

Электронная версия лекций**Сетевые информационные технологии**

По курсу, читаемому Золотницким Евгением Сергеевичем на 4 курсе факультета
ВМК ННГУ им. Лобачевского.

Набор лекций: Тернопольский А.В.

Я благодарю студентов моей группы за предоставленные записи – не секрет, что у одних получается записывать лекции лучше, чем у других. Тем более данный курс слушать очень скучно, поэтому я решил его набрать чтоб для меня и для общества была какая-то польза.

Лекция №1.**Список рекомендуемой литературы:**

1. Ротков Л.Ю., Рябов А.А., Виценко А.Ю. «Технологии передачи данных, технологии интернет» (есть в библиотеке)
2. Т. Хелд «Технологии передачи данных», Питер, BHV, 2003 г.
3. Э. Таненбаум «Компьютерные сети» Питер, 2003 г.
4. В.Г. Олифер, Н.А. Олифер «Компьютерные сети. Принципы, технологии» учебник для ВУЗов. (возможны ошибки в данном учебнике)
5. В. Столингс «Компьютерные системы передачи данных.» Вильямс, 2002 г.
6. В. Столингс «Передача данных», Питер. 2004 г.

Сетевые информационные технологии.

Сеть – соединение компьютерных средств с целью передачи и обработки данных.

Преимущества сетей:

1. Позволяет объединять территориально распределенные средства.
2. Общий доступ к данным.
3. Резервирование данных.
4. Возможность создания гибкой рабочей среды.

Классификация сетей по охвату:

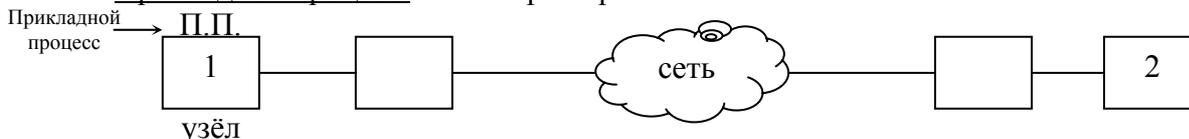
- Локальные сети ЛВС (LAN – Local Area Network)
- Городские сети (MAN – Metropolitan Area Network)
- Глобальные сети (WAN – Wide Area Network)

Мы будем рассматривать сети 1-го и 3-го типа, в последнее время разница сохраняется.

Узёл сети – компьютер, маршрутизатор, терминал, банкомат.

На узле запущен прикладной процесс:

Прикладной процесс – некоторое приложение конечного пользователя.

**Узел:**

- Оконечное Оборудование Данных (ООД) (DTE – Data Terminal Equipment)
- Аппаратура Окончания Канала Данных (DCE – Data Communication Equipment)

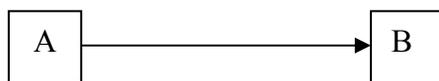
ООД – обобщенное понятие для описания машины конечного пользователя.

Функция сети: связывает ООД (DTE) вместе, чтобы обеспечить общий доступ, обмен данными между ними, резервирование данных в случае отказа и дать возможность пользователю работать в любом месте.

Функция АКД: подключить DTE к каналу передачи данных.

Потоки данных делятся на три типа:

1. Симплексный – поток в одну сторону.



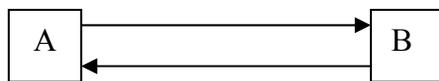
(радиопередача, телепередача, пейджинговая связь).

2. Полудуплексный (half – duplex)



Передача данных в обоих направлениях, но попеременно. (сотовый GSM)

3. Полнодуплексный (full-duplex)

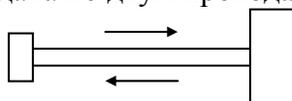


Передача одновременно в обе стороны.

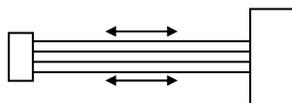
Частотная полоса, достаточная для передачи человеческого голоса по телефону.



dial-up – передача по двум проводам (обычный телефон)



leased-line – выделенный канал (по четырем проводам в обе стороны)



Протоколы передачи данных по модему: V.34, V.90, V.92, FastEthernet, GigabitEthernet.

Протокол – это соглашение о том, как коммуникационные компьютеры DCE и DTE взаимодействуют друг с другом.

Принятием протоколов занимаются организации по стандартизации:

- МККП (ССИТ, ITU-T) – 1865
Международный союз электросетей.
- ISO – международная организация по стандартизации.
ISO разработала эталонную модель открытых систем: OSI – Open System Interconnection (ISO/OSI).
- ГОСТ – Р (России) ГОСТ (по странам СНГ)
- ANSI (American National State Institute)
стандартизировала C, C++, ASCII.
- EIA – объединение американских производителей электронной аппаратуры.
- IEEE – Институт Инженеров по Радиотехнике и Электронике.
IEEE 802.3 – Ethernet

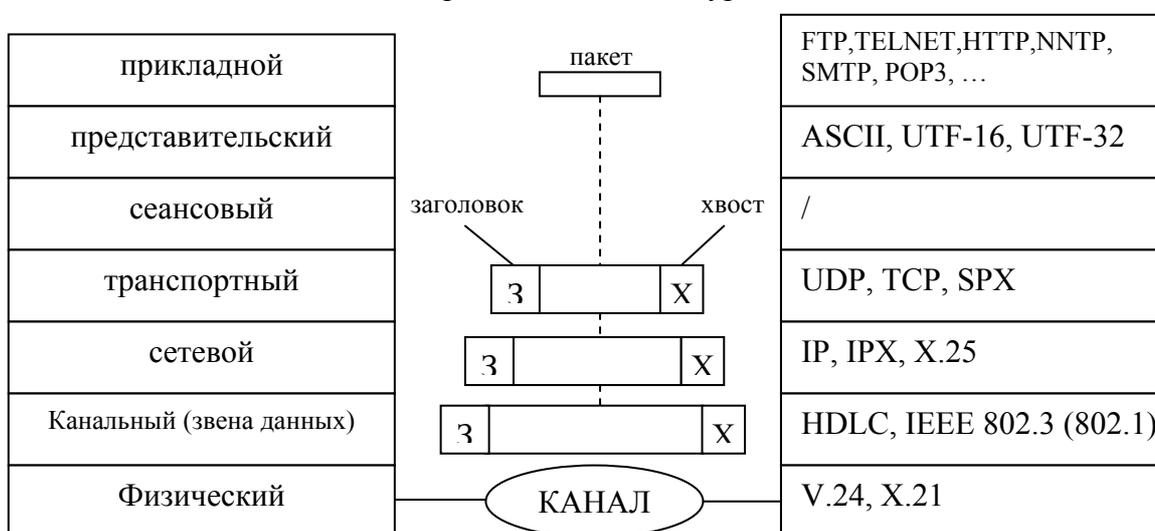
IEEE 802.11 – Wireless Ethernet

IEEE 802.16 – WiMax (беспроводной доступ на большой территории).

- ETSI (European Telecommunication State Institute).
Стандарт GSM
Стандарт DECT – цифровой беспроводной телефон.

Модель ISO/OSI (7 уровневая)**Цели создания ISO/OSI:**

1. стандартизация обмена данных между системами;
2. устранение любых технических препятствий для связи систем;
3. устранение трудностей внутреннего описания функционирования отдельных систем;
4. определение точек взаимодействия для обмена информации между системами;
5. обеспечение разумной отправной точки отхода от стандартов, если они не удовлетворяют всем требованиям.

Стандарт состоит из семи уровней:**Функции уровней:**

1. **Физический:**
 - a. активация;
 - b. поддержка;
 - c. деактивация физической цепи между DTE и DCE;
 - d. определяет механические и электрические параметры портов (разъемов);
2. **Канальный:**
 - a. отвечает за передачу данных по каналу;
 - b. синхронизация данных для разграничения потока битов из физического уровня;
 - c. вид представления битов;
 - d. создает определенные гарантии, чтобы данные благополучно принимались;
 - e. управление потоком данных, для того чтобы гарантировать, что DTE не будет перегружен слишком большим количеством данных;
 - f. обнаружение ошибок передачи и обеспечение механизма восстановления, дублирования и ошибок данных.
3. **Сетевой:**
 - a. Определяет интерфейс DTE в сети пакетной коммуникации

- b. Определяет связь двух устройств
4. Транспортный:
- обеспечивает интерфейс между сетью передачи данных и верхними тремя уровнями (в месте расположения пользователя);
 - предоставляет пользователю дополнительные возможности получения сервиса определенного качества (Quality of Service);
 - отделяет пользователя от некоторых физических и функциональных аспектов пакетной сети;
5. Сеансовый:
- служит интерфейсом пользователя с уровнем транспортных услуг;
 - обеспечивает средства организации обмена данными между пользователями, тип синхронизации и управление:
 - simplex, halfduplex, fullduplex
 - точки синхронизации для промежуточного контроля и восстановление при передаче файлов.
 - Аварийное окончание и рестартор.
6. Уровень представления – определяет синтаксис, то есть представление данных, принимает типы данных из прикладного уровня и согласовывает с более низким уровнем (пример: ASCII).
7. Прикладной – занимается поддержкой прикладного процесса конечного пользователя.

