

# Системы документальной электросвязи и телематические службы

## Лекция № 9 Оборудование ТМ-служб

доц. каф. СС и ПД, к.т.н. С. С. Владимиров

2016 г.

# Общая структура СПД

## Типовая система передачи данных



## Основные части СПД

- ▶ Оконечное оборудование данных (ООД, DTE).
- ▶ Аппаратура канала данных (АКД, DCE).
- ▶ Интерфейс между ООД и АКД (стык С2).
- ▶ Канал передачи.
- ▶ Интерфейс между АКД и каналом (стык С1).

## Основные понятия и термины

- ▶ Скорость передачи данных
- ▶ Управление потоком
- ▶ Установление соединений для передачи данных
- ▶ Телекоммуникационное программное обеспечение
- ▶ Синхронный и асинхронный режимы

# Классификация АКД (модемов)

## По области применения

- ▶ для коммутируемых телефонных каналов (модемы V.34, V.42, V.92);
- ▶ для выделенных (арендуемых) телефонных каналов;
- ▶ для физических соединительных/абонентских линий (xDSL-модемы);
- ▶ для цифровых систем передачи (PDH, SDH);
- ▶ для сотовых систем связи (т.н. 3G модемы);
- ▶ для пакетных радиосетей (например, модемы AX.25);
- ▶ для спутниковых каналов связи;
- ▶ для локальных радиосетей (Radio Ethernet (Wi-Fi) и Ad-hoc сети);
- ▶ для телевизионных кабельных сетей (стандарт DOCSIS).

## По методу передачи

- ▶ асинхронные;
- ▶ синхронные;
- ▶ асинхронно-синхронные.

## По интеллектуальным возможностям

- ▶ без системы управления;
- ▶ поддерживающие набор AT-команд;
- ▶ с поддержкой команд протокола V.25bis;
- ▶ с фирменной системой команд;
- ▶ система команд ОС;
- ▶ поддерживающие протоколы сетевого управления (напр. SNMP).

### По конструкции

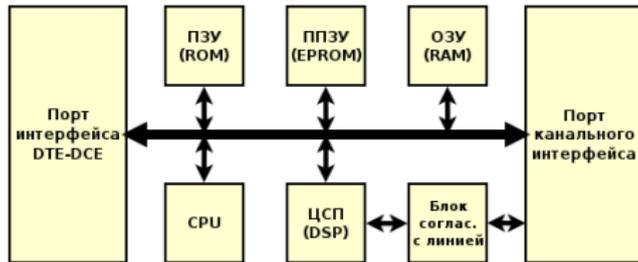
- ▶ внешние — автономные устройства, подключаемые к компьютеру посредством одного из стандартных интерфейсов (RS-232, USB, RJ-45/8P8C);
- ▶ внутренние — платы, вставляемые в соответствующий слот расширения компьютера (PCI, PCI-E), имеющие разъемы для подключения линии связи;
- ▶ портативные — предназначены для использования совместно с мобильными/портативными компьютерами и подключаются по интерфейсу PCMCIA или ExpressCard (на сегодня эти интерфейсы можно считать устаревающими);
- ▶ групповые — совокупность отдельных модемов, объединенных в общий блок и имеющих общий сетевой адаптер.

### В соответствии с реализованными протоколами

- ▶ международные протоколы;
- ▶ фирменные протоколы.

# Устройство АКД

## Структурная схема АКД



## Пример АКД — роутер 802.11n TP-Link MR-3020



## Интерфейсы DTE-DCE

- ▶ RS-232 (DB-25 и DE-9) — преимущественно внешние телефонные модемы и порты управления внешних xDSL-модемов и модемов ЦСП.
- ▶ USB — внешние телефонные модемы последних модификаций, внешние сотовые модемы и внешние радиомодемы (Wi-Fi, Bluetooth и т. д.).
- ▶ 8P8C (RJ-45) — физические стыки с xDSL-модемами и прочими модемами, работающими как шлюз между некоторой системой передачи и сетью Ethernet.
- ▶ PCI и PCI-E — интерфейс внутренних модемов для ПЭВМ.
- ▶ PCMCIA и ExpressCard — интерфейс мобильных модемов для носимых ПЭВМ (ноутбуков).

