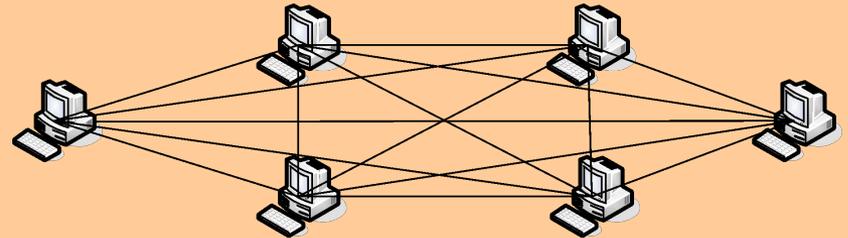
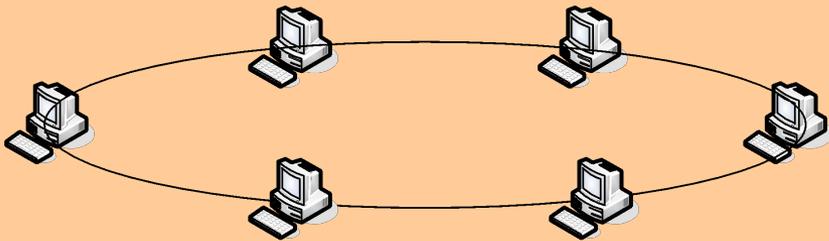
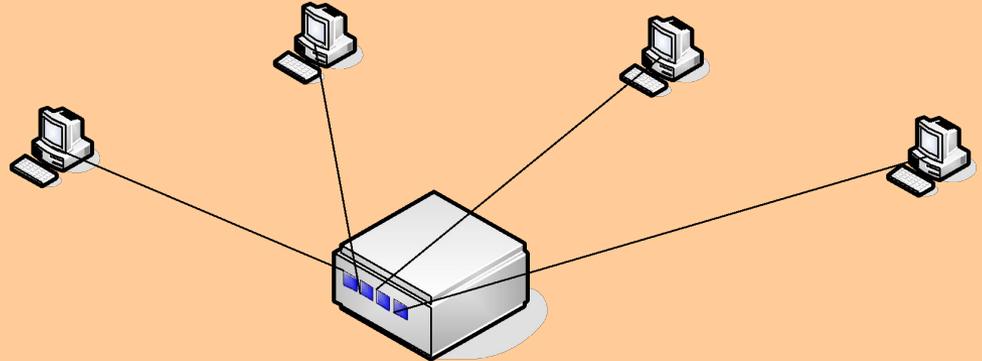
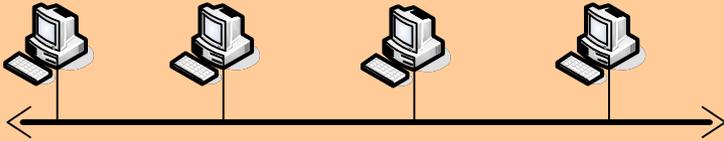


# Структуризация сетей



# Для небольших сетей

- Однородность топологии для удобства расширения
  - Шина кольцо звезда полносвязная
  - Все узлы сети имеют равные права доступа к другим узлам



# Ограничения

- На длину линий связи между узлами
- На количество узлов в сети
- На интенсивность трафика

# Пример

**ПРИМЕР: Ethernet на тонком коаксиале**

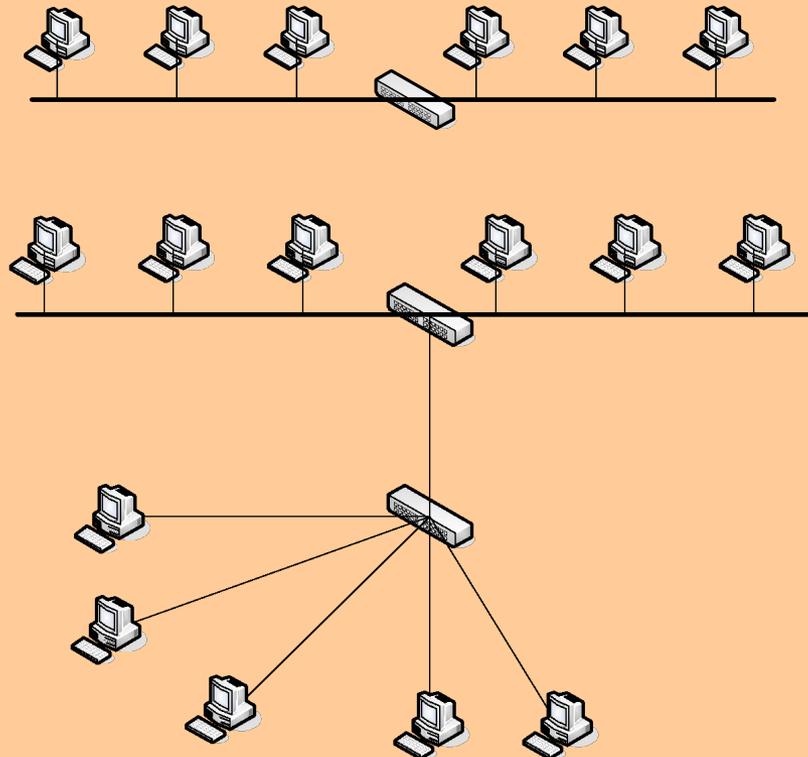
- Линия связи не более 185 м
- Количество узлов не более 30

# Структуризация сетей

- Применяется для снятия ограничений
  - логическая
  - физическая

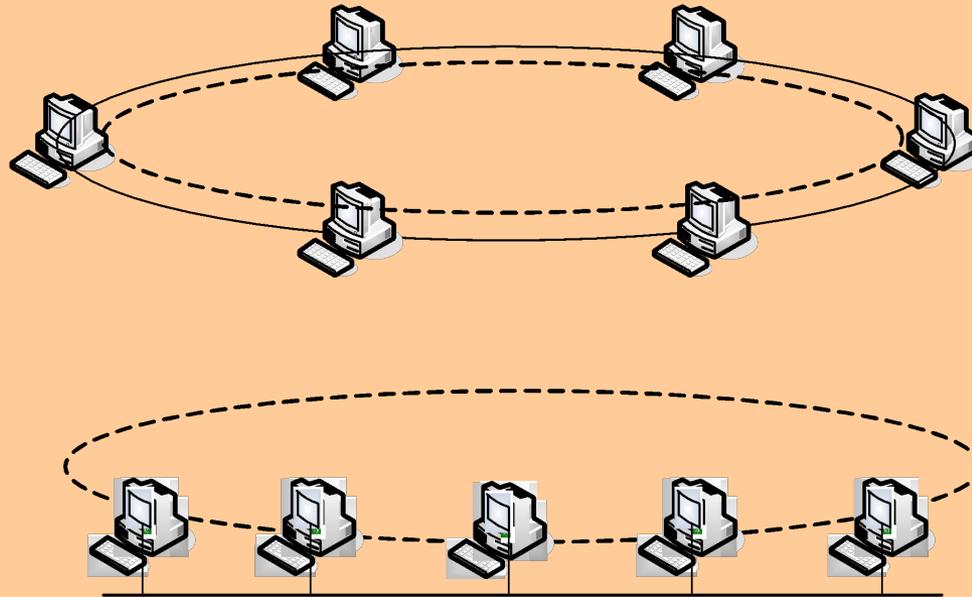
# Физическая структуризация сети

- Физическая топология сети определяется тем как проложены линии связи
- Физическая структуризация – это изменение физической топологии сети путем использования коммуникационного оборудования



# Логическая структуризация сети

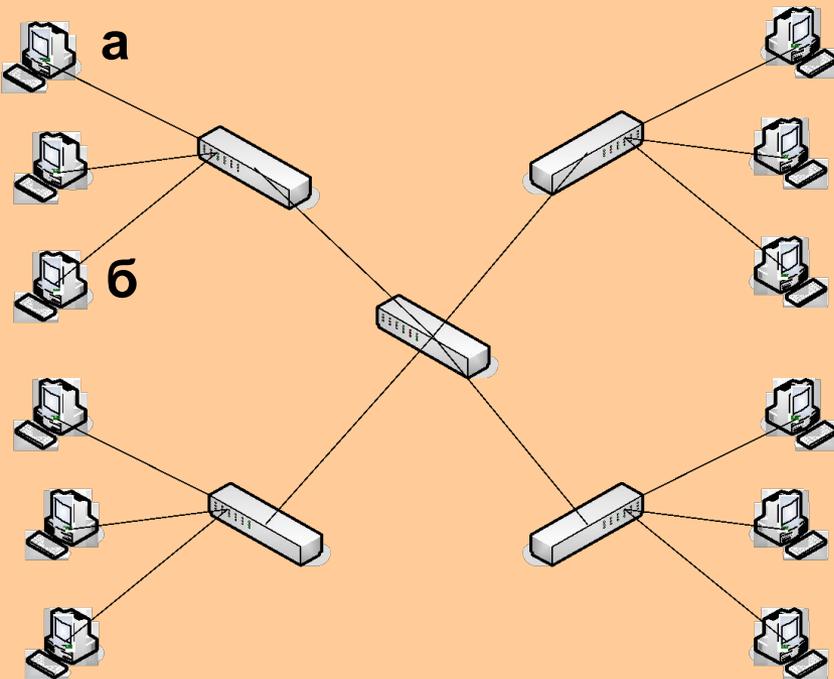
- Логическая топология сети определяется тем как проходит трафик между двумя узлами
- Логическая структуризация – это распределение трафика



# Устранение ограничений

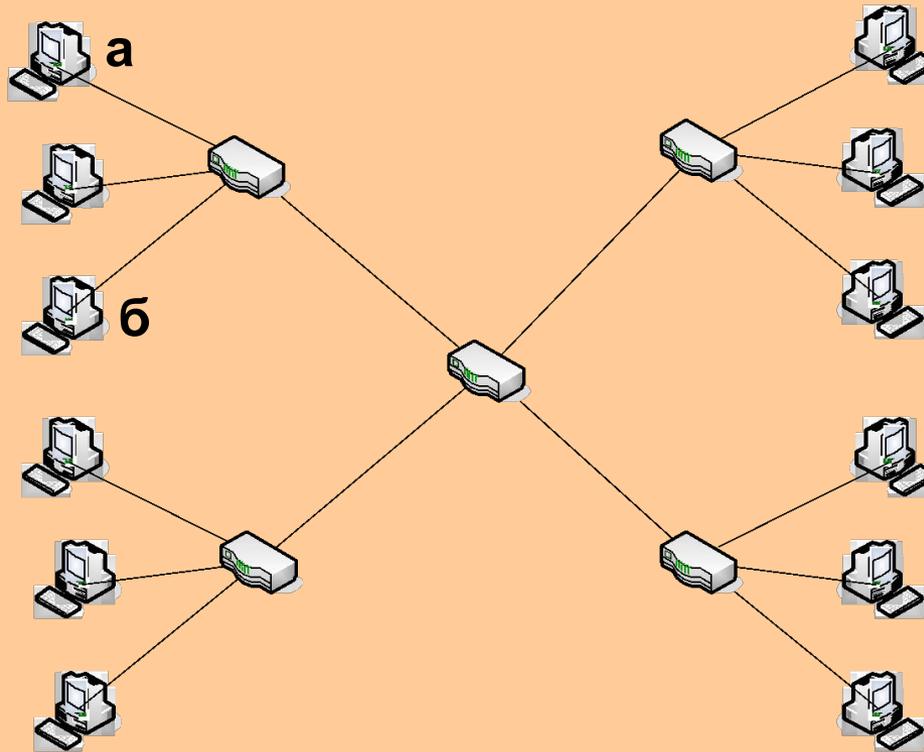
- Использование коммуникационного оборудования устраняет ограничения на длину сегмента и количество узлов в сети
- Изменение путей прохождения пакетов устраняет ограничение на интенсивность трафика

## Пример



- Передача от а к б дает трафик на всю сеть при использовании HUB
- Физическая структуризация не решает проблему, так как логическая топология по-прежнему шина

# Решение



- Передача от а к б при использовании Switch – трафик не выходит за пределы портов Switch к которым подключены соответствующие узлы
- Логическая структуризация меняет топологию на звезду

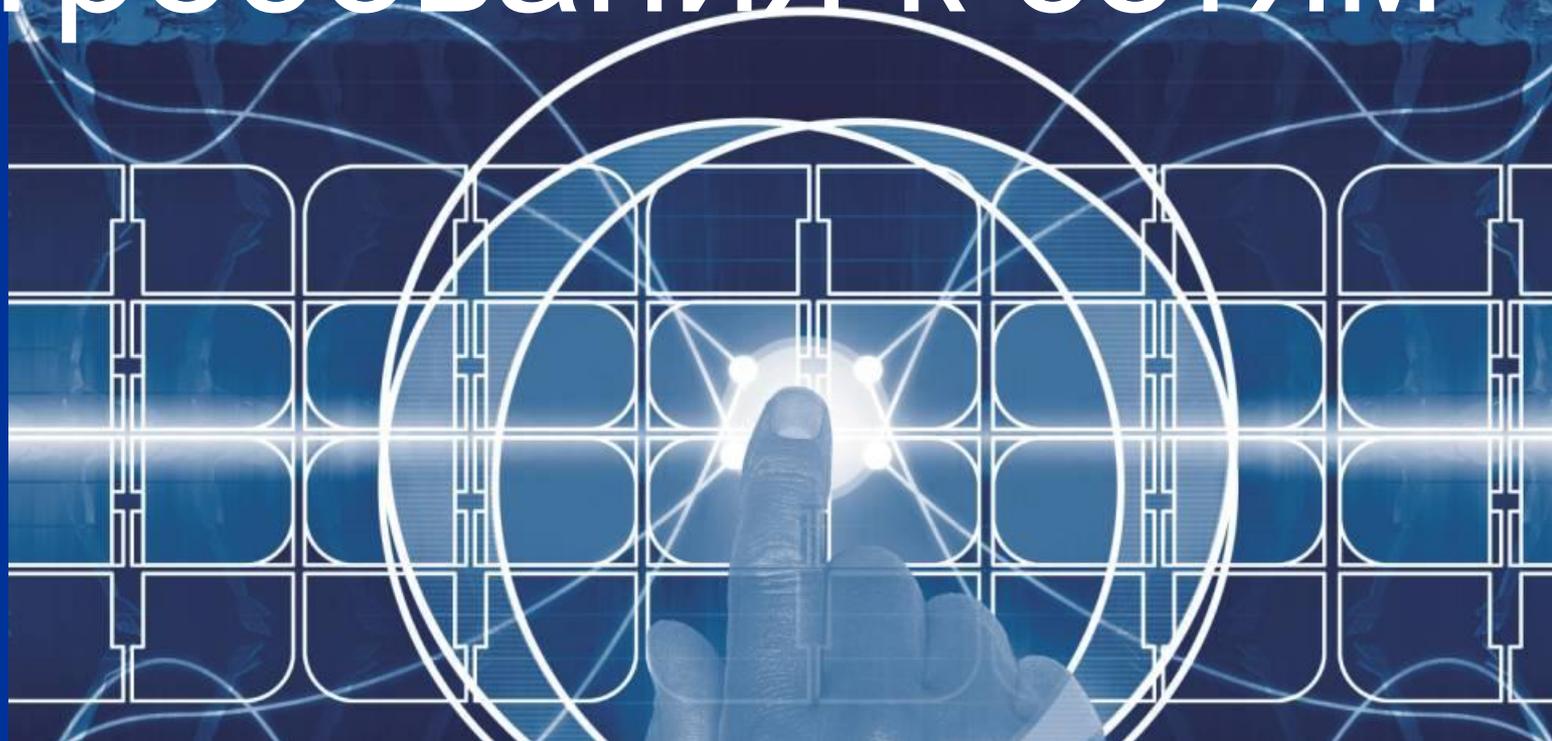
# Определения

- Логическая структуризация сети – это разбиение сети на сегменты с локализованным трафиком
- Локализация трафика – организация трафика таким образом, чтобы он проходил только между отправителем и адресатами

## Устройства для логической структуризации

- Мост (Bridge) – «Запоминает» адрес узла подключенного к порту и в дальнейшем пакеты предназначенные для этого адреса повторяются только на нем. Такой способ сильно ограничивает кол-во связей.
- Коммутатор (Switch) – На каждом порту свой процессор. Может обновлять «карту» сети. Наиболее распространенное устройство
- Маршрутизатор (Router) – Работают с числовой адресацией содержащей информацию о номере подсети. Связывают воедино различные технологии сетей. Имеют возможность выбора оптимального маршрута. Как правило представляют собой интеллектуальное устройство управляемое собственной ОС

# Требования к сетям



# Основное требование

- Обеспечить выполнение того ряда услуг для которых сеть создавалась. Например, обмен файлами, голосовыми сообщениями, ip-телефония

## Требования к качеству

### Производительность

- Время реакции – интервал времени между возникновением запроса и получением ответа
- Скорость передачи данных – объем данных передаваемый в единицу времени бит/с кбит/с
- Средняя скорость – общий объем/интервал времени
- Максимальная скорость – наибольшая производительность за интервал наблюдений.

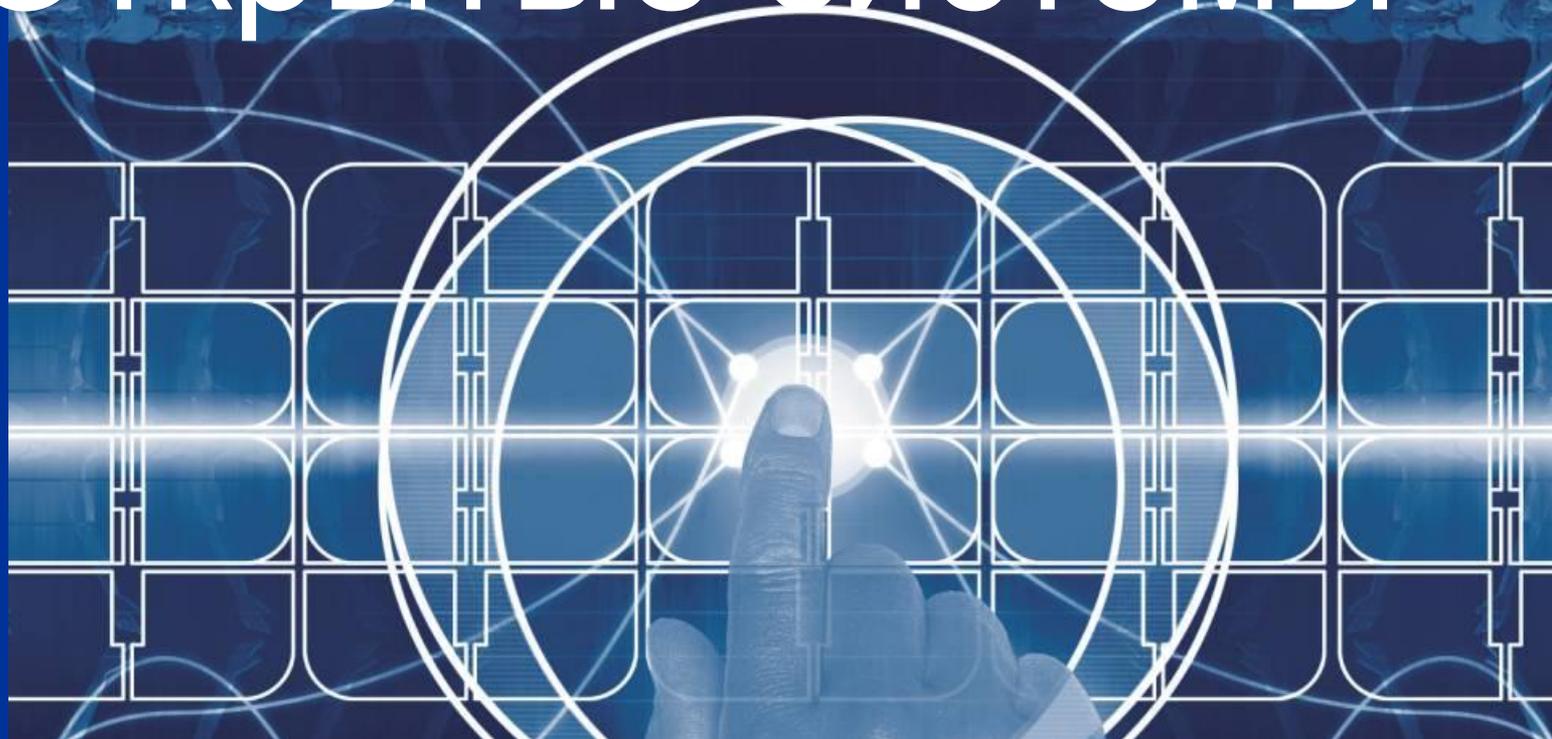
### Надежность и безопасность

- Готовность – доля времени в течение которого система может быть использована
- Безопасность – способность обеспечить защиту данных от несанкционированного доступа