Лекция №2.

Сетевые топологии.

Сетевая топология – это геометрическая форма сети.

Существует три цели при выборе топологии:

- Обеспечение максимальной надежности.
- Выбор маршрута трафика по тракту с наименьшей стоимостью (руб., \$, €, количество промежуточных узлов)
- Предоставление пользователю наиболее выгодного времени ответа системы.

Виды топологий:

1. Общая шина (BUS)

(пример: Ethernet на тонком коаксиальном проводе)

Возможна коллизия столкновение пакетов.

Достоинства:

- простота управления трафиком;
- удобство подключения;
- легкость расширения.

Недостатки:

- наличие одного канала связи;
- трудность диагностики (определение разрыва)

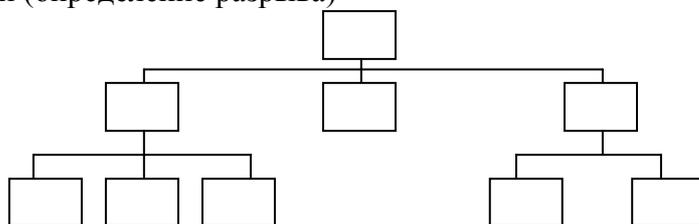
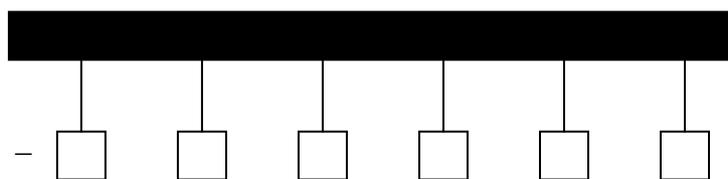
2. Иерархическая

Достоинства:

- простое программное обеспечение

Недостатки:

- наличие корневого узла (неустойчивость сети к сбою,



ограничение по мощности сети)

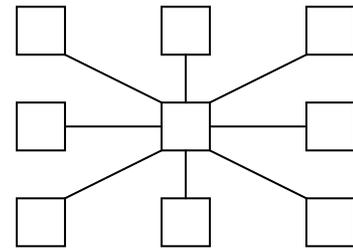
3. Звезда

Достоинства:

- легкость расширения;
- легкость администрирования

Недостатки:

- наличие центрального узла.



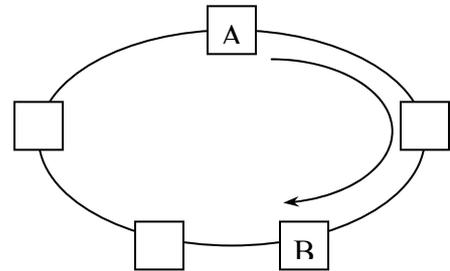
4. Кольцо

Достоинства:

- отсутствие перегрузок.

Недостатки:

- наличие одного кольца;
- сложность управления.



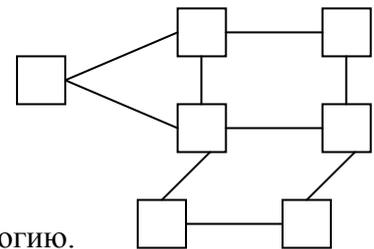
5. Ячеистая (Mesh)

Достоинства:

- отсутствие перегрузок;
- надежность.

Недостатки:

- сложность администрирования;
- дороговизна развертывания.



Необходимо различать физическую и логическую топологию.

1948 – Клод Шенон ввел теорию информации.

Неопределенность:

- зависит от числа составляющих системы;
- вероятностей попадания в эти состояния.

$$X = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$$

$$p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_n)$$

Энтропия (неопределенность системы X)

$$H(X) = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i = -\sum_{i=1}^n p(x_i) \log p(x_i)$$

Свойства энтропии:

- неотрицательность
- если состояние системы известно, то ее энтропия равна 0
- энтропия случайной системы достигает максимума, когда все состояния

системы равновероятны: $p(x_1) = p(x_2) = \dots = p(x_n) = \frac{1}{n}$

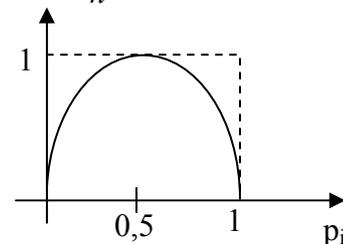
- энтропия аддитивна.

Пусти есть алфавит A емкостью M символов.

$$H(A) \leq \log M$$

Избыточность источника показывает какая доля максимально возможной энтропии не используется источником.

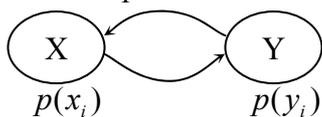
$$\chi = \frac{\log M - H(A)}{\log M}$$



Задачи теории информации:

1. кодирование источника

2. кодирование канала



- две взаимодействующих системы.
 $X = \langle x_1, x_2, \dots, x_{M_x} \rangle$
 $Y = \langle y_1, y_2, \dots, y_{M_y} \rangle$

Вводится совместная вероятность реализации x_i и y_i :

$$p(x_i, y_i);$$

$$H(X, Y) = - \sum_{i=1}^{M_x} \sum_{j=1}^{M_y} p(x_i, y_j) \log p(x_i, y_j)$$

Если X и Y – независимые системы, то $p(x, y) = p(x)p(y)$ и $H(X, Y) = H(X) + H(Y)$

Условная энтропия: $H(Y|x_i) = - \sum_{j=1}^{M_y} p(y_j|x_i) \log p(y_j|x_i)$

Средняя условная энтропия: $H(Y|X) = - \sum_{i=1}^{M_x} p(x_i) H(Y|x_i) = - \sum_{i=1}^{M_x} \sum_{j=1}^{M_y} p(x_i, y_j) \log p(y_j, x_i)$

это средняя неопределенность системы Y при известном состоянии системы X.

$$\Rightarrow H(X, Y) = H(X) + H(Y|X) = H(Y) + H(X|Y)$$

Количество информации:

$$I(X, Y) = H_{\text{априорная}}(X) - H_{\text{апостериорная}}(X) = H(X) - H(X|Y)$$

$X = \langle x_1, \dots, x_{M_x} \rangle$ – алфавит источника;

$Y = \langle y_1, \dots, y_{M_y} \rangle$ – алфавит приемника.



Частная информация доставляющая электронные сообщение y_i от x_i -го:

$$I(x_i, y_i) = \log \frac{p(x_i | y_i)}{p(x_i)}$$

Свойства информации:

1. $I(X, Y) \geq 0$
2. $I(X, Y) = 0 \Leftrightarrow X$ и Y статистически независимы.
3. $I(X, Y) = I(Y, X)$
4. $I(X, Y) \leq H(X)$
 $\leq H(Y)$

Скорость передачи информации:

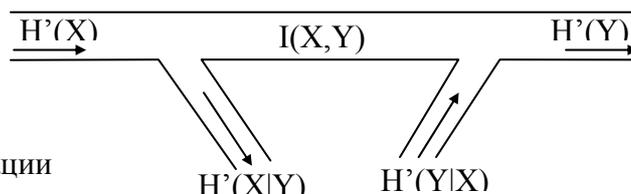
X – ансамбль на входе, Y – ансамбль на выходе.

$$I' = \frac{I(X, Y)}{T} \text{ - скорость передачи информации.}$$

Пусть $H'(X)$ – производительность источника (энтропия в единицу времени) $H'(Y)$ – производительность канала.

$H'(X|Y)$ – потери информации

$H'(Y|X)$ – паразитная информация



Возможные варианты:

- 1) $H'(X|Y) \gg H'(Y|X)$ – потери информации
- 2) $H'(Y|X) \gg H'(X|Y)$ – существование наводок от соседнего канала.

В идеальном варианте: $I' = H'(X)$

Теорема Котельникова: сигнал с полосой F можно дискриминировать с временем

$$\text{дискретизации } T = \frac{1}{2F}$$

$$s(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \mathfrak{F}(w) e^{jw t} dw = \frac{\Delta t}{2\pi} \int_{-w_s}^{w_s} e^{jw t} dw \sum_{n=-\infty}^{+\infty} s(n\Delta t) e^{-jw n \Delta t} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} s(n\Delta t) \cdot \text{sinc}(w_s \cdot (t - n\Delta t))$$

$$\text{sinc}(x) = \frac{\sin x}{x}$$

$I_{\max} = 2F = 2I \log_2 M$ – если M уровней на сигнальный элемент

пусть $M=8$, $\Delta F=300 \div 3400$ (телефонная полоса)

$I_{\max} = 2 \cdot 3100 \log_2 8 = 18600$ бит/с.