## Разъемы канального интерфейса

- ▶ RJ-11, 12, 14 и пр. (6PxC) — семейство стандартов, использующих шестиместный разъем. RJ-11 (6P2C) — двухпроводный телефонный интерфейс. RJ-14 (6P4C) — четырехпроводный. RJ-12 (6P6C) — шестипроводный.
- ▶ 8P8C (RJ-45/RJ-49C) — восьмиконтактный разъем для ISDN BRI согласно стандарту G.703.
- ▶ BNC — коаксиальный разъем. Используется для ISDN BRI согласно стандарту G.703 и для телевизионных кабельных модемов.

# Примеры оборудования АКД и разъемов



# Интерфейс RS-232

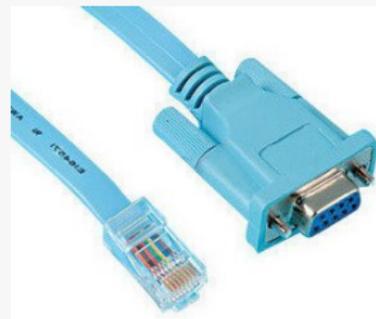
## Интерфейс RS-232 (Recommended Standard 232)

Этот интерфейс определяет обмен между устройствами двух типов: DTE (Data Terminal Equipment — терминальное устройство) и DCE (Data Communication Equipment — устройство связи).

RS-232 был разработан Ассоциацией электронной промышленности EIA (Electronic Industries Association of America) в 1962 году. Стандарт развивался, и в 1969 г. была представлена третья редакция (RS-232C). Четвёртая редакция была в 1987 (RS-232D, известная также под EIA-232D). RS-232 идентичен стандартам МККТТ (ССИТ) V.24/V.28, X.20bis/X.21bis и ISO IS2110. Самой последней модификацией является модификация «Е», принятая в июле 1991 г. как стандарт EIA/TIA-232E. В данном варианте нет никаких технических изменений, которые могли бы привести к проблемам совместимости с предыдущими вариантами этого стандарта.

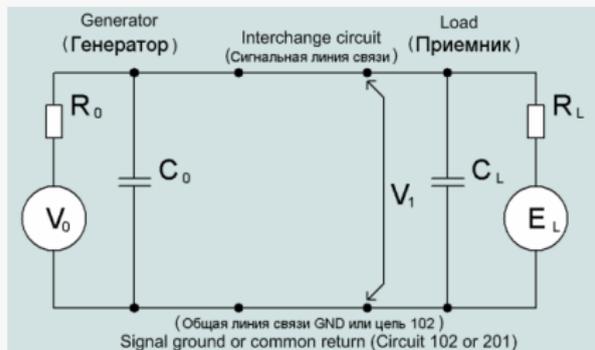
## Разъемы для RS-232

Как правило для RS-232 используются два типа разъемов — DB-25 (EIA/TIA-232-F) и DE-9 (EIA-232-E). Также может быть использован разъем 8P8C (стандарт EIA-561/562) — такой, например, использует компания Cisco вместе с кабелем-переходником на разъем DE-9.



# Электрическая схема RS-232C

## Эквивалентная электрическая схема RS-232C



## Электрические характеристики приёмника сигналов

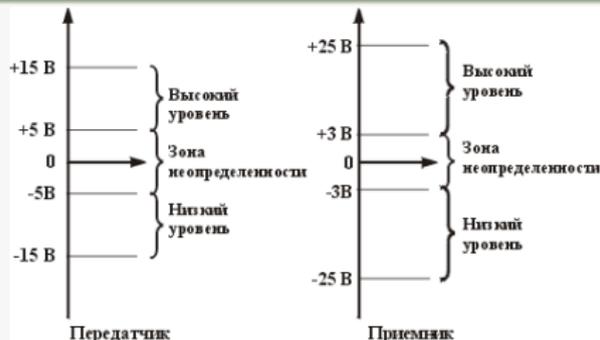
- ▶ Общее сопротивление приёмника должно находиться в пределах  $R_L = 3000..7000 \text{ Ом}$ .
- ▶ Напряжение на входе приёмника должно быть в пределах  $V_1 = \pm 3.. \pm 15 \text{ В}$ .
- ▶ ЭДС приёмника при разомкнутой схеме должно быть не более  $E_L \leq \pm 2 \text{ В}$ .
- ▶ Общая ёмкость цепей приёмника должна быть не более  $C_L \leq 2500 \text{ пФ}$ .
- ▶ Входной импеданс приёмника не должен быть индуктивным.

