица этих имен содержится внутри NETBIOS. В таблицу имен можно добавлять (удалять) обычные и групповые имена. Обычные имена служат для идентификации рабочей станции, групповые могут использоваться для посылки пакета одновременно группе станций.

NETBIOS позволяет организовать сессию между любыми двумя именами в сети.

**Протоколы TCP/IP.** Протоколы TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) являются частью системы протоколов, разработанных министерством обороны США (DoD) и известных также как протоколы DoD. Протоколы DoD предназначались для объединения различных (локальных и глобальных) сетей, включающих большие ЭВМ. В настоящее время TCP/IP являются самыми широко используемыми сетевыми протоколами и их поддерживают практически все имеющиеся сетевые ОС.

Впервые эти протоколы были опубликованы в 1973 году, а стандартизованная версия появилась в 1982 году. Опробование протоколов проводилось в University of California в Berkeley, после чего они приобрели широкую популярность.

TCP/IP являются набором из более десятка различных протоколов, каждый из которых предназначен для решения определенных задач.

**Структура протоколов TCP/IP приведена на рисунке.**

Для того, чтобы компьютеры в сети могли обмениваться информацией, каждый компьютер должен иметь уникальный идентификатор (адрес). В сетях с протоколом TCP/IP для идентификации сетей и компьютеров, к ним подключенных, используются 32-разрядные числа - **адреса Internet (Internet address) или IP-адреса (IP address)**. Эти адреса разбиваются при написании на четыре 8-разрядные части (каждая из которых может иметь значение от 0 до 255), которые отделяются точками, например: **255.255.255.255** или **147.14.123.8**.

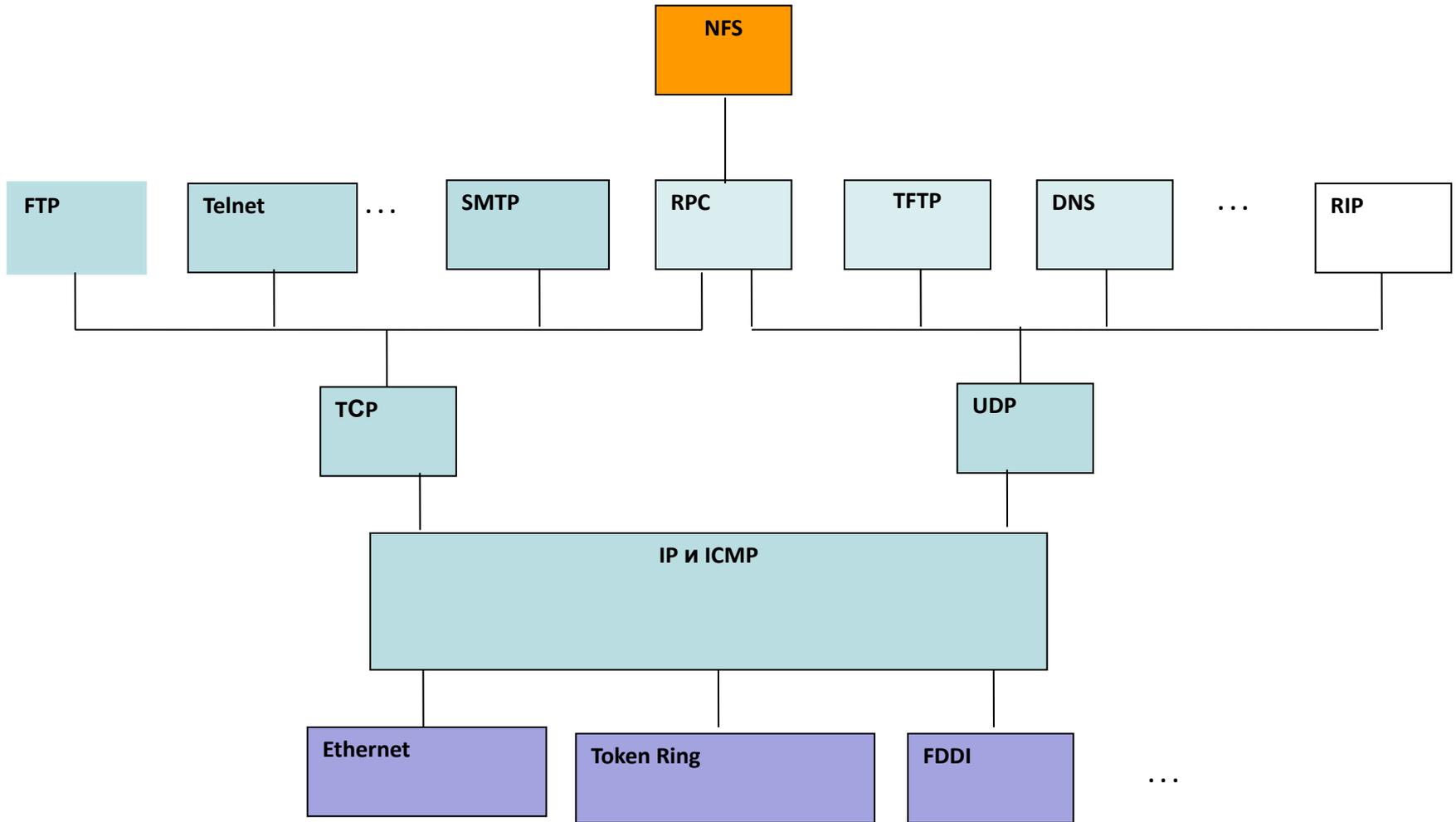
IP-адрес состоит из двух компонент: номера сети и рабочего номера (номера устройства в сети).