Формула Шеннона – пропускная способность канала:

$$C = F \cdot \log \left[1 + \frac{S}{N} \right] \quad \frac{S}{N} = \frac{P_s}{P_u} = \frac{[Bm]}{[Bm]} \quad \text{— отношение мощности сигнала к мощности шума.}$$

Пример: $\frac{S}{N} = 10 \lg \frac{P_c}{P_u} \quad F = 3100 \text{ Гц} \quad \left] \frac{S}{N} = 20 \text{ дБ} \Rightarrow \frac{P_c}{P_u} = 100 \text{ бБ} \right.$

$$C = 3100 \cdot \log_2 (1 + 100) \approx 20640 \frac{\text{бит}}{\text{с}}$$

Лекция №3.

Последовательный асинхронный порт (RS-232с, V.24)

Это протокол физического уровня.

1. Асинхронная передача – каждый символ посылается отдельно. Между посылками могут быть произвольные промежутки времени.

Чтобы приемник мог принять эту последовательность данных нужны стартовый и стоповый биты. (старт – стоповая передача).

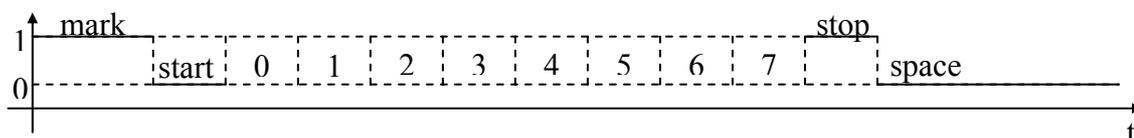
Этот способ простой и дешевый.

2. Синхронная передача – каждый бит посылается через фиксированный промежуток времени.

Синхронизация обеспечивается через посылку асинхронной информации и работы синхронизирующих генераторов.

Протокол RS-232 предусматривает наличие DTE и DCE.

Порт является последовательным, так как данные передаются последовательно друг за другом.



Если система находится в состоянии SPACE дольше указанного времени, происходит разрыв соединения.

Бит/сек – скорость учитывая только полезную информацию (информационные биты)

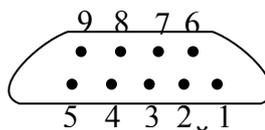
[Бод] – скорость с учетом всех битов информации, контроля четности, старт и стоп биты.

$$K = \frac{7(\text{инф})}{1(\text{старт}) + 7(\text{инф}) + 1(\text{четн}) + 2(\text{стоп})} = \frac{7}{11} \approx 0.64$$

(коэффициент использования)

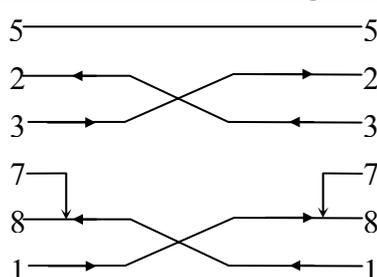
$$K = \frac{8(\text{инф})}{1(\text{старт}) + 8(\text{инф}) + 2(\text{стоп})} = \frac{8}{11} \approx 0.73$$

Используются 9 pin порты:



- 1- DCD (Data Carried) – определяет несущий
- 2- RxD (Reception Data) – принимаемые данные.
- 3- TxD (Transmission Data) – передаваемые данные.
- 4- DTR (Data Terminal Ready) – готовность терминала.
- 5- SG (Safe Ground) – защитная земля.
- 6- DSR (Data Safe Ready) – готовность к передаче.
- 7- RTS (Request Transmission) – запрос передачи.
- 8- CTS (Clear Transmission) – очистка передачи.
- 9- RI (Ring Indicator) – индикатор звонка.

Соединение компьютеров через COM порты.



Электрические характеристики COM – порта:

- 12V до +12V.

Разница потенциалов 24V/

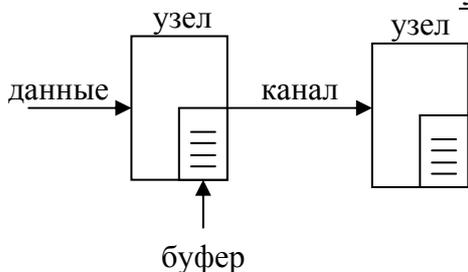
Разделяют три типа сигналов:

1. Последовательные данные RxTx (в 25-pin COM-порту можно реализовать 2 канала, работа в duplex).
2. Сигнал квитирования CTS, RTS (возможна асинхронизация)
3. Синхронизация.

Длина кабеля влияет на скорость.

Пример: неэкранированный кабель с длиной 915м – 1200 бит/с; 152м – 2400 бит/с; 76м – 4800 бит/с, 9600 бит/с.

Управление потоком данных.



Необходимо ограничивать трафик, чтобы избежать переполнения буфера.

Управление потоком может быть:

- между двумя пользователя (транспортный уровень)
- между двумя узлами сети (сетевой уровень)
- между двумя DCE (канальный уровень)
- между двумя DTE и DCE (физический уровень)

Транспортный – ZMODEM

Сетевой – X.25

Канальный – MM4, V.42

Метод CTS – RTS управления потоком:

Модем позволяет передавать компьютеру DTE данные, устанавливая сигнал CTS в ON. После заполнения буфера он сбрасывает сигнал CTS в OFF и запрещает DTE передачу. В свою очередь DTE разрешает модему передачу, устанавливая сигнал RTS в ON.

Метод «Окна» управления канала.

На физическом уровне этот метод не используется. «Окно» - наибольшее число символов, которые могут оставаться неподтвержденные в данном направлении передачи.

Квитанция ACK (nowlegment) может быть положительной или отрицательной – пересылается в подтверждении о получении данных и наоборот.

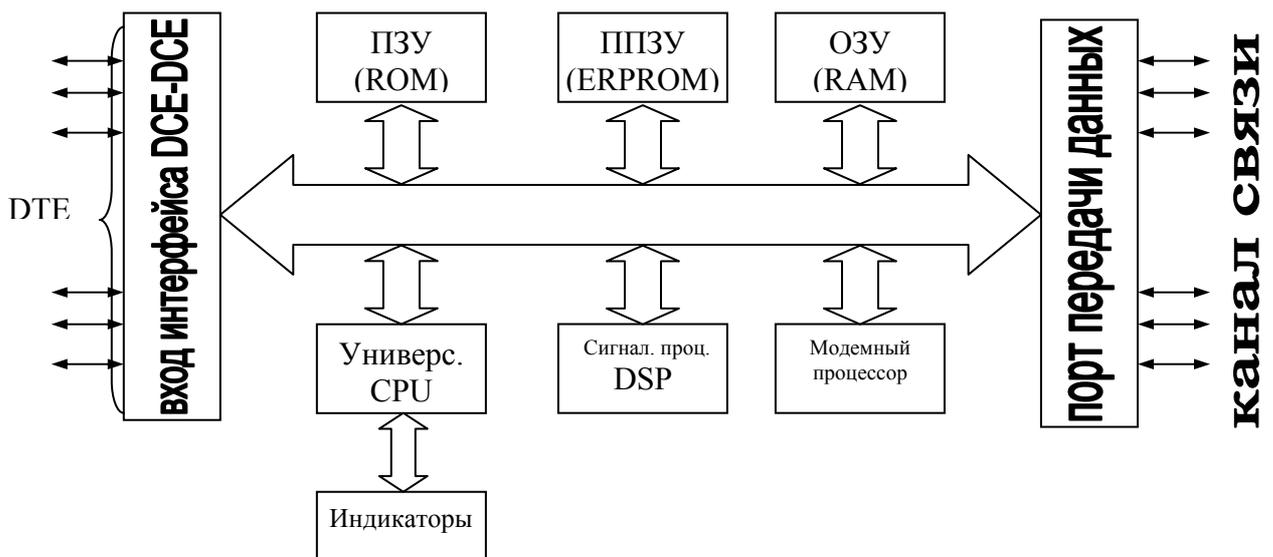
Лекция №4.

Модемы.

Название происходит от сочетания слов модулятор-демодулятор.

Классификация:

1. По области применения:
 - для коммутируемых линий;
 - для выделенных линий;
 - для физических соединительных линий;
 - низкоуровневые модемы (для коротких расстояний – short range);
 - модемы основной полосы (BASE BAND);
 - для цифровой передачи (CSU/DSU);
 - для сотовых телефонов;
 - для пакетной радиосети;
 - для локальной пакетной радиосети.
2. По методу передачи:
 - асинхронные;
 - синхронные.
3. По принципу обмена информации:
 - полудуплексные;
 - дуплексные.
4. По количеству интеллектуальных возможностей:
 - без системы управления;
 - AT команды (Hayes – модемы);
 - с поддержкой протокола V.25bis;
 - с фирменным набором команд;
 - с функцией сетевого управления.
5. По конструкции:
 - внешние;
 - внутренние;
 - портативные PCMCIA;
 - групповые.

