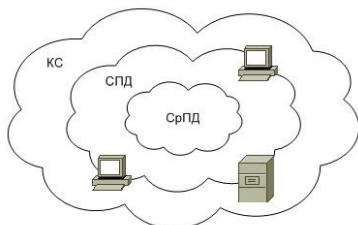


## 1. Понятие компьютерной сети.

Под компьютерной сетью понимают совокупность различных технических средств (то есть самих компьютеров и другого оборудования), предназначенная для передачи компьютерной информации на относительно большие расстояния (за пределы компьютеров).

В основе лежит сеть передачи данных (СПД), которая может задействовать различные среды передачи данных (СрПД).

СрПД соответствует физ. уровню. Модели OSI.



## 2. Классификация компьютерных сетей.

КС бывают:

- PAN – персональные (подключение устройств к ПК/телефону)
- LAN – локальные (охватывают территорию не более кампуса (eduroam))
- MAN – городские (по всему городу. Тв, передача новостей)
- WAN – глобальные (континент или более)
- RAN – Remote access. Подключение удалённого пользователя.
- Home networks
- Datacenters networks
- Industrial networks

С другой стороны,

- Intranets – внутренние КС предприятий и организация
- Internets – публичные сети.

Могут быть:

- Изолированными – закрытыми для прослушивания
- Открытыми для прослушивания

С точки зрения взаимодействия:

- Сильносвязанными
- Слабосвязанными

Также могут делиться территориально, по стандартизации (EN – Europe, ANSI – America, ISO – международные) и по скорости передачи (Ethernet – 10 Mb/s, Fast Ethernet – 100 Mb/s, Gigabit Ethernet – 1, 10, 100, 40, 25 Gb/s, Multigigabit)

## 3. Стандарты компьютерных сетей.

Все стандарты разбиваются на три группы: EN – Европейские, ANSI – Американские, ISO – международные. Стандарты лишь формализуют определённые требования к компьютерной сети. Могут носить предварительный (preliminary) или временный (interim) характер. Могут включать дополнения (annexes) и списки обнаруженных ошибок (errata). Также могут замещаться другими стандартами (obsolete).

802.X – серия стандартов, посвящённая КС. Сейчас наиболее популярны и интересны:

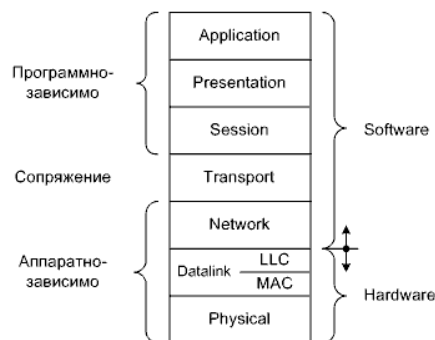
- 802.3 – Ethernet
- 802.11 – WiFi
- 802.16 – WiMax

Данные стандарты поддерживаются вплоть с 80-х годов.

#### 4. Наиболее распространенные модели компьютерных сетей.

Наиболее распространенная – модель взаимодействия систем (open system interconnection), разработанная ISO.

Модель включает 7 уровней (физический, канальный, сетевой, транспортный, сессии, представления, приложения). На верхушке находится человек, но пользователями уровней всё так же являются программы.



Взаимодействие в OSI может быть вертикальным и горизонтальным.

- Интерфейс – взаимодействие между соединениями на одном уровне (горизонтальное)
- Протокол – взаимодействие между разными уровнями OSI (вертикальное).

Также существует модель TCP/IP. Связана с одноимённым протоколом.

OSI Model		TCP/IP Model
L7. Application		Application
L6. Presentation		
L5. Session		
L4. Transport		Transport
L3. Network		Internet
L2. Datalink		Network Access
L1. Physical		

Главная отличительная особенность – Network-access и application-уровни.

Cisco также на основе многолетнего опыта разработала собственную иерархическую модель.

Три уровня:

- 1) Access – уровень доступа (подключение к КС конечных пользователей)
- 2) Distribution – уровень распределения (обеспечение взаимодействия в пределах групп пользователей)
- 3) Core – ядра (обеспечение высокоскоростной связи)

#### 5. Физический уровень модели OSI.

На физическом уровне формализуют подключение сетевого устройства к КС. В пространстве представляется точкой подключения к КС. Специфические понятия: среда, разъём (физ. порт), несущая частота, модуляция, сигнал. Описывает способы передачи бит (а не пакетов!), через физические линии связи.

## 6. Канальный уровень модели OSI.

На канальном уровне формализуют взаимодействие между узлами (станциями), находящимися в одном сегменте сети.