IP-адреса присваиваются **Internet Network Information Center (NIC) - Информационным центром сети Internet**. Любая организация, собирающаяся строить сеть на основе TCP/IP, должна зарегистрироваться в NIC (чтобы не происходило дублирования адресов).

Кроме того, сети с протоколом TCP/IP, как правило, имеют собственные уникальные символические идентификаторы - так называемые **доменные имена (domain name)**.

Для того чтобы зарегистрировать уникальное доменное имя для сети, также необходимо послать запрос в NIC. Последний утверждает доменное имя и регистрирует его в своей базе данных, так что использовать его никто больше не сможет.

# СХЕМА ПРОТОКОЛОВ TCP/IP



**Схема протоколов TCP/IP – трехуровневая.** Уровень III - уровень межсетевого взаимодействия, который занимается передачей дейтаграмм с использованием различных локальных сетей, линий специальной связи и т. п. Для этого уровня разработаны межсетевой протокол IP (Internet Protocol) и протокол межсетевых управляющих сообщений ICMP (Internet Control Message Protocol). Протокол IP управляет передачей дейтаграмм как между сетями, так и внутри сети. Протокол ICMP используется для посылки сообщений с целью отслеживания процесса передачи межсетевых дейтаграмм.

Следующий уровень (II) - *транспортный* уровень. На этом уровне функционируют протокол управления передачей TCP (Transmission Control Protocol) и протокол дейтаграмм пользователя UDP (User Datagram Protocol). TCP обеспечивает устойчивое виртуальное соединение между удаленными прикладными процессами, UDP - передачу прикладных пакетов дейтаграммным методом, то есть без установления виртуального соединения.

Верхний уровень (I) - прикладной. На этом уровне работают несколько протоколов, в т.ч.:

- протокол теледоступа telnet;
- протокол передачи файлов FTP;
- протокол передачи почтовых сообщений SMTP;
- тривиальный протокол передачи файлов TFTP;
- протокол доменной системы имен DNS.

**Протоколы TCP и UDP.** Отправку и прием сообщений на транспортном уровне осуществляют **TCP (Transmission Control Protocol)** и **UDP (User Datagram Protocol)**. Все остальные протоколы семейства TCP/IP базируются на них.