# Основное требование

- **Расширяемость и масштабируемость**
  - расширяемость – возможность легкого добавления в сеть новых элементов
  - масштабируемость – возможность наращивания элементов сети в широких пределах без уменьшения производительности
- **Прозрачность** – способность сети работать как обычный ПК с большими возможностями
- **Поддержка различных видов трафика**
- **Управляемость** – возможность централизованно контролировать работу любого элемента сети и управлять им
- **Совместимость (интегрируемость)** – способность сети сочетать в себе различные виды оборудования и программного обеспечения
- **Качество обслуживания** – вероятностные оценки выполнения тех или иных требований предъявляемых к сети пользователями

# Открытые системы

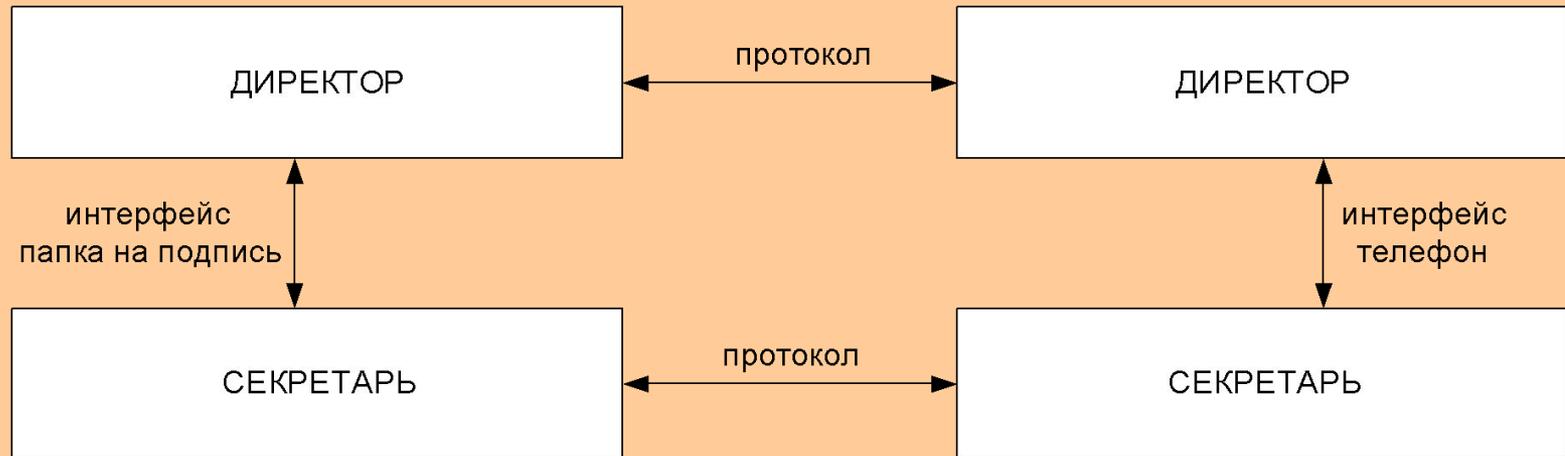


# Модель OSI

• OSI (Open system interconnect) – Модель взаимодействия открытых систем

- Модель рассматривает и описывает системные средства взаимодействия реализуемые ОС, системными утилитами и системными аппаратными функциями
- Средства взаимодействия приложений конечных пользователей модель не рассматривает

## Интерфейс и протокол





# Уровни OSI

• **Физический уровень** – Осуществляет передачу битов по физическим каналам связи. К этому уровню относятся физические характеристики среды передачи данных: полоса пропускания, волновое сопротивление, помехозащищенность и др. На этом же уровне определяются характеристики сигналов: уровни напряжения или тока, тип кодирования, скорость передачи. Здесь же стандартизируются типы разъемов. Со стороны компьютера функции физического уровня выполняются сетевым адаптером или последовательным портом. Пример протокола физического уровня – 10BaseT технологии Ethernet.

- **10BaseT- спецификация** технологии Ethernet определяющая для использования неэкранированную витую пару 3 категории волновым сопротивлением 100 Ом, разъем RJ45 и манчестерский код для кодирования.

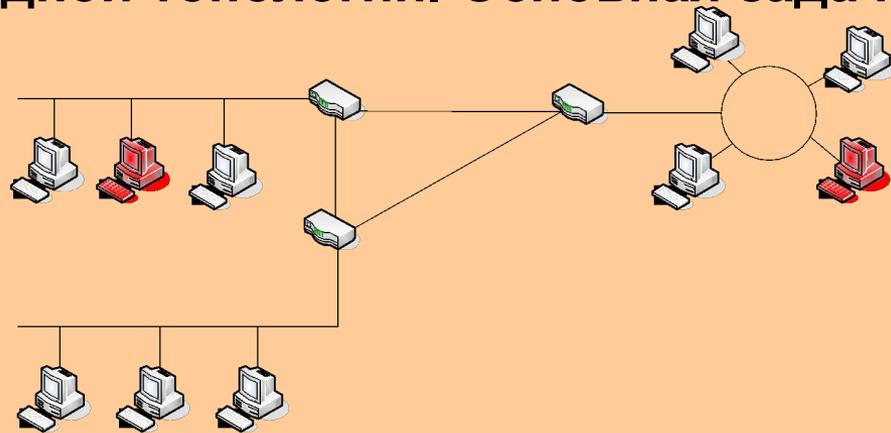
# Уровни OSI

· Канальный уровень – Осуществляет проверку доступности среды передачи данных, передачу данных по адресу указанному верхним уровнем, коррекцию ошибок. Канальный уровень «разбивает» трафик на кадры вычисляет и передает контрольную сумму для каждого кадра. Канальный уровень обеспечивает доставку кадров между двумя любыми узлами сети, но только в пределах одной топологии для которой он разработан. Для сетей не обладающих однородной топологией (глобальные сети) канальный уровень обеспечивает взаимодействие между двумя соседними компьютерами, соединенными линией связи. Протоколы канального уровня работают в пределах однородных топологий или связей точка-точка. Если эти условия не выполняются, то требуется помощь протоколов сетевого уровня. Пример протоколов канального уровня: Token Ring, Ethernet. На канальном уровне работает коммуникационное оборудование, сетевые адаптеры и их драйвера.

# Сетевой уровень

Сетевой уровень – Служит для образования единой транспортной системы объединяющей несколько сетей, при этом сети могут обладать произвольной структурой связей и иметь в своем составе различные топологии. Это снимает ограничения канального уровня на доставку данных в пределах однородной топологии. Основная задача сетевого уровня это маршрутизация.

Выбор маршрута может зависеть от «длины» пути или загруженности той или иной линии.



На сетевом уровне определяются два вида протоколов

- Сетевые протоколы (routed protocols) – реализуют продвижение через сеть
- Протоколы разрешения адресов (Address Resolution Protocol ARP) – отвечают за преобразование адреса узла на сетевом уровне в локальный адрес сети

Примеры: TCP/IP, IPX

# Транспортный уровень

· Транспортный уровень – Обеспечивает надежность передачи информации. Надежность достигается путем использования квитирований, контрольных сумм, тайм-аутов задержки. Модель OSI определяет пять классов сервиса отличающихся качеством предоставляемых услуг. Выбор класса транспортного уровня определяется условиями задачи. Например, если задача обеспечения надежности обеспечивается приложениями и протоколами более высоких уровней и качество каналов высокое нет смысла пользоваться механизмами проверок и квитирований увеличивающих надежность в ущерб скорости.

· Пример протокола транспортного уровня UDP, TCP, SPX

Протоколы физического канального сетевого и транспортного уровня называют сетевым транспортом, так как они полностью решают задачу транспортировки сообщений с заданным уровнем качества в составных сетях с произвольной топологией и различными технологиями

## Сеансовый уровень

Сеансовый уровень обеспечивает управление взаимодействием между узлами сети. Определяет какая сторона активна, предоставляет средства синхронизации. На практике как отдельный уровень используется крайне редко, обычно его функции реализуются в протоколах прикладного уровня

## Представительский уровень

Представительский уровень адаптирует форму представления информации не меняя ее содержания. На этом же уровне может выполняться шифрование и дешифрование данных.

Пример протокола: SSL (Secure Socket Layer)

## Прикладной уровень

Прикладной уровень – набор протоколов и с помощью которых пользователь получает доступ к разделенным ресурсам сети файлам принтерам гипертекстовым страницам.

Типичный пример FTP (File Transfer Protocol)

# Сетезависимые и сетезависимые уровни OSI

- Физический, канальный, и сетевой уровни – сетезависимые уровни переход с технологии на технологию ведет полную смену их протоколов.
- Прикладной представительский, и сеансовый уровни – сетезависимые уровни переход с технологии на технологию не влияет на их протоколы.
- Транспортный уровень – переходный уровень он скрывает детали функционирования нижних уровней от верхних.

ШЛЮЗ

7

7

6

6

5

5

4

МАРШРУТИЗАТОР

4

3

3

МОСТ, SWITCH, Сетевой Адаптер

3

3

2

2

2

HUB

2

2

2

1

1

1

1

1

1

1

1

Физические сегменты

Логические сегменты

Сети (подсети)

Интрасети

# Стандартизация сетей



# Источники стандартов

- **Стандарты отдельных фирм**
- **Стандарты специальных комитетов и объединений**
- **Национальные стандарты –**
  - **IEEE – институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике**
  - **ANSI – американский национальный институт стандартов**
- **Международные стандарты**
  - **ISO - международная организация по стандартизации**
  - **ITU – международный союз электросвязи**

# Стеки протоколов



# Стек OSI

- Полностью соответствует модели OSI
- Использует разработанные вне стека протоколы нижних уровней Ethernet, Token Ring, FDDI, X25, ISDN.
- На сетевом транспортном и сеансовом уровнях протоколы стека распространены мало и широко не используются
- На прикладном уровне используются протоколы FTAM –передача файлов, X.400 – электронная почта
- Протоколы стека сложны и требуют большой вычислительной мощности. Используются в основном в мейнфреймах, а не в локальных сетях
- Используется в сети Stargroup компании AT&T.

# Стек TCP/IP

- Разработан МО США как набор общих протоколов для разнородной вычислительной среды.
- Использует разработанные вне стека протоколы нижних уровней Ethernet, Token Ring, FDDI, SLIP, PPP, X25, ISDN.
- На сетевом транспортном уровне два основных протокола стека IP – обеспечивает транспорт пакета и TCP – обеспечивает надежность .
- На прикладном уровне используются протоколы FTP –передача файлов, SMTP – электронная почта, служба WWW – гипертекстовый сервис.
- Протоколы стека сложны для администрирования, для функционирования системы адресации требуются службы DNS, DHCP, что повышает требования к ресурсам
- Используется в сети Internet.

# Стек IPX/SPX

- Разработан фирмой Novell
- Использует разработанные вне стека протоколы нижних уровней Ethernet, Token Ring, FDDI, X25, ISDN.
- На сетевом и сеансовом уровнях протоколы стека IPX – Internetwork Packet Exchange, SPX – Sequenced Packet Exchange
- Являлся лидером в корпоративных сетях, в данный момент используется все реже уступая TCP/IP.

# Стек NetBIOS/SMB

- **Используется IBM, Microsoft.**
- **На физическом и канальном уровне Ethernet, Token Ring, FDDI.**
- **На верхних уровнях NetBEUI, SMB.**
- **NetBEUI (NetBIOS Extended User Interface) – предназначен для небольших сетей не требователен к ресурсам. Не поддерживает маршрутизацию пакетов, что делает невозможным его применение в составных сетях.**
- **SMB (Server Message Block)- выполняет функции сеансового прикладного и представительского уровня. файловые службы, службы печати, передачи сообщений**
- **Используется в сети Internet.**

# Соответствие стеков модели OSI

Модель OSI	NetBIOS/SMB	TCP/IP	IPX/SPX	OSI
Прикладной	SMB	Telnet, FTP, SNMP, SMTP, WWW	NCP, SAP	X.400
Представительский				-
Сеансовый	NetBIOS	TCP		-
Транспортный			SPX	
Сетевой		IP, RIP, OSPF	IPX, RIP, NLSP	ES-ES IS-IS
Канальный	802.3 (Ethernet), 802.5 (Token Ring), FDDI, Fast Ethernet, SLIP, 100VG-AnyLAN, X.25, ATM, PPP			
Физический	Коаксиал, витая пара, оптоволокно, радиоволны			

# Методы Коммутации



# Методы коммутации

- Для создания единой транспортной системы любая сеть должна поддерживать коммутацию.
- Абоненты соединены с коммутаторами индивидуальными линиями связи. Коммутаторы соединены между собой общими линиями связи
- Три вида коммутации
  - Коммутация каналов
  - Коммутация пакетов
  - Коммутация сообщений

# Коммутация каналов

- Подразумевает образование непрерывного физического канала для прямой передачи данных между узлами.
- Для передачи данных нескольких абонентов по каналу.
  - Частотное мультиплексирование (Frequency Division Multiplexing) – модулирование сигнала для передачи его на другой частоте. Используется для коммутации непрерывных сигналов – голос.
  - Мультиплексирование с разделением времени (Time Division Multiplexing) – Коммутаторы циклически обслуживают все каналы, каждому каналу выделяется квант времени цикла. Весь цикл 125 мкс. Используется для передачи цифровых сигналов
- Сеть с коммутацией каналов требует предварительного установления соединения.
  - Может не хватить ресурсов коммутатора – Сеть занята
  - Абонент может уже установить соединение – Абонент занят
- Скорость постоянна во время установленного соединения.

**Невозможно использовать оборудование работающее на различных скоростях**

**Используется для сетей с долговременным синхронными потоками данных.**

# Коммутация пакетов

- Работает за счет пульсирующего трафика. Интенсивность трафика зависит от задачи и загруженности сети
- Весь трафик разбивается на небольшие пакеты.
- Не требует предустановленного соединения, так как каждый пакет содержит адрес, который позволяет коммутатору самостоятельно осуществить его доставку
- Используется буферизация, пакет может временно храниться в буфере коммутатора при загруженности сети.
- Используется в большинстве локальных сетей

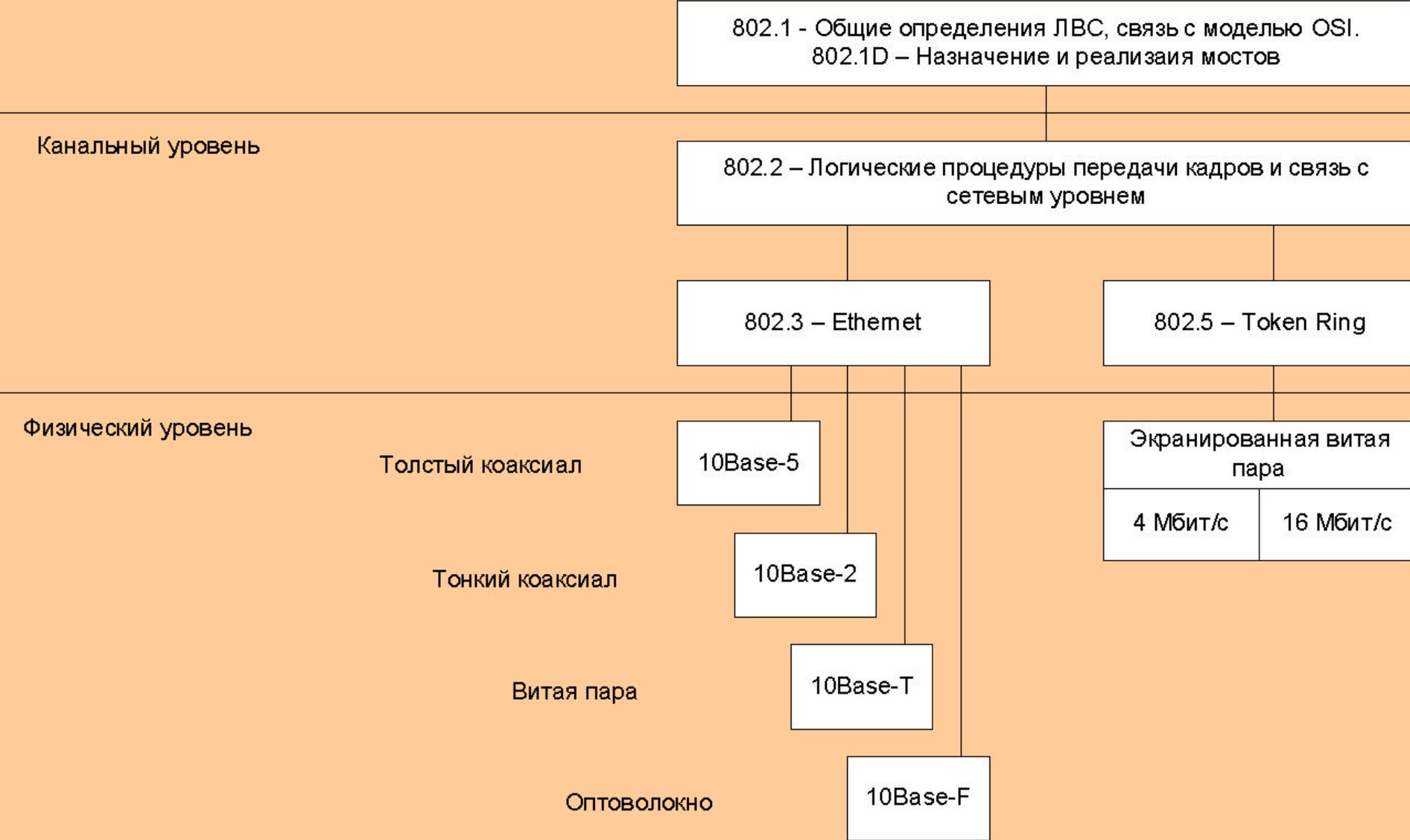
# Коммутация сообщений

- Работает за счет передачи единого блока данных с временной буферизацией этого блока на диске каждого компьютера.
- Сообщение имеет произвольную длину определяющуюся его содержанием.
- Не позволяет эффективно работать при необходимости немедленного ответа
- Применяется как служба прикладного уровня сетей с коммутацией пакетов.
- Используется в электронной почте

