



«Компьютерные системы, интернет и мультимедиа технологии»

Тема 4.1. Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

1. Общая характеристика локальных сетей.
2. Топологии и принципы доступа к среде передачи
3. Стандартизация работы



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Локальная вычислительная сеть (ЛВС, LAN - Local Area Network) — это совокупность аппаратного и программного обеспечения, позволяющего объединить компьютеры в единую распределенную систему обработки и хранения информации.

Компьютерная сеть - соединение компьютеров для обмена информацией и совместного использования ресурсов (принтер, модем, дисковая память и т.д.).



Рабочая станция - это любой компьютер в сети, не являющийся сервером, за которым работают пользователи. Требования к рабочим станциям определяются кругом задач станции. Обычно главными требованиями являются требования к быстродействию и к объему оперативной памяти.

Серверы - это компьютеры, которые управляют сетью и накапливают данные от рабочих станций. Серверы работают в автоматическом режиме - они стоят без клавиатуры и иногда даже без монитора, но осуществляют функции управления сетью и концентрации данных.

Сети одноранговые и “клиент/сервер” (с выделенным сервером)

Одноранговая локальная сеть



В одноранговой локальной сети все компьютеры равноправны. Общие устройства могут быть подключены к любому компьютеру в сети.

Сеть с выделенным сервером



Структура сети с выделенным сервером



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Компьютерные сети делятся на

- одноранговые сети
- сети с выделенным сервером.

Эта классификация компьютерных сетей имеет принципиальное значение, потому что тип сети характеризует ее функциональные возможности.

Одноранговые сети — это компьютерные сети, в которых не предусмотрено выделение специальных компьютеров, контролирующих администрирование сети. При входе в сеть каждый пользователь выделяет в ней какие-либо ресурсы (дисковое пространство, принтеры) и подключается к ресурсам, предоставленным в сеть другими пользователями

Сеть с выделенным сервером — это компьютерная сеть, в которой предусмотрено выделение специального компьютера (сервера), контролирующего администрирование сети. Сервер — это компьютер, предоставляющий свои ресурсы сетевым пользователям. Он предназначен для быстрой обработки запросов от сетевых клиентов и управления защитой файлов и каталогов. Остальные компьютеры сети называются **рабочими станциями**. Рабочие станции имеют доступ к дискам сервера и другим совместно используемым ресурсам. Однако с одной рабочей станции нельзя работать с дисками других рабочих станций.



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

В ЛВС под сервером понимается компьютер или соответствующая программа. На одном выделенном компьютере-сервере может функционировать несколько серверов-программ, например, коммуникационный сервер, сервер приложений. В больших корпоративных сетях с десятками и сотнями рабочих станций могут быть выделены серверы, которые «специализируются» на выполнении той или иной функции.

Сервер ЛВС – мощный, надежный компьютер, предназначенный для обработки запросов от сетевых рабочих станций, предоставляющий им доступ к общим ресурсам. Основные функции сервера ЛВС: «отвечает» за коммуникационные связи сетевых рабочих станций; организует доступ к общим сетевым ресурсам (дисковому пространству, принтеру, модему); выполняет прикладные программы, которые запускают пользователи со своих рабочих станций (технология «клиент-сервер»); обеспечивает одновременную совместную работу пользователей сети.

Сервер баз данных (БД) – компьютер, выполняющий функции хранения, обработки и управления файлами баз данных (используется та или иная промышленная СУБД).

Коммуникационный сервер – компьютер, предоставляющий клиентским компьютерам (рабочим станциям) сети доступ к модему, факс-модему, к Интернет по выделенной линии.

Сервер приложений – компьютер, используемый для выполнения прикладных программ (решения задач) пользователей сети. Обработка данных (решение задач) ведется не на сетевых рабочих станциях, а на сервере приложений.

Файловый сервер – компьютер, хранящий данные (файлы условно-постоянной и переменной информации) пользователей сети и обеспечивающий доступ к этим данным.



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Еще раз о топологии

Все компьютеры в локальной сети соединены линиями связи. Геометрическое расположение линий связи относительно узлов сети и физическое подключение узлов к сети называется **физической топологией**. В зависимости от топологии различают сети: шинной, кольцевой, звездной, иерархической и произвольной структуры.

Различают **физическую и логическую топологию**. Логическая и физическая топологии сети независимы друг от друга. Физическая топология - это геометрия построения сети, а **логическая топология** определяет направления потоков данных между узлами сети и способы передачи данных.

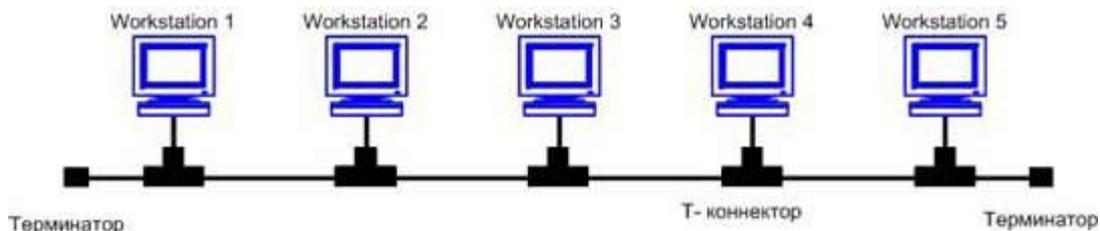
В настоящее время в локальных сетях используются следующие **физические топологии**:

- физическая "шина" (bus);
- физическая "звезда" (star);
- физическое "кольцо" (ring);
- физическая "звезда" и логическое "кольцо" (Token Ring).



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Шинная топология



Преимущества сетей шинной топологии:

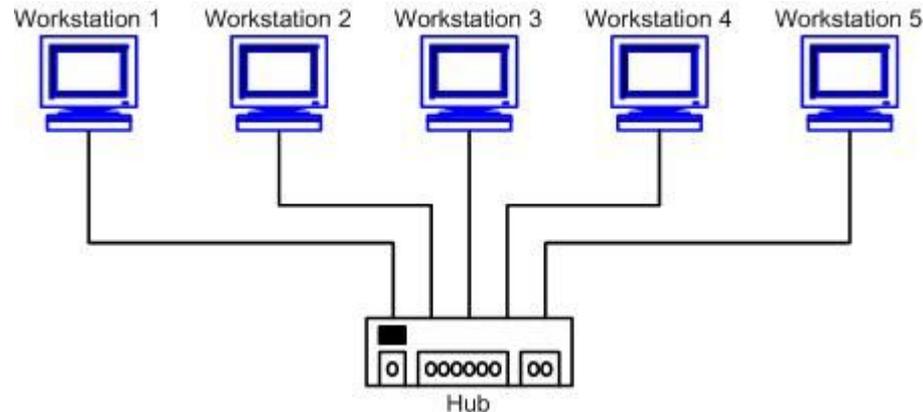
- отказ одного из узлов не влияет на работу сети в целом;
- сеть легко настраивать и конфигурировать;
- сеть устойчива к неисправностям отдельных узлов.

Недостатки сетей шинной топологии:

- разрыв кабеля может повлиять на работу всей сети;
- ограниченная длина кабеля и количество рабочих станций;
- трудно определить дефекты соединений

Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Топология типа “звезда”



Преимущества сетей топологии звезда:

- легко подключить новый ПК;
- имеется возможность централизованного управления;
- сеть устойчива к неисправностям отдельных ПК и к разрывам соединения отдельных ПК

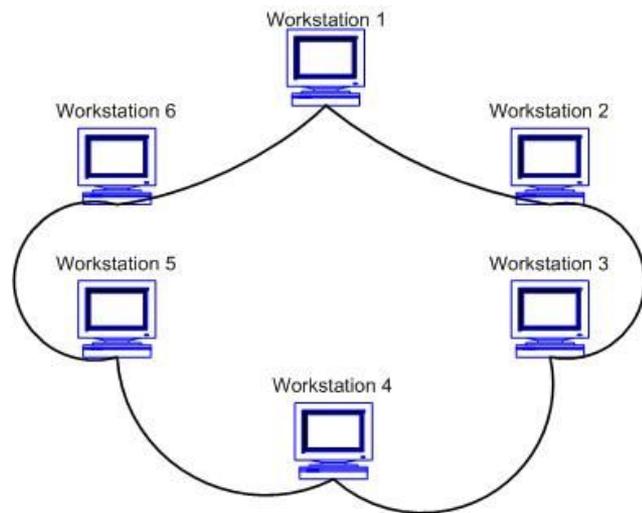
Недостатки сетей топологии звезда:

- отказ хаба влияет на работу всей сети;
- большой расход кабеля;



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Топология “кольцо”



Преимущества

Данную сеть очень легко создавать и настраивать

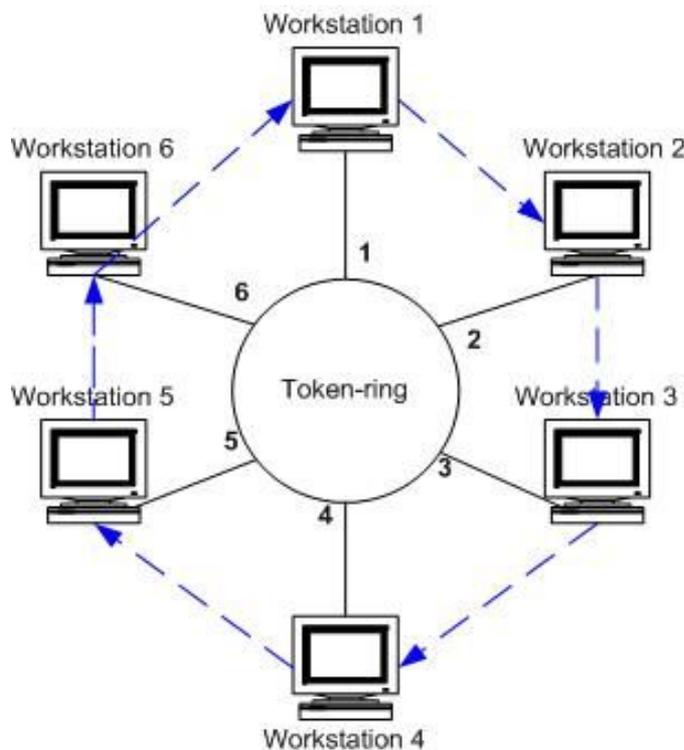
Недостатки - повреждение линии связи в одном месте или отказ ПК приводит к неработоспособности всей сети.