Протокол TCP устанавливает соединение, при помощи которого компьютеры физически обмениваются сообщениями друг с другом, и при этом компьютер на одном конце соединения знает о компьютере на другом конце соединения (**сеансовый способ обмена сообщениями**).

Протокол UDP не устанавливает соединение, он реализует **дейтаграммный способ обмена сообщениями**. При этом протокол UDP ничего не знает о физическом соединении между компьютерами.

Очевидно, протокол TCP более надежен, так как дает гарантию того, что соединение действительно установлено; протокол UDP не предоставляет никаких гарантий того, что сообщение будет доставлено адресату.

**Порты и гнезда TCP.** Для того чтобы приложения, использующие TCP, могли обращаться к различным услугам TCP/IP, используются номера **портов (port number)**. Каждой функции TCP/IP назначается свой номер порта, так что приложение, обратившись к этому порту, получает доступ к соответствующей функции.

Номера портов назначаются протоколом TCP/IP; при необходимости администратор может изменить их. **Полный список существующих номеров портов TCP публикуется организацией Internet Assigned Numbers Authority.**

**Наиболее часто используются порты:**

- 20 FTP Data (данные);
- 21 FTP Control (команды);
- 23 Telnet (Телекоммуникационная сеть);
- 25 протокол SMTP;
- 53 сервер DNS;
- 69 протокол TFTP.

Комбинация из IP-адреса компьютера и номера порта TCP однозначно определяет каждый вход и выход уровня TCP. **Эту комбинацию из двух чисел называют номером гнезда (socket number).** Поскольку каждый компьютер имеет уникальный IP-адрес, номера гнезд на компьютере однозначно соответствуют номерам портов TCP.

На каждом компьютере, использующем TCP, поддерживается **таблица портов (port table) - список всех портов и их назначения.** При установлении нового соединения в эту таблицу добавляется номер порта, используемого на другом конце соединения.

Т.о., при соединении двух компьютеров таблица портов каждого из них будет содержать номер порта другого компьютера. **Порт может быть использован для поддержания нескольких соединений одновременно в режиме мультиплексирования.**

**Протоколы IP и ICMP.** IP – Internet Protocol – базовый протокол семейства TCP/IP. Назначение этого протокола - адресация датаграмм и определение наилучшего маршрута их передачи. В этот протокол входят средства подтверждения доставки сообщения и повторной посылки, если сообщение не получено. Протокол IP имеет собственный заголовок, который присоединяется к сообщению перед заголовком, полученным с более высокого уровня.

IP также занимается разбиением длинных датаграмм на небольшие пакеты при посылке и сборкой датаграмм при приеме. Так как в сетях, как правило, имеются ограничения на размер пакетов данных, датаграммы приходится разбивать на части, чтобы не превысить это ограничение.