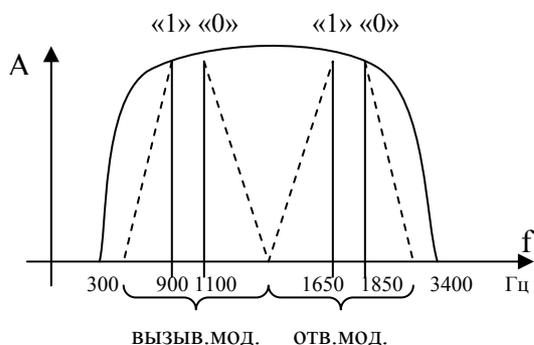


- Порт интерфейса DTE-DCE - обеспечивает взаимодействие с DTE.
- Универсальный процессор – выполняет функции взаимодействия с DTE и схемой индикации. Выполняет посылаемые с DTE AT команды, управляет составными частями модема. Может выполнять функции компрессии/декомпрессии.

- ППЗУ – используется для хранения настроек модема.
- ОЗУ – используется для временного хранения данных и вычислений.
- DSP – реализует основные модемные протоколы.
- Модемный процессор – выполнение модуляции/демодуляции.

Модемные протоколы: (ССИТТ)МККТТ

1. V.21 – протокол модуляции низкочастотных модемов.

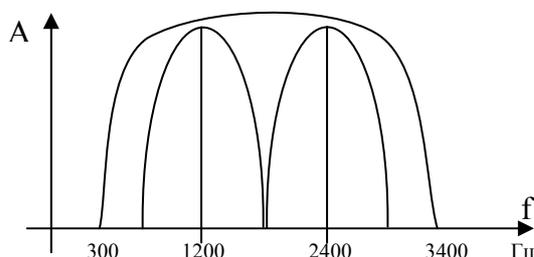


(дуплексный с частотной модуляцией, частотное разделение каналов)

скорость передачи = 300 бит/с.

Используется в качестве аварийного, участвует при установке высокоскоростных протоколов.

2. V.22, V.22bis



V.22 – 2 канала и два вида модуляции

- Относительная фазовая модуляция: 1200 бит/с.

- Дифференцируемая фаз. модуляция: 2400 бит/с.

V.22bis – модуляция КАМ (Квадрируемая Амплитудная модуляция)

- КАМ-4: 1200

- КАМ-16: 2400

3. V.32, V.32bis

✓ V.32 – дуплексный на двух проводах телефонного кабеля.

Модуляция КАМ – скорость 2400 знакомест/сек (9600, 4800, 2400 бит/с)

Типы модуляций: -КАМ-16, -КАМ-32 (СКК-32) Сигнальная Кодовая Конструкция.

Несущая частота: $f_n = 1800 \pm 7$ Гц.

Полоса частот: $\Delta f = 600 \div 3000$ Гц.

f – компенсация модема.

✓ V.32bis – расширенный диапазон скоростей (14000, 12000, 9600*, 7200, 4800*) *-совместимые с V.32.

В процессе установки связи скорость выбирается модемом оптимально.

Асинхронный режим не поддерживается.

4. V.34, V.34+, V.34bis

✓ V.34 (20.09.94) 28800 бит/с.

✓ V.34bis 33600 бит/с – такая скорость работает только за счет расширения телефонного канала.

5. V.90, V.92 - до 56 Кбит/с.

Передающий модем должен быть серверный (должна быть цифровая АТС)

V.14 – модемы START-STOP асинхронное преобразование.

V.42 – модемы с повышением верности.

LAPM (Link Access Procedure for Modems)

Подмножество HDLC (High Data Link Control)

V.42bis – модемы с компрессией данных.

Протоколы семейства MNP;MNP2 – применяется асинхронная работа с байт-ориентированными форматированными данными. Используется коррекция ошибок. Пропускная способность 84% от номинальной.

MNP3 – переход к бит-ориентированной обработке блоков (1÷64 байт) пропускная способность 108% от номинальной.

MNP4 – увеличивается размер блока до 266 байт, используется коррекция ошибок, пропускная способность та же.

MNP5 – добавляется алгоритм Хаффмана, пропускная способность до 200%.

Режим работы Hayes-модемов:

- бездействия (IDLE);
- командный (COMMAND);
- передачи данных (DATA);
- интерактивный (INTERACTIVE ONLINE).

Режим бездействия – модем переходит после включения и выполнения командной строки.

Командный – после получения допустимой команды (AT+ «40 символов»)

Модем выполняет команды до тех пор, пока:

- 1) обнаружен символ возврата каретки;
- 2) появилась команда набора номера;
- 3) обнаружена недопустимая команда;
- 4) «RESET» (ATZ);
- 5) сигнал ответа «ANSWER» (ATA);
- 6) переход в режим интерактивности (ATO)

Режимы передачи данных (после получения команд ATA и ATD)

- обнаружена ESC последовательность («+++»)
- обнаружена потеря несущей (NO CARRIER)
- обнаружена занятость линии (BUSY)
- длинная посылка пробелов.

Интерактивный режим – активируется при получении ESC последовательности из режима передачи данных.

Выход из интерактивного режима:

- команда ATH.
- команда инициализации модема ATZ.
- команда ATA или ATO – обратный переход к режиму передачи данных.

AT – команды.

- базовый набор;
- расширенный набор;
- набор MNP команд.

Лабораторная работа: Сетевой анализатор.

IV корпус: аудитория 127, 206 – лаборатория.

Дни лабораторных: пятница, суббота.

- допуск;
- работа;
- отчет;
- etherial

Лекция № 5.

Локальные сети LAN.

Ethernet.

LAN → MAN → WAN
 городские глобальные

LAN характеризуются:

- высокая скорость передачи;
- низкая вероятность ошибки.

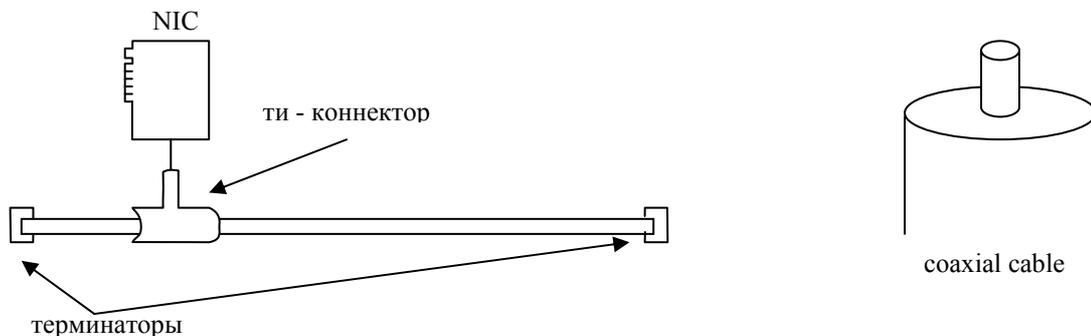
1980 г. Херох, Intel, DEC – предъявили требования к стандарту Ethernet:

- расстояние между узлами от десятков до сотен метров,
- передаются цифровые данные,
- скорость 1-10 Мб/с.
- сеть должна находиться в пределах одной организации,
- вероятность ошибки $p_{\text{err}} \approx 10^{-7} - 10^{-8}$. (для глобальных сетей $p_{\text{err}} \approx 10^{-3} - 10^{-5}$).

IEEE приняла стандарт и организовала комитет 802.x ____
цифра буква

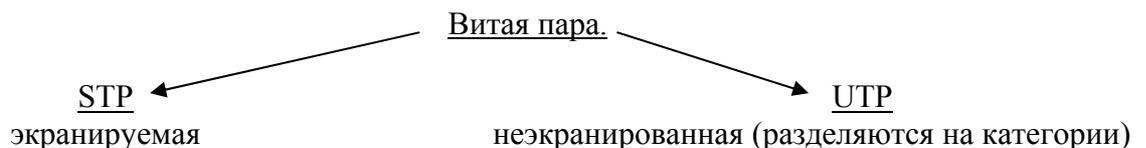
- Заморожены**
- 802.1 – верхние уровни администрирования и управления;
 - 802.2 – управление логическим звеном данных (LLC);
 - 802.3 – описание метода CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) метод множественного доступа с контролем несущей и обнаружением коллизий (с топологией общей шины).
 - 802.4 – CSMA/CD для маркерной шины.
 - 802.5 – для маркерного кольца (Token Ring).
 - 802.6 – городские сети (MAN).
 - 802.11 – беспроводные сети (Wi-Fi)
 - 802.16 – беспроводные городские сети (Wi - Max)

Для сети Ethernet рассмотрим стандарты 802.2 и 802.3



Терминаторы предотвращают возникновение стоячих волн.