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Преимущества сетей топологии Token Ring:

- топология обеспечивает равный доступ ко всем рабочим станциям;
- высокая надежность, так как сеть устойчива к неисправностям отдельных станций и к разрывам соединения отдельных станций.



Топология Token Ring

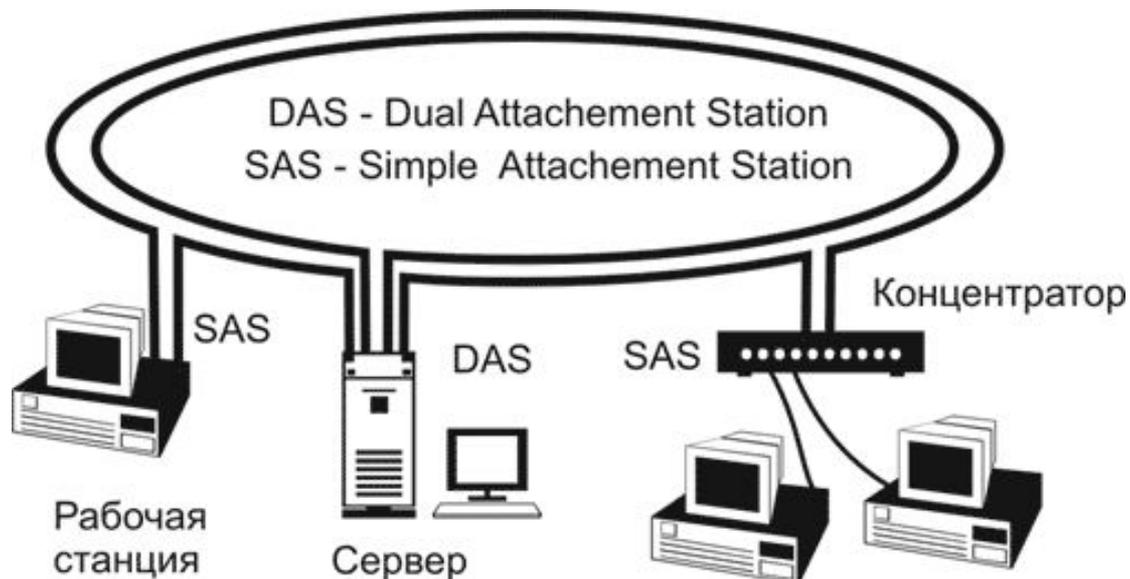
Недостатки сетей топологии Token Ring:
большой расход кабеля и соответственно дорогостоящая разводка линий связи.



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Технология FDDI

Технология Fiber Distributed Data Interface (FDDI) была разработана в 1980 году . Это была первая компьютерная сеть, использовавшая в качестве среды передачи только оптоволоконный кабель.



Стандарт FDDI оговаривает передачу данных по двойному кольцу оптоволоконного кабеля со скоростью 100 Мбит/с, что позволяет получить надежный (зарезервированный) и быстрый канал. Расстояния вполне глобальные - до 100 км по периметру. Логически работа сети была построена на передачи маркера.



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Характеристики	FDDI	Ethernet	Token Ring	ArcNet
Скорость передачи	100 Мбит/с	10 (100) Мбит/с	16 Мбит/с	2,5 Мбит/с
Топология	кольцо	шина	кольцо/звезда	шина, звезда
Среда передачи	оптоволоконно, витая пара	коаксиальный кабель, витая пара, оптоволоконно	витая пара, оптоволоконно	коаксиальный кабель, витая пара, оптоволоконно
Метод доступа	маркер	CSMA/CD	маркер	маркер
Максимальная протяженность сети	100 км	2500 м	4000 м	6000 м
Максимальное количество узлов	500	1024	260	255
Максимальное расстояние между узлами	2 км	2500 м	100 м	600 м



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Характеристики	Топология		
	Звезда	Кольцо	Шина
Стоимость расширения	Незначительная	Средняя	Средняя
Присоединение абонентов	Пассивное	Активное	Пассивное
Защита от отказов	Незначительная	Незначительная	Высокая
Характеристики	Топология		
	Звезда	Кольцо	Шина
Размеры системы	Любые	Любые	Ограниченны
Защищенность от прослушивания	Хорошая	Хорошая	Незначительная
Стоимость подключения	Незначительная	Незначительная	Высокая
Поведение системы при высоких нагрузках	Хорошее	Удовлетворительное	Плохое
Возможность работы в реальном режиме времени	Очень хорошая	Хорошая	Плохая
Разводка кабеля	Хорошая	Удовлетворительная	Хорошая
Обслуживание	Очень хорошее	Среднее	Среднее

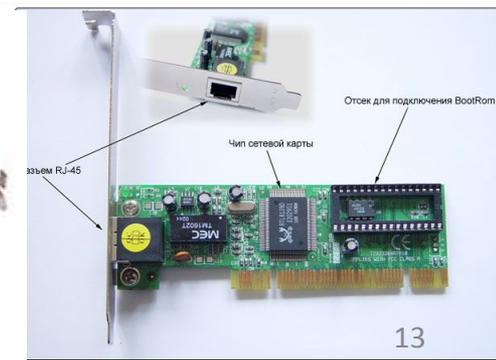


Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Компьютер подключается в сеть с помощью **сетевой карты**, которая устанавливается в один из свободных слотов материнской платы. Сетевые карты являются посредниками между РС и сетью и передают данные по системе шин к ЦП и ОЗУ сервера или рабочей станции.

На внешней стороне карты имеются **разъемы** для подключения **кабелей**:

- RJ-45 (UTP) - разъем для подключения витой пары (сетевая среда 10BaseT, 100BaseTX)
- ST - разъем для подключения опто-волоконного кабеля (сетевая среда 10BaseFX, 100BaseFX)
- BNC - разъем для подключения тонкого коаксиального кабеля Ethernet (RG-58) (сетевая среда 10Base2)

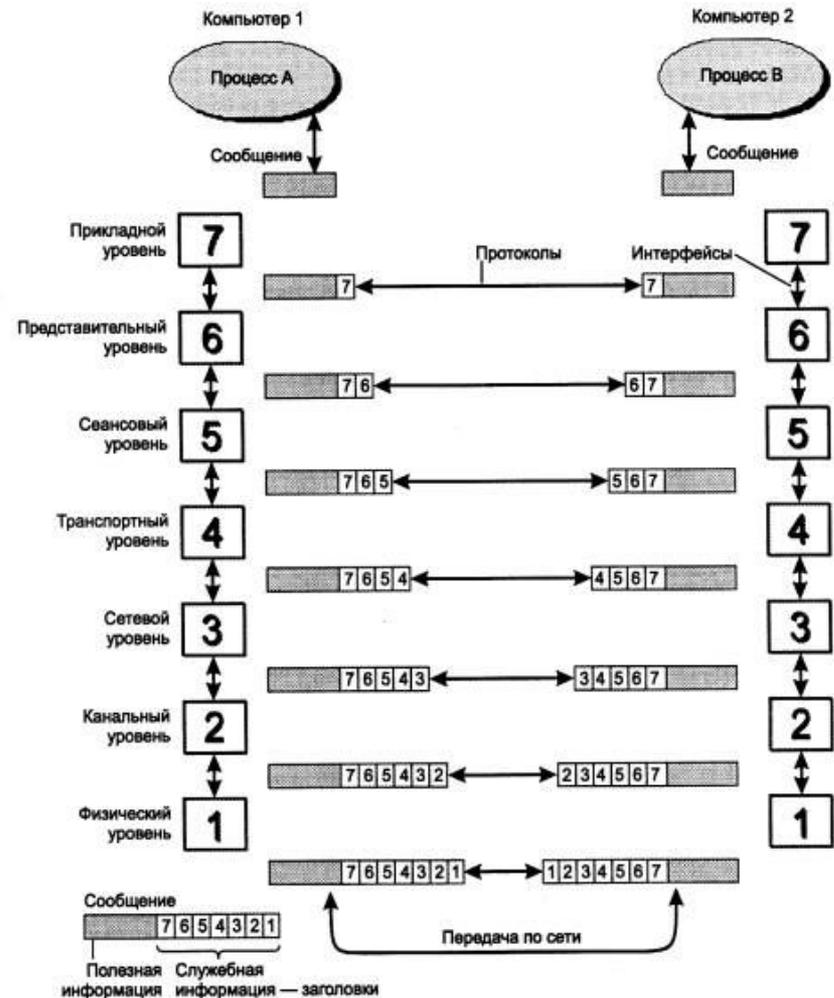




Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Физический уровень выполняет передачу битов по физическим каналам, таким, как коаксиальный кабель, витая пара или оптоволоконный кабель. На этом уровне определяются характеристики физических сред передачи данных и параметров электрических сигналов.