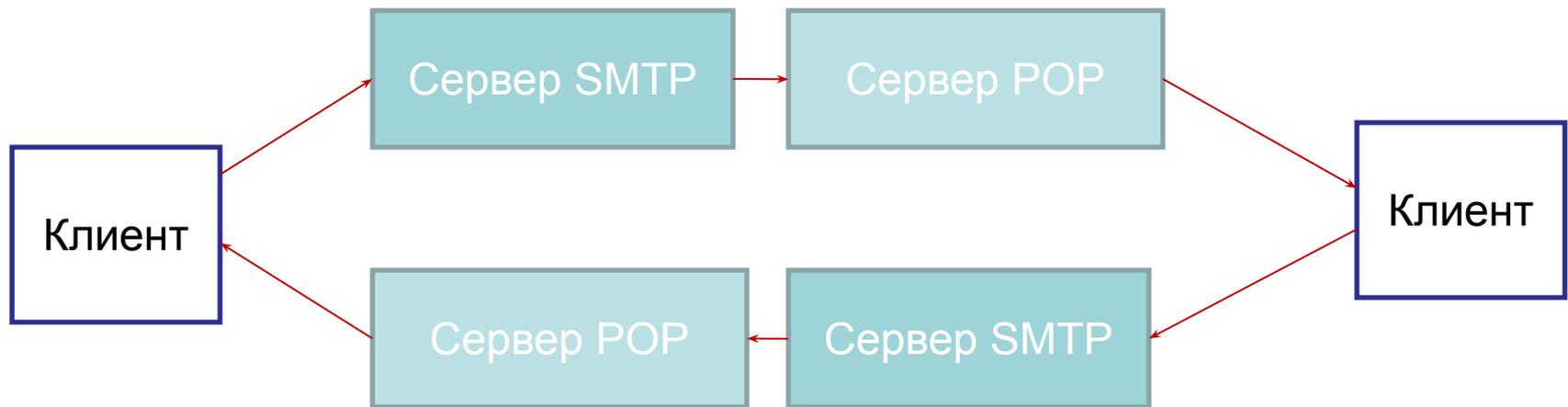
В любой сети возможна потеря или повреждение пакетов при пересылке, а также другие сбои в работе. Поэтому важной составной частью TCP/IP является протокол, позволяющий сообщать компьютеру, пославшему сообщение, о возникновении проблем. Для этой цели в IP встроен **протокол коррекции ошибок ICMP (Internet Control Message Protocol).**

**Протокол SMTP.** SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) предназначен для пересылки электронной почты. Этот протокол используется в качестве базовой системы пересылки сообщений электронной почты в Internet.

Программы электронной почты передают почтовые сообщения программе рассылки, которая либо является резидентной (TSR), либо запускается в нужный момент (daemon). Эта программа создает пакеты данных в соответствии с протоколом SMTP и посылает их в сеть.

В работе системы участвуют: сервер SMTP, сервер POP, клиентская программа. Адрес в системе электронной почты: <имя пользователя на POP-сервере>@<доменное имя POP-сервера>.

Пример: pfa@bti.secna.ru



**Telnet.** Протокол **Telnet (Telecommunications network)** позволяет пользователю, работающему на одном компьютере, подключиться к другому компьютеру сети и начать с ним работу (точно так же, как если бы он сидел за терминалом этого компьютера).

Протокол Telnet бывает полезен, например, в том случае, если на удаленном компьютере имеется некоторая специальная программа, к которой вам необходим доступ. Кроме того, Telnet позволяет повысить быстродействие компьютера за счет подключения к более мощному компьютеру и использования его процессора.

Telnet запускает специальный **серверный** процесс на компьютере, к которому обращаются ( для обработки запросов от **клиента**). Если пользователю необходимо обратиться к серверу, на рабочей станции запускается клиентская программа Telnet, которая устанавливает связь с сервером через определенный порт TCP.

**FTP.** FTP (File Transfer Protocol) - протокол, позволяющий быстро передавать по сети файлы, без проведения сеансов связи с помощью Telnet .

FTP позволяет пересылать файлы в различных форматах, обычно в текстовом или двоичном. Работает в клиент-серверном режиме.

**Telnet – доступ к информационным и вычислительным ресурсам, FTP – к информационным.**

**TFTP.** TFTP (Trivial File Transfer Protocol) - один из простейших протоколов пересылки файлов. Этот протокол отличается от FTP тем, что он не подключается к удаленному компьютеру; запросы на пересылку файлов обрабатываются протоколом UDP.

**DNS.** Протокол DNS (Domain Name Server) обеспечивает преобразование имен из доменной формы в формат адресов IP.

**NFS.** Приложения, нужные пользователю, часто находятся на другом компьютере сети, поэтому необходим метод простого и удобного доступа к ним. Для упрощения доступа к файлам на других компьютерах, а также разделения периферийного оборудования компания Sun Microsystems разработала сетевую файловую систему - NFS (Network File System). В структуру протоколов TCP/IP не входит!