## Электрические характеристики генератора сигналов

- ▶ Допускается короткое замыкание сигналов.
- ▶ Допускается оставлять выход генератора без нагрузки.
- ▶ Напряжение генератора при разомкнутой схеме должно быть не более  $V_0 \leq \pm 25 \text{ В} / \pm 15 \text{ В}$  (RS-232C/ITU-T v.28)
- ▶  $R_0$  и  $C_0$  для генератора не нормируются.
- ▶ Короткое замыкание цепей генератора не должно вызывать токи величиной более 0,5А.
- ▶ Если  $E_L = 0$ , то напряжение на входе приёмника должно быть  $V_1 = \pm 3.. \pm 15 \text{ В}$ , для любого диапазона нагрузки генератора  $R_L = 3000..7000 \text{ Ом}$ .
- ▶ Генератор должен быть способен работать на ёмкостную нагрузку  $C_0$  плюс 2500 пФ.

# Уровни сигналов RS-232

## Уровни сигналов для стандарта RS-232C



- ▶ Логической "1" ("MARK") считается информационный сигнал с напряжением  $V_1$  менее  $-3$  В.
- ▶ Логическим "0" ("SPACE") считается информационный сигнал с напряжением  $V_1$  более  $+3$  В.
- ▶ Сервисный или синхронизирующий сигнал считается включенным "ON" ("MARK") если  $V_1$  более  $+3$  В.
- ▶ Сервисный или синхронизирующий сигнал считается выключенным "OFF" ("SPACE") если  $V_1$  менее  $-3$  В.
- ▶ Напряжение в диапазоне  $V_1 = -3..+3$  В считается переходной областью.

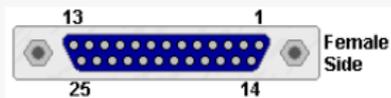
## Характеристики сигналов

- ▶ Все сигналы вошедшие в область перехода  $V_1 = -3..+3$  В должны выйти в противоположный сигнал без повторного захода в эту область (т. е. монотонно).
- ▶ Не допускается колебания сигнала в области перехода.
- ▶ Сервисные и синхронизирующие сигналы должны проходить область перехода за время не более 1 мс.
- ▶ Сигналы данных должны проходить область перехода за время  $\leq 3\%$  от времени одиночного элемента, но не более чем за 1 мс.
- ▶ Скорость нарастания фронта сигнала не должна превышать величины 30 В за миллисекунду.

## Ослабление сигнала

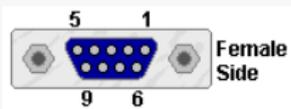
Сигналы после прохождения по кабелю ослабляются и искажаются. Ослабление растет с увеличением длины кабеля. Этот эффект сильно связан с электрической емкостью кабеля. По стандарту максимальная нагрузочная емкость составляет 2500 пФ. Типичная погонная емкость кабеля составляет 130 пФ, поэтому максимальная длина кабеля ограничена примерно 17 м.

# Контакты разъема DB-25

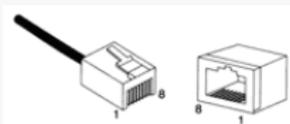


Контакт	Обозн.	Напр.	Описание
1	SHIELD	—	<b>Shield Ground</b> — защитная земля, соединяется с корпусом устройства и экраном кабеля
2	TXD	→	<b>Transmit Data</b> — Выход передатчика
3	RXD	←	<b>Receive Data</b> — Вход приемника
4	RTS	→	<b>Request to Send</b> — выход запроса передачи данных
5	CTS	←	<b>Clear to Send</b> — вход разрешения терминалу передавать данные
6	DSR	←	<b>Data Set Ready</b> — вход сигнала готовности от аппаратуры передачи данных
7	GND	—	<b>System Ground</b> — сигнальная (схемная) земля
8	CD	←	<b>Carrier Detect</b> — вход сигнала обнаружения несущей удаленного модема
9-19	N/C		
20	DTR	→	<b>Data Terminal Ready</b> — выход сигнала готовности терминала к обмену данными
21	N/C		
22	RI	←	<b>Ring Indicator</b> — вход индикатора вызова (звонка)
23-25	N/C		

# Контакты разъемов DE-9 и 8P8C



Контакт	Обозн.	Напр.	Описание
1	CD	←	Carrier Detect
2	RXD	←	Receive Data
3	TXD	→	Transmit Data
4	DTR	→	Data Terminal Ready
5	GND	—	System Ground
6	DSR	←	Data Set Ready
7	RTS	→	Request to Send
8	CTS	←	Clear to Send
9	RI	←	Ring Indicator