# Базовые технологии ЛС



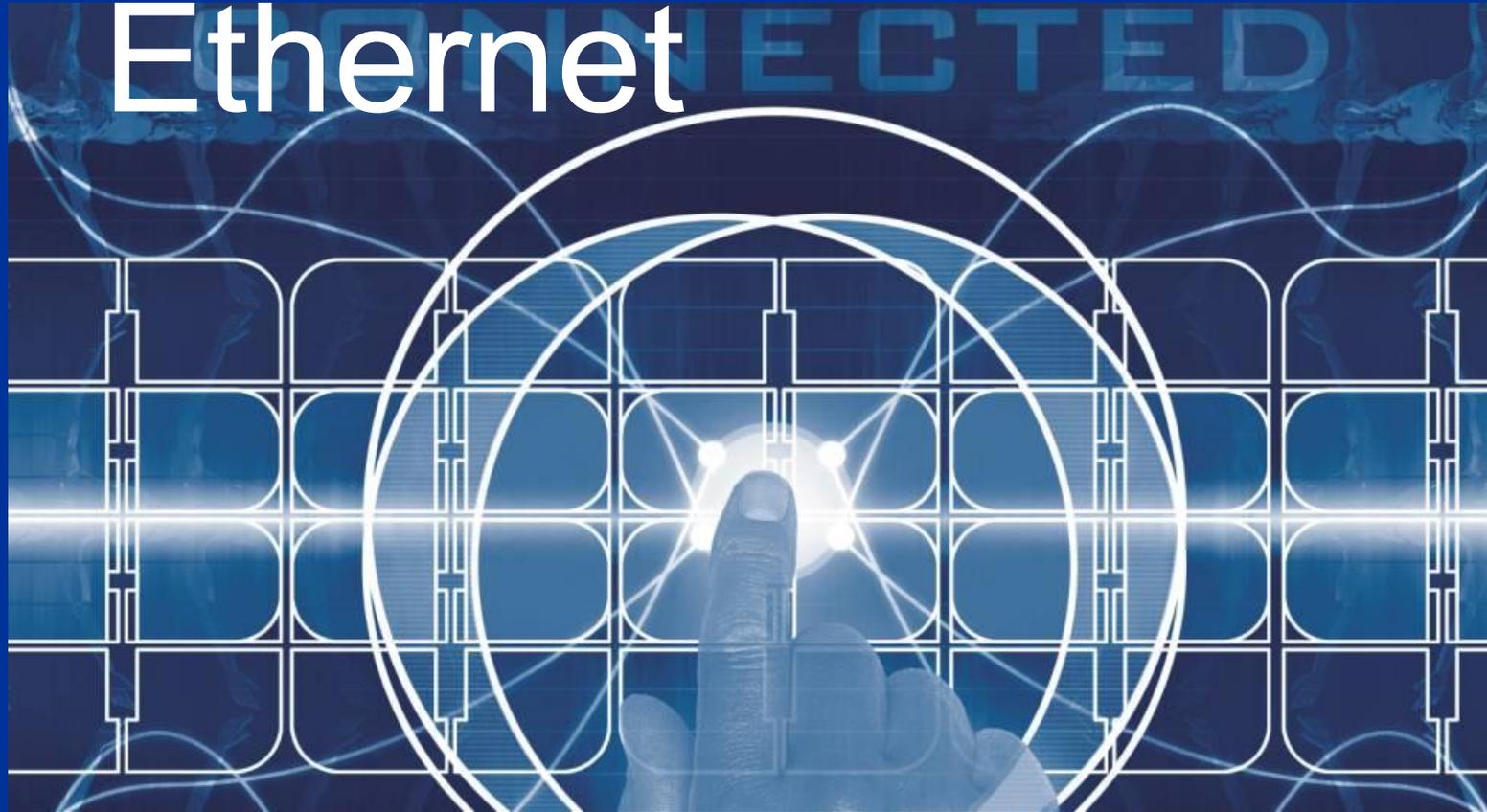
# Структура стандартов IEEE



# Структура подкомитетов комитета 802 IEEE

- 802.1 – Объединение сетей
- 802.2 – Логическая передача данных
- 802.3 – Ethernet
- 802.4 – Token bus (Intel, Xerox)
- 802.5 – Token ring
- 802.6 – MAN – сети мегаполисов
- 802.7 – Широкополосная передача
- 802.8 – Оптоволоконные сети
- 802.9 – Интегрированные сети передачи голоса и данных
- 802.10 - Сетевая безопасность
- 802.11 – Беспроводные сети
- 802.12 – Локальные сети с методом доступа по требованию  
100VG-AnyLAN

# Ethernet



# Ethernet

- Логическая топология Ethernet всегда шина.
- Метод доступа CSMA/CD (Carrier Sense multiply access with collision detected) Метод коллективного доступа с обнаружением несущей и опознаванием коллизий
  - Посылающий данные компьютер обращается к среде и «слушает» несущую специальный сигнал частотой 5-10 МГц. Если несущая частота обнаружена среда занята.
  - Передается кадр содержащий в том числе и адрес отправителя
  - После передачи пауза 9,6 мкс.
- Механизм обнаружения несущей не гарантирует отсутствие коллизий
- Коллизия – когда одновременная передача кадра двумя или более узлами вызывает искажение информации.

# Обнаружение коллизий

- В любой момент времени все станции слушают среду.
- Отличие передаваемого сигнала от принимаемого называется «Обнаружение коллизии»
- Станция обнаруживающая коллизию прерывает передачу и передает в сеть jam-последовательность (32 бита служебной информации)
- Делается пауза.
  - $T_{\text{паузы}} = L \cdot I$ , где  $I$  интервал отсрочки. Интервал отсрочки определяется как время между появлением двух последовательных бит в кабеле – битовый интервал и равен 512 bt. (для скорости 10 Мбит/с  $\text{bt} = 100\text{нс}$ ).  $L$  – целое число  $\in [0, 2^N]$ , где  $N$  номер повторной попытки передачи кадра.  $L$  – выбирается из интервала с равной вероятностью.
- Метод CSMA/CD прост и его реализация не требует больших затрат на коммуникационное оборудование
- Недостаток – метод не гарантирует доставки данных

# Обнаружение коллизий

- Условие гарантированного распознавания коллизий –  $T_{min} \geq PDV$ , где  $T_{min}$  – время передачи кадра минимальной длины.  $PDV$  – время которое необходимо сигнал чтобы распространится до самого удаленного узла и вернуться обратно – Время двойного оборота.
- Второе ограничение естественное затухание сигнала в кабеле.

# Физическая среда Ethernet

- **10Base-5 - «толстый коаксиал».** Диаметр D– 0.5 дюйма. Сопротивление R– 50 Ом. Длина сегмента без повторителей L- 500м. Марка кабеля RG-8, RG-11
- **10Base-2 – «тонкий коаксиал».** D- 0.25, R – 50, L – 185. Марка кабеля RG-58/U, RG-58 A/U, RG-58 C/U.
- **10Base-T – витая пара.** L – 100 до концентратора.
- **10BaseF – оптоволокно**
  - **10BaseFL – L – 2000**
  - **10BaseFOIRL – L – 1000**
  - **10BaseFB – L – 2000**

# 10Base-5

- Разработан фирмой Херох.
- Подключение сетевого адаптера к кабелю осуществляется через трансивер.
- Трансивер соединяется с сетевым адаптером через AUI интерфейс кабелем состоящим из 4 витых пар (8 жил). От адаптера до трансивера не более 50 м.
- На одном сегменте не более 100 трансиверов через промежуток не менее 2.5м.
- Вся сеть должна содержать не более 4 повторителей, то есть не более 5 сегментов. Нагруженными могут быть не более 3-х сегментов
- Вся длина сети не более 2500 м.
- Не более 99 станций на сегмент, отсюда максимальное число станций  $99*3=297$ .

# 10Base-2

- Разработан фирмой Херох.
- Подключение сетевого адаптера к кабелю осуществляется через высокочастотный (BNC) T-коннектор.
- Длина сегмента не более 185 м.
- Не более 30 станций на сегмент, через расстояние не менее 1 м.
- Не более 4 повторителей, отсюда не более 5 сегментов. Нагруженными могут быть 3 сегмента.
- Максимальная длина 925 м.
- Не более 90 станций.

# 10Base-T

- Для построения сети две неэкранированные витые пары.
- Нет физического моноканала, узлы подсоединяются к концентратору образуя физическую звезду.
- Длина сегмента не более 100 м.
- Не более 4 повторителей, между станциями.
- Максимальная длина 925 м.
- Не более 1024 станций.

**Примечание: Все ограничения верны только при использовании в качестве коммуникационного оборудования HUBов. В настоящее время большинство этих ограничений неактуальны.**

**Недопустимы «петли» между концентраторами**

# 10Base-F

· **Физическая топология аналогична 10Base-T**

- **FOIRL (Fiber Optic Inter-Repeater Link) – Длина не более 2500 м, не более 4 повторителей, не более 1000 м между повторителями.**
- **FL – до 2000 м между повторителями за счет увеличения мощности передачи. (FOIRL и FL не позволяют использовать все сегменты максимальной длины т.к. тогда общая длина будет более 2500 м. )**
- **FB – соединяет повторители. Максимальная длина сети 2740м. Не более 5 повторителей, не более 2000 м. сегмент.**

· **Недопустимы «петли» между концентраторами**

# Домен коллизий

• Домен коллизий – это часть сети Ethernet все узлы которой распознают коллизию независимо от того в какой части сети она возникла.

- Сеть на концентраторах всегда образует один домен коллизий.
- Сеть на маршрутизаторах, коммутаторах, мостах – делится на несколько доменов коллизий.

# Основные условия корректной работы

- Количество станций в сети не более 1024.
- Максимальная длина сегмента меньше предельной
- $PDV < 575 \text{bt}$ 
  - Соблюдение этих правил обеспечит работу сети даже если нарушены простые правила определяющие максимальное число повторителей и общую длину сети.

# Развитие Ethernet

- 10Мбит/с не обеспечивает работу сети при современных мощностях вычислительной техники.

## Fast Ethernet

- Разработан SynOptics, 3Com.
- скорость повышается до 100 Мбит/с при оставлении метода доступа CSMA/CD
- Отличия на физическом уровне
  - Использование 4-х витых пар в UTP 3,4,5 категории 10Base-T4
  - Использование 2-х витых пар в UTP 5 категории 10Base-TX
  - Многомодовый двухволоконный оптический кабель 10Base-FX
  - Другой метод кодирования
  - Изменен признак свободы среды. Не отсутствие сигнала, а специальный код Idle.

# 100VG-AnyLAN

- Разработан HP, AT&T, IBM.
- Метод доступа – приоритетный по требованию (Demand Priority).
- Поддерживает кадры как Ethernet так и Token Ring
- Использует 4 пары кабеля UTP 3 категории.
- Скорость 100 Мбит/с
- Нет коллизий так как применяется распределенный между станциями способ доступа к среде.
- Оказалась слишком сложна для применения и в настоящий момент не используется.

# Gigabit Ethernet

- Разработан Cisco 3Com.
- Скорость 1000 Мбит/с.
- Сохраняется CSMA/CD и форматы кадров
- Используются
  - одномодовое оптоволокно.
  - многомодовые оптические кабели 62,5/125 мкм и 50/125 мкм.  
10Base-SX (длина волны 850 нм), 10Base-LX (длина волны 1300 нм)
  - двойной коаксиал (Твинаксиал) сопротивлением 75 Ом.  
Твинаксиал имеет общее сопротивление 150 Ом и позволяет организовать сегмент не более 25 м.
  - витая пара категории 5 используется 4 пары и специальный метод кодирования

## 10GE (в разработке)

- Скорость 10 Гбит/с

# Адресация



# Адресация

- В Ethernet как правило используется IP-адресация.
- В стеке TCP/IP используется три вида адресации
  - Локальные или аппаратные адреса – используются для адресации узлов в пределах подсети.
  - Сетевые или IP адреса – используются для идентификации узлов в пределах составной сети.
  - Доменные адреса – символьные идентификаторы узлов, к которым обращаются пользователи

# Аппаратная адресация

- **MAC – адрес используется аппаратурой**
- **Форма записи 16-ричное число (редко двоичное)**
- **Как правило встраивается в аппаратуру производителем**
- **В зависимости от типа устройств может меняться пользователем с помощью специальных программ**
- **Пример записи 0007E9ACCAF**

# Символьные адреса

• В IP сетях называются доменные

• Имеют иерархическую структуру

- Простое имя хоста
- Имя группы узлов
- Имя поддомена N уровня
- Имя домена

• top.rbc.ru

• Связи между символьными и IP адресами в явном виде нет, для их сопоставления используется служба Domain Name Service (DNS), устанавливает соответствие на основании созданных администраторами таблиц соответствия

# IP адреса

- Основной тип адресов для передачи пакетов
- Состоят из 4 байт
- Назначаются администраторами сетей
- Содержит две логические части номер сети и номер узла
- Представляется в виде
  - 4-х десятизначных чисел разделенных точками (общепринято)
  - двоичной форме
  - шестнадцатеричной форме
- Пример записи 192.168.0.1

# Классы IP -адресов

Класс	Первые биты	Наименьший номер сети	Наибольший номер сети	Максимальное число узлов
А	0	1.0.0.0	126.0.0.0	$2^{24}$
Б	10	128.0.0.0	191.255.0.0	$2^{16}$
С	110	192.0.1.0	223.255.255.0	$2^8$
Д	1110	224.0.0.0	239.255.255.255	Multicast
Е	11110	240.0.0.0	247.255.255.255	Зарезервирован

# Классы IP -адресов

- А – наибольшее количество узлов в сети - сети городов
- В – крупные районные сети
- С – офисные сети
- D – multicast – адрес идентифицирует группу узлов, возможно принадлежащих различным сетям, при указании такого адреса пакет доставляется всей группе
- E – зарезервированные адреса

# Особые IP адреса

- Адрес из одних двоичных 0 – то он обозначает адрес того узла сгенерировал пакет (используется в icmp – internet control message protocol для обмена служебной информацией)
  - соответственно если двоичный 0 составляют номера сети то считается что узел назначения принадлежит той же сети что и отправитель
- Если все двоичные разряды IP-адреса равны 1 то пакет с таким адресом должен разослаться всем узлам сети, что и источник. Широковещательный шторм ограниченный маршрутизатором
- Если из двоичных единиц состоит номер узла то пакет с таким адресам разошлется всем узлам сети с этим номером.
- Адрес начинающийся с числа 127 (01111111) включает режим петли, данные с такого адреса не передаются в сеть а возвращаются на верхние уровни OSI

# Маска

• Для придания системе гибкости возможно использование масок.

• Маска позволяет отказаться от понятия класс сети

Пример адрес 10.0.1.3 – Сеть класса А, при наложении маски 255.255.255.0 превратится в сеть класса С 10.0.1 – адрес сети 3 – адрес узла.

• Пока маска состоит из двоичных 1 то разряд обозначает адрес сети.

Пример

Адрес 192.168.137.1

Маска 255.255.128.0 определить номер сети и номер узла

Решение: Запишем в двоичной форме адрес и маску

	№ сети	№ узла
192.168.137.1	11000000.10101000.1	0001001.00000001
255.255.128.0	11111111.11111111.1	0000000.00000000

# Маска

Дополним и переведем в десятичную форму

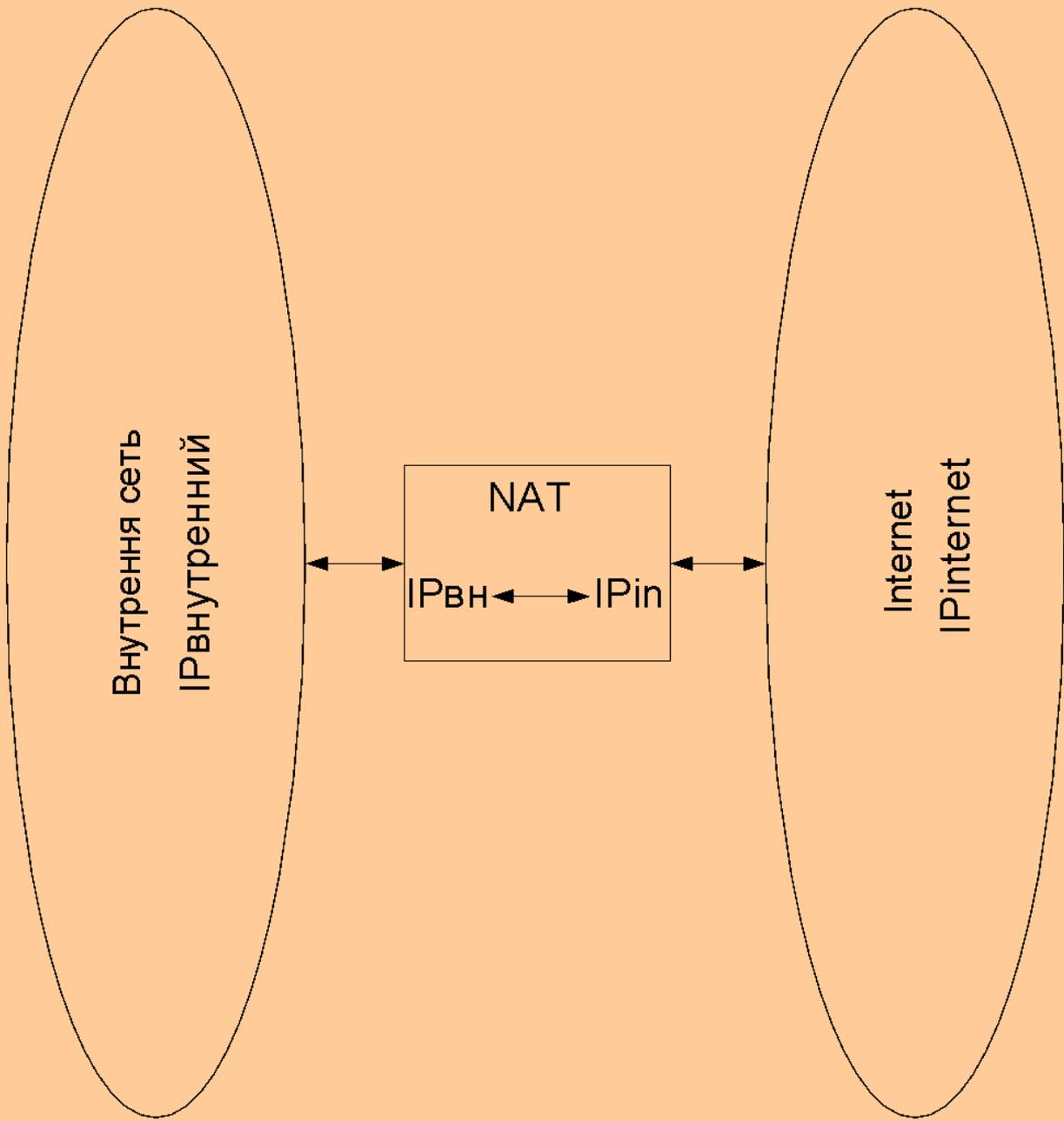
№ сети	№ узла
11000000.10101000.10000000	00001001.00000001
192.168.128.0	0.0.9.1

# Порядок назначения IP адресов

- Для автономной сети имеет значение только уникальность каждого адреса и соблюдение правил при его создании.
- Для Internet уникальность адреса гарантируется системой регистрации адресов ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) – некоммерческая неправительственная организация
  - ARIN (Америка)
  - RIPE (Европа)
  - APNIC (Азия и Тихоокеанский регион)
- Существуют рекомендации для автономных сетей
  - А 10.0.0.0
  - В 172.16.0.0 – 172.31.0.0
  - С 192.168.0.0 – 192.168.255.0

# Дефицит адресов

- В настоящий момент используется версия IPv4 (4 байта)
- Планируется IPv6 (6 байт)
- CIDR (Classless Inter-Domain Routing ) – бесклассовая сетевая маршрутизация, за счет использования масок позволяет выделять ровно столько адресов сколько необходимо для данной сети а не сколько содержит класс.
- NAT (Network Address Translation)
  - Традиционный NAT подразумевает что внутренних адресов меньше или столько же и каждому в соответствие можно поставить глобальный
  - NAT трансляция адресов и номеров портов. Позволяет внутренним узлам общаться с внешними через один глобальный адрес. Для идентификации в таком случае используется номер порта



# Автоматизация назначения IP -адресов

• Протокол DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) – автоматизирует процесс назначения адресов.