Канальный уровень обеспечивает передачу кадра данных между любыми узлами в локальных сетях или между двумя соседними узлами в распределенных сетях. В протоколах канального уровня заложена процедура передачи кадров между компьютерами и способы их адресации. Адреса, используемые на канальном уровне в локальных сетях, часто называют **MAC-адресами**.





Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

MAC-адрес (от англ. Media Access Control — управление доступом к среде, также Hardware Address) — это уникальный идентификатор, присваиваемый каждой единице оборудования компьютерных сетей

MAC-адрес позволяет уникально идентифицировать каждый узел сети и доставлять данные только этому узлу.

MAC-адреса используются в таких технологиях, как Ethernet, Token ring, FDDI, WiMAX и др. **MAC-адрес состоит из 48 бит (6 байт)**, таким образом, адресное пространство насчитывает 281 474 976 710 656 адресов (2 в 48 степени). Согласно подсчётам IEEE, этого запаса адресов хватит по меньшей мере до 2100 года.

ПРИМЕР: 00-0C-F1-AE-B1-34

- 3 байта – код производителя
- 3 байта – номер экземпляра



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

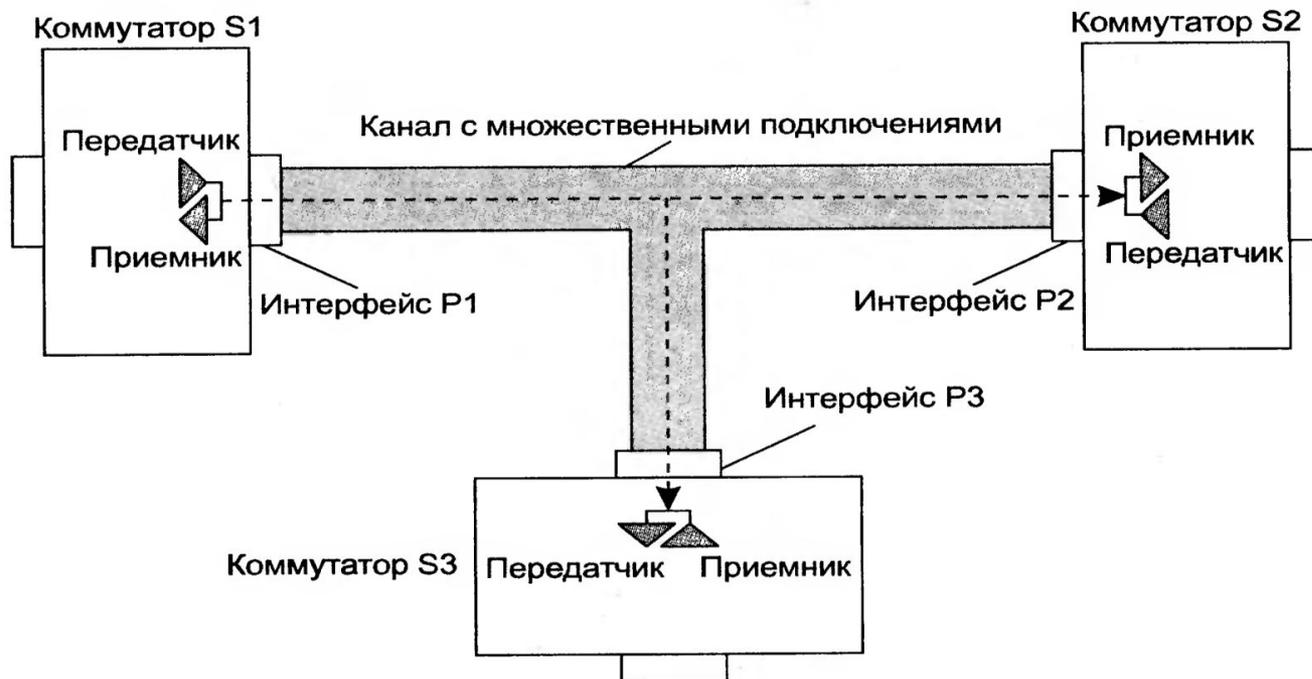
Канальный уровень (data link layer) – обеспечивает «прозрачную» передачу пакетов сетевого уровня. Выполняет:

- ❖ Создание логического соединения между узлами ЛВС;
- ❖ Согласование параметров приемника и передатчика (скорость, формат и др.);
- ❖ Обеспечение надежной передачи кадров между узлами (обнаружение ошибок, коррекция ошибок, повторная передача).

Пакеты данных, полученные от драйвера сетевого уровня, помещаются в один или несколько **кадров (frame)**, состоящих из поля данных и заголовка. Размер кадра определяется особенностями архитектуры (Ethernet – 46-1500 байт, Token Ring -4500).

Протоколы канального уровня реализуются средствами сетевых адаптеров и их драйверов.

Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.



Метод доступа – это правила, которые описывают, как устройства разделяют канал связи, обращаются к каналу и освобождают его.



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

вероятностные

- Метод случайного доступа (соревнование) (*Ethernet*);

детерминированные

- Метод маркерного доступа (*Token Ring, FDDI, ArcNet*)
- Поллинг (голосование) (*Wi-Max*).

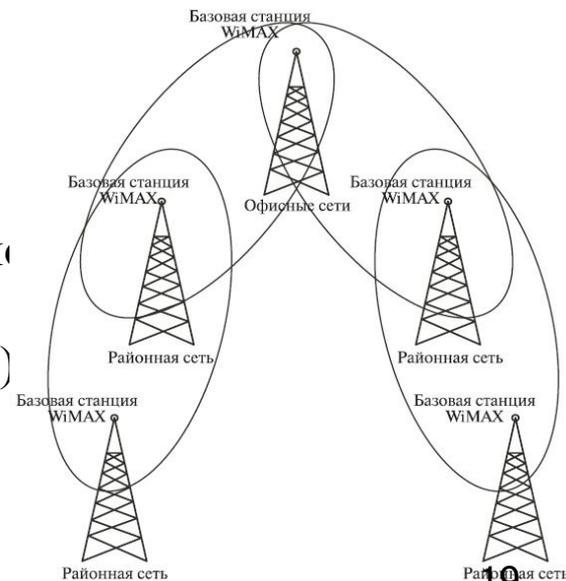


Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

поллинг (polling) — опрос готовности, выполняемый ведущим устройством, и передача права доступа в соответствии с определенным (установленным) регламентом, применяется в широкополосных беспроводных технологиях (WiMax)

WiMAX (англ. Worldwide Interoperability for Microwave Access) — телекоммуникационная технология, разработанная с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для широкого спектра устройств (от рабочих станций и портативных компьютеров до мобильных телефонов). Основана на стандарте IEEE 802.16, который также называют Wireless MAN (Строго говоря, WiMAX можно считать жаргонным названием, так как это не технология, а название форума, на котором Wireless MAN и был согласован)

WMAN (Wireless Metropolitan Area Networks) — беспроводные сети масштаба города. Предоставляют широкополосный доступ к сети через радиоканал.

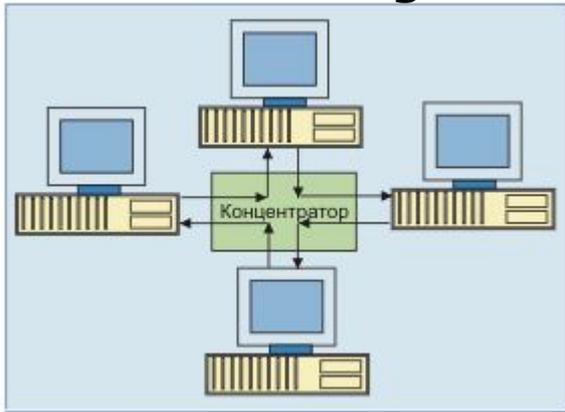




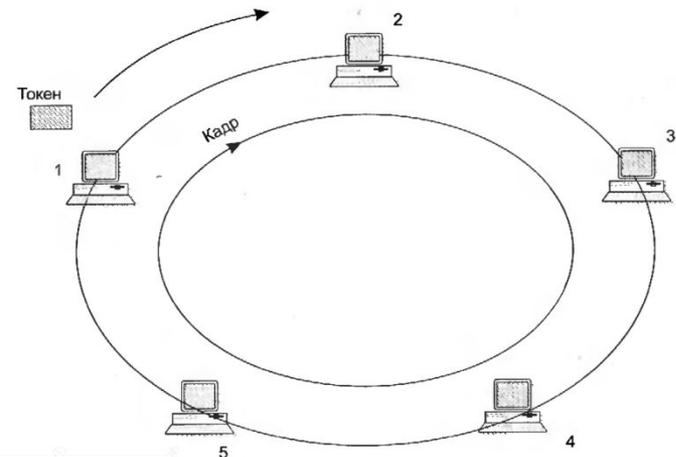
Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Логическое кольцо

Token ring



FDDI



Стартовый разделитель	Управление доступом	Управление кадром	Адрес		Данные	Циклический код	Конец кадра	Статус кадра
			приемника	источника				

Указывается: передается кадр маркера или кадр данных

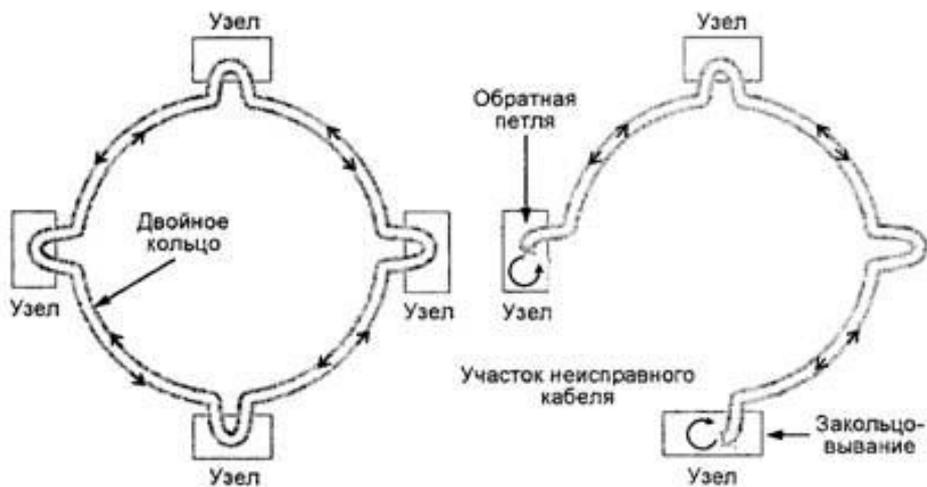
Содержит информацию: кадр – для всех PC; кадр - для одной PC

Сообщает: был ли распознан и скопирован кадр (доступен ли адрес приемника)

Для доступа к сетевой среде станция должна получить пакет-маркер (токен). Получив маркер, сетевое устройство может начать передачу данных, а завершив эту процедуру, устройство должно переслать маркер следующей сетевой станции.



