

Технологии локальных сетей

Стандарты IEEE 802.x

- **1980 комитет IEEE 802 по стандартизации локальных сетей, институт стандартизации ANSI, ассоциация ECMA**
- **два нижних уровня - физический и канальный**
- **разделение канального на независимые подуровни:**
 - - управления доступом к среде (Media Access Control, MAC)
 - - процедуры доступа к разделяемой среде
 - - логической передачи данных (Logical Link Control, LLC)
 - - передача логических единиц и интерфейсы

Структура стандартов IEEE 802

- 802.1 - Internetworking - объединение сетей;
- 802.2 - Logical Link Control, LLC - управление логической передачей данных;
- - эталон, ориентир

802.3 - Ethernet с методом доступа CSMA/CD;

- Ethernet от DEC, Intel и Xerox

802.4 - Token Bus LAN - локальные сети с методом доступа Token Bus;

- ArcNet компании Datapoint Corporation

802.5 - Token Ring LAN - локальные сети с методом доступа Token Ring;

- Token Ring IBM

802.12 - Demand Priority Access LAN, 100VG-AnyLAN - локальные сети с методом доступа по требованию с приоритетами.

- 100VG-Any LAN Hewlett Packard

802.11 - Wireless Networks - беспроводные сети;

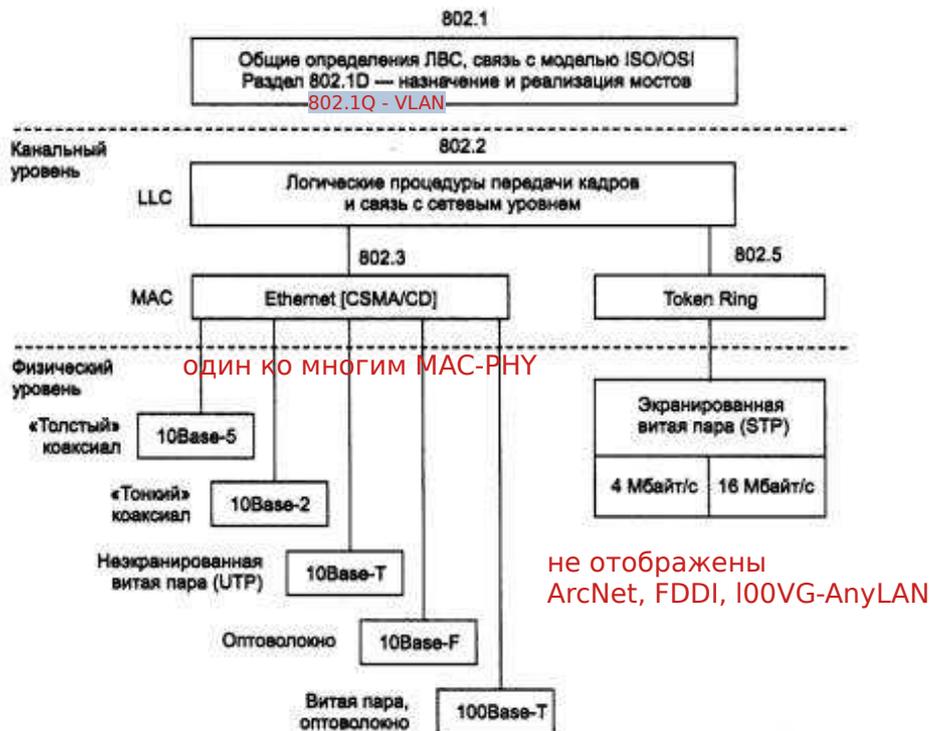
802.6 - Metropolitan Area Network, MAN - сети мегаполисов;

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;



* http://wiki.mvtom.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%82%D1%8B_IEEE_802.x

Локальные сети

Ethernet

- - **22 мая 1973 года, Роберт Меткалф (3Com)**
- - **1980, стандарт Ethernet DIX (DEC, Intel и Xerox)**
- - **предел 1024 рабочих станции**
- **обозначение:**
 - - <speed:мб/с>
 - - Base(прямая (немодулированная) передача по широкополосному кабелю с частотным уплотнением каналов)
 - - <len:2-185м,5-500м> | <media>: T, TX, T2, T4 — витые пары, FX, FL, FB, SX и LX — оптоволокно, CX — твинаксиальный кабель для Gigabit Ethernet
- - **полудуплекс/дуплекс, CSMA/CD**
- - **автоопределение (autonegotiation)**