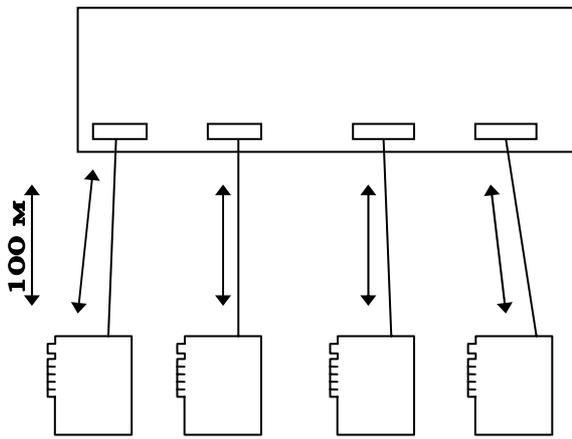
$L = 185$ метров – расстояние между рабочими станциями. 10 Мб/с – пропускная способность.



наиболее распространена UTP5.

HUB: концентратор репитер/повторитель (работает на первом уровне).

Повторитель рассылает пакеты на все выходы HUB/



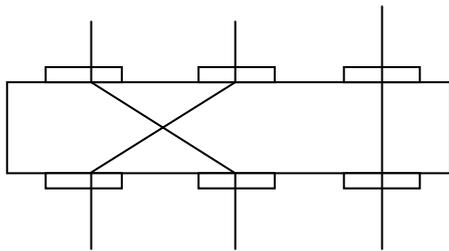
эффективность $\approx 18\%$

SWITCH:

Коммутатор – накапливает информацию о сетевых потоках и по статистике, запоминая связи коммутирует порты соответствующим образом. (работает на втором уровне)

Витая пара: 10-Base T (10 Мбит, полудуплекс)

Оптоволокно: 10 Base – FX, 10 Base – FL.



ОПТОВОЛОКНО:

- 100 Base – F (100 Мбит, полный дуплекс)

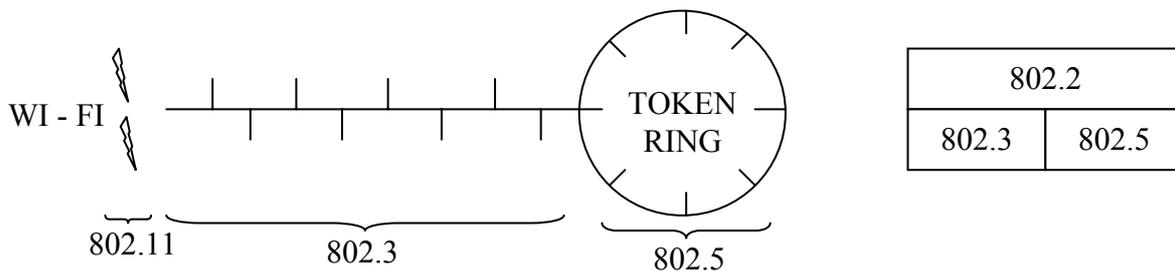
витая пара:

- 100 Base – T4 – 4*UTP3, полудуплекс
- 100 Base – TX – 2*UTP5, дуплекс.
- 1000 Base TX – (гигибит) – здесь не используется метод CSMA/CD

802. LSAP	ISO/OSI
LLC 802.2	КАНАЛЬНЫЙ
MSAP MAC 802.3 PSAP	
ФИЗИЧЕСКИЙ	

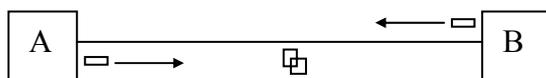
SAP – Service Access Point

- Разбиение позволяет обеспечить более совместимый интерфейс с глобальными сетями.
- MAC уровень зависит от метода доступа к среде и позволяет обеспечить более гибкий интерфейс ввода – вывода.



Метод CSMA/CD.

Коллизия – это наложение сигналов нескольких передающих станций.



Окно коллизий – интервал времени, необходимый для распространения сигнала по каналу и обнаружения его любой станцией сетки.

(скорость передачи сигнала в медном проводе = 0.6 – 0.8с, с – скорость света в вакууме) .

В CSMA/CD после возникновения коллизии передача данных прекращается (для избежания дальнейшей коллизии).

Захват канала – данные от станции, захватившей канал, передаются без коллизии.

Обработкой коллизий занимается уровень MAC (Media Access Control):

1) после обнаружения коллизии, усиливается эффект коллизии, путем посылки специальной последовательности (JAM) $32 \text{ байт} < \text{JAM} < 48 \text{ байт}$. Цель этого – коллизию должны увидеть все передающие данные.

2) после посылки JAM передача данных прекращается и откладывается на более поздний срок. (время выбирается случайным образом).

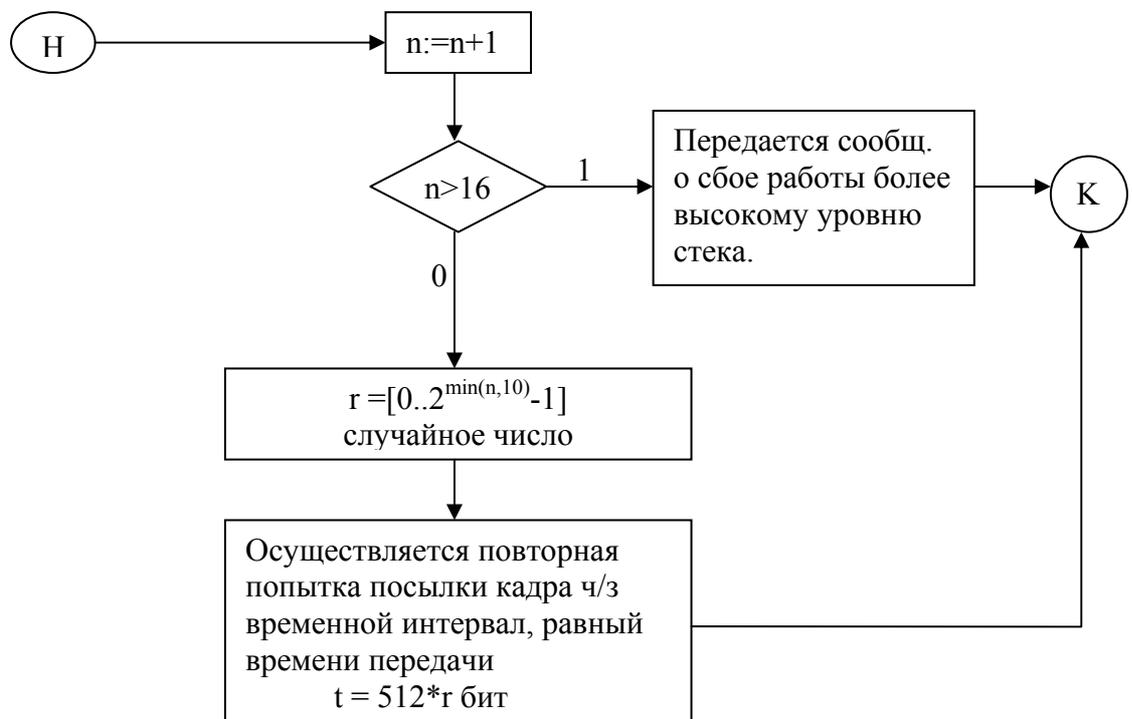
На приемном конце:

1) фрагменты кадров, вовлеченных в коллизию, признаются MAC уровнем недействительными и отбрасываются.

Алгоритм двоичного экспоненциального возврата.

(BEB – Binary Exponential Back-off)

На каждой станции ведется счетчик коллизий:



Как следствие может наблюдаться эффект захвата канала:

- 1) Счетчик коллизии накапливается только у станций, вступивших в коллизию.
- 2) Если сгенерировано самое малое число \Rightarrow
- 3) Она сбрасывает счетчик коллизий.

Роль захвата канала:

- 1) блокировка сети – все ждут, пока 1 станция передаст данные.
- + 2) захват канала сервером в клиент серверной сети.

Лекция №6.

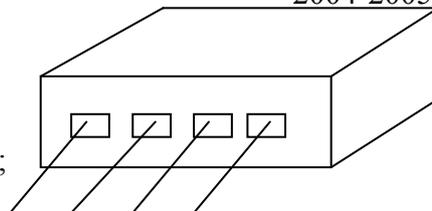
Коммуникационное оборудование.

1. Hub/Repeater Повторитель/Концентратор.

Не занимается обработкой кадров (возможно отключение некорректно работающих портов) Основная причина отключения: отсутствие ответа на последовательность linktest (повторяется каждые 16 мс).