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.





Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection — множественный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий). CSMA/CD относится к децентрализованным случайным методам. Он используется как в обычных сетях типа Ethernet, так и в высокоскоростных сетях (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet). Протокол CSMA/CD работает на канальном уровне в модели OSI.

Методы обнаружения коллизий зависят от используемого оборудования. Простейший способ обнаружения коллизий это сравнение передаваемой и получаемой информации. Если она различается, то другая передача накладывается на текущую (возникла коллизия) и передача прерывается немедленно. Посылается jam signal, что вызывает задержку передачи всех передатчиков на произвольный интервал времени, снижая вероятность коллизии во время повторной попытки.

Типичная реализация – Ethernet.

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.



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

CSMA/CD





Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Стандартизация организации сетей:

- ✓ **Международная организация по стандартизации (ISO 8802-1...5),**
- ✓ **Международный союз электросвязи (ITU),**
- ✓ **Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE 802.x),**
- ✓ **Национальные стандарты (ГОСТ, СТБ, ANSI),**
- ✓ **Стандарты и спецификации специальных объединений (ISOC, RFC, IEC),**
- ✓ **Стандарты фирм (Cisco, IBM, ...).**



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

В 1980 году в институте IEEE был организован комитет 802 по стандартизации локальных сетей, в результате работы которого было принято семейство стандартов IEEE 802-х, которые содержат рекомендации по проектированию нижних уровней локальных сетей. Позже результаты работы этого комитета легли в основу комплекса международных стандартов ISO 8802-1...5. Эти стандарты были созданы на основе очень распространенных фирменных стандартов сетей Ethernet, ArcNet и Token Ring.

Специфика локальных сетей также нашла свое отражение в разделении канального уровня на два подуровня, которые часто называют также уровнями. Канальный уровень (Data Link Layer) делится в локальных сетях на два подуровня:

- логической передачи данных (Logical Link Control, LLC);
- управления доступом к среде (Media Access Control, MAC).



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Уровень MAC появился из-за существования в локальных сетях разделяемой среды передачи данных. Именно этот уровень обеспечивает корректное совместное использование общей среды, предоставляя ее в соответствии с определенным алгоритмом в распоряжение той или иной станции сети. После того как доступ к среде получен, ею может пользоваться более высокий уровень - уровень LLC, организующий передачу логических единиц данных, кадров информации, с различным уровнем качества транспортных услуг. В современных локальных сетях получили распространение несколько протоколов уровня MAC. Эти протоколы полностью определяют специфику таких технологий, как Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Token Ring, FDDI, 100VG-AnyLAN.

Уровень LLC отвечает за передачу кадров данных между узлами с различной степенью надежности, а также реализует функции интерфейса с прилегающим к нему сетевым уровнем. Именно через уровень LLC сетевой протокол запрашивает у канального уровня нужную ему транспортную операцию с нужным качеством. На уровне LLC существует несколько режимов работы, отличающихся наличием или отсутствием на этом уровне процедур восстановления кадров в случае их потери или искажения, то есть отличающихся качеством транспортных услуг этого уровня.

Протоколы уровней MAC и LLC взаимно независимы - каждый протокол уровня MAC может применяться с любым протоколом уровня LLC, и наоборот.



*Тема . Локальные сети: общая характеристика,
принципы работы.*

- 802.1 - Internetworking - объединение сетей;**
- 802.2 - Logical Link Control, LLC - управление логической передачей данных;**
- 802.3 - Ethernet с методом доступа CSMA/CD;**
- 802.4 - Token Bus LAN - локальные сети с методом доступа Token Bus;**
- 802.5 - Token Ring LAN - локальные сети с методом доступа Token Ring;**
- 802.6 - Metropolitan Area Network, MAN - сети мегаполисов;**
- 802.7 - Broadband Technical Advisory Group - техническая консультационная группа по широкополосной передаче;**
- 802.8 - Fiber Optic Technical Advisory Group - техническая консультационная группа по волоконно-оптическим сетям;**
- 802.9 - Integrated Voice and data Networks - интегрированные сети передачи голоса и данных;**
- 802.10 - Network Security - сетевая безопасность;**
- 802.11 - Wireless Networks - беспроводные сети;**
- 802.12 - Demand Priority Access LAN, 100VG-AnyLAN - локальные сети с методом доступа по требованию с приоритетами;**
- 802.15 - Wireless Personal Area Networks (PANs);**
- 802.16 - Broadband Wireless Metropolitan Area Networks (MANs)**



Тема . Локальные сети: общая характеристика, принципы работы.

Структура стандартов IEEE 802.X



Флаг	Адрес точки входа службы назначения (DSAP)	Адрес точки входа службы источника (SSAP)	Управляющее поле (Control)	Данные (Data)	Флаг
01111110					01111110



*«Компьютерные системы, интернет и
мультимедиа технологии»
Тема 4.2. Технология Ethernet.*

1. Общие характеристики технологии.
2. Метод доступа к среде передачи данных.
3. Развитие технологии Ethernet.



Тема. Технология Ethernet.

Немного истории

Под термином **Ethernet** (от лат. aether — эфир) обычно подразумевают любой из нескольких вариантов этой популярной технологии.

Если же конкретизировать **термин Ethernet**, то в принципе это не что иное, как сетевой стандарт, который был разработан фирмой Xerox на основе ее экспериментальной сети, носившей название Ethernet Network. Было это в далеком теперь **1975** году.

Использовавшийся же в этом стандарте метод доступа был протестирован за 10 лет до этого в Гавайском университете. При работе в радиосети университета были использованы разнообразные вариации случайного доступа к разделяемой радиолинии, которые получили название **Aloha**.

В 1980 году появился стандарт Ethernet ver. II, разработанный совместно компаниями Xerox, Intel и DEC. Он был разработан для сети, физической средой передачи данных в которой выступал коаксиальный кабель. Этот стандарт, называемый Ethernet II или по-другому Ethernet DIX, стал финальной версией фирменного Ethernet.



Тема. Технология Ethernet.

Ethernet - пакетная технология передачи данных преимущественно локальных компьютерных сетей.

Стандарты Ethernet определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат кадров и протоколы управления доступом к среде — на канальном уровне модели OSI.

Ethernet в основном описывается стандартами IEEE группы 802.3.

Стандарт **Ethernet IEEE 802.3** существует в нескольких модификациях. Они различаются видом физической среды, по которой передаются данные **Ethernet** и стал самой распространённой технологией ЛВС в середине 90-х годов прошлого века, вытеснив такие технологии, как Arcnet, FDDI и Token ring.

Ethernet - это самый распространенный на сегодняшний день стандарт локальных сетей. **Общее количество** сетей, использующих в настоящее время Ethernet, оценивается в **5 миллионов**, а количество компьютеров, работающих с установленными сетевыми адаптерами Ethernet - в **50 миллионов**.



- *Тема. Технология Ethernet.*

Наиболее распространенная технология проводных LAN

Стандарты Ethernet определяют:

- 1) требования к среде передачи на физическом уровне,
- 2) формат кадров и протоколы управления доступом к среде — на канальном.

- Топология: Bus, star, или смешанная (star-bus)
- Случайный доступ к среде передачи, метод доступа **CSMA/CD** (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
- Варианты реализации:
 - 10-Mbps Ethernet
 - 100-Mbps Fast Ethernet
 - 1000-Mbps Gigabit Ethernet
 - 10000-Mbps 10Gigabit Ethernet



Тема. Технология Ethernet.

Стандарты определяют **несколько реализаций базовой технологии Ethernet**. В зависимости от типа физической среды имеются различные стандарты:

10BASE5 ("толстый" Ethernet) использует топологию типа "шина" с толстым коаксиальным кабелем как средой передачи.