• Два режима работы

- Динамическое автоматическое распределение адресов
- Статическое по заранее сконфигурированным правилам

• Принцип клиент-сервер

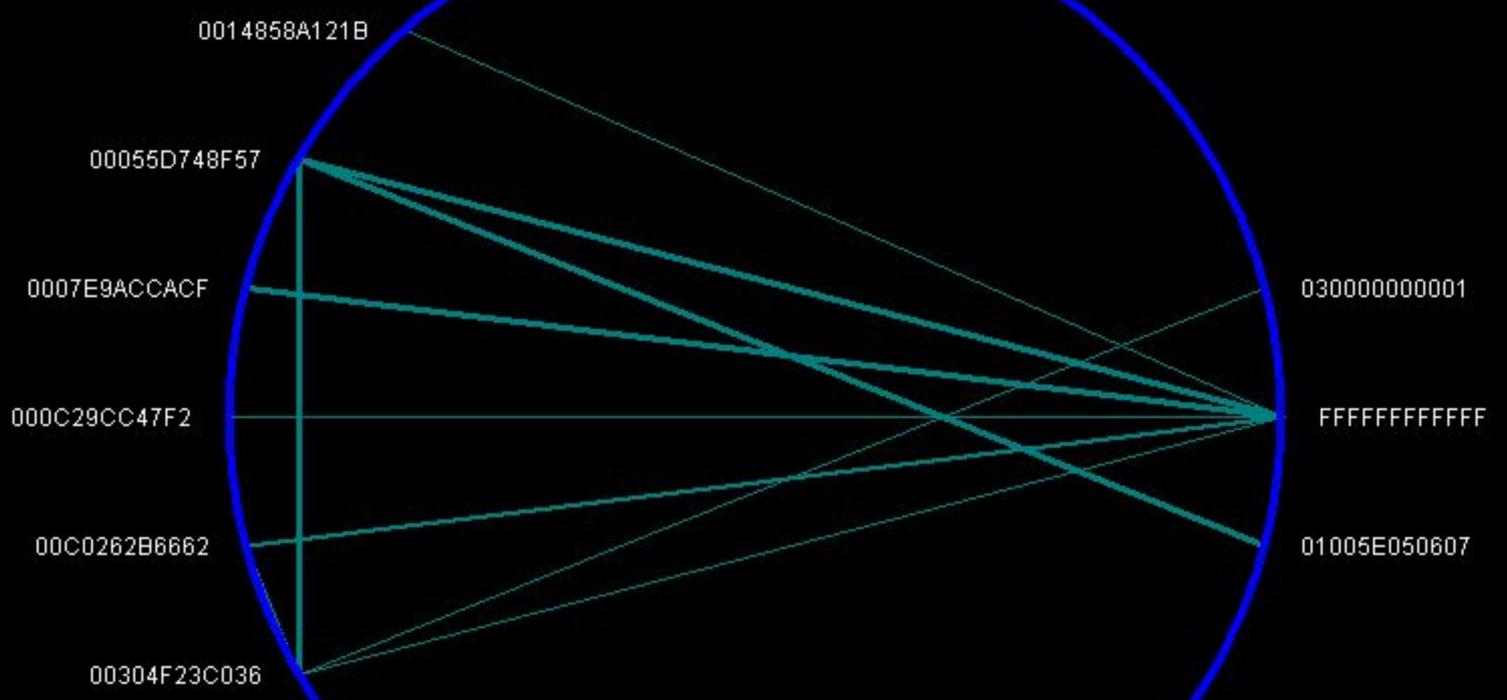
- Клиент посылает широковещательный запрос на получение IP
- Сервер передает адрес и конфигурационные параметры

• При ручном режиме серверу задается соответствие IP адреса каким либо параметрам клиента – например мас адресу

• При автоматическом статическом режиме сервер сам выбирает произвольный адрес из доступного пространства и устанавливает идентификатор

• При автоматическом динамическом адресу не присваивается идентификатор. И адрес выдается на время работы клиента

### Traffic Map

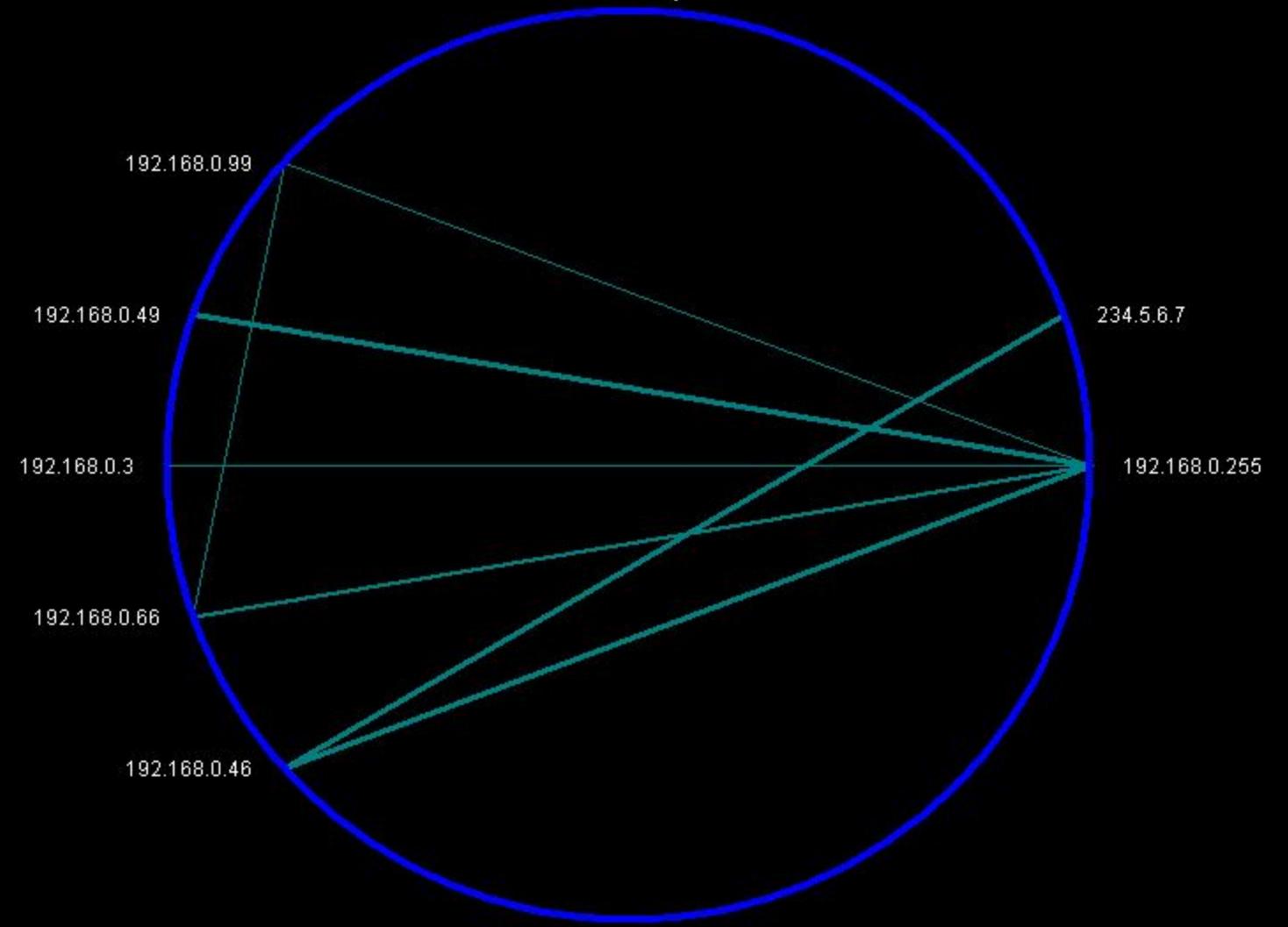


Default



Matrix : 7 stations

### Traffic Map



MAC IP IPX

# Глобальные сети



# Качество обслуживания

- Для глобальных сетей характерно высокая стоимость каналов передачи данных и сложность топологий
- Протяженность каналов затрудняет передачу трафика без задержек, что плохо отражается на передаче голосового и мультимедийного трафика
- В этих условиях важнейшим инструментом обеспечения работы сети становятся механизмы QoS (Quality of Service) – качество обслуживания
- В пакетных сетях понятие качества обслуживания – основывается на законах статистики
- В условиях случайной передачи пакетов все параметры: величина очереди, мгновенная скорость, время задержки являются случайными величинами и характеризуются статистическими параметрами математическим ожиданием и дисперсией

# Типы QoS

- **Сервис с максимальными усилиями** – обеспечивает взаимодействие узлов без каких либо гарантий (отсутствие QoS). Подобным образом работают IP сети. Основной принцип FIFO первым пришел первым обслужен. Разницы между трафиком различного типа нет.
- **Сервис с предпочтением** – некоторые виды трафика имеют приоритет. Приоритет является непостоянной величиной, в случае если высокоприоритетный трафик в данный момент отсутствует в сети максимальное качество обслуживания будет иметь обычный трафик, если же интенсивность высокоприоритетного трафика высока то остальной трафик может вовсе лишиться возможности проходить через сеть.
- **Гарантированный сервис** – дает статистические численные гарантии различным потокам трафика. Основан на предварительном резервировании сетевых ресурсов для каждого вида трафика. Численные гарантии не обязательны для выполнения и имеют лишь некоторую вероятность. Например вероятность того что задержка пакета не превысит 100 мс составляет 0,999 это значит что один пакет из 1000 может и превысить данную величину

# Требования различных типов приложений

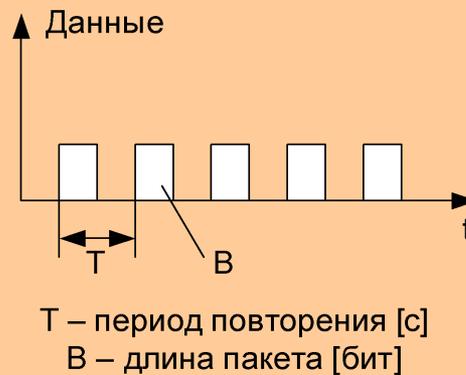
• Приняты следующие критерии классификации трафика различных предложений

- Относительная предсказуемость скорости передачи данных
- Чувствительность трафика к задержкам пакетов
- Чувствительность трафика к потерям и искажениям пакетов

# Предсказуемость скорости передачи данных

## Приложения с потоковым (stream) трафиком

- Такие приложения создают равномерный поток данных поступающий в сеть с постоянной битовой скоростью. При пакетном методе коммутации такой поток выглядит как последовательность пакетов одинаковой длины следующих через один и тот же интервал времени

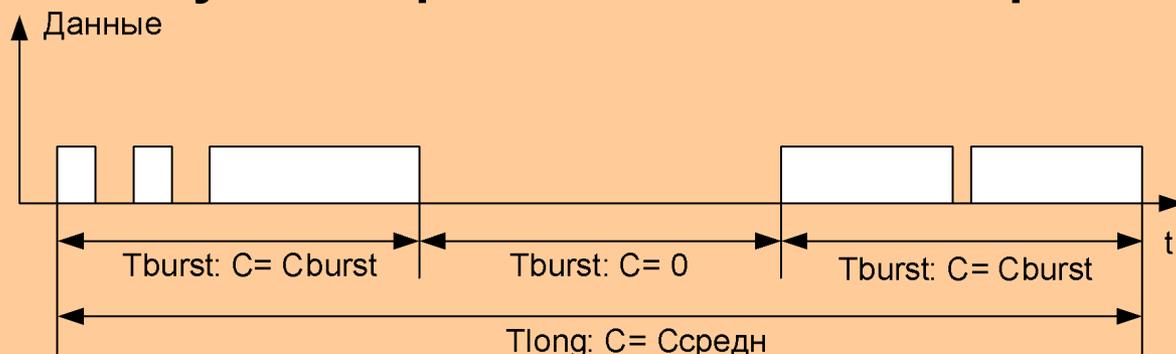


Средняя скорость вычисляется как усреднение на одном периоде  
 $V=B/T$

В общем случае средняя скорость меньше номинальной из-за пауз между пакетам так для базовых сетей Ethernet номинальная скорость 10 Мбит/с а средняя 9,76 Мбит/с

## Приложения с пульсирующим (burst) трафиком

- Такие приложения порождают неравномерный трафик с крайне высокой степенью непредсказуемости. Для характеристики трафика используется переменная битовая скорость.



На рисунке показаны три периода измерений, на двух наблюдается пульсация третий является периодом молчания.

Каждый период характеризуется коэффициентом пульсации равным отношению средней скорости на периоде пульсации к средней скорости на периоде измерений.

$C_{burst} = V / T_{burst}$  – средняя скорость на периоде пульсации, где  $V$  – кол-во бит переданных на периоде пульсации

Пусть на каждом периоде пульсации было передано одинаковое кол-во бит, тогда средняя скорость на периоде измерений =  $2V / 3T_{burst}$

Отсюда отношение скоростей равно 1,5

# Чувствительность трафика к задержкам пакетов

- Асинхронные приложения – электронная почта – практически не чувствительны к задержкам
- Синхронные приложения – чувствительны к задержкам но допускают их
- Интерактивные приложения – работа с удаленными файлами – задержки влияют на работу но их критичность зависит от вида приложения, так для текстового редактора задержка менее критична чем для видеоплеера
- Изохронные приложения – передача голоса – имеет прог чувствительности к задержкам
- Приложения мягкого реального времени – сверхчувствительны к задержкам.
- Приложения жесткого реального времени – не допускают задержек.

# Чувствительность трафика к потерям и искажениям пакетов

- Чувствительные к потерям приложения – приложения передающие алфавитно цифровой трафик – все традиционные сетевые приложения: файловые сервисы, сервисы баз данных, электронная почта и т.п.
- Устойчивые к потерям приложения – мультимедийные приложения, передающие не сжатый поток – здесь потерянный пакет может быть заменен на основе аппроксимации предыдущего и последующего пакета. Порог нечувствительности очень низкий допускается не более 1 % потерь.

# Параметры качества обслуживания

## ▪ Параметры пропускной способности

- Средняя скорость
- Пиковая скорость
- Минимальная скорость

## ▪ Параметры задержек

- Средняя величина задержек
- Максимальная величина задержек
- Средняя и максимальная величина вариации задержек

## ▪ Параметры надежности передачи

- Процент потерянных пакетов
- Процент искаженных пакетов

# Глобальные сети с коммутацией каналов

- **Всемирная телефонная сеть – создана более 100 лет назад**

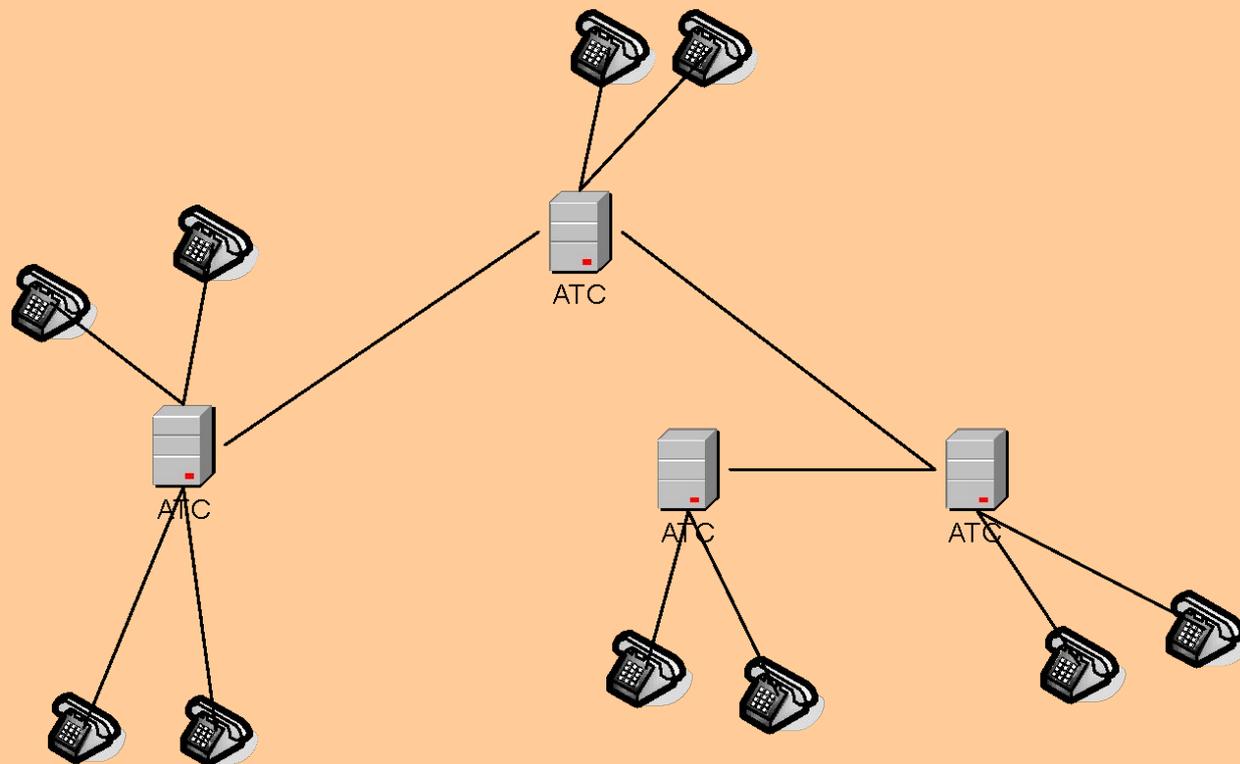
- **Работает по принципу коммутации каналов, два абонента устанавливают предварительное соединение образуя дуплексный канал.**

- **Аналоговые телефонные сети**

- **Звуковые колебания преобразуются в колебания электрического тока, коммутаторы также передавали голос в виде аналогового сигнала**

- **Цифровые телефонные сети**

- **Коммутаторы передают трафик в цифровой форме, но окончания по-прежнему аналоговые**



- Структура сети состоит из связанных произвольной топологией АТС – цифровая сеть и аналоговых окончаний
- Длина аналогового окончания не должна превышать 2 км.
- Сообщения вызова представляет собой замыкание и размыкание электрической цепи в аналоговом телефоне.
- Импульсный набор – число замыканий размыканий частотой 20 Гц

• Тоновый набор – комбинация двух частот из низкочастотной группы ( 697, 770, 852, 941 Гц) и высокочастотной группы (1209, 1336 1477 Гц), набор выполняется частотой 10Гц с длиной сигнала 50 мс и паузой 50 мс

• После приема сигнала вызова АТС передает его дальше

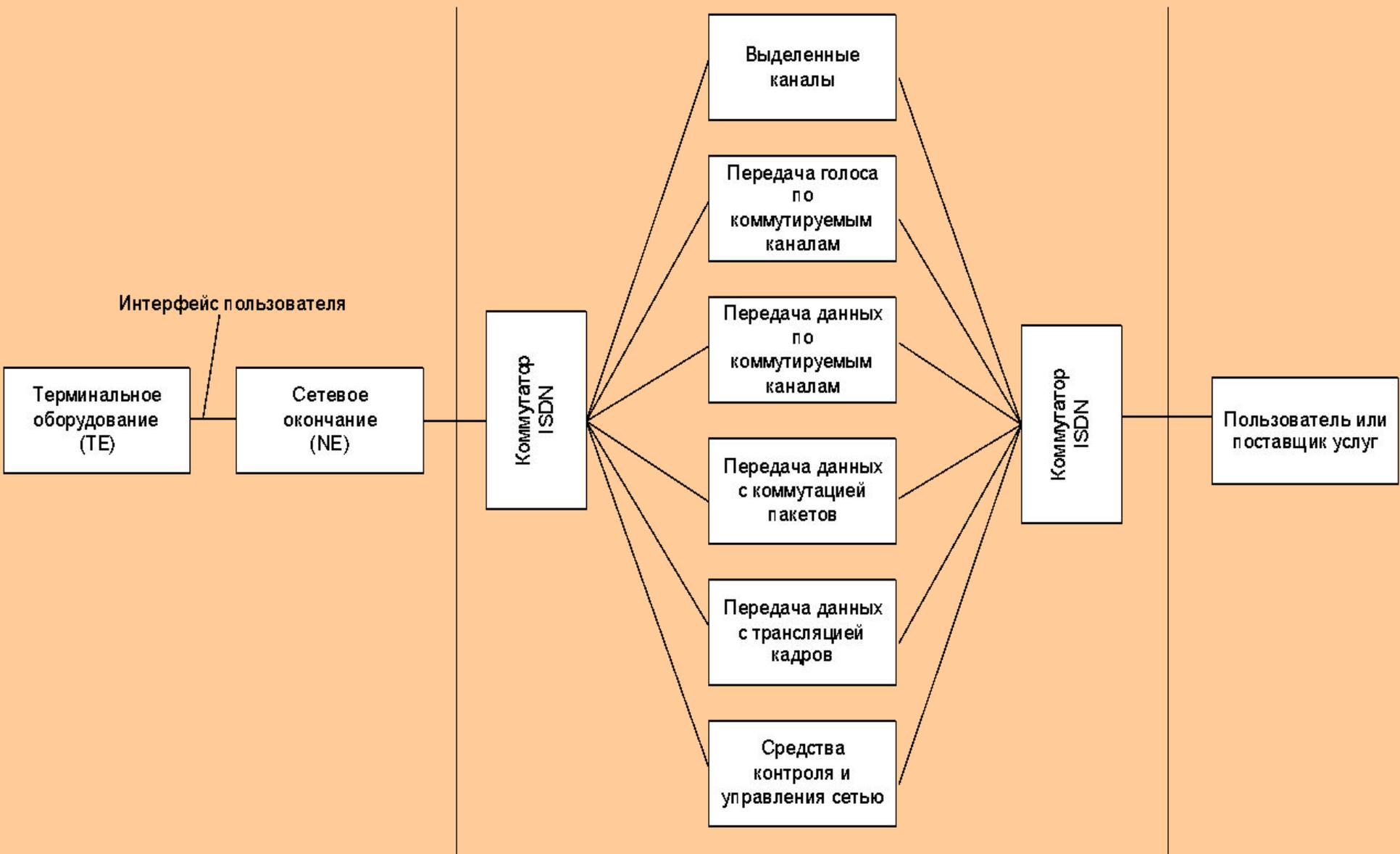
- Маршрутизация осуществляется в зависимости от вида АТС либо электромеханическим (шаговые и координатные АТС) способ либо электронным (цифровые АТС) с помощью таблицы маршрутизации.