Специфические понятия канального уровня:

- Сегмент – множество станций (любое устройство, принимающее трафик), объединённых одной СРПД, которые видят друг друга непосредственно.
- Физ. и лог. топология сегмента
- Бит- байт- стаффинг
- Пакет (кадр)
- Канальный код
- Код проверки целостности
- Алгоритм доступа к моноканалу

Канальный уровень разделяют на два подуровня:

- MAC (Media Access Network) – контроль доступа к СРПД.
- LLC (Logical Link Control) – контроль логического соединения.

На подуровне MAC осуществляется взаимодействие с физическим уровнем, такие как формирование и распознавание пакетов, адресация, канальное кодирование.

На LLC осуществляется взаимодействие с сетевым уровнем, такие как разбиение на пакеты, сборка данных из пакетов, определение подсистемы и другие.

## 7. Сетевой уровень модели OSI.

Сетевой уровень позволяет «выйти» за пределы сегмента. Предназначается для определения пути передачи данных.

На сетевом уровне формализуют построение полноценной КС, охватывающей произвольное количество сегментов.

Специфическими понятиями сетевого уровня являются:

- пакет (собственно пакет);
- адресация в пределах всей КС;
- маршрутизация.

## 8. Транспортный и сеансовый уровни модели OSI.

Транспортный уровень позволяет перейти от оборудования к программам. На нём формализуют использование ПО сетевым оборудованием, т.е. как отдельно взятым программам использовать «транспорт». Предназначен для доставки данных

Спец. понятия: пакет (сегмент сообщения), программный порт, логическое соединение, надёжность доставки, алгоритм борьбы с заторами в СПД.

Уровень сессии позволяет предоставлять программам доступ к транспорту в промежутках длительного времени (сессии).

Кроме сессии есть ещё два основных понятия: программный порт, алгоритм мультиплексирования программ. В практических реализациях обычно совмещён с транспортным.

## 9. Прикладной уровень и уровень представления модели OSI

Уровень представления (presentation) адаптирует прикладную информацию в форму, пригодную для передачи по КС, т.е. это прослойка между программами и транспортом. Основные понятия: кодирование информации с целью обеспечения правильной интерпретации в последующем, шифрование информации с целью защиты при пересылке по открытым для прослушивания сетям.

Прикладной уровень (application) является интерфейсом обмена между приложением и компьютерной сетью. Специфических понятий множество, и они зависят от решаемой задачи, например, пересылка файлов, мгновенная пересылка голоса и видео, пересылка сообщений и т.д.

## 10. Семейство протоколов TCP/IP

Протоколы TCP/IP обозначают все, что связано с протоколами TCP и IP. В состав семейства входят протоколы UDP, IP, TCP, SMTP, SNMP, TELNET, FTP и многие другие.

Application	FTP	Telnet	SMTP	DNS	HTTP	...
Presentation						
Session						
Transport	TCP			UDP		
Network	ICMP	RIP	OSPF	...		
	IP					
	ARP			RARP		
Datalink	Ethernet		Token Ring	FR	...	
Physical						

## 11. Эволюция COM-портов и их место в современных ПК

В 70-х годах компания Intel разработала два контроллера последовательного типа в составе периферии для 8086. Один из них получил название 8250, UART (Universal asynchronous receiver/transmitter). Были рассчитаны на подключение к шине X-Bus.

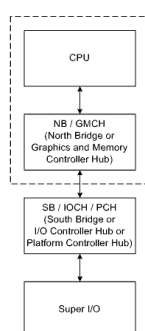
Во времена 80286 были созданы несколько UART, самый успешный из которых стал 16550 от National Semiconductor (max baud rate from 9600 to 115200). В СССР развивался свой аналог, но распространения он не получил.

Дальше получили распространение мультикарты, вследствие чего сформировался Multi I/O.

В настоящее время данные порты считают устаревшими и исключают из состава периферии. В настоящем интерфейс называется RS-232.

## 12. Структура COM-портов ПК

Структура портов интегрирована в структуру ПК со времён процессоров Pentium. Т.е. подключается к ПК через I/O Controller hub. В рамках данной структуры организация ПК обязательно должна быть не мостовой, а хабовой.