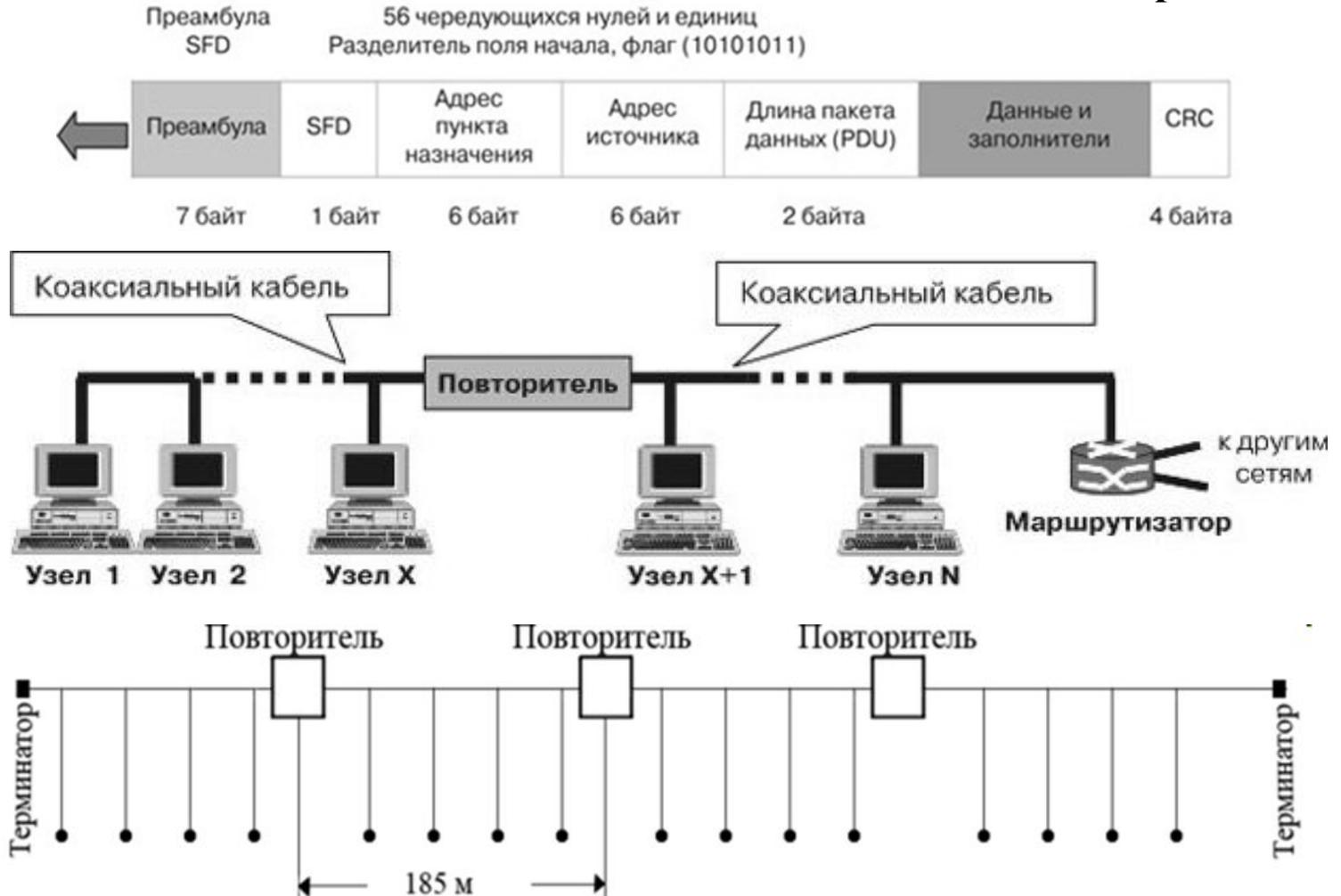
10BASE2 ("тонкий" Ethernet или более дешевая сеть) использует топологию типа "шина" с тонким коаксиальным кабелем как средой передачи.

10BASE-T (Локальная сеть Ethernet по витой паре) использует физическую звездную топологию (логическая топология - "шина") со станциями, подключенными двумя парами кабеля с витой пары к центру.

10BASE-FL (Локальная сеть Ethernet по оптоволоконной паре) использует звездную топологию (логическая топология - "шина") со станциями, подключенными парой волоконно оптических кабелей к центру.

Число 10 обозначает скорость передачи **10 Мбит/с**, Base - передачу на одной базовой частоте 10 МГц, последний символ обозначает тип кабеля (5 - коаксиальный кабель диаметром 0,5 дюйма, 2 - коаксиальный кабель диаметром 0,25 дюйма, T (twisted pair) - неэкранированная витая пара, FL (fiber link) - оптический кабель.

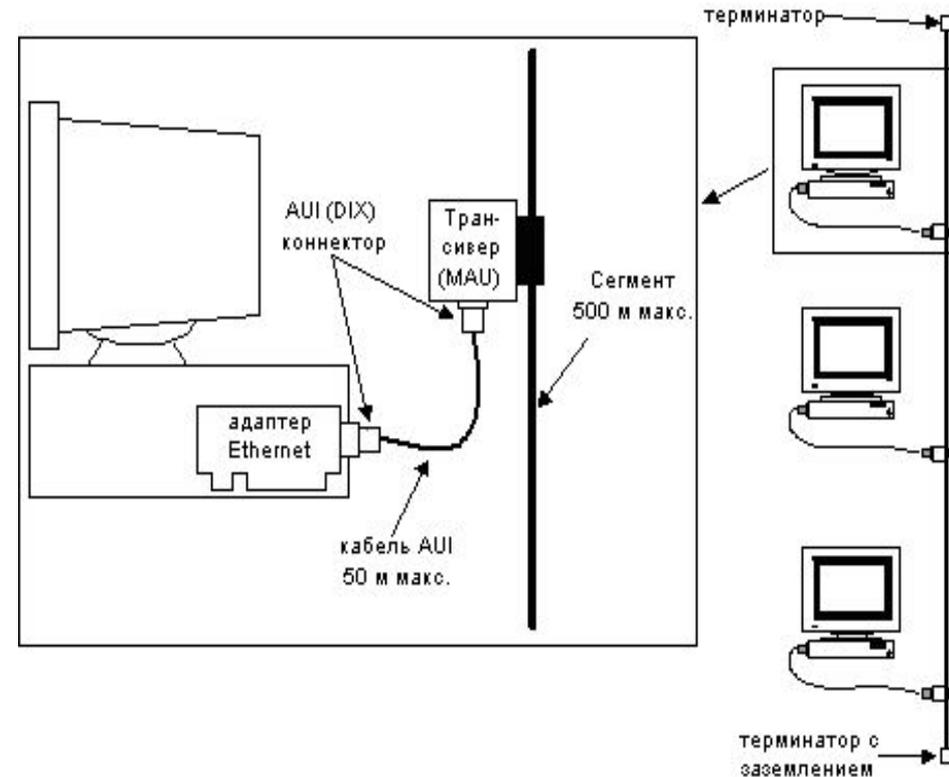
Стандарт 10Base-5



Стандарт 10Base-5

Спецификация Ethernet 10Base5 :

- Среда передачи - "толстый" около 12 мм в диаметре коаксиальный кабель (RG-8 или RG-11) с волновым сопротивлением 50 Ом.
- Длина кабеля между соседними станциями не менее 2,5 м.
- Максимальная длина сегмента сети не более 500 метров, общая длина – не в сегментах не более 2,500 метров.
- Общее число узлов на один сегмент сети не более 100.
- Сегмент оканчивается терминаторами, один из которых должен быть заземлен.
- Расстояние от трансивера до адаптера не более 50 метров.
- Расстояние между соседними станциями должно быть кратно 2,5 м.



Подключение трансивера к кабелю при помощи разъемов, имеющих веселенькое название "вампиры" (это из-за того, что разъем прокалывает кабель до центральной жилы). Подключение производится без остановки работы сети, в отличие от подключения через N-коннектор. Кабели в сегменте должны браться с одной катушки кабеля, что обеспечивает одинаковые электрические параметры.



Тема. Технология Ethernet.

Стандарт 10Base-2

Стандарт 10Base-2 использует в качестве передающей среды коаксиальный кабель с диаметром центрального медного провода 0,89 мм и внешним диаметром около 5 мм («тонкий» Ethernet). Кабель имеет волновое сопротивление 50 Ом. Такими характеристиками обладают кабели марок RG-58 /U, RG-58 A/U, RG-58 C/U.

Максимальная длина сегмента без повторителей составляет 185 м, сегмент должен иметь на концах согласующие терминаторы 50 Ом. Кабель - «тонкий» коаксиал обладает худшей помехозащищенностью, худшей механической прочностью и более узкой полосой пропускания.

Станции подключаются к кабелю с помощью высокочастотного BNC T-коннектора, который представляет собой тройник, один отвод которого соединяется с сетевым адаптером, а два других - с двумя концами разрыва кабеля. Максимальное количество станций, подключаемых к одному сегменту, - 30. Минимальное расстояние между станциями - 1 м. Кабель «тонкого» коаксиала имеет разметку для подключения узлов с шагом в 1 м.



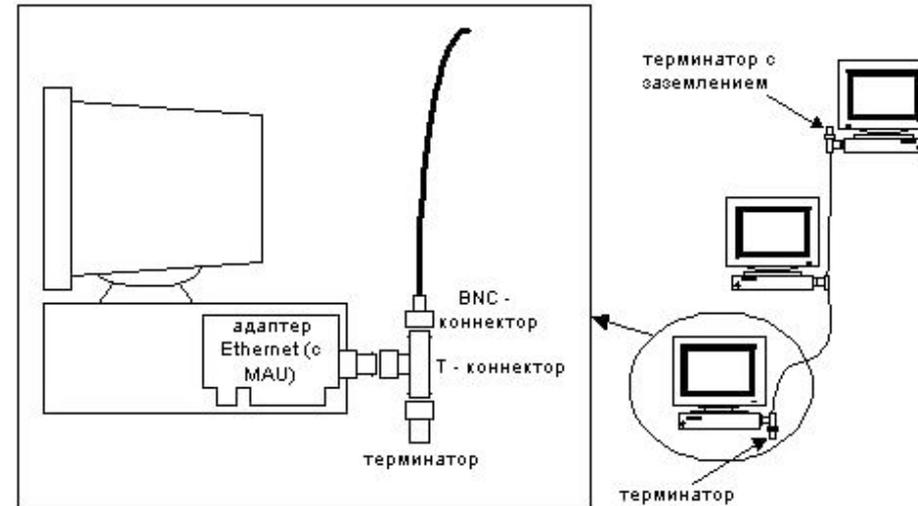


Тема. Технология Ethernet.