Стандарты Ethernet

- **10BASE5, IEEE 802.3 («Толстый Ethernet»)**
- **10BASE2, IEEE 802.3a («Тонкий Ethernet»)**
- **10BASE-T, IEEE 802.3i - 4 провода кабеля витой пары (две скрученные пары) категории-3 или категории-5. Максимальная длина сегмента 100 метров.**
- **10BASE-F_ - семейство 10 Мбит/с ethernet-стандартов, использующих оптоволоконный кабель на расстоянии до 2 километров. Только 10BASE-FL использовался**

Стандарты Fast Ethernet

- **100BASE-TX, IEEE 802.3u** — развитие стандарта 10BASE-T для использования в сетях топологии "звезда". Задействована витая пара категории 5, фактически используются только две неэкранированные пары проводников, поддерживается дуплексная передача данных, расстояние до 100 м.
- **100BASE-SX** — стандарт, использующий многомодовое оптоволокно. Максимальная длина сегмента 400 метров в полудуплексе (для гарантированного обнаружения коллизий) или 2 километра в полном дуплексе.
- **100BASE-FX** — стандарт, использующий одномодовое оптоволокно. Максимальная длина ограничена только величиной затухания в оптоволоконном кабеле и мощностью передатчиков.

Стандарты Gigabit Ethernet

- **1000BASE-T, IEEE 802.3ab** — стандарт, использующий витую пару категорий 5e. В передаче данных участвуют все 4 пары. Скорость передачи данных — 250 Мбит/с по одной паре. Используется метод кодирования PAM5, частота основной гармоники 62,5 МГц.
- **1000BASE-TX (Telecommunications Industry Association, TIA)**
 - - отдельная приёмо-передача (1 пару на передачу, 1 пару на приём, по каждой паре данные передаются со скоростью 500 Мбит/с), что существенно упрощает конструкцию приёмопередающих устройств - но для стабильности требуется кабель 6 категории.
 - - не требует схемы цифровой компенсации наводок и возвратных помех, - более простая электроника
 - - практически не используется
- **1000BASE-SX, IEEE 802.3z** — стандарт, использующий многомодовое оптоволокно. Дальность прохождения сигнала без повторителя до 550 метров.
- **1000BASE-LX, IEEE 802.3z** — стандарт, использующий одномодовое оптоволокно. Дальность прохождения сигнала без повторителя до 80 километров.

Стандарты 10 Гигабит Ethernet

- **10GBASE-CX4** — Технология 10 Гигабит Ethernet для коротких расстояний (до 15 метров), используется медный кабель CX4 и коннекторы InfiniBand.
- **10GBASE-SR** — Технология 10 Гигабит Ethernet для коротких расстояний (до 26 или 82 метров, в зависимости от типа кабеля), используется многомодовое оптоволокно. Он также поддерживает расстояния до 300 метров с использованием нового многомодового оптоволокна (2000 МГц/км).
- **10GBASE-LX4** — использует уплотнение по длине волны для поддержки расстояний от 240 до 300 метров по многомодовому оптоволокну. Также поддерживает расстояния до 10 километров при использовании одномодового оптоволокна.
- **10GBASE-LR** и **10GBASE-ER** — эти стандарты поддерживают расстояния до 10 и 40 километров соответственно.
- **10GBASE-SW, 10GBASE-LW** и **10GBASE-EW** — Эти стандарты используют физический интерфейс, совместимый по скорости и формату данных с интерфейсом OC-192 / STM-64 SONET/SDH. Они подобны стандартам 10GBASE-SR, 10GBASE-LR и 10GBASE-ER соответственно, так как используют те же самые типы кабелей и расстояния передачи.
- **10GBASE-T, IEEE 802.3an-2006** — принят в июне 2006 года после 4 лет разработки. Использует экранированную витую пару. Расстояния — до 100 метров.