## 13. Цепи RS-232 и их использование

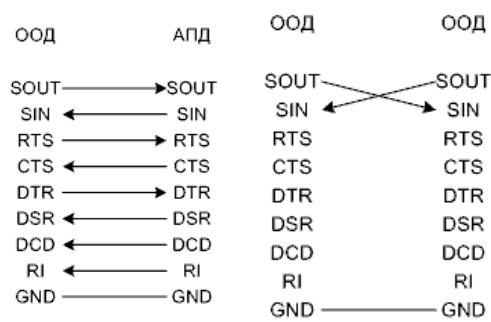
Всего существует 9 цифровых цепей RS-232:

- SOUT – serial output (выход приёмника)
- SIN – serial input (вход приёмника)
- RTS – ready to send (сигнал-запрос о передаче байта)
- CTS – clear to send (сигнал-подтверждение о готовности принять байт)
- DSR – data set ready (сигнал от порта к модему о готовности)
- DTR – data terminal ready (сигнал от модема к порту о готовности)

- DCD – data carrier detect (сигнал от модема к порту об обнаружении данных)
- RI – ring indicator (сигнал о входящем звонке)
- GND – ground (уровень земли, или нуля)

Данные цепи позволяют налаживать связь между оборудованием по принципу модем-порт и по принципу порт-порт (нуль-модемное соединение).

Реализации бывают полностью программные (XON/XOFF) и полуаппаратные (RTS/CTS). Все реализации предполагают обратную связь с приёмником.



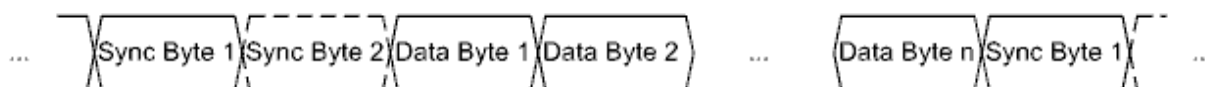
#### 14. Асинхронный режим работы COM-порта

В асинхронном режиме синхронизируется обмен каждого информационного байта. Порт-отправитель посылает стартовый бит, который сигнализирует, что следует начать отлов первого информационного бита. Скорость передачи меньше, чем в синхронном режиме.



#### 15. Синхронный режим работы COM-порта.

В синхронном режиме синхронизируется весь информационный обмен, т.е. вставляются байты синхронизации. Т.е. на каждый информационный байт отправляется байт синхронизации.



Минимальная адресуемая ячейка для UART – байт. Причём байт может быть от 5 до 8 бит.

#### 16. Тактирование COM-порта

Так как по сути COM-порт – это сдвиговый регистр, то ему нужны какие-то импульсы тактирования. Тактирование данных портов осуществляется непрерывно и происходит с помощью встроенного программируемого бод-генератора. Бод-генератор представляет собой программируемый делитель частоты. Частота  $F_{out}$  осуществляется по формуле  $F_{out} = F_{in} / (16 * DL)$ , где  $DL$  – шестнадцатитбитная константа, старшая и младшая часть которой хранятся в двух регистрах UART (DLL и DMM). Частота тактирования измеряется в бодах.

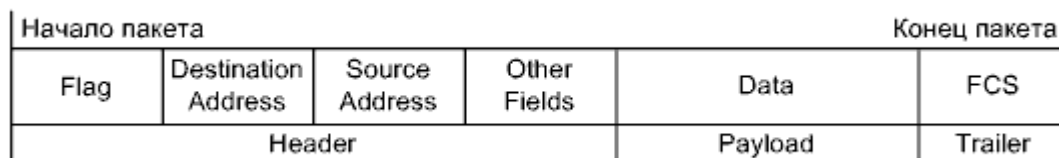
#### 17. Архитектура COM-портов ПК

В стандартной архитектуре для RS-232 зарезервированы следующие порты в адресном пространстве ввода-вывода процессора: 3F8-3FF и 2F8-2FF в шестнадцатеричной с.с. По данным адресам хранятся регистры портов. **СЛЕДУЕТ ДОПОЛНИТЬ**

## 18. Стандарты, близкие к RS-232

Так как RS-232 формировался как интерфейс для разноранговых устройств, т.е., как интерфейс для подключения периферии. Объединять более двух устройств по данному интерфейсу было невозможным. Вследствие, продолжением стали два стандарта: RS-422 и RS-485. В отличие от RS-232 они передавали на дальние расстояния и на больших скоростях за счёт использования дифференциальной пары вместо изменения потенциала относительно земли.

## 19. Структура типового пакета компьютерной сети

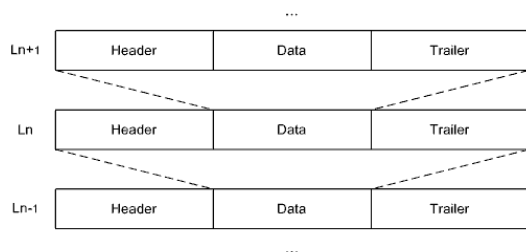


- Flag – флаг начала пакета.
- DA – адрес назначения.
- SA – адрес отправителя.
- Other fields – специфические поля определённой реализации.
- Data – полезная нагрузка.
- FCS (frame checksum) – контрольная сумма, проверяющая целостность пакета.