Спецификация Ethernet 10Base2:

- Среда передачи - "тонкий" (около 6 мм в диаметре) коаксиальный кабель (RG-58 различных модификаций) с волновым сопротивлением 50 Ом.
- Длина кабеля между соседними станциями не менее 0,5 м.
- Максимальная длина сегмента сети не более 185 метров.
- Общая длина всех кабелей в сегментах (соединенных через повторители) не более 925 метров.
- Общее число узлов на один сегмент сети не более 30 (включая повторители).
- Сегмент оканчивается терминаторами, один из которых заземляется.
- Ответвления от сегмента недопустимы.

Стандарт 10Base-2



Сеть Ethernet 10Base2 часто называют "тонкой Ethernet" или Thinnet из-за применяемого кабеля. Топология сети - общая шина. Кабель прокладывается вдоль маршрута, где размещены рабочие станции, которые подключаются к сегменту при помощи T-коннекторов. Отрезки сети, соединяющие соседние станции, подключаются к T-коннекторам при помощи BNC-разъемов. В сети не более 1024 станций. Сейчас 10base2 применяется в "домашних" сетях.



Тема. Технология Ethernet.

Стандарт 10Base-2

Трансивер - это часть сетевого адаптера, которая выполняет следующие функции:

- прием и передача данных с кабеля на кабель;
- определение коллизий на кабеле;
- электрическая развязка между кабелем и остальной частью адаптера;
- защита кабеля от некорректной работы адаптера.

Последнюю функцию иногда называют **«контролем болтливости»**, что является буквальным переводом соответствующего английского термина (jabber control). При возникновении неисправностей в адаптере может возникнуть ситуация, когда на кабель будет непрерывно выдаваться последовательность случайных сигналов. Так как кабель - это общая среда для всех станций, то работа сети будет заблокирована одним неисправным адаптером. Чтобы этого не случилось, на выходе передатчика ставится схема, которая проверяет время передачи кадра. Если максимально возможное время передачи пакета превышает (с некоторым запасом), то эта схема просто отсоединяет выход передатчика от кабеля. Максимальное время передачи кадра (вместе с преамбулой) равно 1221 мкс, а время jabber- контроля устанавливается равным 4000 мкс (4 мс).



Тема. Технология Ethernet.

Стандарт 10Base-T

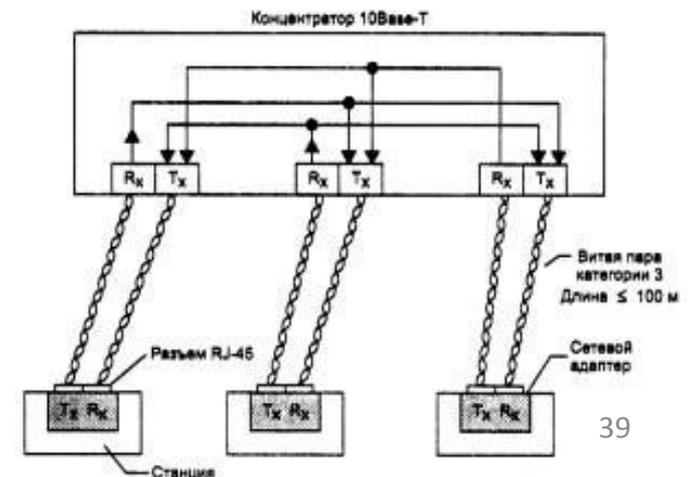


Стандарт принят в 1991 году, как дополнение к существующему набору стандартов Ethernet, и имеет обозначение 802.3L. Сети 10Base-T используют в качестве среды две неэкранированные витые пары (Unshielded Twisted Pair, UTP).

Многопарный кабель на основе неэкранированной витой пары категории 3 (категория определяет полосу пропускания кабеля, величину перекрестных наводок NEXT и некоторые другие параметры его качества) *телефонные компании уже достаточно давно использовали для подключения телефонных аппаратов внутри зданий.*

Идея приспособить этот популярный вид кабеля для построения локальных сетей оказалась очень плодотворной, так как многие здания уже были оснащены нужной кабельной системой. Переход на витую пару требует только замены трансивера сетевого адаптера или порта маршрутизатора, а метод доступа и все протоколы канального уровня остались теми же, что и в сетях Ethernet на коаксиале.

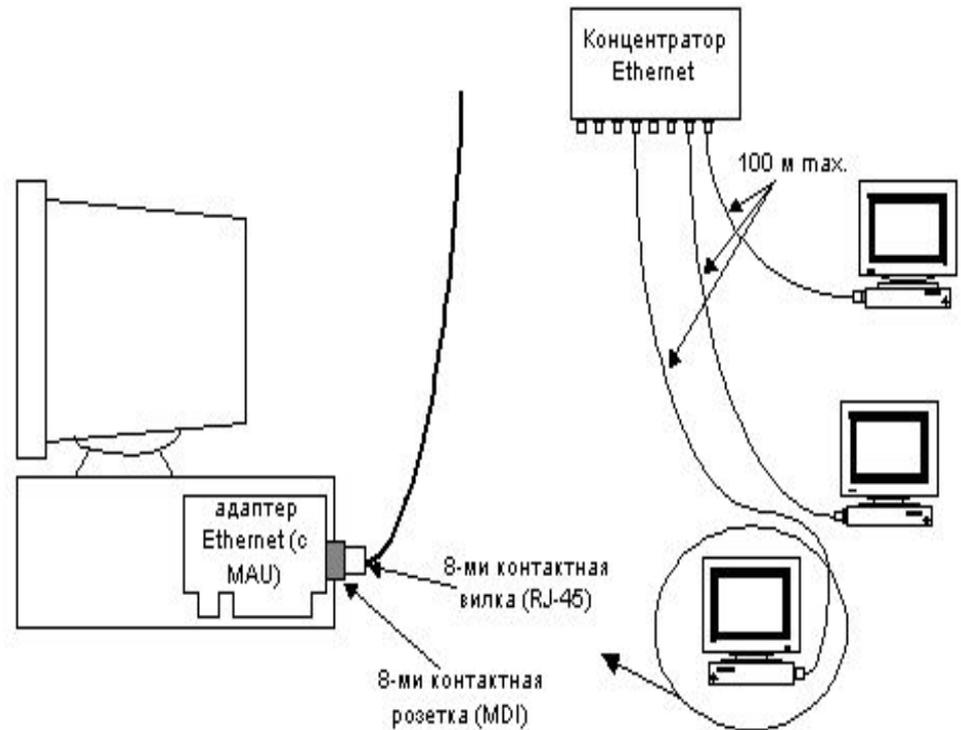
Конечные узлы соединяются по топологии «точка-точка» со специальным устройством - многопортовым повторителем с помощью двух витых пар. Одна витая пара требуется для передачи данных от станции к повторителю (выход Tx сетевого адаптера), а другая - для передачи данных от повторителя к станции



Стандарт 10Base-T

Спецификация Ethernet 10Base-T:

- Среда передачи - неэкранированный кабель на основе витой пары (UTP - Unshielded Twisted Pair) категории 3 и выше. При этом задействуются 2 пары - одна на прием, вторая на передачу.
- Физическая топология "звезда".
- Длина кабеля между станцией и концентратором не более 100 м.
- Максимальный диаметр сети не более 500 метров.
- Количество станций в сети не более 1024.



В сети 10Base-T термин "сегмент" применяют к соединению станция-концентратор. Дополнительные расходы в 10Base2, связанные с необходимостью наличия концентратора и большим количеством кабеля, компенсируются большей надежностью и удобством эксплуатации. Индикаторы на концентраторах, позволяют быстро найти неисправный кабель. Совместимость кабельной системы со стандартами Fast Ethernet увеличивает пропускную способность без изменения кабельных систем. Для оконцовки кабеля применяются восьмиконтактные разъемы и розетки RJ-45.