100VG-AnyLAN

- - вариант FastEthernet
- - **100 Мбит/сек по кабелям невысоких категорий (Voice Grade) Взаимодействие различных технологий LAN (Ethernet, Token Ring)**
- - **среда передачи - счетверенная неэкранированная витая пара (кабели UTP категории 3, 4 или 5), сдвоенная витая пара (кабель UTP категории 5), сдвоенная экранированная витая пара (STP), а также оптоволоконный кабель.**
- - **максимальная длина кабеля между концентратором и абонентом и между концентраторами - 100 метров (для UTP кабеля категории 3), 200 метров (для UTP кабеля категории 5 и экранированного кабеля), 2 километра (для оптоволоконного кабеля). Максимально возможный размер сети - 2 километра (определяется допустимыми задержками).**
- - **максимальное количество абонентов - 1024, рекомендуемое - до 250**
- - **большая скорость (скорость передачи - 100 Мбит/с.), невысокая стоимость, централизованное управление обменом, совместимость по формату пакетов с Ethernet и Token Ring**
- - **топология - звезда с возможностью наращивания (дерево). Количество уровней каскадирования концентраторов (хабов) - до 5.**
 - - активные концентраторы с восходящим и нисходящим трафиком
 - - единый настраиваемый тип фреймов
 - - полудуплексный - обмен сигналами и полнодуплексный - передача данных
- - **метод доступа - централизованный, бесконфликтный (Demand Priority).**
 - - запрос на передачу специальным низкочастотным сигналом концентратору с указанием приоритета
 - - очередьдизация запроса, нет внутреннего буфера

ARCnet (Attached Resource Computer Network)

- - скорость передачи данных в канале — 2,5 Мбит/с. Среда передачи — коаксиальный кабель с импедансом 93 Ом (допустимо применение кабеля с импедансом 50-110 Ом), витая пара (UTP или STP). Максимальное число узлов в сети — 255.
- - разделяемая среда и широковещательная передача
- - логическая топология — шина, физическая топология - шина, звезда или смешанная, петлевые соединения недопустимы
- - метод доступа маркерный (token passing)
 - - контроллер поочередно передает токен - право передачи
 - - запрос готовности (FBE)
 - - подтверждение готовности(ACK), кадр данных (PAC)
 - - подтверждение получения (ACK,NACK)
 - - спец.уведомление о включении в сеть или игнорировании
- - преимущества ARCnet перед Ethernet: низкая стоимость схем присоединения (по сравнению с CSMA/CD), меньшая критичность к кабелю, более гибкая топология, способность покрывать большое пространство, легкость диагностики сети при звездообразной топологии.
- - избыточность: реальная производительность, не превышающая 65 % от скорости канала; малый размер кадра

Token Ring

- - **1985, IBM**
- - **разделяемая среда передачи**
 - - непосредственно или через концентраторы
- - **логическая топология - кольцо**
 - - опрос соседей и выстраивание кольца
 - - монитор кольца - станция отвечающая за кольцо
- - **маркерный доступ - токен передающийся по кольцу**
 - - захват если приоритет токена меньше или равен
 - - перехват (резервирование на круг) более приоритетным
 - - передача, подтверждение
 - - максимальное время удержания
 - - освобождение
 - - раннее освобождение (Early Token Release)
- - **сигнализирующее (beaconing) выявление неисправности - сигнальный блок данных**
- - **гарантировано 1/3 пропускной способности**

FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

- - **1985, ANSI X3T9.5**
- - **передача по оптоволокну (одно-, много-модовое)**
- - **до 200 километров, до 100 Мбит/с. Несколько тысяч пользователей.**
- - **основывается на Token Ring**
 - - два волоконно-оптических кольца (основное и резервное)
 - - при отказе сегмента свертывание
 - - дополнительные механизмы реконфигурации
 - - динамическое (зависимости от нагрузки) время удержания
 - - максимально допустимое времени оборота маркера по кольцу
 - - время оборота маркера - Token Rotation Time (TRT),
 - - 8 приоритетов трафика
 - синхронный - 100 Мбит/с от общей полосы пропускания
 - асинхронный - схема распределенных заявок на выделение полосы пропускания FDDI

Уровни FDDI

- - согласование с LLC
- - Media Access Control (MAC) (Управление доступом к носителю)- определяет способ доступа к носителю, включая формат пакета, обработку маркера, адресацию, алгоритм CRC (проверка избыточности цикла) и механизмы устранения ошибок.
- - Physical Layer Protocol (PHY) (Протокол физического уровня)- определяет процедуры кодирования/декодирования информации, требования к синхронизации, формированию кадров и другие функции.
- - Station Management (SMT) (Управление станциями)- определяет конфигурацию станций FDDI, конфигурацию кольцевой сети и особенности управления кольцевой сетью, включая вставку и исключение станций, инициализацию, изоляцию и устранение неисправностей, составление графика и набор статистики.