Часть пакета, расположенной до полезной нагрузки принято называть header-ом. После – trailer-ом.

## 20. Инкапсуляция и ее проявления в компьютерных сетях

Под инкапсуляцией в КС подразумевают вкладывание пакета, определённого вышестоящего уровня в поле данных пакета нижестоящего уровня в процессе подготовки к передаче, т.е. при продвижении сверху вниз.



## 21. Битстаффинг

Когда пакет данных передаётся – его начало и конец обозначается флагом начала и конца (обычно это символ «~», или следующая последовательность из бит: 01111110). Но такая последовательность может присутствовать и в сообщении. Битстаффинг решает эту проблему вставкой дополнительного бита (0 или единицы, как задано в системе), после последовательности из 6 единиц (т.е. мы насильно заменяем следующий бит на бит стаффинга). Пример, с битом стаффинга «1»:



## 22. Байтстаффинг

При байтстаффинге происходит такая же ситуация, как и при битстаффинге. При передаче пакет имеет флаг начала и конца. При обнаружении в поле полезной нагрузки пакета байта, совпадающего с байтом флага, происходит замена данного байта на некоторый другой (например, «~» на «8»). Но тогда будет проблема. Что если мы встретим заменённый символ в последовательности (в нашем случае «8»). Для этого вставляется ESC-байт. Наличие ESC-символа говорит о факте замены, а следующий за ESC-символом символ – код замены позволяет определить какая замена была осуществлена.

Пример:



## 23. Особенности линейного кодирования и классификация линейных кодов, применяемых в компьютерных сетях

Линейное кодирование – адаптация битовых последовательностей к возможностям физического уровня с целью обеспечения или улучшения технических характеристик. Слово «линейное» происходит от понятия физической линии.

Все линейные коды направлены на преобразование битовых последовательностей, чтобы в линии всегда происходили изменения, и, соответственно, чтобы шанс помех был меньше.

Коды классифицируются по следующим признакам:

- Кодирование уровнями или переходами
- Наличие инвертирования
- Однополярность или многополярность
- Наличие «возврата к нулю»
- Наличие самосинхронизации
- Наличие перестановки или подмены битов

Всего есть 5 основных способов кодирования:

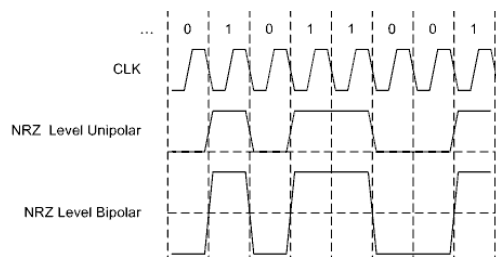
- NRZ (non-return zero) – коды без возврата к нулю
- RZ (return zero) – коды с возвратом к нулю
- Manchester code – манчестерские
- MLT (Multi-level transmit) – многоуровневые коды
- Block codes – блочные коды

## 24. Линейные коды без возврата к нулю и с возвратом к нулю

NRZ-коды выражаются изменением уровней между тактами. В простых случаях, логические уровни или не преобразуются вообще или инвертируются. В более сложных – уровень инвертируется при приходе нуля (space) или единицы (mark).

Область применения: RS-232, RS-485, USB

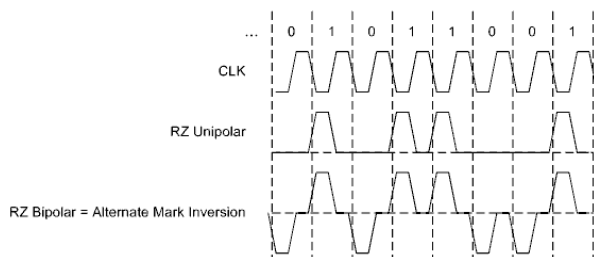
Пример:



RZ-коды выражаются переходом к нулю (gnd) на каждой половине такта. Двухполярные RZ-коды обладают самосинхронизацией (0 в них выражается как -1, и после перехода в логический уровень нуля (-1В) сигнал переходит в землю (0В)).



Область применения: IrDA

Пример:



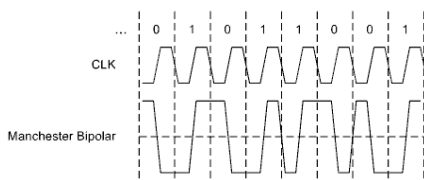
## 25. Манчестерские и многоуровневые линейные коды

Манчестерские уровни выражаются в переходах между уровнями во время тактов. Так как 0 будет

выглядеть в манчестерском коде вот так вот: , а единица вот так:  из этого можно предположить, что данные коды обладают свойством самосинхронизации (так как ноль всё равно всегда будет подниматься изначально вверх, а потом спадать вниз. Единица, соответственно, наоборот).