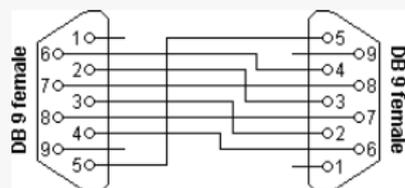
Контакт	Обозн.	Напр.	Описание
1	RI	←	Ring Indicator
2	CD	←	Carrier Detect
3	DTR	→	Data Terminal Ready
4	GND	—	System Ground
5	RxD	←	Receive Data
6	TxD	→	Transmit Data
7	CTS	←	Clear to Send
8	RTS	→	Request to Send

# Кабели RS-232

## Виды кабелей RS-232

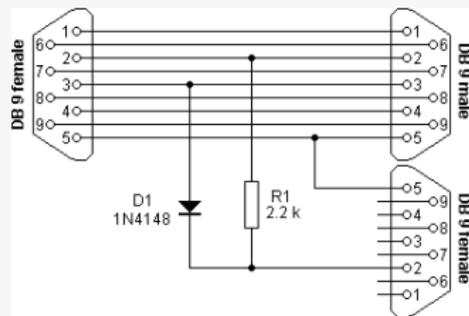
- ▶ DTE-DCE называется «прямой кабель»
- ▶ DTE-DTE называется «нуль-модемный кабель»
- ▶ DCE-DCE называется «Tail Circuit Cable»

## Описание полного нуль-модемного кабеля DE9-DE9



Receive Data	2	3	Transmit Data
Transmit Data	3	2	Receive Data
Data Terminal Ready	4	6+1	Data Set Ready + Carrier Detect
System Ground	5	5	System Ground
Data Set Ready + Carrier Detect	6+1	4	Data Terminal Ready
Request to Send	7	8	Clear to Send
Clear to Send	8	7	Request to Send

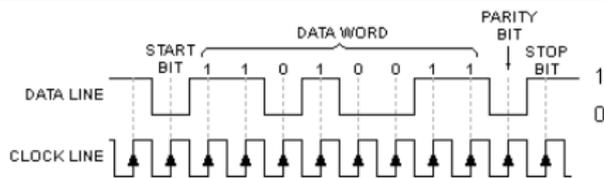
## Кабель контроля (мониторинга) RS-232 в полудуплексном режиме



Контроль связи по RS-232 между двумя устройствами с помощью компьютера возможен при помощи кабеля, изображенного на рис. Два разъема подключаются к устройствам, а третий подключается к наблюдающему компьютеру. Этот кабель принимает информацию от двух источников только на один приемный порт RS-232. Поэтому, если оба устройства начнут одновременную работу, контролируемая информация на входе компьютера будет нарушена. В большинстве случаев связь осуществляется в полудуплексном режиме. Для этих режимов этот кабель будет работать без проблем.

# Формат данных RS-232

## Формат данных RS-232 (8E1)



## Четность в RS-232

При передаче по последовательному каналу контроль четности может быть использован для обнаружения ошибок при передаче данных. При использовании контроля четности посылаются сообщения подсчитывающие число единиц в группе бит данных. В зависимости от результата устанавливается бит четности. Приемное устройство также подсчитывает число единиц и затем сверяет бит четности.

Для обеспечения контроля четности компьютер и устройство должны одинаково производить подсчет бита четности. То есть, определиться устанавливать бит при четном (even) или нечетном (odd) числе единиц. При контроле на четность биты данных и бит четности всегда должны содержать четное число единиц. В противоположном случае соответствует для контроля на нечетность.

Часто в драйверах доступны еще две опции на четность: Mark и Space. Эти опции не влияют на возможность контроля ошибок. Mark означает, что устройство всегда устанавливает бит четности в 1, а Space — всегда в 0.

## Стартовый и стоповый биты

Сигнальная линия может находиться в двух состояниях: включена и выключена. Линия в состоянии ожидания всегда включена. Когда устройство или компьютер хотят передать данные, они переводят линию в состояние выключено — это установка Старт бита. Биты сразу после Старт бита являются битами данных.

Стоп бит позволяет устройству или компьютеру произвести синхронизацию при возникновении сбоев. Например, помеха на линии скрыла Старт бит. Период между старт и стоп битами постояен, согласно значению скорости обмена, числу бит данных и бита четности. Стоп бит всегда включен. Если приемник определяет выключенное состояние, когда должен присутствовать стоп бит, фиксируется появление ошибки.