Беспроводные локальные (WLAN) и персональные сети (PAN)

- - электромагнитные волны высокой частоты
- - проще, дешевле, мобильнее
- - неустойчивая, непредсказуемая среда

• Типы:

- - радиосеть
- - базовая станция
- - персональная
 - упрощенный приемопередатчик
 - меньшая область
 - требования к безопасности (ИБ, БЖД)

IEEE 802.11

- **Топологии:**
- - **базовый набор услуг (Basic Service Set, BSS)**
 - - одноранговые отдельные станции
 - - непосредственная, транзитная, через распределенную систему
- - **расширенный набор услуг (ESS)**
 - - станции (STA)
 - - базовые станции (access point, AP)
 - - distribution system (DS)- среда связи между AP

IEEE 802.11

- **LLC**

- **MAC:**

- - доступ к разделяемой среде
 - - CSMA/CA
 - - timeout ACK - признак коллизии
 - DCF - распределенный режим
 - - требуется синхронизация
 - - Inter-Frame Space DCF (DIFS)
 - - случайный слот отсрочки начала передачи
 - PCF - централизованный режим
 - Short IFS - продолжение или завершение передачи
 - поочередный опрос арбитром среды
- - обеспечение мобильности - переход между BSS
- - обеспечение безопасности

- **Phy: 802.11(abgn ac ad)**

- - частотный диапазон, методы кодирования
- 850 нм, инфракрасные волны
- 2.4 ГГц, Псевдослучайная перестройка рабочей частоты (FHSS)
- 2.4, 5 Гц, Метод прямой последовательности для расширения спектра (DSSS)

Bluetooth

- - **Bluetooth SIG (Bluetooth Special Interest Group) Ericsson**
- - **адаптирован IEEE 802.15.1**
- - **самостоятельная технология, без стека TCP/IP**

Архитектура

- - **пикосети (10-100м)**
 - - 255 устройств, 8 активных
 - - устройство мост для получения рассредоточенных сетей
- - **1 главное (инициатор), подчиненные**
 - - периодический опрос зоны, сбор подчиненных (имя и тип устройства, имя производителя, поддерживаемые сервисы)
 - - профили - набор протоколов для конкретной задачи
 - - шифрование канала
- - **TDM, FHSS, FEC**
- - **EDR: комбинация частотной (BFSK) и фазовой (PSK) модуляции**
- - **задержки**
 - синхронный канал (Synchronous Connection-Oriented link, SCO) - для чувствительного к задержкам трафика, резервируется на все время 64 Кбит/с
 - асинхронный канал (Asynchronous Connection-Less) - эластичный трафик, выделение по запросу или потребности

Коммутатор

- - **физическая необходимость**
 - - снижение нагрузки
 - - емкость 2 ЛВС в два раза выше чем у 1
- - **организационное разделение**
 - - независимое администрирование
 - - ограничение домена коллизий
 - - прозрачность
 - - без использования содержимого фрейма, только заголовков

Принцип работы коммутатора

• получение фрейма

- буфер приема для каждого порта
- - переполнение - отказ в приеме
- - коммутация без буферизации (коммутацией каналов, cut-through switching, wormhole routing) - после получения заголовка

• извлечение адреса получателя, сверка с таблицей коммутации

- dst = frame.dst
- switchTable - хеш таблица(адреса-интерфейсы)

• коммутация

- если в тот же сегмент? **Filtering** (игнорирование) - изоляция сегментов
- если в другой сегмент? **Forwarding** (пересылка с нужного интерфейса)
 - несколько дублирующих соединений
- если таблица пуста? **Flooding**(заливка) - на все интерфейсы

• противоточное обучение(backward learning)

- - на основе адреса отправителя фрейма полученного на определенном интерфейсе
- - учет времени прибытия - для очистки старых записей