Другие причины отключения портов:

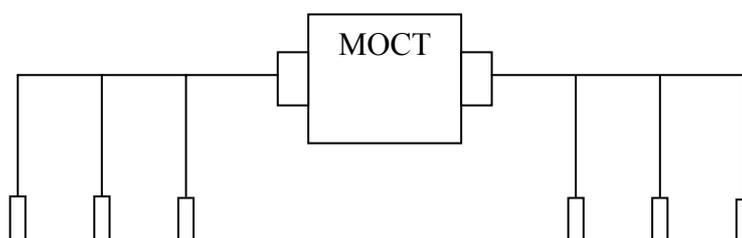
1. ошибка на уровне кадра;
2. интенсивность прохождения через порт кадров с ошибками превышает некоторый заданный порог;
3. порт включается заново, если за некоторое время ошибки отсутствуют.



Примеры ошибок:

- неверная контрольная сумма;
- неверная длина кадра (если < 64 байт или > 1518 байт);
- некорректный заголовок;
- множественные коллизии (коллизии > 64 раз подряд);
- затянувшаяся передача (время прохождения > в 3 раза максимальной длины кадра).

2. **Мост (Bridge)** – делит общую среду на сегменты. Информация между сегментами передается только по необходимости.



Мост составляет статистику по MAC адресам.

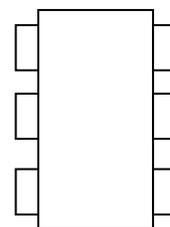
У каждой карты есть свой MAC адрес.

На основе статистики локализуется трафик.

3. **Коммутатор.**

Домен коллизии – участок сети, узлы которого распознают коллизию.

Узкое место коммутатора – это пропускная способность его внутренней шины.

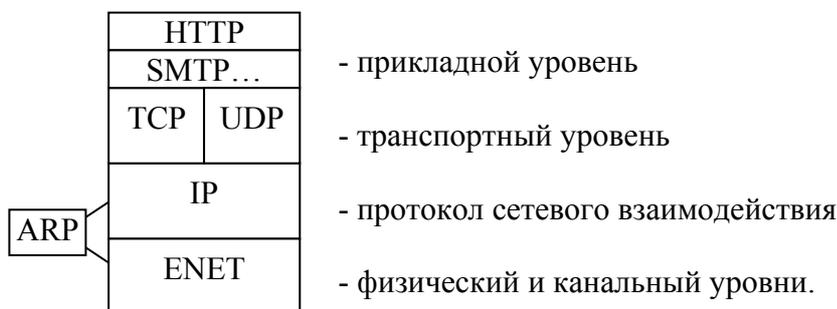


Стек протоколов TCP/IP.

Сеть ARPA Net – предшественник Internet.

Была разработана модель из четырех уровней.

Уровни модели:



Каждому протоколу присваивается адрес порта: от 1 до 65535.

FTP – 20,21

NNTP – 119

HTTP – 80,81

SMTP –

POP2, POP3 – 110

ИМАР3,4 – 143

TELNET – 25

ARP – Address Resolution Protocol

ARP таблица носит локальный характер (соответствие IP – адресов MAC адресам).

Команда arp – выводит таблицу.

При включении компьютера посылается широковещательное сообщение о том, что он появился в сети. Посредством этого заполняется arp – таблица.

Прямая маршрутизация.

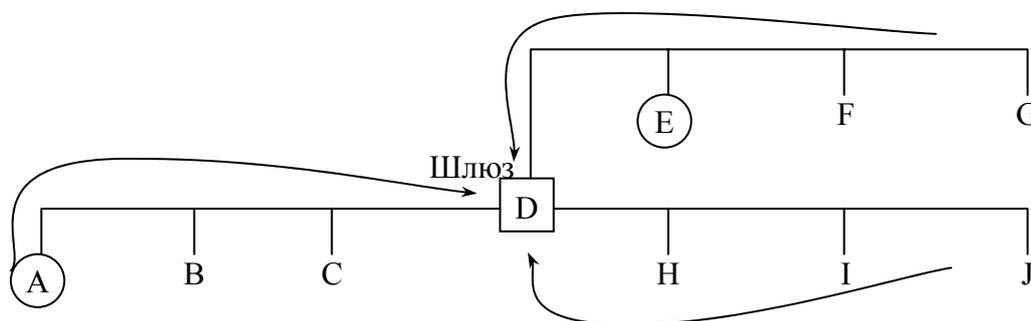
4 хоста подключены к одному сегменту.

А хочет отправить IP-пакет к В.

	MAC	IP
Src	A	A
Dst	C	C



Косвенная маршрутизация.



Пусть А хочет послать пакет к Е.

	MAC	IP
Src	A	A
Dst	D	E

IP-адрес (4 байта): 62.76.115.54

Классы IP-адресов:

- A: 0 1-126
- B: 10 120-191
- C: 110 192-223
- D: - для групповых запросов 224-239
- E: - зарезерв. IP-адреса 240-254

127.0.0.1 – петля (local host, loop back)

0.0.0.0 - данный узел

62.0.0.0 – адрес IP-сети

0.0.23.45 – узел в данной IP-сети

255.255.255.255 – все узлы данной сети (в broadcast)

#сети.255.255.255 – все узлы в указанной IP-сети.

IntraNet – сети:

- ✓ 10.0.0.0 –
- ✓ 172.16.0.0 – 172.31.0.0
- ✓ 192.168.0.0 – 192.168.255.0

Технология подсетей.

Недостатки присвоения узлу сети физического адреса:

- пустая трата адресов;
- перегрузка таблиц маршрутизации.

62.76.115.54 /19 ← число бит под адрес сетей.

11111111.11111111.11100000.0...0 – маска

255.255. .0

Лекция №7.

Домены первого уровня:

- ✓ org – не коммерческие организации;
- ✓ edu – образовательные организации;
- ✓ mil – военные организации;
- ✓ gov – правительственные организации;
- ✓ com – коммерческие организации;
- ✓ net – крупные провайдеры;
- ✓ biz – бизнес;
- ✓ info – информационные новости.

Домены по странам:

- ✓ ru – интернет сегмент Советского Союза.
- ✓ su – интренет сегмент России.
- ✓ ua – Украины;
- ✓ us – Соединенных Штатов;
- ✓ uk – Объединенного Королевства Великой Британии (Англии);
- ✓ de – Германии.

Запись DNS-адреса:

Название сервиса. домер 3 уровня. домен 2 уровня. домер 1 уровня

www.unn.ru

real.rf.unn.ru

pclabx.rf.unn.ru

DNS (Domain Name Service) занимается обработкой доменных имен. Записи о доменах служба хранит в:

- ✓ /etc/hosts (Unix подобные)
- ✓ \$WINNT\system32\drivers\etc (winnt подобные)

127.0.0.1 (IP-адрес хоста) ~ localhost (сокращенное имя хоста) ~ localhost.domain (полное имя хоста).

Запрос на разрешение доменного адреса рекурсивно обрабатывается DNS-службами серверов, присутствующих в адресе доменов.

Формат пакета IPv4:

Версия(4)	Header(4)	Тип сервиса(8)	Полная длина(16)	
Идентификатор(16)		Флаги(3)	Указатель орр-та(13)	
Время жизни(8)	Протокол(8)	Контрольная сумма заголовка(16)		
IP-адрес отправителя (32)				
IP-адрес получателя (32)				
IP-опции			Заполнитель	
Данные				

- 1) версия – номер версии протокола IP;
- 2) hlen – длина заголовка в 32-битных словах;
- 3) тип сервиса, определяет, как будет обрабатываться дейтаграммы.

Приоритет	Д(1)	Т(1)	Р(1)	С(1)	Неисп.(1)
	↑	↑	↑	↑	
	Мин. задержка	Высокая проп. способность	Надежн.	Низкая стоимость	

- 4) полная длинна – длинна IP-дейтаграммы (до 65535 октетов)
- 5) идентификатор – уникальный код дейтаграммы;
- 6) Флаги:
 - ✓ 0 бит – зарезервирован;
 - ✓ 1 бит – фрагментация запрещена;
 - ✓ 2 бит – является ли фрагмент последним (знач. 0).
- 7) Указатель фрагмента - смещение фрагмента относительно начала сообщения.
- 8) Время жизни – максимальное время пребывания дейтаграммы в системе.
- 9) Протокол – определяет структуру поля «данные».

1	ICMP
2	IGMP
4	IP
6	ICP
17	UDP
80	OSPFIGE

- 10) Контрольная сумма – дополнение по модулю 2 к сумме 16 – разрядных слов заголовка по модулю 2.
- 11) 12) Адреса.

IPv.6

- Нехватка адресов была решена за счет увеличения поля адреса.
- Перегрузка таблиц маршрутизаторов.