Стоп бит не просто один бит минимального интервала времени в конце каждой передачи данных. На компьютерах обычно он эквивалентен 1 или 2 битам, и это должно учитываться программе драйвера. Хоть, 1 стоп бит наиболее общий, выбор 2 бит в худшем случае немного замедлит передачу сообщения. Есть возможность установки значения стоп бита равным 1.5. Это используется при передаче менее 7 битов данных. В этом случае не могут быть переданы символы ASCII, и поэтому значение 1.5 используется редко.

Управление потоком представляет управлять передаваемыми данными. Иногда устройство не может обработать принимаемые данные от компьютера или другого устройства. Устройство использует управление потоком для прекращения передачи данных. Могут использоваться аппаратное или программное управление потоком.

### Программное управление потоком

Программный протокол управления потоком Xon/Xoff использует два символа: Xon и Xoff. Код ASCII символа Xon — 17, а ASCII код Xoff — 19. Модем имеет маленький буфер, поэтому при его заполнении модем посылает символ Xoff компьютеру для прекращения посылки данных. При появлении возможности приема данных посылается символ Xon и компьютер продолжит пересылку данных. Этот тип управления имеет преимущество в том, что не требует дополнительных линий, т. к. символы передаются по линиям TD/RD. Но на медленных соединениях это может привести к значительному замедлению соединения, т. к. каждый символ требует 10 битов.

### Аппаратное управление потоком

Аппаратный протокол управления потоком RTS/CTS. Он использует дополнительно два провода в кабеле, а не передачу специальных символов по линиям данных. Поэтому аппаратное управление потоком не замедляет обмен в отличие от протокола Xon-Xoff. При необходимости послать данные компьютер устанавливает сигнал на линии RTS. Если приемник (модем) готов к приему данных, то он отвечает установкой сигнала на линии CTS, и компьютер начинает посылку данных. При неготовности устройства к приему сигнал CTS не устанавливается.

## Интерфейс USB

Universal Serial Bus — «универсальная последовательная шина». Последовательный интерфейс передачи данных для среднескоростных и низкоскоростных периферийных устройств в вычислительной технике. Разработка спецификаций на шину USB производится в рамках международной некоммерческой организации USB Implementers Forum (USB-IF), объединяющей разработчиков и производителей оборудования с шиной USB.

## История USB

Основная цель стандарта, поставленная перед его разработчиками, — обеспечить пользователям реальную возможность работы в режиме Plug&Play (автоматическое распознавание подключенного устройства) и горячее соединение (hot-plug-in) с периферийными устройствами. Это означает, что должно быть предусмотрено подключение устройства к работающему компьютеру, автоматическое распознавание его немедленно после подключения и последующей установки соответствующих драйверов (если это необходимо). Кроме того, желательно было обеспечить подачу питания для маломощных устройств с самой шины. Скорость шины должна быть достаточной для подавляющего большинства низкоскоростных периферийных устройств.

Первые спецификации для USB 1.0 были представлены в 1994–1995 годах. Финальная спецификация USB 1.0 выпущена в ноябре 1995 года. Разработка USB поддерживалась фирмами Intel, Microsoft, Philips, US Robotics. Поддержка USB вышла в виде патча к Windows 95b. К весне 1997 года, стали появляться первые ПК, оборудованные разъёмами USB.

Практически все поставленные задачи были решены в стандарте USB 1.1. Спецификация USB 1.1 вышла в сентябре 1998. В ней были исправлены ошибки версии 1.0.

В ОС полная поддержка USB устройств была осуществлена только к концу 1998 — в операционной системе Windows98. Только с этого этапа, началось особенно бурное развитие и выпуск периферийного оборудования, оснащённого этим интерфейсом. В первые годы устройств было мало, поэтому шину в шутку называли «Useless serial bus» — «бесполезная последовательная шина». Тем не менее, производители быстро осознали пользу USB, и уже к 2000 году большинство принтеров и сканеров работали с новым интерфейсом.

Hewlett-Packard, Intel, Lucent (ныне Alcatel-Lucent), Microsoft, NEC и Philips совместно выступили с инициативой по разработке более скоростной версии USB. Спецификация USB 2.0 была опубликована в апреле 2000 года, и в конце 2001 года эта версия была стандартизирована USB Implementers Forum. USB 2.0 является обратно совместимой со всеми предыдущими версиями USB.

Следующая версия интерфейса — USB 3.0 появилась в 2008 году.