• При наличии возможности создания соединения создается дуплексный канал при невозможности передается сигнал занято.

# Цифровые сети с интегральными услугами ISDN

## • ISDN (Integrated Services Digital Network)

- Сеть с коммутацией каналов
- Данные в цифровой форме
- Начало внедрения 80-е годы во Франции и Германии, в США середина 90-х
- Архитектура ISDN предусматривает несколько видов служб



# Пользовательские интерфейсы ISDN

- Интерфейс образуется между двумя типами оборудования: Терминальным оборудованием (компьютер телефон и т.п.) и сетевым окончанием – устройством завершающее канал связи с ближайшим коммутатором ISDN
- Интерфейс основан на каналах трех типов
  - В – скорость передачи данных до 64 кбит/с
  - D – скорость передачи 16 или 64 кбит/с
  - H – со скоростью 384 кбит/с (H0), 1536 кбит/с (H11) и 1920 кбит/с (H12)
- Каналы типа В – осуществляют передачу данных или смеси голоса и данных. Сеть ISDN всегда коммутирует целые каналы типа В, разделением трафика должно заниматься пользовательское оборудование.
- Канал типа В также используется для подключения пользователя к сети x25

- Каналы типа D – канал доступа к служебной сети с коммутацией пакетов передающей сигнальную информацию.
- Основной функцией является передача адресной информации на основе которой работают каналы типа B.
- Вторичная функция поддержка низкоскоростной сети с коммутацией пакетов для передачи пользовательских данных, задействована только если нет необходимости в выполнении основной функции.
- Каналы типа H – предоставляют возможность высокоскоростной передачи данных, по этим каналам передается видео и звук.

# Типы пользовательского интерфейса

**BRI (basic rate interface) – предоставляет два канала по 64 кбит/с для передачи данных и один 16 кбит/с для передачи управляющей информации. Все каналы работают в полнодуплексном режиме.**

- **Суммарная скорость 144 кбит/с для пользовательских данных.**
- **Разделение на каналы логическое – физически канал представляет собой двухпроводный кабель**
- **Данные передаются кадрами по 48 бит, каждый кадр содержит 2 байта каждого из каналов В и 4 бита канала D.**

**PRi (primary rate interface) – поддерживает схемы 30В+D или 23В+D первая схема стандарт для Европы вторая для Северной Америки и Японии. В остальных регионах стандарта нет и схема произвольна.**

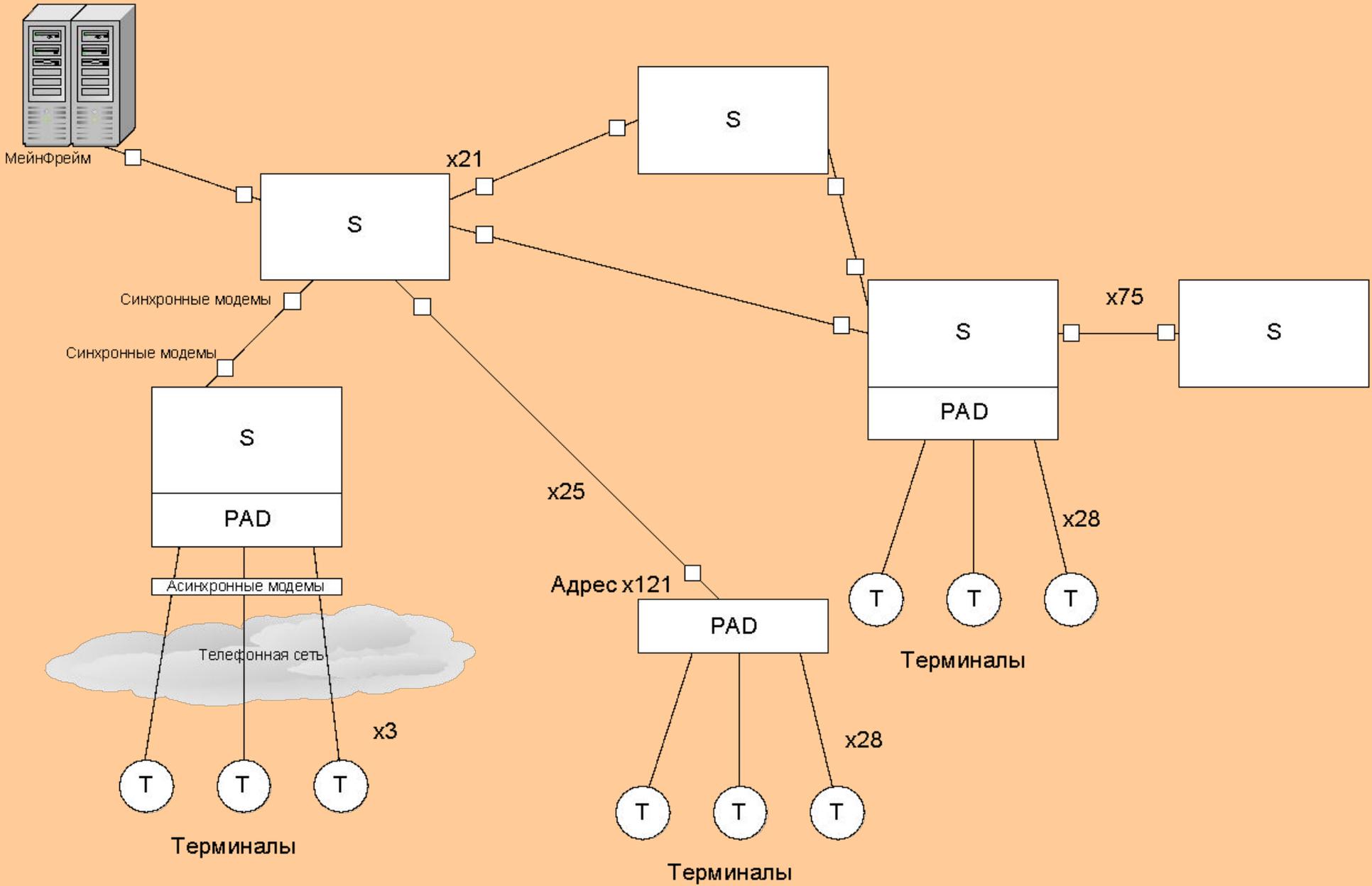
**Основной интерфейс может быть основан и на каналах типа N. Например схема 5N0+D, или N11.**

# Адресация ISDN

- Технология ISDN разрабатывалась как всемирная телекоммуникационная сеть. Система адресации таким образом должна быть единой для всего мира.
- За основу адреса был взят формат международного телефонного плана номеров стандарт ITU-T E.163
- Расширенный стандарт ITU-T E.164 позволяет использовать адреса сетей x25 и некоторых других сетей.
- E.163 – 12 десятизначных чисел в номере в E.164 до 55 десятизначных чисел
- В адресе различают номер абонента и адрес абонента. Пример 7-495-640-20-00-134. Здесь 7 – код страны 495 код города 640-20-00 код терминального устройства (например офисной АТС) все вместе это составляет номер абонента ISDN, а 134 дополнительный номер для вызова конкретного абонента данной офисной АТС.

# Сети x25

- **Сеть с коммутацией пакетов**
- **Стандарт x25 (1974 г. CCITT) – определяет взаимодействие между оконечным оборудованием и устройствами передачи данных. Взаимодействие между сетями описывается стандартом x75**
- **Особенности технологии x25**
  - **В сети присутствует специальное устройство PAD (Packet Assembler Disassembler) предназначенное для сборки нескольких низкоскоростных потоков от терминалов в пакеты.**
  - **Наличие трехуровневого стека протоколов с использованием на канальном и сетевом уровнях протоколов с предустановленным соединением и коррекцией ошибок.**
  - **Стек протоколов однороден и не может объединять разнородные сети.**



- **Сеть x25 состоит из коммутаторов (S) соединенных выделенными каналами (могут быть цифровые и аналоговые)**
- **Терминал подключается к сети через асинхронный модем который обеспечивает связь с PAD**
- **PAD либо встроен в коммутатор либо связан с ним по протоколу x25**
- **К удаленному PAD терминалы подключаются по протоколу x28**
- **Функции PAD определяются стандартом x3**
  - **Сборка символов от терминалов в пакеты**
  - **Разборка полей данных в пакетах и вывод их на терминалы**
  - **Управление соединением с нужным компьютером**
  - **Передача символов по требованию асинхронного терминала**
  - **Продвижение пакетов**
- **стандарт x28 определяет параметры терминала и протокол взаимодействия терминала и PAD.**

# Адресация в сетях x25

- Для изолированной сети ограничение только на длину адреса - 16 байт
- Для сети соединенной с другими сетями стандарт x121
  - Первые четыре цифры код идентификации сети 3 цифры страна в которой находится сеть последняя номер сети (не более десяти сетей на страну)
  - РФ имеет два кода 250 и 251
  - Остальные цифры код национального терминала

# Сети Frame Relay

- Разрабатывались как замена x25
- Скорость до 2-х Мбит, но при значительно более низкой надежности
- Обеспечивает гарантированные параметры качества трафика
- Вошла в сети ISDN как отдельная служба

# Технология АТМ

- Основная проблема глобальных сетей – сопряжение различных типов оборудования.
- Приоритетная задача – снижение неоднородности сети
- АТМ (Asynchronous Transfer Mode) – технология асинхронного режима передачи разработана как универсальный транспорт для нового поколения сетей В-ISDN (Broadband ISDN).
- АТМ обеспечивает несколько возможностей
  - Передача в рамках одной транспортной системы компьютерного и мультимедийного трафика чувствительного к задержкам с соблюдением требований QoS
  - Диапазон скоростей до нескольких Гбит/с
  - Общие транспортные протоколы для локальных и глобальных сетей
  - Сохранение имеющихся физических протоколов
  - Взаимодействие с предыдущими технологиями (Ethernet ISDN IP)

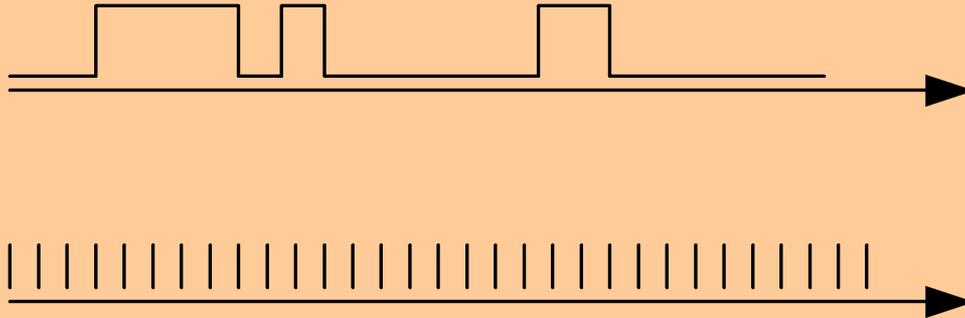
- **ATM – совмещает подход двух технологий коммутации пакетов и каналов**
- **Данные передаются в виде адресуемых пакетов, при этом используются виртуальные каналы и использование пакетов небольшого фиксированного размера, что повышает предсказуемость задержек.**
- **Обеспечивается передача различных видов трафика без дискриминации**
- **Замещает собой технологию ISDN обеспечивая гораздо большие скорости, так для передачи цветного видеоизображения требуется скорость 30 Мбит/с, что ISDN не достигается а ATM (B-ISDN) обеспечивает без проблем.**
- **ATM – разрабатывается группой компаний ATM-forum под эгидой специального комитета IEEE**
- **Широкое внедрение ATM прогнозируется к 2015 году**

# Принципы технологии АТМ

- Конечные станции соединяются индивидуальными каналами с коммутаторами
- Адрес 20 байт стандарта E.164
- Таблица маршрутизации может строиться как вручную так и автоматически
- Соединение конечной станции и коммутатора осуществляется по стандарту UNI (User Network Interface)
- Для физического уровня используется технология SDH/SONET определяющие скорости 155 Мбит/с для витой пары 622 Мбит/с и 2,5 Гбит/с для оптоволокна

# Принцип действия

- Основная задача – любой вид трафика передается с требуемым качеством обслуживания



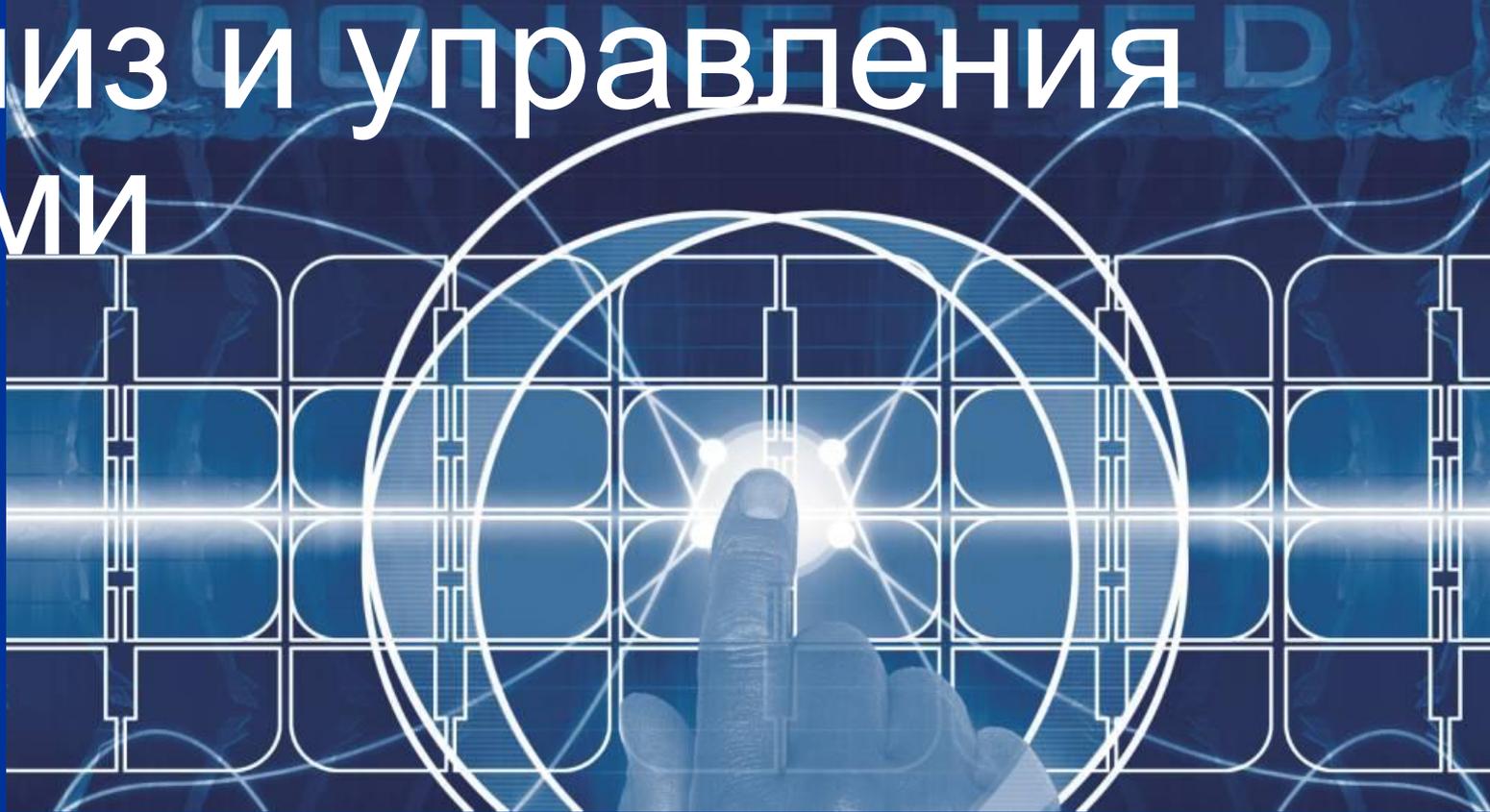
- На возможность совмещения различных видов трафика, например компьютерного и мультимедийного, существенное влияние оказывает размер пакетов.
- В сетях ATM трафик передается небольшими 53 байта пакетами, которые называются ячейки – cell
- ATM – определяет пять типов трафика в зависимости от
  - наличия/отсутствия пульсаций
  - требований к синхронизации
  - типом протокола

Класс трафика	Характеристика
А	Постоянная битовая скорость – Constant Bit Rate
	Требуются временные соотношения между передаваемыми и принимаемыми данными
	С установлением соединения
	Примеры: голосовой трафик, трафик телевизионного изображения
В	Переменная битовая скорость – Variable Bit Rate
	Требуются временные соотношения между передаваемыми и принимаемыми данными
	С установлением соединения
	Примеры: сжатый голосовой трафик, сжатый трафик телевизионного изображения
С	Переменная битовая скорость – Variable Bit Rate
	Не требуются временные соотношения между передаваемыми и принимаемыми данными
	С установлением соединения
	Примеры: трафик компьютерных сетей x25, frame relay
D	Переменная битовая скорость – Variable Bit Rate
	Не требуются временные соотношения между передаваемыми и принимаемыми данными
	Без установлением соединения
	Примеры: трафик компьютерных сетей IP Ethernet
X	Тип трафика и его параметры определяются пользователем

# Характеристики АТМ

- **Peak Cell Rate (PCR)** – максимальная скорость передачи данных
- **Sustained Cell Rate** средняя скорость передачи данных
- **Minimum Cell Rate** минимальная скорость передачи данных
- **Maximum Cell Rate** максимальный размер пульсации
- **Cell Loss Ratio** доля потерянных ячеек
- **Cell Transfer Delay** задержка передачи ячеек
- **Cell Delay Variation** вариация задержки ячеек

# Анализ и управления сетями



# Группы задач управления

- Управление конфигурацией сети и именованием
- Обработка ошибок
- Анализ производительности и надежности
- Управление безопасностью
- Учет работы сети

# Управление конфигурацией сети и именовани

- На этапе решения этой задачи задаются сетевые адреса идентификаторы рабочих станций и т.д.
- Карта сети может быть построена автоматически с помощью зондирующих пакетов или вручную. Обычно применяются оба этих способа составленную автоматически карту подправляют вручную

# Обработка ошибок

- **Выявление и устранение ошибок в сети.**
- **В автоматическом режиме при наличие резервирования система самостоятельно переходит на резервный элемент, в полуавтоматическом работу выполняет человек а система занимается диагностикой и выдачей сообщений**

# **Анализ производительности и надежности**

- **Накопление и обработка статистической информации о функционировании сети**

## **Управление безопасностью**

- **Контроль доступа к ресурсам сети**
- **Разграничение прав доступа**
- **Системы идентификации пользователей**