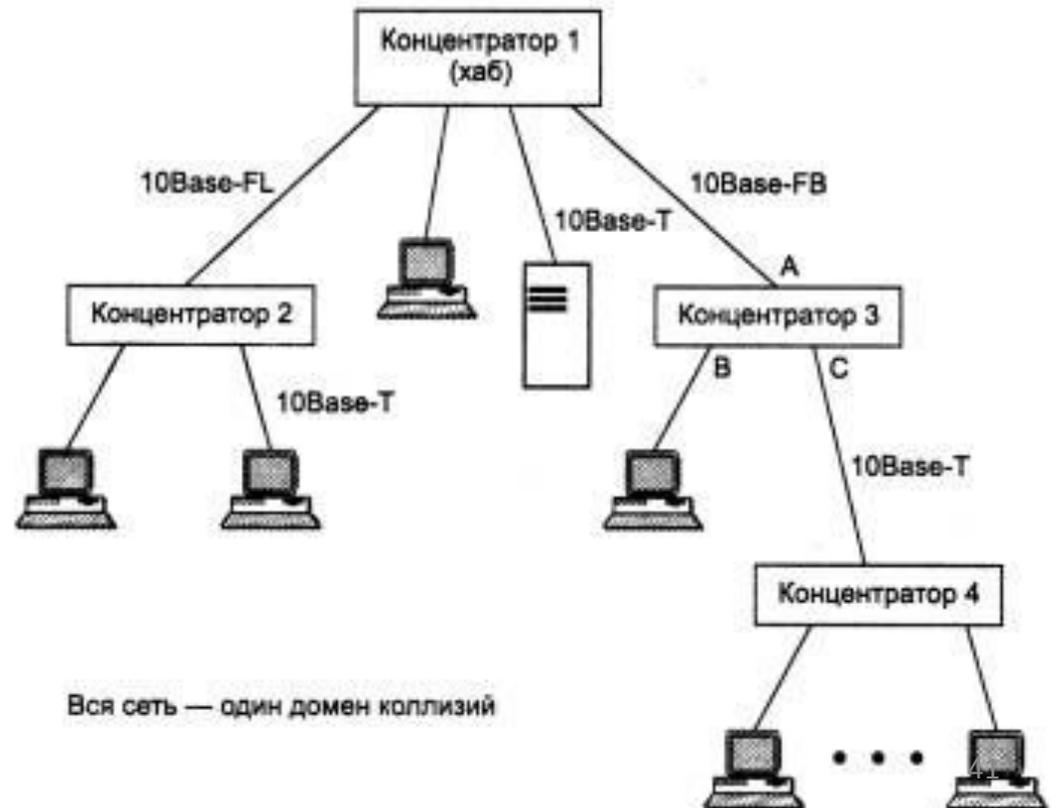


Тема. Технология Ethernet.

Стандарт 10Base-T

Концентраторы 10Base-T можно соединять друг с другом с помощью тех же портов, которые предназначены для подключения конечных узлов. При этом нужно позаботиться о том, чтобы передатчик и приемник одного порта были соединены соответственно с приемником и передатчиком другого порта.

Для обеспечения синхронизации станций при реализации процедур доступа CSMA/CD и надежного распознавания станциями коллизий в стандарте определено максимальное число концентраторов между любыми двумя станциями сети, а именно 4. Это правило носит название **«правила 4-х хабов»**. При создании сети 10Base-T с большим числом станций концентраторы можно соединять друг с другом иерархическим способом, образуя древовидную структуру





Тема. Технология Ethernet.



Преамбула. Преамбула кадров содержит 7 байтов (56 битов) чередующихся нулей и единиц, которые приводят в готовность систему для приема прибывающего кадра и подготавливают ее для синхронизации с помощью тактовых импульсов. Преамбула фактически добавляется на физическом уровне и не является (формально) частью кадра.

Ограничитель начала кадра (SFD - Start Frame Delimiter). Поле SFD (1 байт: 10101011) отмечает начало кадра и указывает станции на окончание синхронизации. Последние два бита - 11 - сигнал, что следующее поле - адрес получателя.

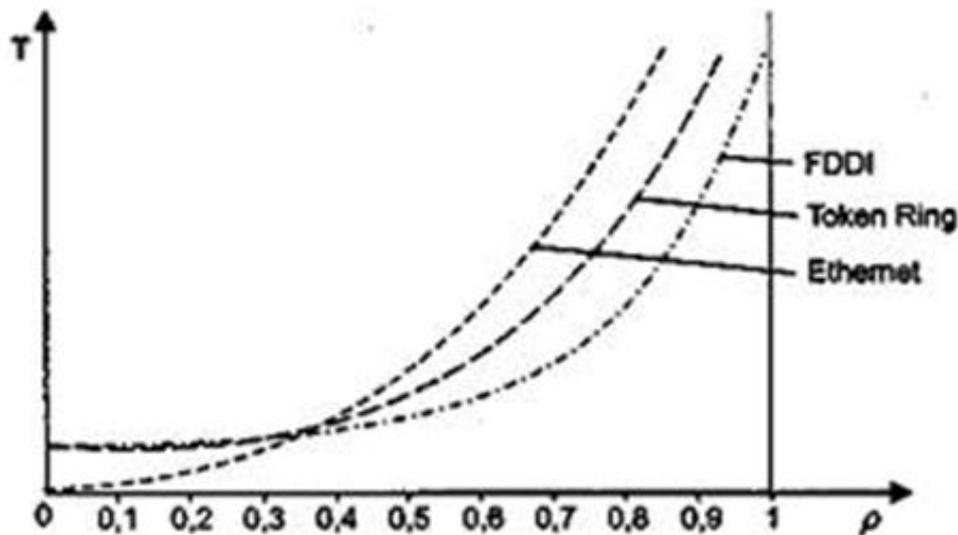
Адрес получателя (DA - Destination Address). Поле DA насчитывает 6 байтов и содержит физический адрес станции пункта назначения или промежуточного звена.

Исходный адрес (SA - Source Address). Поле SA также насчитывает 6 байтов и содержит физический адрес передающей или промежуточной станции.

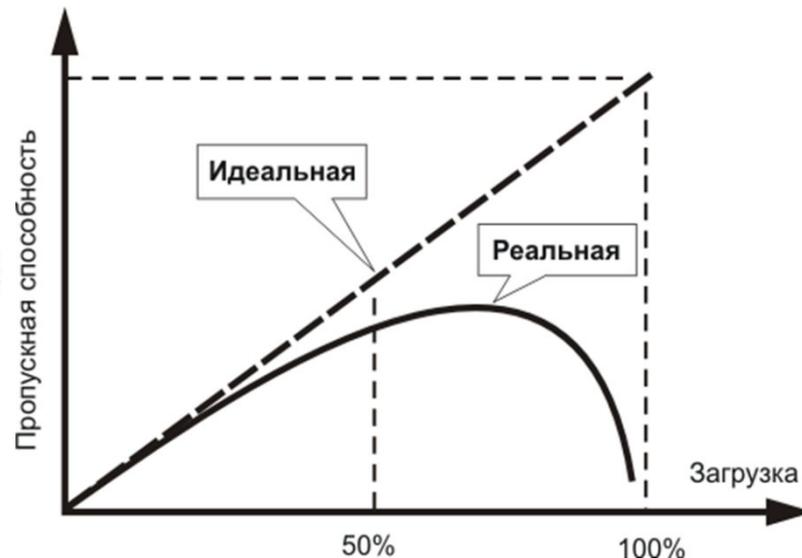
Длина/тип. Поле типа/длины имеет одно из двух значений. Если значение поля меньше, чем 1518, это - поле длины и определяет длину поля данных, которое следует дальше. Если значение этого поля больше, чем 1536, оно определяет верхний протокол уровня, который используется для обслуживания Internet.

Данные. Поле данных переносит данные, инкапсулированные из верхних протоколов уровня. Это минимум 46 и максимум 1500 байтов.

Циклический избыточный код (CRC - Cyclical Redundancy Check). Последнее поле в этих кадрах по стандарту 802.3 содержит информацию для обнаружения ошибок, в этом случае CRC - 32



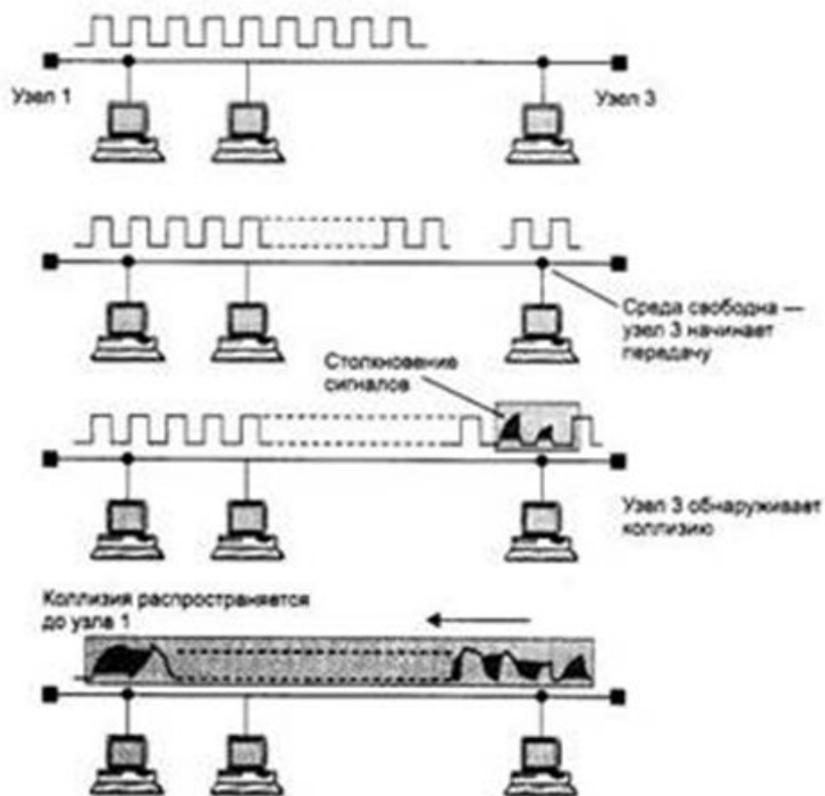
Задержки доступа к среде передачи данных для технологий Ethernet, Token Ring и FDDI



Зависимость полезной пропускной способности сети Ethernet от коэффициента использования

В случае большой загруженности сети вероятность возникновения коллизий резко возрастает, и пропускная способность сети уменьшается из-за многочисленных повторных передач.