Цели модернизации:

- 1) создание масштабируемой схемы адресации;
- 2) повышение пропускной способности сети за счет сокращения работ, выполняемых маршрутизаторами;
- 3) предоставление гарантии уровня транспортных услуг (QOS)
- 4) обеспечение защиты данных.

Выполненные задачи:

- 1) увеличение поля адреса до 16 байт – максимальное количество узлов в IPv6 сети:
340 282 366 920 938 463 374 604 431 762 211 456

Новые формы записи адреса.

Адреса записываются 4 подряд идущими 16-разрядными числами:

- 1) FEDC:0A48:0000:0000:0000:0000:7654:3210 (повторяющиеся группы нулей можно пропустить один раз).
- 2) FEDC:0A48::7654:3210 (незначащие нули можно пропускать)
- 3) FEDC:A48::7654:3210
::FFFF:129.144.52.38 – запись IPv4 адреса в совместимой форме.

Типы адресов:

- 1) unicast - определяет уникальный идентификатор отдельного интерфейса конечного узла или маршрутизатора – тип адреса задается префиксом формата – первыми битами адреса.
unicast – аналогичен уникальному адресу в IPv4. В IPv6 не существует деления сетей на классы.
- 2) Multicast – идентифицирует группу интерфейсов, относящихся к различным узлам. Пакет, адресованный такому адресу, доставляется всем узлам группы.
- 3) Anycast – так же обозначает группу интересов, но пакет доставляется не всем узлам, а ближайшему узлу. Адрес anycast может назначаться только интерфейсам маршрутизации.

Глобально-агрегированный уникальный адрес.

3	13	8	20	16	64
IP	TLA		NLA	SLA	IID

Префикс формата:

001=FD (forward prefix)
 TLA=Top Level Aggregation
 NLA=Next Level Aggregation
 SLA=Site Level Aggregation

} Префиксы 3 уровней агрегации

Назначение:

TLA – для крупных провайдеров (8096 сетей)

NLA – для нумерации сетей средних и мелких провайдеров (большой размер под адрес дает возможность задавать иерархию сетей).

SLA – для адресации подсетей конкретного абонента.

IID - аналог номера адреса в IPv4.

Технология агрегирования IP-адресов.

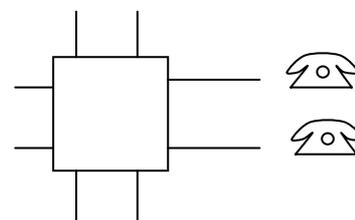
Лекция №8.

Коммутация пакетов с использованием техники коммутации каналов.

Стандартная техника коммутации – это обыкновенная АТС.

QoS (Quality of Service)

Необходимо установить виртуальное соединение между абонентами. Только после установки соединения происходит передача пакетов.



Постоянный виртуальный канал (PVC Permanent Virtual Circuit)

Коммутируемый Виртуальный Канал (SVC – Switched Virtual Circuit)

Смысл виртуального канала в том, что маршрутизация осуществляется только 1 раз при установке соединения. Каждому виртуальному соединению присваивается свой идентификатор. VCI – Virtual Channel Identifier.

VCI – присваивается на этапе установки соединения. В большинстве случаев VCI носит локальный характер, то есть каждый маршрутизатор выбирает свой VCI.

Преимущества:

1) ускорение сети:

- a. решение о продвижении пакета принимается быстрее из-за меньшего размера таблицы маршрутизации.
- b. Уменьшается поле служебной информации в пакете.

Номер виртуального канала занимает около 10-12 байт, а IP адреса около 8 байт.



Адрес	Порт
30	3
50	2

M1 порт 1:		
VCI-In	VCI-Out	Port
9	2	2
4	10	3

M1 порт 2:		
VCI-In	VCI-Out	Port
2	3	1

M1 порт 3:		
VCI-In	VCI-Out	Port
10	4	1
9	8	4

Недостатки:

- невозможность справляться с балансировкой трафика внутри виртуального соединения.

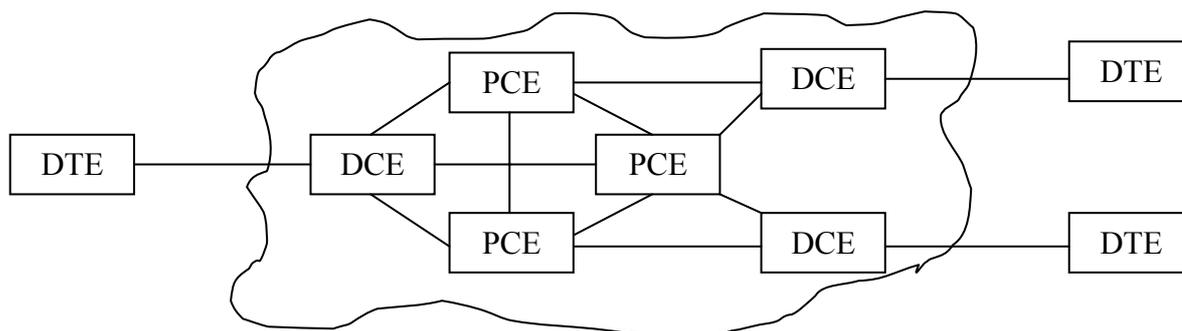
Сети X-25Стек протоколов X-25.

Сети X-25 появились в 1970 году, стандарт разработан ССИТТ.

Эти протоколы определяют характеристики линии для передачи данных.

DCE: цифровые модели, коммутаторы пакетов:

Вводится специальное устройство: PSE – Packet Switch Exchange.



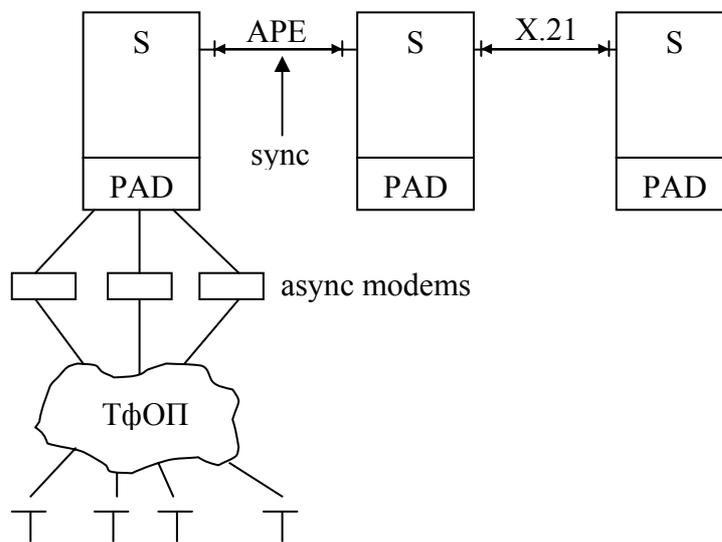
PAD – Packet Assembler-Disassembler.

Соединение PAD с главной машиной определяется протоколами X.3 X.28, X.29.

X-25 дает гарантию доставки данных.

В X.3 определены следующие функции PAD:

- 1) сборка символов, полученных от асинхронных терминалов в пакеты;
- 2) разборка полей данных в пакет и вывод данных на асинхронные терминалы;
- 3) управление функциями установления и разъединения соединения по сети X.25 с заданным хостом;
- 4) передача символов, включающих START – STOP сигналы bit – проверки на четность, по требованию асинхронного терминала.
- 5) продвижение пакетов.



X.28 – соединительный терм с PAD.

X.29 – управление PAD.

Адресация в сетях X.25

X.121 – протокол адресации.

XXX (код страны: 250, 251)	Y (код сети)	ZZZ...Z (номер терминала)
----------------------------	--------------	---------------------------

Максимум 20 сетей.

X.25 определяет 3 нижних уровня в модели ISO/OSI.

3) сетевой: X.25 и X.75

2) канальный: LAPB

1) физический: X.21

Уровень 3:

Возможны 2 структуры заголовка:

Модель 8:

	1	2	3	4	5	6	7	8	
GFI	Q	D	S	S		LGN			- поле идентификатора формата.
	LCN								
Тип:	P(R)		M	P(S)		0			
	USER DATA								

Q – обозначает управление пакетов X.25 используемых асинхронными устройствами платы. D – подтверждение доставки. SS = 1 – используется модель 8, = 2 – используется модель 128.

Модель 128:

	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Q	D	S	S		LGN			
	LCN								
	P(R)							0	
	P(S)								
	USER DATA								

LGN – номер группы логического каналов.

LCN – номер логического канала.

Тип:

- P(R) – порядковый номер приема пакета (либо 3 бита, либо 7)
- P(S) – порядковый номер передачи пакета;
- M – флаг получения дополнительных данных.

Уровень 2(LABP)

1	1	2	~	2	1
Flag	Address	Control	Data	FCS	Flag

Flag = 01111110 011111010 (bit stafic) – вставка бита.