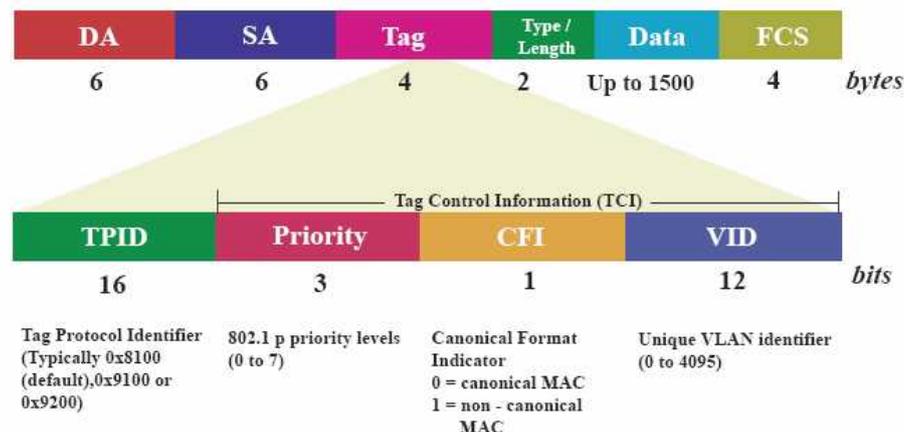
Петли

• spanning tree - полносвязная безпетлевая топология

- - остовое дерево
- - Радья Перлман, 1985
- конфигурационные сообщения между мостами
 - выбор корня
 - определение интерфейсов кратчайшего пути до корня
 - отключение лишних портов

Virtual LAN

- - логическое разделение
- типы VLAN
 - port/if
 - MAC
 - VLAN-id - тегетированный
 - - специальный формат IEEE 802.1Q
 - - не нужна поддержка коммутатора
 - - вставка/удаление тега VLAN



Маршрутизатор

- **дифференциация сетей**

- адресация
- формат пакета
 - размер
- сервисы
 - надежность
 - QoS
 - безопасность
 - мобильность/саморганизуемость

- **ПОДХОДЫ**

- управление сверху - использование универсальных примитивов
 - - единый протокол
- преобразование протоколов - изменение формата пакетов
 - - несоответствие полей и механизмов

Функции маршрутизатора

- **Routing - маршрутизация**

- Route table - таблица маршрутизация
- Алгоритмы маршрутизации трафика

- **Forwarding - транзит пакетов**

Функции маршрутизатора

- **address translation** - преобразование внутреннего адреса во внешний и наоборот

- - решает проблему исчерпания адресов
- - проблемы для внешних соединений
- -- нарушение сквозного принципа

- **NAT Traversal**

- STUN
- TURN

Виды:

- **Static NAT** (статический NAT) - один к одному
- **Dynamic NAT** (динамический NAT) - в один из группы (pool) внешних адресов.
- **Overloading (NAPT, PAT, маскардинг)** несколько внутренних адресов в один внешний.
- **используются порты**

Типы:

- **Симметричный NAT (Symmetric NAT)**
- **Cone NAT, Full Cone NAT**
- **Address-Restricted cone NAT, Restricted cone NAT**
- **Port-Restricted cone NAT**

Функции маршрутизатора

- **tunneling**- создание виртуального канала для пересылки данных из одной точки в другую
- **инкапсуляция протокола**
 - транспортируемый протокол
 - несущий протокол
 - overlay network - промежуточная сеть
 - - переупаковка пакетов при прохождении промежуточных узлов
 - протокол инкапсуляции
 - шифрование

Функции маршрутизатора

• **load balancing**

- - борьба с перегрузками
- - снижение стоимости передачи
- - распределение нагрузки

• **весовой коэффициент нагрузки линии**

- пропускной способности
- скорость передачи
- текущая нагрузка
- длина очередей
- потерянные пакеты
- максимальное кол-во каналов

• **traffic-aware routing - маршрутизация с учетом трафика**

- - определение перегруженных каналов
- переключение на путь с наименьшим коэффициентом
 - - колебание нагрузки, не распределение
- многопутевая маршрутизация
 - - по пакетам/по адресату
 - случайное
 - поочередное использование путей
 - по стоимости
 - по типу
- плавное перенаправление нагрузки

• **QoS routing- на основе спецификации класса трафика**

- интегральное обслуживание - ориентированные на потоки
 - резервирование канала - выделение отдельного процесса для обработки
 - уведомление о источниках - переключение без потери канала
- дифференцированное обслуживание - ориентированные на классы
 - per hop behaviors - обработка при каждой пересылке
 - срочная пересылка - отдельный поток
 - гарантированная пересылка(assured) - по приоритетам обслуживания (больше ресурсов) и игнорирования (чаще отбрасывание)

Функции маршрутизатора

- **Filters - фильтрация пакетов**

- сетевой протокол
- сетевое соединение
- правила: принять, отвергнуть, игнорировать, логгировать

- **Mangle - модификация пакетов**

- изменение полей пакета (TOS, TTL)
- маркировка