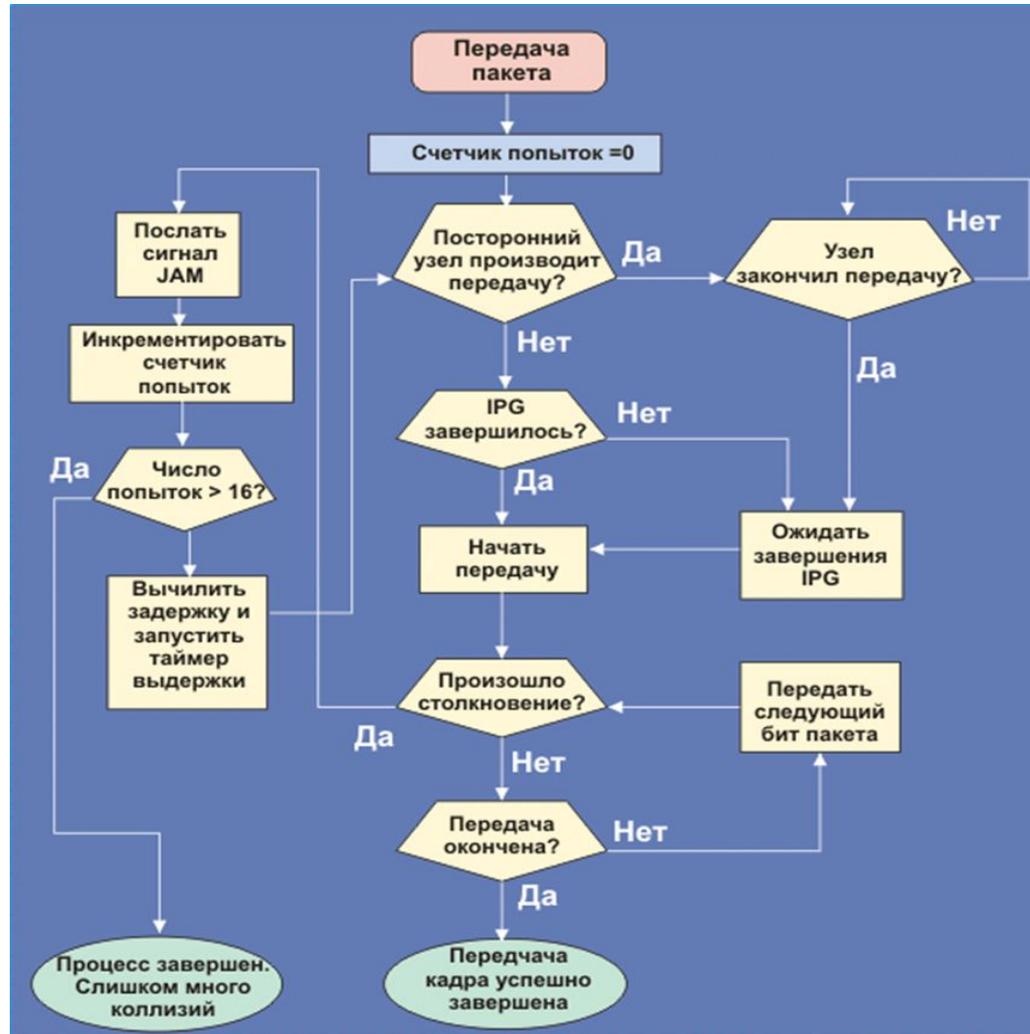
Метод коллективного доступа с опознаванием несущей и обнаружением коллизий (carrier sense multiple access with collision detection, CSMA/CD)



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



Тема. Технология Ethernet.





Тема. Технология Ethernet.

Collision domain

(область коллизий, коллизионный домен)

Часть сети (сегмент), в котором станции используют общую среду передачи. При попытке одновременной передачи данных двумя или более станциями возникает **конфликт** (коллизия).

Путь борьбы – разбивка сети на несколько сегментов (сегментация)





Тема. Технология Ethernet.



Тема. Технология Ethernet.

В начале 80-х годов сети Ethernet организовывались на базе шинной топологии с использованием сегментов на основе коаксиального кабеля длиной до 500 метров. Увеличение размеров сетей поставило задачу преодоления 500-метрового барьера. Для решения этой задачи использовались **повторители (repeater)**:

При использовании повторителей максимальная протяженность сети составляет 2500 метров. Для преодоления этого ограничения требуются другие устройства, называемые **мостами (bridge)**. Мосты имеют много отличий от повторителей. Повторители передают все пакеты, а мосты только те, которые нужно. Если пакет не нужно передавать в другой сегмент, он фильтруется. Для мостов существуют многочисленные алгоритмы (правила) передачи и фильтрации пакетов .

Другим отличием мостов от повторителей является то, что сегменты, подключенные к повторителю образуют одну разделяемую среду, а сегменты, подключенные к каждому порту моста образуют св среду с полосой 10 Mbps для каждого пользователя.

При использовании моста пользователи одного сегмента разделяют полосу, а пользователи разных сегментов используют независимые Среды. Следовательно, мост обеспечивает преимущества как с точки зрения расширения сети, так и обеспечения большей полосы



Тема. Технология Ethernet.

Технология 10Base-T стала очень популярной и привела к трансформации топологии сетей от шинной магистрали к организации соединений типа "звезда". Требования к повторителям и мостам для таких сетей существенно изменились по сравнению с простыми двухпортовыми устройствами для сетей с шинной топологией - современные мосты и повторители представляют собой сложные многопортовые устройства. Мосты позволяют сегментировать сети на меньшие части, в которых общую среду разделяет небольшое число пользователей.



Тема. Технология Ethernet.

Коммутаторы Ethernet

Коммутаторы Ethernet подобно мостам способны сегментировать сети Ethernet. Коммутаторы передают пакеты между портами на основе адреса получателя, включенного в каждый пакет. реализация коммутаторов обычно отличается от мостов в части возможности организации одновременных соединений между любыми парами портов устройства - это значительно расширяет суммарную пропускную способность сети. Более того, мосты в соответствии со стандартом IEEE 802.1d должны получить пакет целиком до того, как он будет передан адресату, а коммутаторы могут начать передачу пакета, не приняв его полностью.

Коммутатор Ethernet поддерживает внутреннюю таблицу, связывающую порты с адресами подключенных к ним устройств. Эту таблицу администратор сети может создать самостоятельно или задать ее автоматическое создание средствами коммутатора.



Правило «80/20»

Уровень	80 процентов	20 процентов
Компьютер	Собственные ресурсы	Сетевые ресурсы
Рабочая группа	Внутри группы	Вне группы
Сегмент локальной сети	Внутри сегмента	Другие сегменты
Локальная сеть	Внутри локальной сети	Глобальная сеть или другие локальные сети



Тема. Технология Ethernet.



Направления развития коммутаторов

- Увеличение количества портов и возможностей наращивания;
- Увеличение скорости коммутирования и объёма внутренней памяти;
- Поддержка разных стандартных сегментов, разных сред передачи на разных скоростях, а также полного дуплекса;
- Поддержка функций моста (связь разнородных сетей);
- Увеличение возможностей управления (протокол SNMP – удаленное управление, определение предельных скоростей портов, контроль трафика, повышение безопасности и т.д.)
- Поддержка функций маршрутизатора.



Тема. Технология Ethernet.

Проектирование сети (основные факторы)

- Требуемый размер сети (сейчас и на перспективу);
- Требуемая структура сети (по подразделениям, комнатам, этажам и зданиям);
- Направления и интенсивность информационных потоков в сети, характер передаваемой информации;
- Характеристики оборудования (компьютеров, адаптеров, кабелей, промежуточных устройств) и его стоимость;
- Возможности прокладки кабельной системы и меры обеспечения целостности кабеля;
- Обеспечение обслуживания сети и контроля за её безотказностью и безопасностью;
- Требования к программным средствам по размеру сети, скорости, гибкости, разграничению прав доступа, возможностям контроля, по стоимости и т.д.;
- Необходимость подключения к глобальным сетям или к другим локальным сетям.

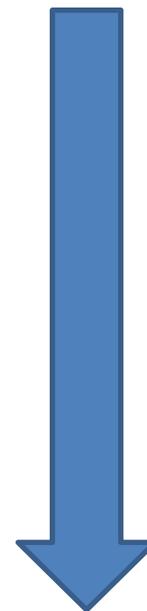


Тема. Технология Ethernet.

- Быстрый Ethernet (Fast Ethernet, 100 Мбит/с)
- Гигабитный Ethernet (Gigabit Ethernet, 1 Гбит/с)
- 10-гигабитный Ethernet (Ethernet 10G, 10 Гбит/с)
- 40-гигабитный
- 100-гигабитный Ethernet

Перспективы скорости

О Terabit Ethernet (1 ТБит/с) стало известно в 2008 году из заявления создателя Ethernet Боба Меткалфа, который предположил, что такая технология будет разработана к 2015 году





Тема. Технология Ethernet.

Построение сложных сетей только на основе повторителей, мостов и коммутаторов имеет **существенные ограничения и недостатки**:

- устройства типа мост/коммутатор могут решать доставку пакетов адресату только в том случае, когда существует **только один путь**. При наличии избыточных связей задача становится плохо решаемой;
- логические сегменты сети, расположенные между мостами или коммутаторами, слабо изолированы друг от друга и **не защищены от перегрузок** пакетами, не принадлежащими этим сегментам;
- система адресации, построенная на использовании одноуровневых MAC – адресов, жестко связанных с сетевыми адаптерами, оказывается **недостаточно гибкой**.

Адреса, присвоенные узлам в соответствии с применяемыми внутри подсетей технологиями, называют локальными. Чтобы сетевой уровень мог выполнить свою задачу, ему необходима собственная система адресации, не зависящая от того, как адресуются узлы в отдельных подсетях, и позволяющая ему ссылаться универсальным и однозначным способом на любой узел составной сети.