# Спецификации USB 1.0/1.1 и 2.0

## Спецификация USB 1.0/1.1

- ▶ два режима передачи данных:
  - ▶ режим с высокой пропускной способностью (Full-Speed) — 12 Мбит/с
  - ▶ режим с низкой пропускной способностью (Low-Speed) — 1,5 Мбит/с
- ▶ максимальная длина кабеля для режима с высокой пропускной способностью — 3 м
- ▶ максимальная длина кабеля для режима с низкой пропускной способностью — 5 м
- ▶ максимальное количество подключённых устройств (включая размножители) — 127
- ▶ возможно подключение устройств, работающих в режимах с различной пропускной способностью, к одному контроллеру USB
- ▶ напряжение питания для периферийных устройств — 5 В
- ▶ максимальный ток, потребляемый периферийным устройством — 500 мА

## Спецификация USB 2.0

### Три режима работы

- ▶ Low-speed, 10–1500 Кбит/с (используется для интерактивных устройств: клавиатуры, мыши, джойстики)
- ▶ Full-speed, 0,5–12 Мбит/с (аудио-, видеоустройства)
- ▶ Hi-speed, 25–480 Мбит/с (видеоустройства, устройства хранения информации)

Спецификация USB 2.0 подняла максимальную пропускную способность шины до 480 Мбит/с. USB 2.0 была спроектирована с поддержкой как обратной, так и прямой совместимости, т.е. устройства USB 2.0 будут работать на машинах с USB 1.1 и наоборот. Устройства USB 1.1 не получат никакого прироста скорости на USB 2.0, а устройства USB 2.0 будут ограничены 12 Мбит/с на системах USB 1.1. Все кабели и разъемы — одинаковые.

# Кабель и разъемы USB 1.0/1.1 и 2.0

## Разъемы USB 1.0/1.1 и 2.0

USB

Гнездо  
Receptacle

Штекер  
Plug



AF



AM

BF



BM

Назначение контактов

Pin assignment



mini-AF



mini-AM

mini-BF



mini-BM

micro-AF



micro-AM

micro-BF



micro-BM

Назначение контактов

Pin assignment



WWW.ROKES.SU

## Кабель USB

Для подключения периферийных устройств к шине USB используется четырёхпроводной кабель, при этом два провода (витая пара) в дифференциальном включении используются для приёма и передачи данных, а два провода — для питания периферийного устройства.

Кабели USB ориентированы, то есть имеют физически разные наконечники «к устройству» (Тип B) и «к хосту» (Тип A). Возможна реализация USB устройства без кабеля, со встроенным в корпус наконечником «к хосту». Возможно и неразъёмное встраивание кабеля в устройство, как в мышь (стандарт запрещает это для устройств full и high speed, но производители его нарушают). Существуют (хотя и запрещены стандартом) и пассивные USB-удлинители, имеющие разъёмы «от хоста» и «к хосту».

## Размещение проводников

GND — цепь "корпуса" для питания периферийных устройств, VBus — +5 В, так же для цепей питания. Данные передаются по проводам D+ и D- дифференциально (состояния 0 и 1 (в терминологии официальной документации diff0 и diff1 соответственно) определяются по разности потенциалов между линиями более 0,2 В и при условии, что на одной из линий (D- в случае diff0 и D+ при diff1) потенциал относительно GND выше 2,8 В. Дифференциальный способ передачи является основным, но не единственным (например, при инициализации устройство сообщает хосту о режиме, поддерживаемом устройством (Full-Speed или Low-Speed), подтягиванием одной из линий данных к V\_BUS через резистор 1,5 кОм (D- для режима Low-Speed и D+ для режима Full-Speed, устройства, работающие в режиме Hi-Speed, ведут себя на этой стадии как устройства в режиме Full-Speed). Так же иногда вокруг провода присутствует волокнистая обмотка для защиты от физических повреждений.

# Спецификации USB OTG и USB 3.0

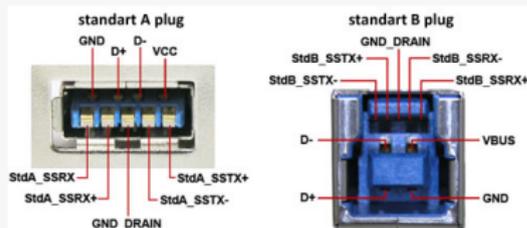
## USB OTG (On-The-Go)

Дальнейшее расширение спецификации USB 2.0, предназначенное для лёгкого соединения периферийных USB-устройств друг с другом без необходимости подключения к ПК.