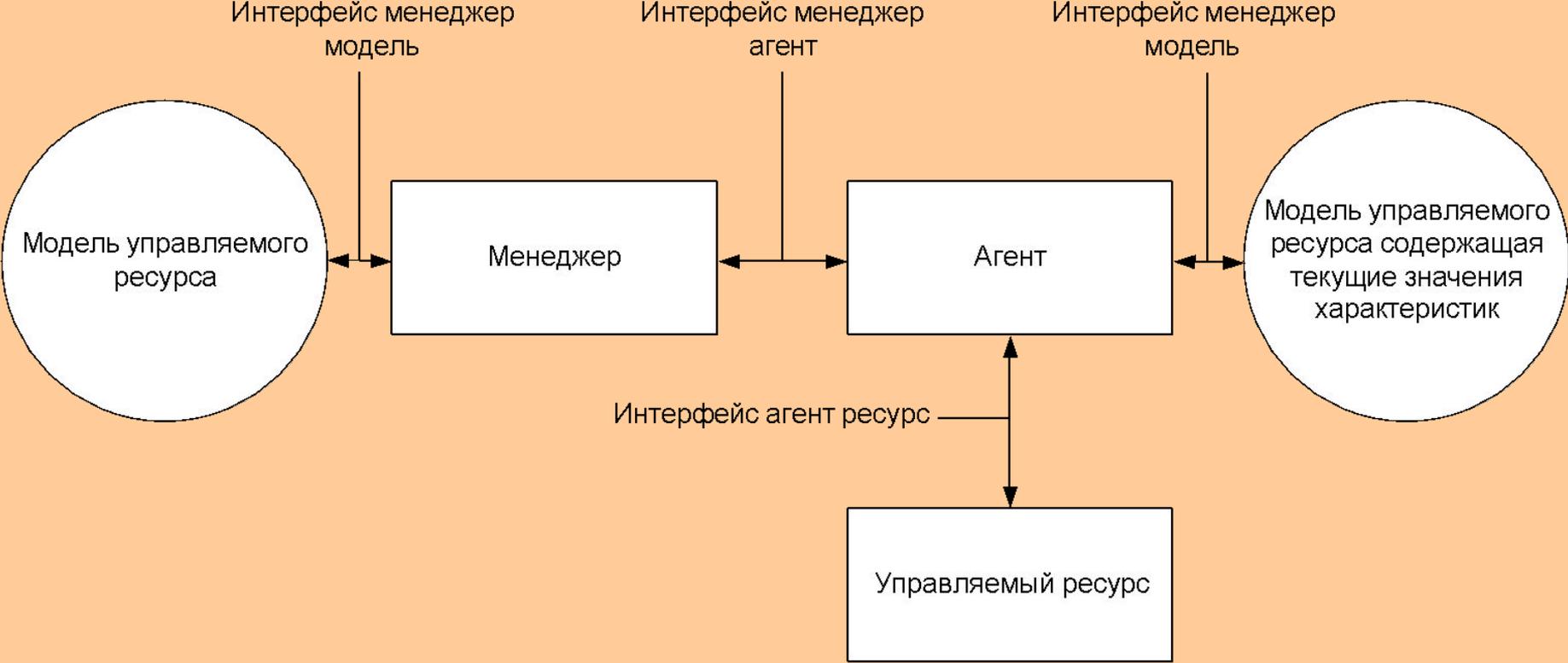
## **Учет работы сети**

- **Регистрация времени работы оборудования**
- **Расчет платы за пользование сетью**

# Системы управления системами

- Учет используемых аппаратных и программных средств – автоматически собирается информация о компьютерах в сети и выдает администратору сообщения о необходимости произвести то или иное действие, например обновить драйвера
- Распределение и установка ПО – централизованная установка ПО на все компьютеры сети или на выделенную группу.
- Удаленный анализ производительности и возникающих проблем – мониторинг важнейших параметров производительности отдельных узлов сети и возможность администратора удаленно управлять этими узлами.
- Примеры пакетов: Microsoft System Management Server (SMS), HP Operationscenter.

# Модель Менеджер - Агент



- **Агент – посредник между ресурсом и управляющей программой**
- **Чтобы один менеджер мог управлять несколькими однотипными ресурсами в модель включают параметры одинаковые для все ресурсов данного типа. Пример – маршрутизатор. Модель маршрутизатора содержит сведения о кол-ве портов, типах трафика, кол-ве пакетов прошедших через порт и т.д., и не содержит данных о производителе оборудования.**
- **Агент «фильтрует» информацию и передает ее менеджеру который принимает решения.**
- **Менеджер использует модель для того чтобы узнать какую информацию он может получить от агента**
- **Агент общается с ресурсом и заполняет модель данными после чего передает их менеджеру. Модель агента называют MIB (Management Information Base, MIB)**
- **Агент как правило встраивается в управляемое оборудование, а менеджер работает на отдельном компьютере попутно являясь интерфейсом управления**
- **Один менеджер обслуживает сразу несколько агентов**

# Промышленные сети



▪ Единого стандарта для промышленных сетей не существует

▪ Существует несколько десятков отдельных технологий промышленных сетей

▪ EN50170 – Европейский стандарт пытающийся объединить промышленные сети, в настоящий момент ему соответствуют Profibus FIP P-Net

▪ Существует специализированность промышленных сетей

- Сети датчиков
- Сети контроллеров
- Сети операторских станций

▪ Совместимость различных технологий промышленных сетей затруднена а зачастую просто невозможна.

▪ Главной задачей часто оказывается надежность сети

▪ Промышленные сети должны выполнять ряд специализированных функций, таких как диагностика узлов, реализация реального времени.

▪ Количество узлов может превышать десятки тысяч

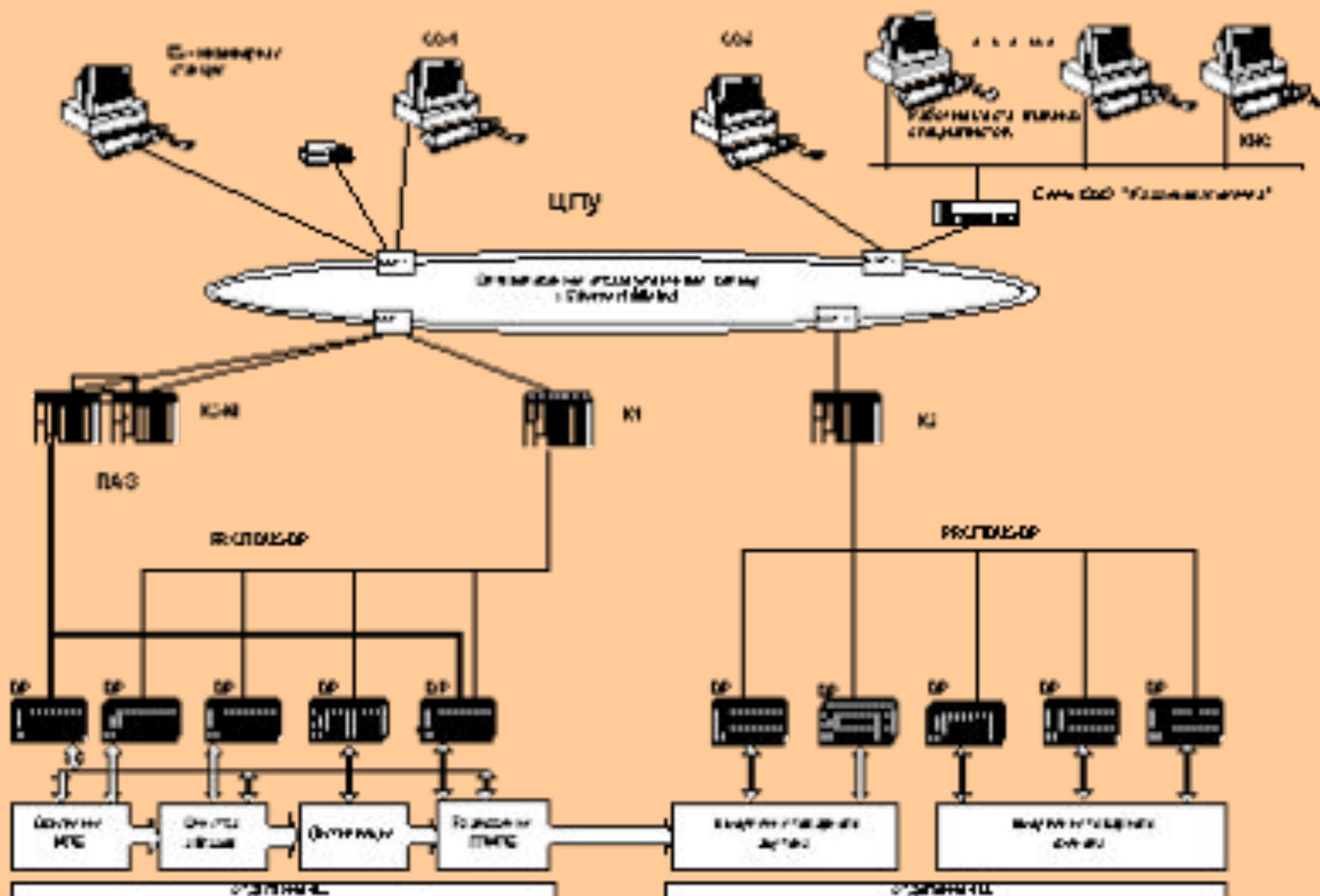


Таблица 1. Структура системы автоматизации управления производством

# Основные технологии промышленных сетей

- AS интерфейс (Actuator Sensor Interface) – относится к сетям датчиков.
  - Siemens Alien Bradley, IFM – фирмы поддерживающие стандарт
  - Задача связать в единую сеть все устройства нижнего уровня для облегчения получения информации системой контроля
  - Одновременно осуществляет две задачи питание датчиков и сбор информации
  - На физическом уровне используется двухпроводный кабель с трапециевидным сечением.
  - Цикл опроса 31 узел за 5 мс
  - Поддерживает следующие топологии - Шина Звезда Кольцо

# ▪ HART (Highway Addressable Remote Transducer)- основная технология для создания сетей датчиков

- Rosemount (Emerson) разработала в 80х годах
- В настоящий момент поддерживается почти всеми производителями и широко применяется по всему миру
- Работает по принципу мастер слейв
- Имеет возможность одновременно работать как с датчиками HART так и со стандартными датчиками 4-20мА
- Работает или в асинхронном режиме мастер посылает запрос слейв дает ответ в течение 500 мс или в синхронно режиме непрерывной передачи 250-300 мс
- Основной недостаток сложность применения во взрывоопасных зонах

▪ **Foundation Fieldbus** – американский стандарт для построения сети датчиков во взрывоопасных зонах

- Поддерживается ISP и FIP
- Имеет скорость до 31,25 Кбит/с для взрывоопасных зон
- 1 Мбит/с для обычных зон

▪ **CAN (Control Area Network)** – для больших сетей датчиков

- Разработан фирмой Bosch для автомобилей
- Имеет единый центр обработки данных
- Высокая степень обнаружения неисправностей и недостоверностей информации
- До конца не доработан
- Существуют вариации SDS (Honeywell) Device Net (Allen Bradley)

# **LON – сеть датчиков для автоматизации зданий и систем жизнеобеспечения**

- **Разработана фирмой Echelon**
- **Основана на специальном кристалле Neuron (Toshiba Motorola)**
- **Кристалл содержит три микропроцессора один из которых Media Access Control реализует доступ к среде передачи данных (1 и 2 й уровни OSI). Второй NET – реализует функции 3-6 уровней, третий APP 7-го.**
- **Использует витую пару радиоканалы оптику.**
- **До 32000 узлов**

## **ModBus - сеть контроллеров**

- **Технология мастер слейв**
- **Контроллеры соединяются используя технологию главный-подчиненный, при которой только одно устройство (главный) может инициировать передачу (сделать запрос). Другие устройства (подчиненные) передают запрашиваемые главным устройством данные, или производят запрашиваемые действия. Типичное главное устройство включает в себя ведущий (HOST) процессор и панели программирования. Типичное подчиненное устройство - программируемый контроллер**
- **В сетях MODBUS может быть использован один из двух способов передачи: ASCII или RTU**
- **При использовании ASCII - режима каждый байт сообщения передается как два ASCII символа. Главное преимущество этого способа время между передачей символов может быть до 1 сек. без возникновения ошибок при передаче**
- **При RTU - режима каждый байт сообщения содержит два 4-х битных шестнадцатиричных числа. Каждое сообщение передается непрерывным потоком**

**Profibus – технология в различных вариациях закрывающая все три основные ниши промышленных сетей**

- **Profibus PA – сеть датчиков с возможностью работы во взрывоопасных зонах, разработана и применяется в основном фирмой Siemens**
- **Profibus DP – сеть контроллеров, открытая технология поддерживаемая большинством производителей, основной конкурент ModBus**
- **Profibus FMS – сеть верхнего уровня в настоящий момент почти не используется**

**Industrial Ethernet - Сеть верхнего уровня**

- **Отличается от обычного Ethernet только конструктивным исполнением оборудования**
- **В последнее время стала использоваться и как сеть контроллеров**
- **Существует модификация Ethernet Real Time – Сеть поддерживающая реальное время и гарантированную доставку данных**

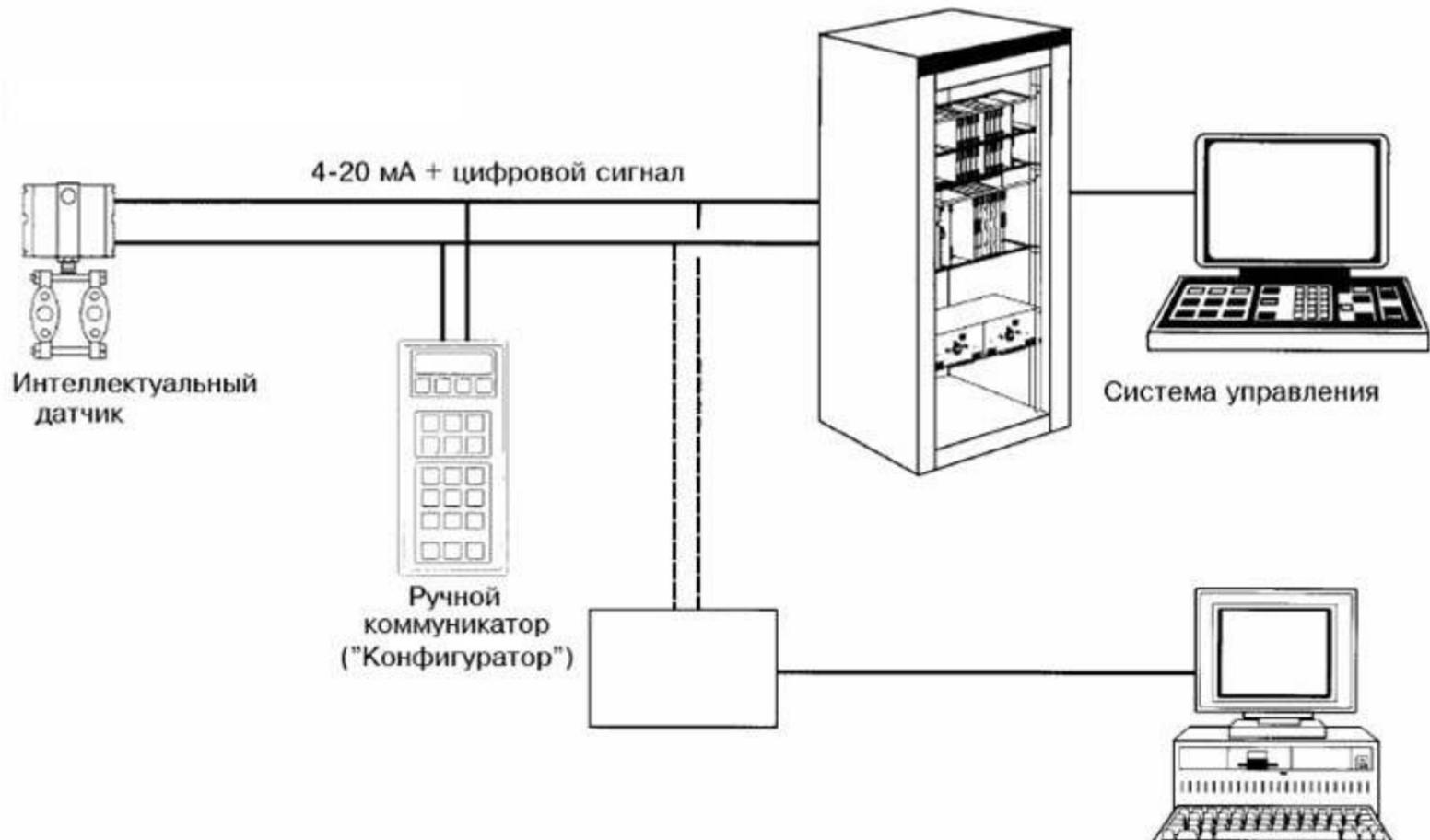
# HART CONNECTED



**Протокол HART является “открытым” и доступен для всех производителей приборов и систем управления, желающих его использовать. Поддержка технологии использования протокола обеспечивается Фондом HART коммуникаций. Фонд HART Коммуникаций является независимой организацией, действующей как некоммерческая корпорация по координированию и поддержке применения HART технологии по всему миру.**

**Термин “интеллектуальные” для первичных устройств был введен для тех**

**первичных устройств, внутри которых содержится микропроцессор. Обычно это добавляет новые функциональные возможности, интеллектуальный датчик может давать более точные показания благодаря применению числовых вычислений для компенсации нелинейности чувствительного элемента или температурной зависимости. И наконец, интеллектуальный датчик позволяет производить настройку на другой диапазон измерений или полуавтоматическую калибровку, а также осуществлять функции внутренней самодиагностики,**



Цифровая связь используется для настройки и управления первичными устройствами, оказалось возможным с помощью нее считывать измеряемый параметр. Без всяких изменений эти приборы готовы для применения в цифровых системах

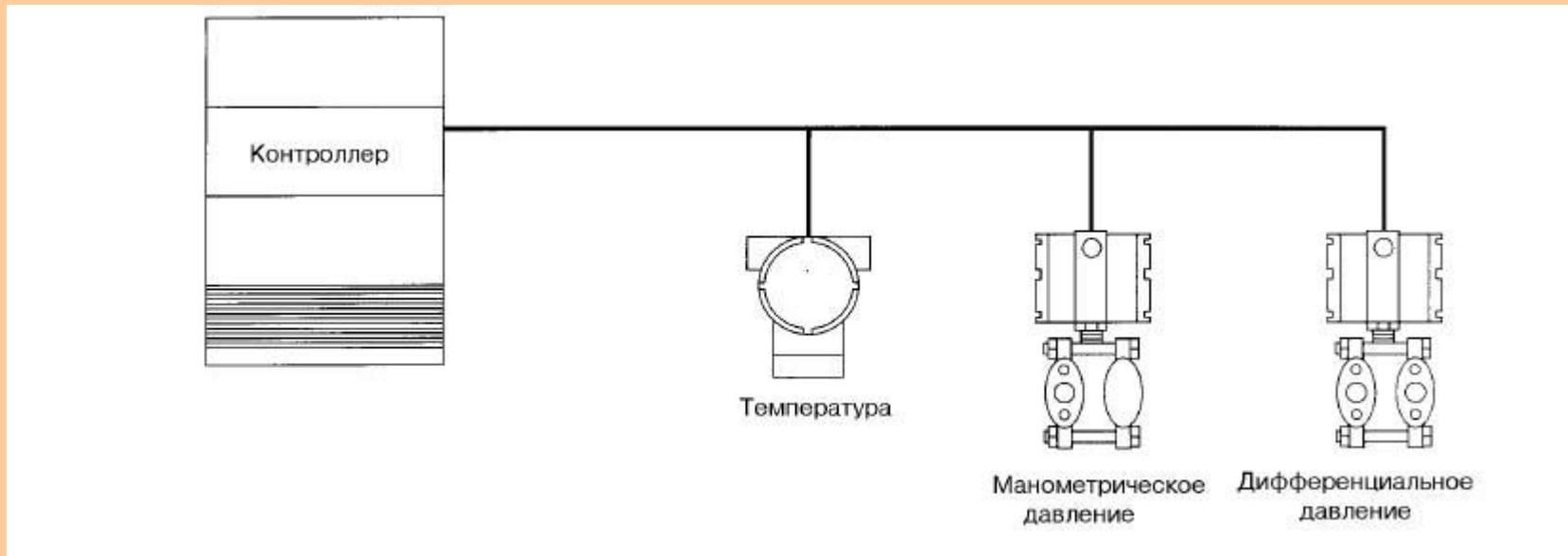
Использование цифровой связи для считывания измеряемого параметра позволяет одному прибору обрабатывать более одного измерения. Например, расходомер позволяет вам в одном сообщении считывать весовой расход, температуру и плотность жидкости процесса, а также суммарный весовой расход.