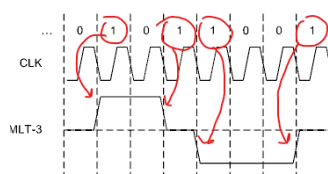
Манчестерский код широко используется в стандартах Ethernet, Token Ring.

Пример:



Многоуровневые коды выражаются в переключении между несколькими уровнями между тактами. Например, MLT-3 имеет три уровня: 1, 0, -1. Переключение происходит по единице, что означает переход на соседний уровень. Используется в Fast Ethernet.

Пример:





## 26. Блочные линейные коды

Блочные коды выражаются в замене блоков битов из входной последовательности на бóльшие блоки битов. Блочные коды могут комбинироваться со всеми кодами, оперирующими битами. В связи с избыточностью, во многих предусмотрены контрольные последовательности. Из минусов таких кодов стоит выделить лишь большое количество необходимой памяти для хранения таблицы. Из плюсов – кодирование и декодирование становится лёгким.

## 27. Поля Галуа и их применение в компьютерных сетях

В помехоустойчивом кодировании очень важное место занимают поля Галуа.

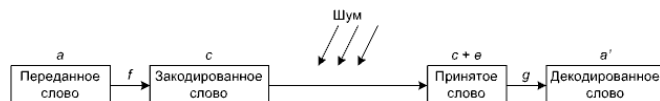
В помехоустойчивом кодировании все операции выполняются по, так называемой, арифметике Галуа. Т.е. результатом любой арифметической операции будет являться элемент из данного поля. Поля задаются целым числом. Пример: GF (Galua field) от 5 будет равно:  $GF(5) = 0, 1, 2, 3, 4$ . Пример сложения:  $0 + 1 = 1$ ,  $4 + 1 = 0$ ,  $4 + 3 = 2$ . Умножение:  $4 * 2 = 2$ . И т.д. (Для простоты понимания. Первый элемент – элемент, относительно которого смещаемся. Вторым элементом – на сколько смещаемся. Например,  $0 + 1$  значит, что мы смещаемся 1 раз от 0 или наоборот).

## 28. Модель помехоустойчивого канала связи и теорема Шеннона

Помехоустойчивое кодирование – кодирование, предназначенное для проверки целостности и восстановления ошибочных битов.

Начало данному кодированию положила теорема Шеннона. Она утверждает, что любой дискретный канал связи имеет конечную пропускную способность и этот канал может быть задействован для передачи информации со сколь угодно большой степенью достоверности, несмотря на наличие помех. (любой канал может быть максимально помехоустойчивым)

Модель такого канала связи:



Сообщение разбивается на блоки битов фиксированного размера  $a$ , кодер выполняет функцию  $f$  (в код вставляются биты проверки), поступает шум, после пересылки декодер декодирует по функции  $g$  слово  $a'$ , которое, в идеале, должно получаться таким же, как и  $a$ .

## 29. Линейные помехоустойчивые коды, включая коды Хэмминга и циклические коды

Так как помехоустойчивое кодирование выполняется по системе линейных уравнений, помехоустойчивые коды называются линейными. Особенностью являются дополнительные проверочные символы (обычно биты).

Код Хэмминга – самокорректирующийся и самоконтролирующийся код, который позволяет исправить одну ошибку и обнаружить множественные ошибки. Сообщение кодируется с помощью вставки дополнительных битов.

Циклические коды – линейные коды, которые позволяют исправить одну и более ошибок и обнаружить множество (в зависимости от реализации). Главная идея – передавать в качестве проверочных битов остаток от деления на некоторое выбранное число. После передачи выполняется деление возможно искажённых битов на то же самое число и остатки сравниваются. Если остатки совпадают – то данные, скорее всего, переданы без ошибок.

### 30. Классификация помехоустойчивых кодов

Две главные группы это:

- Коды, обнаруживающие ошибки (позволяют только обнаружить ошибку)
- Коды, исправляющие ошибки (позволяют обнаружить и исправить ошибки)

Также коды делятся на:

- Линейные коды – коды, проверочные биты которых образуются вследствие линейной системы уравнений.
- Нелинейные – которые образуются различными другими путями.

Могут делиться на:

- Блочные – сообщение разбивается на блоки.
- Непрерывные – неразделяемая последовательность символов.