Address – смысла не имеет служит для различия канальных команд и откликов.

Control- идентифицирует тип кадра:

- супервизорские;
- нумерованные;
- информационные;

Супервизорские команды:

- RP – готовность к приему;
- REJ – запрос передачи всех кадров, начиная с указанного порядкового номера;
- RNR – прием не готов – состояние временной занятости.

Ненумерованные команды:

- DISC – запрос разъединения;
- UA – кадр подтверждения;
- DM – отклик на запрос disconnect;
- FRMR –отбрасывание кадра;

Уровень 1:

X.21:



(X.21 является цифровым аналогом уже пройденного протокола V.24) максимальная скорость 64 кб/сек.

Лекция №9.**FRAME RELAY.**

Изначально использовался как протокол ISDN. В 1989 году CCITT начало рассматривать принятие стандарта. В 1990 году Cisco, Strata Com, Northern Tes DEC создали консорциум по FRAME RELAY.

LMI – Local Management Interface.

FR обеспечивает передачу данных с пакетной коммутацией через интерфейсы между DTE и DCE.

DTE: маршрутизаторы, мосты, главные ВМ

DCE: переключатели узлы.

В роли сетевого интерфейса FR похож на X.25.

Характеристики	X.25	Frame Relay
1) Уровни модели ISO/OSI	3	2
2) Контроль ошибок на узлах	+	-
3) наличие функций управления потоком на узлах.	+	При перегрузке узла кадры отбрасываются
4) скорость работы линии	56 К/64 К	>= 45 М
5) время ожидания	Продолжительное	Непродолжительное
6) возможность передачи речи	-	+

Статистическое мультиплексирование – это передача большого числа логических кадров через один физический канал, на основе статистики.

Может применяться с TDM (частотно-временное мультиплексирование)

Дополнение LMI:

- общие;
 - факультативные
- 1) сообщения о состоянии виртуальных цепей – (общее) обеспечивает связь между сетью и устройством пользователя, сообщая о появлении новых виртуальных каналов и ликвидации существующих. (предотвращает отправку информации в черные дыры).
 - 2) Многоуровневая адресация – (факультативное) позволяет пользователю отправить один блок данных, но доставить его многим адресатам.
 - 3) Глобальная адресация – (факультативное) возможность наделяния интерфейса глобальными идентификаторами.
 - 4) Простое управление потоком данных (факультативное) – обеспечивает управление потоком синхронизированных слов. Предназначено для тех устройств, высшие уровни которого не могут использовать битовое деление от перегрузки.

PVC (Permanent Virtual Channel) – пост-й

SVC (Switched Virtual Channel) – коммутируемый.

Стек протоколов Frame Relay

Для передачи сигнализации и данных используются разные стеки.

Стек протоколов FR

Управление	Данные
Q.931/933	IP, NetBEUI ...
LAP-D Q.921	LAP-F core Q.922
I.430/431	

Терминал

Данные	Управление
LAP-F control, Q.922	Q.931/933
LAP-P core Q.922	LAP-D Q.921
I.430/431	

Сеть

Режимы LAP-F:

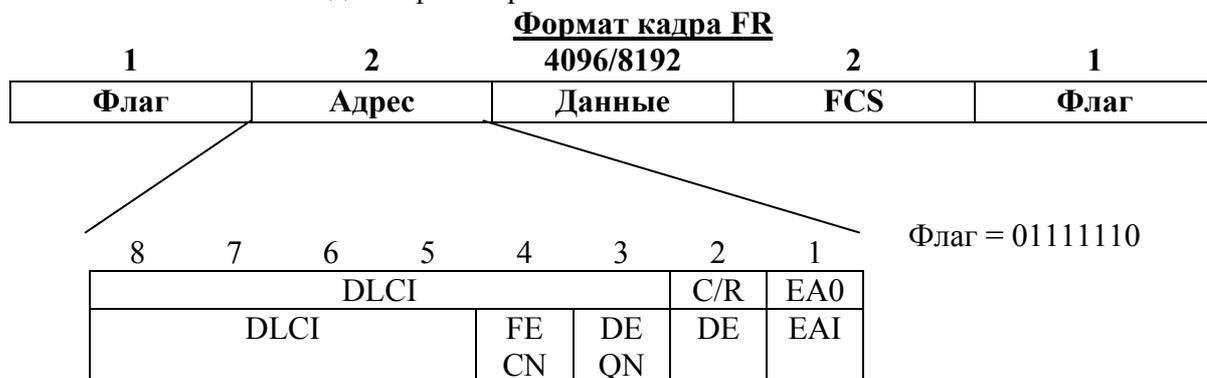
- 1) Основной (CORE) – кадры передаются без преобразования и контроля. (производительность, низкая пульсация трафика и низкие задержки)
- 2) Управляемый (control) – выполняет функции контроля доставки кадров и управление потоком. (реализует технологически Frame Switching)

При установке соединения:

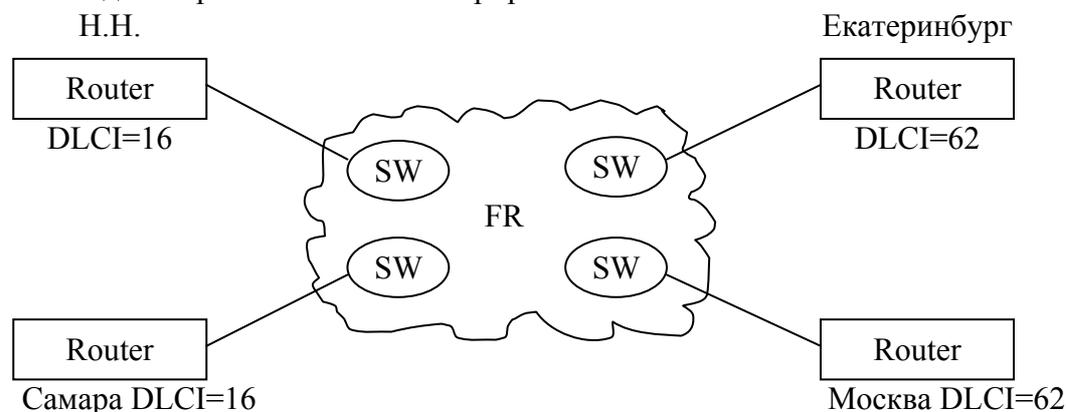
1) Устанавливает виртуальный канал по LAR-D;

2) Кадры транслируются по протоколу LAR-F;

Кадры коммутируются с помощью таблиц коммутации портов, в которых используется локальное значение идентификатора DLCI.



- ✓ DLCI – Data Link Connection Identifier (10 bit)
 - =0 – используется для LM1
 - 1-15 – зарезервировано
 - 16-991 – используется абонентами для нумерации PVC и SVC
 - 992-1007 – используется сетевой службой для внутрисетевых соединений
 - 1008-1022 – зарезервировано
 - 1023 – управление DL
- ✓ EA – Extended Address (EA0 – не последний байт, EA1 – последний байт)
- ✓ C/R – Command Reference – определяет является ли командой или ответом на команду.
- ✓ FECN – Forward Explicit Congestion Bit – бит о подавлении принимающей стороны.
- ✓ BECN – Backward Explicit Congestion Bit – бит подавления при перегрузке подающей стороны.
- ✓ DE – индикатор возможности игнорирования



Поддержка качества обслуживания (QoS)

Поддерживается технология заказа качества обслуживания – определенного Bitrate. Параметры QoS:

- 1) CIR – Committed Information Rate – согласованная информационная скорость, с которой будут передаваться данные пользователя.

- 2) B_c – Committed Burst Size – согласованный объем пульсации (максимальное количество байт, которое сет будет передавать от пользователя, за интервал времени t)
- 3) B_e – Excess Burst Size – дополнительный объем пульсации, это максимальное количество байт, которое сеть будет пытаться передать сверх B_c за интервал времени z .

$$T = B_c / CIR$$

R – пропускная способность канала

CIR – то, что было заказано.

f_i – кадры

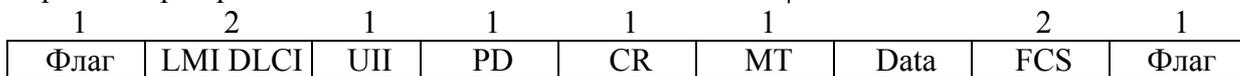
у f_1, f_2, f_3, f_4 поле $DE = 0$, у f_5 $DE = 1$ и кадр отбрасывается.

У FR нет гарантии задержки.

При использовании PVC пользователь заключает контракт с провайдером о QoS.

При использовании SVC для определения QoS используется протоколы Q.931/933.

Формат кадра при использовании LMI



- UII (Unnumbered Information Indicator)
- PD (Protocol Discriminator)
- MT (Message Type)