К моделям КПК и коммуникаторов, поддерживающих USB OTG, можно подключать некоторые USB-устройства. Обычно это флеш-накопители, цифровые фотоаппараты, клавиатуры, мыши и другие устройства, не требующие дополнительных драйверов. Этот стандарт возник из-за резко возросшей необходимости надёжного соединения различных устройств без использования ПК.

При подключении через USB OTG ранг устройства (ведущий или ведомый) определяется наличием или, соответственно, отсутствием перемычки между контактами 4 (ID) и 5 (Ground) в штекере соединительного кабеля. В USB OTG кабеле такая перемычка устанавливается на стороне ведущего (Тип A) устройства.

## Спецификация USB 3.0



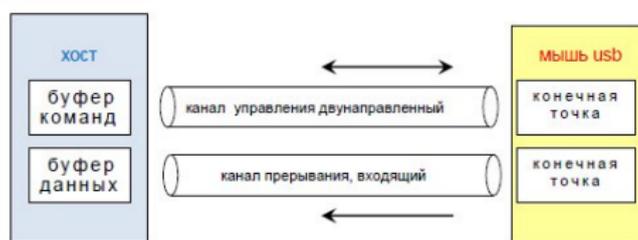
В спецификации USB 3.0 разъемы и кабели обновленного стандарта физически и функционально совместимы с USB 2.0. Для однозначной идентификации разъемы USB 3.0 принято изготавливать из пластика синего или красного цвета. В кабеле USB 3.0 добавлены еще четыре линии связи (две витые пары), в результате чего кабель стал гораздо толще. Новые контакты в разъемах USB 3.0 расположены отдельно от старых в другом контактом ряду. Спецификация USB 3.0 повышает максимальную скорость передачи информации до 5 Гбит/с. Таким образом, скорость передачи возрастает с 60 Мбайт/с (30 Мбайт/с эффективных) до 600 Мбайт/с.

Версия 3.0 отличается не только более высокой скоростью передачи информации, но и увеличенной силой тока с 500 мА до 900 мА. Таким образом, от одного хаба можно подпитывать большее количество устройств либо избавить сами устройства от отдельных блоков питания. На некоторых материнских платах и ноутбуках одно или несколько гнезд USB 3.0 могут быть помечены значком молнии. Это значит, что от данного порта можно запитывать и заряжать устройства, потребляющие ток более 1 А, а также зарядка будет идти при выключенном компьютере.

# Передача данных по USB. Транзакции и каналы

На логическом уровне устройство USB поддерживает транзакции приема и передачи данных. Каждый пакет каждой транзакции содержит в себе номер оконечной точки (буфера обмена) на устройстве. При подключении устройства драйверы в ядре ОС читают с устройства список оконечных точек и создают управляющие структуры данных для общения с каждой оконечной точкой устройства. Совокупность оконечной точки и структур данных в ядре ОС называется каналом (pipe).

Оконечные точки, а значит, и каналы, относятся к одному из 4 классов — поточный (bulk), управляющий (control), изохронный (isoch) и прерывание (interrupt). Низкоскоростные устройства, такие, как мышь, не могут иметь изохронные и поточные каналы.



*Управляющий канал* предназначен для обмена с устройством короткими пакетами «вопрос-ответ». Любое устройство имеет управляющий канал 0 (нулевая конечная точка), который позволяет программному обеспечению ОС прочитать краткую информацию об устройстве, в том числе коды производителя и модели, используемые для выбора драйвера, и список других оконечных точек.

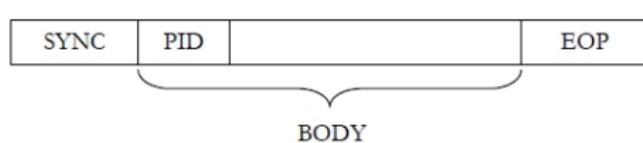
*Канал прерывания* позволяет доставлять короткие пакеты и в том, и в другом направлении, без получения на них ответа/подтверждения, но с гарантией времени доставки — пакет будет доставлен не позже, чем через N миллисекунд. Например, используется в устройствах ввода (клавиатуры/мыши/джойстики).

*Изохронный канал* позволяет доставлять пакеты без гарантии доставки и без ответов/подтверждений, но с гарантированной скоростью доставки в N пакетов на один период шины (1 кГц у low и full speed, 8 МГц у high speed). Используется для передачи аудио- и видеоинформации.

*Поточный канал* дает гарантию доставки каждого пакета, поддерживает автоматическую приостановку передачи данных по желанию устройства (переполнение или опустошение буфера), но не дает гарантий скорости и задержки доставки. Используется, например, в принтерах и сканерах.