Считывание измеряемого параметра в цифровой форме сохраняет точность за счет устранения процесса цифро-аналогового и аналогово-цифрового преобразования сигнала 4–20 мА. Однако время, затрачиваемое на передачу сообщения, добавляет лишнюю задержку (мертвое время) к измерению, которая может отрицательно повлиять на управление в быстродействующем контуре.

Преимуществом HART протокола является то, что в таких ситуациях для целей управления можно по-прежнему использовать аналоговый сигнал.

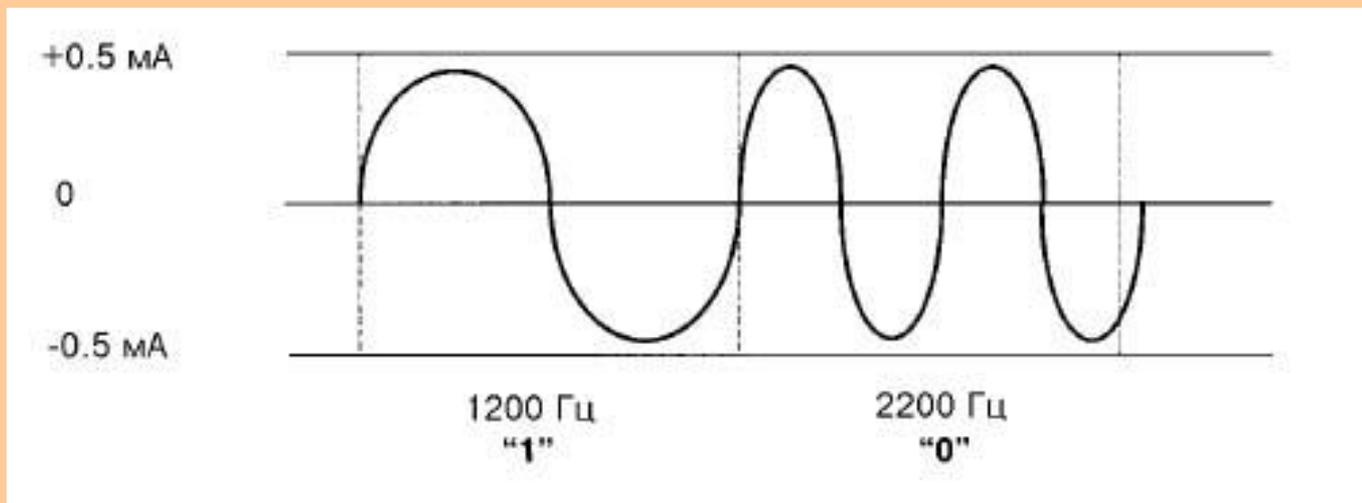
Если измеряемая переменная считывается в цифровой форме, аналоговый сигнал 4–20 мА больше не нужен. Поэтому вы можете подсоединить много первичных устройств к одной паре проводов, а считывать данные с датчика индивидуально. Чтобы это было возможно, каждое устройство должно иметь адрес, на который оно будет откликаться, а каждый запрос от системы управления должен содержать этот адрес как часть сообщения.

В режиме моноканала аналоговый выход датчика устанавливается равным 4 мА для обеспечения прибора питанием. Первичные устройства подсоединяются параллельно.



HART протокол построен по принципу главный-подчиненный. Но может быть два мастера (система управления и ручной коммуникатор, например). К одной линии моноканала можно подсоединить до 15 подчиненных устройств (в не искро-безопасных приложениях). Состояние первичного устройства передается по мере того, как каждую секунду выполняются две-три транзакции ответного сообщения

• HART протокол использует стандарт BELL 202 кодировки сигнала методом частотного сдвига (FSK) для обмена данными на скорости 1200 Бод; сигнал накладывается на аналоговый измерительный сигнал 4–20 мА, на нижнем уровне.

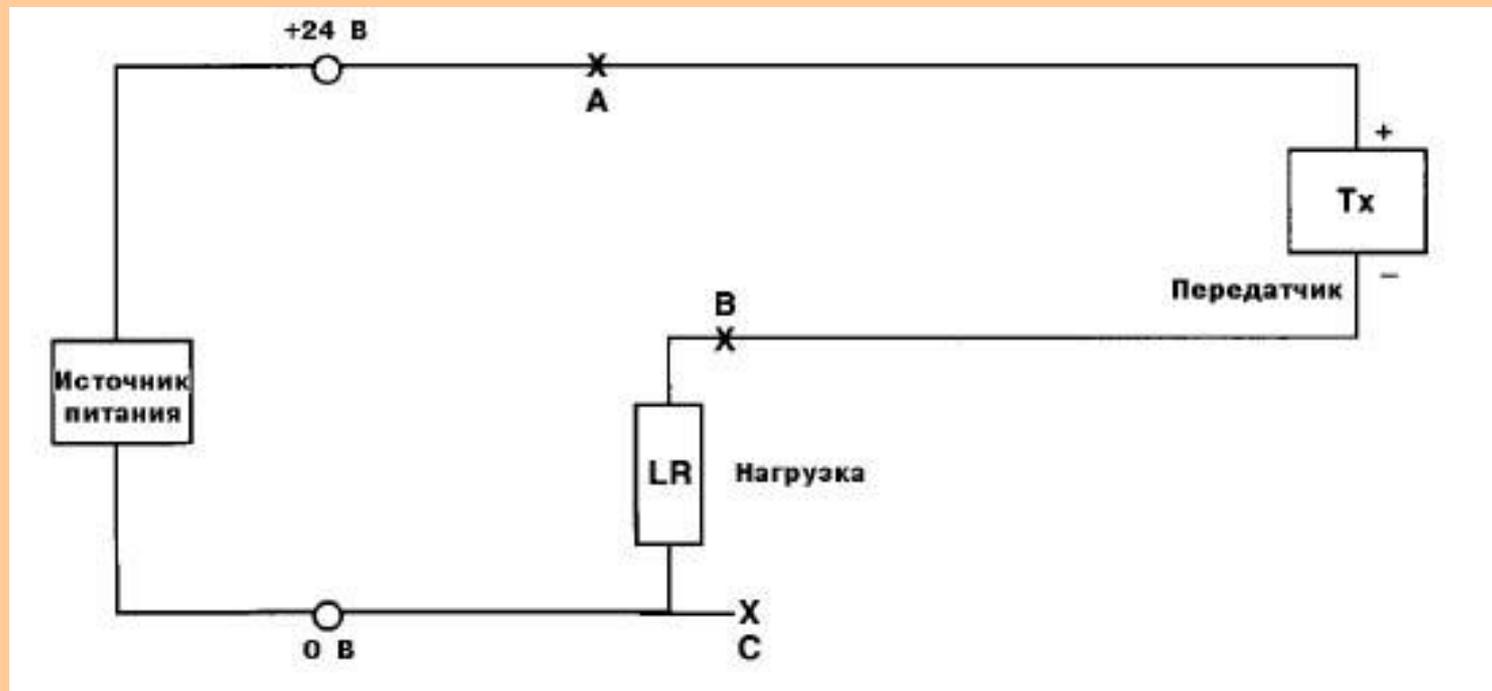


• Поскольку среднее значение частотного сигнала равно нулю, цифровая связь не влияет на токовый сигнал.



• HART протокол использует метод частотного сдвига для наложения цифровой связи на токовый сигнал 4-20 мА, идущий по цепи, соединяющей центральную систему с первичными датчиками. Для представления двоичных 1 и 0 используются две разные частоты (1200 Гц и 2200 Гц соответственно).

Двоичные числа передаются на скорости обмена данными 1200 Бод. Это означает, что число 1 представлено одиночным циклом 1200 Гц, а число 0 представлено приблизительно двумя циклами 2200 Гц.



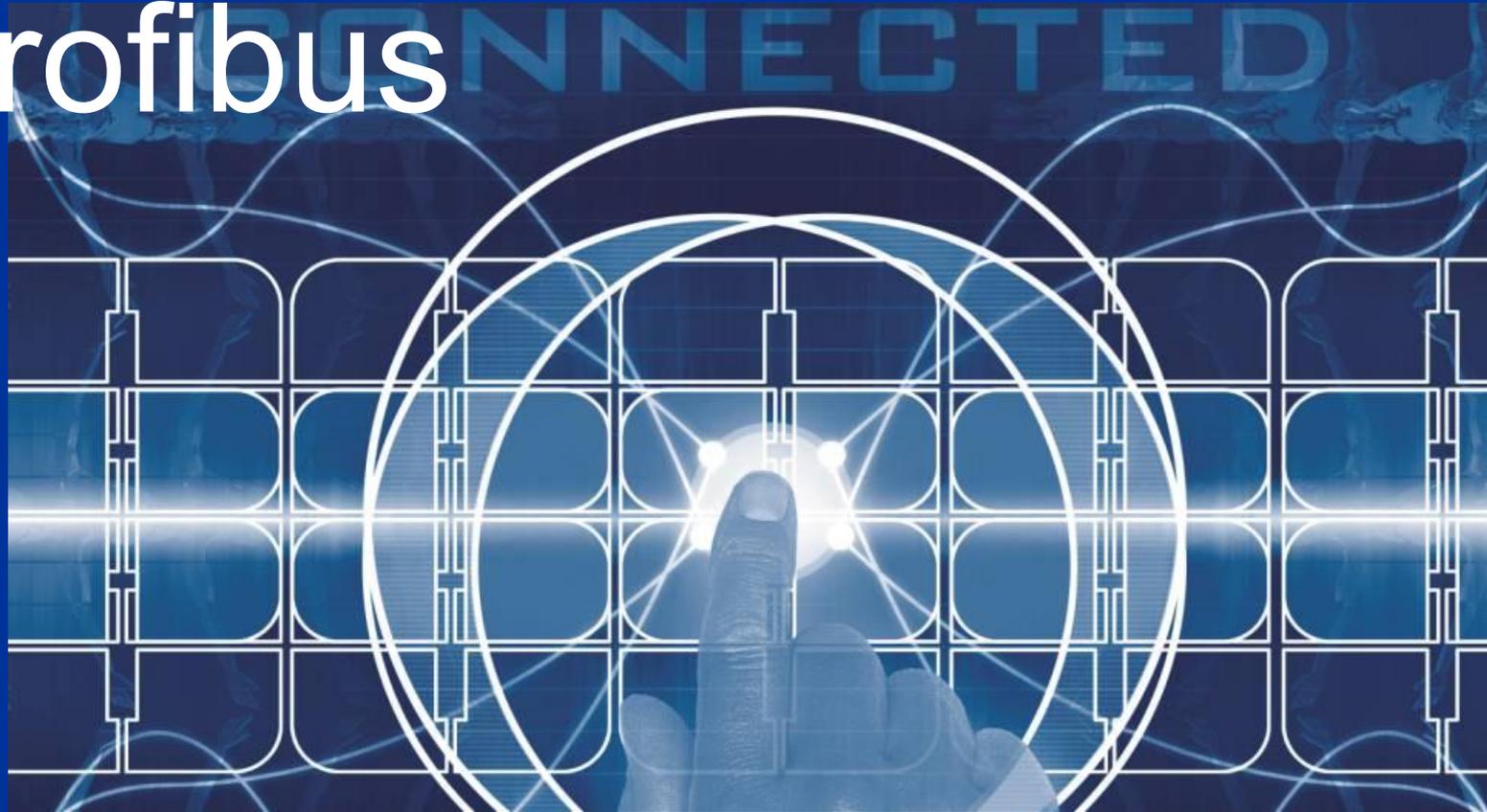
Типичная схема подключения датчика блок источника питания (PSU), передатчик (Tx) и сопротивление нагрузки (LR) - могут быть соединены в любом порядке, и заземление может быть осуществлено в любой точке схемы.

· Ручной коммуникатор или коммуникационные схемы главного устройства не должны быть подсоединены непосредственно через источник питания.

Они должны подсоединяться либо к двум проводам первичного прибора (в точках А и В), либо через сопротивление нагрузки (в точках В и С) (в этом случае цепь замыкается с помощью источника питания). По характеристикам HART протокола допускаются значения сопротивления нагрузки в пределах от 230 до 1100 Ом.

· Для предотвращения помех от внешних сигналов следует заземлить систему. Сигнальный контур и экран кабеля должны быть заземлены обязательно в одной точке. Экран кабеля не должен быть подсоединен к корпусу прибора, если он не изолирован от земли. Общая точка заземления должна быть обычно на или близко к первичному главному устройству (например, система управления).

# Profibus



# PROcess Field BUS

· В 1987 году для немецкой промышленности был разработан и принят стандарт DIN E 19245 PROFIBUS. В 1996 году этот стандарт стал международной нормой EN 50170.

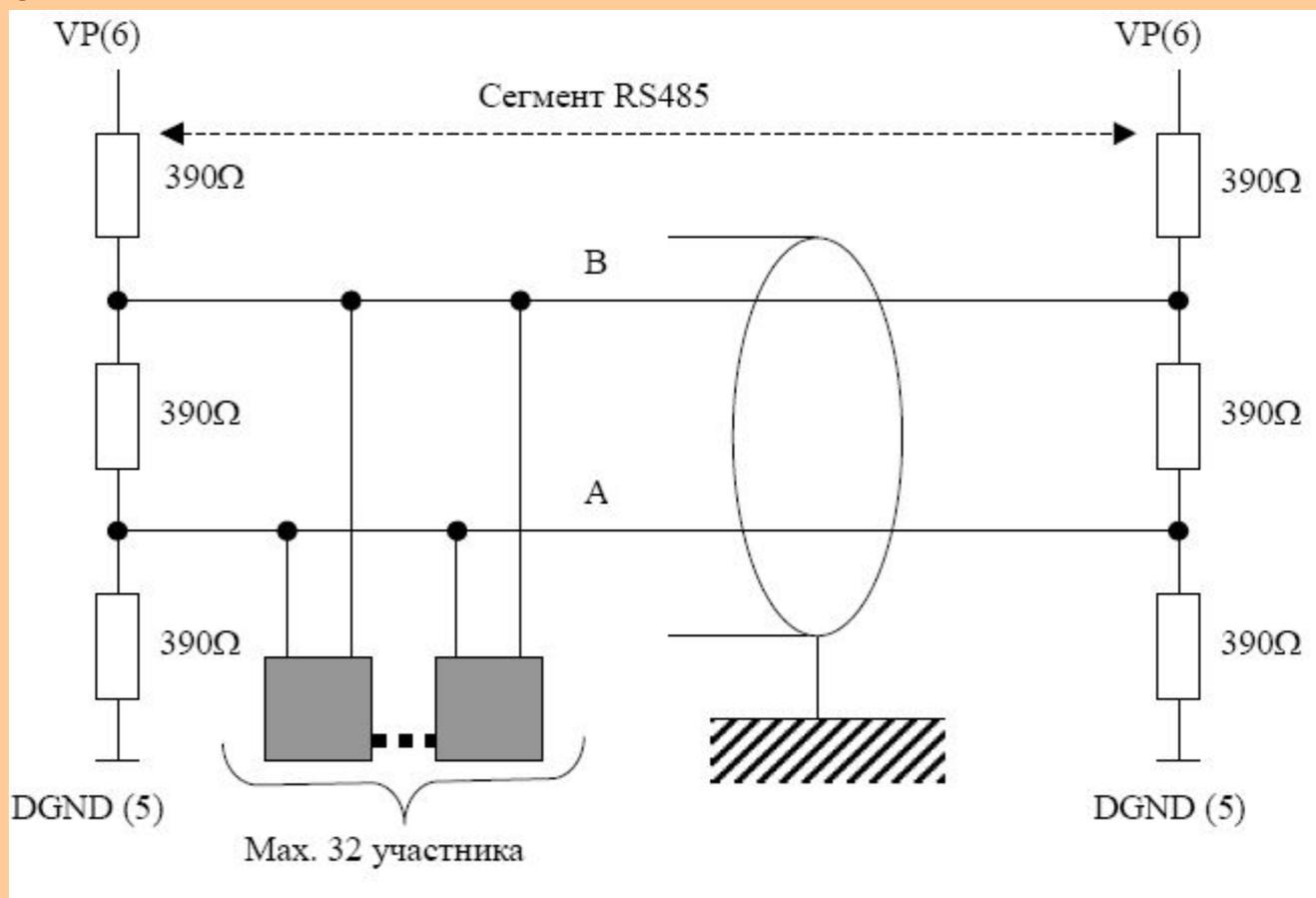
· Архитектура протоколов PROFIBUS ориентирована на уже установленные национальные и международные нормы. Так, архитектура протоколов базируется на модели OSI

· PROFIBUS-DP применяет уровни 1 и 2, а также пользовательский интерфейс. Уровни с 3 по 7 не используются. Благодаря такой архитектуре достигается быстрая передача данных

· Этот профиль протокола PROFIBUS оптимизирован для быстрого обмена данными специально для коммуникаций между системами автоматизации и децентрализованной периферией на полевом уровне.

# Уровни PROFIBUS

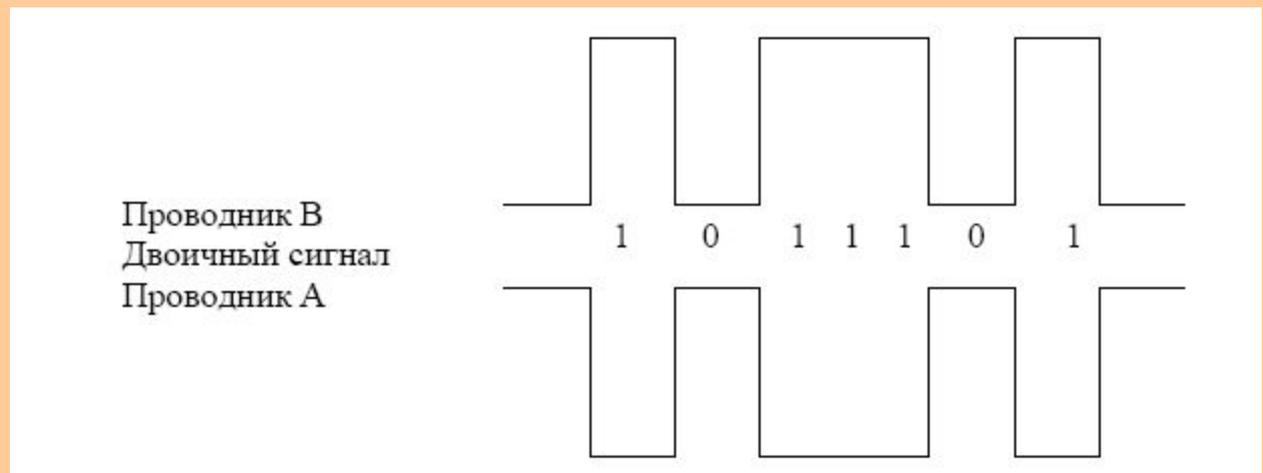
Физический уровень (Layer 1) для DP/FMS (RS485). В основной версии для экранированной витой пары уровню 1 PROFIBUS соответствует симметричная передача данных по стандарту EIA RS485 (также обозначается H2). Проводники шинных сегментов замкнуты с обеих сторон, скручены и экранированы



# Способ передачи

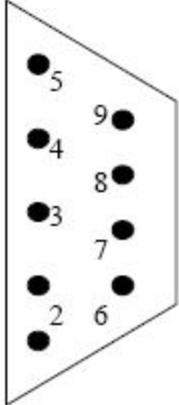
- Для PROFIBUS назначен способ передачи RS485, базирующийся на полудуплексной, асинхронной синхронизации.
- Данные передаются внутри 11-разрядного кадра (рис. 1.4) в NRZ-коде (Non Return to Zero). Значения сигнала (биты) не изменяются во время передачи сигнала.
- В то время, как передача бинарного значения 1 соответствует положительному значению на проводнике RxD/TxD-P (Receive/Transmit-Data-P), напротив, на проводнике RxD/TxD-N (Receive/Transmit-Data-N) присутствует 0
- Состоянию покоя между отдельными телеграммами соответствует двоичный сигнал 1

При этом А-проводник соответствует RxD/TxD-N, а В-проводник - RxD/TxD-P



# Подключение

В качестве стандарта для подключения участников к шине в нормах PROFIBUS EN 50170 рекомендуется 9-и штырьковый штекер, у каждого участника есть такой разъем с бухтовыми контактами, шинный кабель имеет разъем со штырьковыми контактами

Вид	Pin-№	Название сигнала	Обозначение
	1	<b>SHIELD</b>	Экран, напр., земля
	2	M24	-24v
	3	RxD/TxD-P	<b>Прием/передача данных, плюс, провод В</b>
	4	CNTR-P	Сигнал для управления направлением передачи, плюс.
	5	DGND	Данные
	6	VP	<b>Напряжение питания, плюс</b>
	7	P24	+24v
	8	RxD/TxD-N	<b>Прием/передача данных, минус, провод А</b>
	9	CNTR-N	Сигнал для управления направлением передачи, минус.

# Окончание шины

- Шинные провода данных с обеих сторон замкнуты на согласованные нагрузки
- Шинные провода данных с обеих сторон замкнуты на согласованные нагрузки. Благодаря этим сопротивлениям устанавливается безопасный потенциал покоя на проводах шины, когда участники не обмениваются сообщениями
- Шинные нагрузки имеются почти во всех стандартных разъемах PROFIBUS и могут быть активизированы с помощью переключателей.

# **Profibus с использованием оптоволоконна**

**В качестве среды передачи используются световоды со стеклянными или пластиковыми волокнами. В зависимости от используемого типа проводника длина связи может быть до 15 km при стеклянных световодах и до 80 m при пластиковых.**

**Благодаря оптоволокну внутри установки PROFIBUS между участниками может быть достигнуто расстояние до 15 km**

# Топология

- Технологически система PROFIBUS состоит из нагруженной с двух сторон активной линии шинной структуры, которая обозначается также, как сегмент шины RS-485.
- К шинному сегменту можно по стандарту RS-485 подключить до 32 RS-485 участников.
- Каждый подключенный к шине участник, Master или Slave, представляет собой токовую нагрузку.
- Если Вы должны подключить к системе PROFIBUS больше, чем 32 участника, то отдельные шинные сегменты, каждый максимум с 32-я участниками, должны быть соединены друг с другом через повторитель
- При использовании оптоволоконной техники используются, как линия, дерево, звезда, так и различные варианты кольцевой структуры.

# Управление доступом к шине в PROFIBUS

- К управлению доступом к шине PROFIBUS предъявляются два существенных требования.
  - С одной стороны для надежных коммуникаций между равноправными приборами автоматизации или РС необходимо, чтобы каждый участник в течение определенного временного окна получал доступ к шине для решения своих коммуникационных задач.
  - С другой стороны для обмена данными между сложными приборами автоматизации или РС и простой децентрализованной периферией требуется быстрый обмен данными с возможно малыми издержками протокола.
- Это достигается благодаря гибридно построенному управлению доступом к шине, состоящим из децентрализованного обмена маркером (токеном) между активными участниками (Master.ами) и централизованного обмена Master-Slave для обмена данными между активными и пассивными участниками шины PROFIBUS.

▪ **Активный участник, который владеет маркером, берет на себя в данное время функции мастера на шине, чтобы проводить коммуникации с пассивными и активными участниками. Обмен сообщениями по шине происходит при этом через адресацию участников. Каждому PROFIBUS-участнику назначается однозначный адрес. Адрес назначается из области от 0 до 126. При этом максимальное число участников, находящихся на шине, не превышает 127.**

▪ **этим управлением доступом к шине могут быть реализованы следующие конфигурации системы:**

- **система Master-Master (обмен маркером)**
- **система Master-Slave (Master-Slave)**
- **Комбинация обоих методов**

# AS-interface



# AS-i

- Интерфейс для подключения датчиков и исполнительных механизмов, называемый сокращённо AS-i, является коммуникационной системой, предназначенной для использования на самом нижнем уровне иерархии промышленного автоматизированного комплекса – уровне управляемого процесса.
- Непременный атрибут этого уровня – развитая сеть соединительных кабелей, замещается одним единственным кабелем AS-интерфейса.
- этим управлением доступом к шине могут быть реализованы следующие конфигурации системы:
  - система Master-Master (обмен маркером)
  - система Master-Slave (Master-Slave)
  - Комбинация обоих методов

# Основные особенности

- AS-интерфейс оптимален для подключения бинарных датчиков и исполнительных механизмов. Кабель AS-i используется как для обмена данными между датчиками/исполнительными механизмами (ведомыми устройствами AS-i) и ведущим устройством AS-i, так и для подачи напряжения питания на датчики/исполнительные механизмы.
- Малое время реакции: ведущему устройству AS-i требуется не более 5 мс для циклического обмена данными с 31 узлом сети.
- В качестве узлов (AS-i ведомых) кабеля AS-интерфейса могут выступать либо датчики/исполнительные механизмы либо модули AS-i, к которым можно подключить до 4 обычных бинарных датчиков/исполнительных механизмов.
- При использовании стандартных AS-i модулей на кабеле AS-i может находиться до 124 исполнительных механизмов/датчиков.
- Если используются AS-i модули с расширенным режимом адресации, то до 186 исполнительных механизмов и 248 датчиков.

# Принцип функционирования AS-интерфейса

- AS-интерфейс является системой с одним ведущим устройством. Это означает, что в сети AS-интерфейса присутствует одно единственное ведущее устройство, которое управляет обменом данными. Это устройство опрашивает поочерёдно все ведомые устройства AS-*i* одно за другим, ожидая от каждого ответ.
- Адрес ведомого устройства AS-*i* является его идентификатором. Присвоение адреса происходит в системе AS-интерфейса только один раз. Установку адреса можно выполнить либо с помощью специального модуля задания сетевых адресов, или с помощью ведущего устройства AS-*i*. Адрес постоянно хранится в ведомом устройстве AS-*i*. При изготовлении в устройство по-умолчанию всегда записывается адрес "0".

# Системные ограничения

## Время цикла

- Не более 5 мс в случае стандартных ведомых устройств AS-i
- Не более 10 мс для ведомых устройств AS-i с расширенным режимом адресации

## Количество ведомых устройств AS-интерфейса

- Максимальное количество стандартных ведомых устройств 31
- Максимальное количество ведомых устройств с расширенным режимом адресации - 62

# Token Ring



# Технология Token Ring

- Стандарт 802.5
- Топология кольцо
- Среда передачи данных общая, но доступ в отличие от Ethernet детерминированный.
- Доступ осуществляется путем передачи станции права на использование кольца.
- Право доступа передается с помощью специального кадра Маркера (Token).
- Сети работают с двумя скоростями 4 и 16 Мбит, причем оборудование должно быть однородно в одной сети допускается либо 4 либо 16 Мбит.

## Token Ring отказоустойчивая технология

- Кадр посланный в сеть всегда возвращается на передавшую его машину, что позволяет контролировать целостность среды передачи данных
- В сети присутствует активный монитор (станция с максимальным значением MAC адреса). Монитор каждые 3 с генерирует специальный кадр. Отсутствие кадра более чем 7 с воспринимается остальными станциями как выход из строя монитора.

# Способ доступа к среде

- **Право на доступ передается циклически от станции к станции.**
  - **Таким образом каждая станция может обмениваться данными только с предыдущей и последующей станциями**
- **По сети циркулирует маркер каждая станция получив маркер захватывает его и при отсутствии данных для передачи передает дальше.**
- **При наличии данных станция изымает маркер из кольца и выдает в сеть кадр установленного формата, который каждая станция передает дальше до станции получателя**
- **Станция которой предназначается кадр копирует его в буфер добавляет к нему подтверждение приема и посылает обратно в сеть.**
- **Станция отправившая кадр получив его обратно с подтверждением приема снова формирует в сети маркер.**

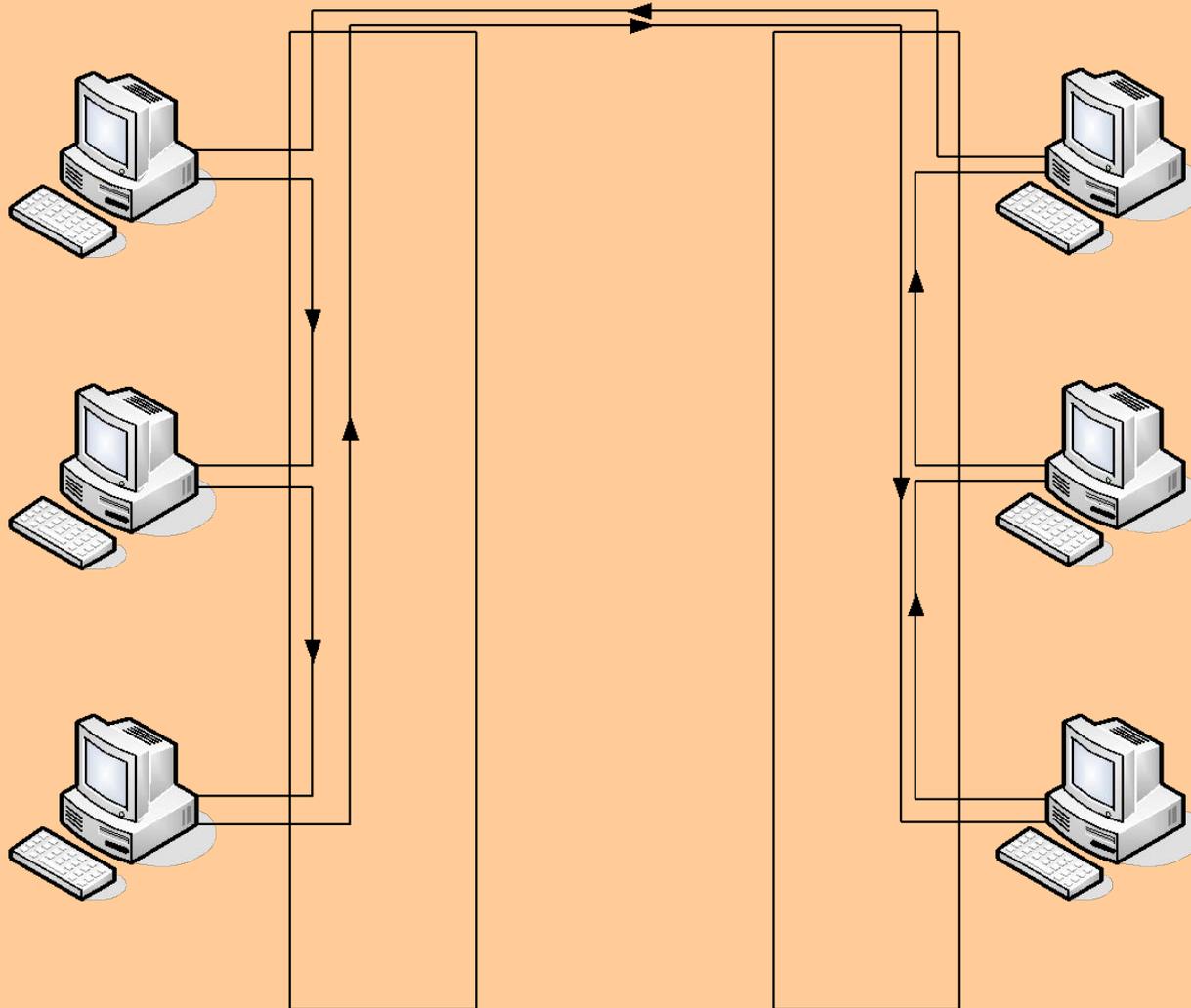
- **Время владения средой ограничено временем удержания маркера 10 мс.**
- **Размер кадра не определен, есть только условие что станция должна передать не менее одного кадра за время удержания маркера.**
- **При времени 10мс и скорости 4 Мбит/с размер кадра получается не более 4 Кбайт, при 16 Мбит/с 16 Кбайт.**
- **в сети 16 Мбит/с алгоритм доступа несколько отличается, маркер здесь освобождается сразу, а не дожидаясь возврата кадра с подтверждением приема.**
- **Существует 8-уровневая система приоритетов. Каждому кадру на прикладном уровне передающей станции назначается приоритет. Маркер также имеет текущий приоритет и его захват может быть произведен станцией только если приоритет кадра который она хочет передать выше приоритета маркера.**
- **За наличие в сети маркера отвечает активный монитор, если активный монитор не получает маркера более чем 2,6 с он считает его утерянным и порождает новый маркер.**

# Режим приоритетов

- Используется только при команде прикладного уровня, в противном случае все станции имеют равный приоритет.
- Использование механизма приоритетов нежелательно так как это затрудняет совмещение с другими технологиями
- Приоритет работает следующим образом:
  - Маркер имеет два вида битов приоритета основные и резервные
  - Если станция имеет кадр приоритетом ниже чем маркер, она помещает свой приоритет в резервные биты маркера опять же если записанный в резервных битах приоритет не выше ее собственного.
  - Станция имеющая право на передачу переписывает резервный приоритет в основной а резервный обнуляет, таким образом в следующий раз передадутся кадры стоявшие в очереди с наибольшим приоритетом.

# Физический уровень

Сеть Token Ring включает в себя до 260 узлов и построена на концентраторах многостанционного доступа.



• **Физическая топология звезда, логическая кольцо**

• **Концентратор может быть пассивным или активным**

- **пассивный только формирует кольцо не усиливая сигнал, функции усилителя берут на себя сетевые адаптеры**
- **активный формирует кольцо и выполняет функции регенерации сигнала**

• **В качестве среды передачи данных используются STP, UTP от категории 3 и выше, оптоволокно**

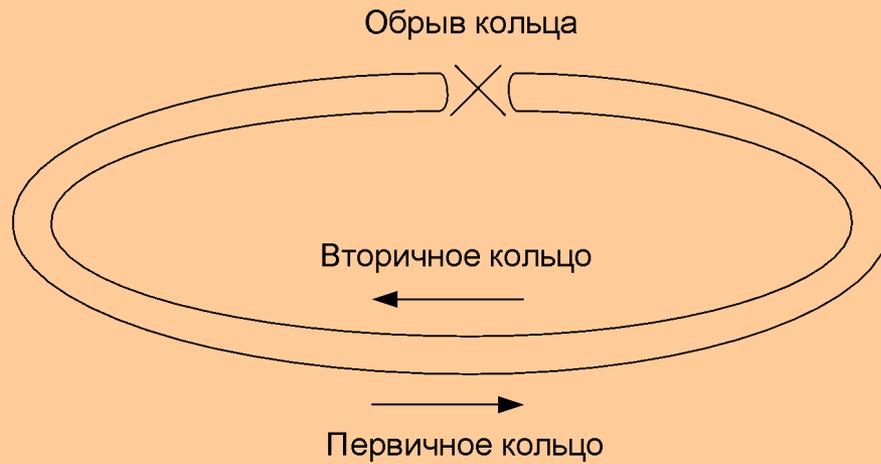
• **При пассивных концентраторах максимальное расстояние между концентраторами 100 м. При активных 730 м.**

• **Максимальная длина кольца 4 км.**

• **Кол-во станций и максимальная длина зависят от времени оборота маркера и неограниченны технологически. При задержке 10 мс и кол-ве станций 260 время оборота 2,6 с. что составляет максимальную задержку. Если увеличить время задержки то можно увеличить и кол-во станций и длину.**

# FDDI

- **Fiber Distributed Data Interface – оптоволоконный интерфейс распределения данных.**
- **Среда передачи – оптоволокно**
- **Представляет собой двойное оптоволоконное кольцо со скоростью 100 Мбит/с**
- **Два оптоволоконных кольца образуют основной и резервный пути передачи данных**
- **Каждый узел подключен к обоим кольцам (допускается подключение к одному кольцу).**
- **При обрыве одного из колец два кольца объединятся в одно**



• **Метод доступа к среде маркерный, отличия от Token Ring состоит в том что время удержания маркера не фиксирован**

# Физический уровень

- Основная среда многомодовый оптический кабель 62,5/125 мкм.
- Для многомодового оптоволокна расстояние между узлами до 2 км
- Для одномодового оптоволокна расстояние между узлами до 40 км.
- Максимальная длина кольца 100 км
- Максимальное кол-во станций с двойным подключением 500
- Основной недостаток существенная стоимость оборудования, область применения сети городов и крупных корпораций при наличии высоких требований к надежности.

# Защита информации



# Общие положения

- Ограничить кол-во людей имеющих доступ к информации.
- Сконфигурировать списки доступа
- Отключить на серверах все необязательные функции ОС
- Установить систему оповещения о вторжении на сервер
- По возможности исключить использование скриптов Perl и подобных
- Использовать систему электронных ключей
  - Обеспечить аутентификацию администраторов (биометрия сканирование)
- Использовать протоколы шифрования (SSL SHTTP) при передаче конфиденциальной информации
- Критически важные данные защитить криптографическими оболочками

# Административная защита

- Один пользователь на одну станцию
- Ограничение физического доступа к серверам
- Не допускать использование простых паролей
- Отслеживание Internet трафика
- Использование внутри сети закрытых почтовых систем

# Базовые принципы безопасности

· Информационная безопасность должна обеспечивать

- Целостность данных – защита от сбоев ведущих к потерям инф.
- Конфиденциальность информации при этом доступность ее для авторизованных пользователей

· Потенциальные угрозы

- Сбои оборудования приводящие к потере данных
- Сбои ПО
- Потери из-за несанкционированного доступа
- Ошибки операторов

· Три класса видов защиты

- Средства физической защиты
- Программная защита
- Административные меры

# Комплексная защита

- Пароль и идентификатор по индивидуальным параметрам
- Защита от перехвата информации
  - SSI – шифрование трафика транспортного уровня
  - PGP – общецелевая система шифрования

# Системы с открытым ключом

- Каждая система генерирует два ключа связанных между собой определенным образом, открытый ключ доступен всем и используется для шифрования. Расшифровка производится только вторым закрытым ключом.
- На практике используются необратимые функции то есть зная  $x$  можно вычислить  $F(x)$  но не наоборот. Под необратимыми понимаются не теоретически необратимые функции а практически необратимые, для обратного преобразования которых требуется большой интервал времени
- Требования к системам с открытым ключом
  - Преобразование данных должно быть необратимым и исключать дешифровку с помощью открытого ключа
  - Определение закрытого ключа на основе открытого должно быть невозможно

## • Типы необратимых преобразований

- Разложение больших чисел на простые множители
- Вычисление корней алгебраических уравнений

## • RSA – наиболее популярная крипто-система

- Каждый пользователь выбирает два простых больших числа длиной не менее чем в 100 десятичных цифр
- Полученные числа перемножаются, что дает число  $n$
- Подбирается число  $e$  таким образом чтобы оно было взаимно простым с числом  $(p-1)*(q-1)$ . Взаимно простыми называются числа, которые не имеют ни одного общего делителя кроме 1
- Вычисляется число  $d$  таким образом чтобы  $e*d-1$  нацело делилось на  $(p-1)*(q-1)$
- Составляются ключи  $e$  и  $n$  – открытый ключ;  $d$  и  $n$  – секретный ключ
- Кодирование блока информации осуществляется возведением его в степень  $e$  и умножением его на  $n$ .
- Декодирование возвести в степень  $d$  и умножить на  $n$

# Симметричные алгоритмы шифрования

- Две или более сторон владеют одним и тем же ключом

- Достоинства

- Позволяет шифровать большие объемы информации
- Не требует сложных ключей

- Недостатки

- Необходимо секретно обменяться ключами
- Невозможно идентифицировать отправителя при владении ключом нескольких человек.

# Электронная подпись

- Служит для проверки целостности и идентификации
  - Обратна системам с открытым ключом закрытый ключ шифрует, а открытый расшифровывает, идентификация за счет того что у каждого пользователя уникальный закрытый ключ
  - Для гарантии целостности сообщения служит Хэш-функция
- Хэш-функция процедура обработки сообщения в результате которой формируется строка символов (дайджест сообщения) фиксированного размера. После получения снова производится обработка если дайджест совпал значит сообщение не изменялось