# Передача данных по USB. Пакет USB

## Пакет USB



Основной элемент протокола USB — пакет, состоящий из 3-х частей: преамбула, тело и концевик. Преамбула служит для подстройки частоты генератора приемника — SYNC. Тело пакета — последовательность байт, от одного до 1025. Первый байт тела пакета — это идентификатор пакета — PID. Идентификатор пакет задает тип пакета, его функциональное назначение. Первые 4 бита PID, кодируют тип пакета, а остальные служат для защиты от ошибок и дублируют первые 4 бита, в виде инверсной копии. Четырьмя битами, кодируется 10 типов пакетов, остальные 6 зарезервированы. Эти десять типов пакетов делятся на четыре категории:

- ▶ маркеры,
- ▶ данные,
- ▶ квитирования,
- ▶ специальные.

Тело пакета содержит полезную информацию. Концевик сигнализирует о завершении пакета — End-Of-Packet или EOP.

# Маркерный пакет

## Маркерный пакет

Маркерный пакет выполняет служебную роль — он сообщает приемнику о том, какие пакеты последуют за маркерным пакетом.

## Маркерный пакет SOF

Пропускная способность шины делится на временные окна. Инициатором любых обменов на шине является хост. Обмены на шине происходят в течение временного окна в обоих направлениях. Начало временного окна отмечается служебным пакетом SOF (Start Of Frame). Пакет SOF транслируется каждую 1 мс корневым хабом и широковещательно распространяется по всему дереву хабов, достигая каждого из USB устройств. За 1 мс, при частоте 12 МГц, теоретически можно передать максимально 1500 байт данных. Тактовая частота в 12 МГц является стандартной для шины USB. Дополнительные затраты на SYNC и EOP, снижают максимально возможный размер данных, передаваемых в одном временном окне, до 1200 байт. Пакет SOF состоит из идентификатора пакета PID, данных и контрольной суммы. Контрольная сумма пакета SOF имеет размер 5 бит. Данные пакета имеют размер 11 бит. Это число, длиной 11 бит монотонно увеличивается с каждым пакетом, при переполнении обнуляется и вновь возрастает. Цикл длится 2048 мс. Некоторые устройства используют этот счетчик для привязки к реальному времени. Пакет SOF не содержит адресной части, так как является широковещательным и не требует квитирования. Как и всякий пакет, пакет SOF содержит преамбулу и концевик. Завершение временного окна, отмечается особым состоянием сигнальных проводов, которое получило название EOF(End of frame). Это состояние молчания. С помощью пакетов SOF создается временная сетка синхронизации по всему дереву устройств. Источником пакетов SOF всегда является хост, как и для всех маркерных пакетов. Пакеты SOF можно увидеть на экране осциллографа, если подключить щуп к одной из линий данных.

## Маркерные пакеты SETUP, IN и OUT

В отличие от маркерного пакета SOF, пакеты SETUP, IN и OUT, не являются широковещательными, а адресованы конкретному устройству на шине. Каждый из этих пакетов состоит из, PID, адреса устройства, адреса конечной точки и контрольной суммы. Три типа этих маркерных пакетов применяются при инициализации обмена данными между хостом и USB устройством. Маркерные пакеты сообщают адресуемому устройству, что нужно готовиться к приему данных либо команд, которые последуют за маркерными пакетами. Пакет IN применяется при инициализации передачи данных от устройства к хосту, а OUT в противоположном направлении. Пакеты IN и OUT могут адресовать любое USB устройство и любую конечную точку USB устройства на шине. Маркерный пакет SETUP — специальный вариант пакета OUT. Он всегда имеет наивысший приоритет. Любое устройство, обязано немедленно принять этот адресованный ему пакет, даже если требуется прервать выполнение предыдущей команды.

# Пакеты данных и квитирования

## Пакеты данных

Существует два вида пакетов данных, они называются DATA0 и DATA1. Эти пакеты состоят из PID, прикладных данных и контрольной суммы. Прикладные данные или полезный груз, могут иметь размер от 0 до 1023 байт для одного пакета данных. Различные типы этих пакетов, попеременно передаются для дополнительного контроля возможного искажения передачи. Передатчик транслирует, DATA0, DATA1, DATA0. Приемник отслеживает это чередование и если чередование нарушается, то сигнализирует об ошибке в приеме данных. Эта дополнительная мера, усиливает защиту от некоторых видов ошибок. В отличие от маркерных пакетов, в пакетах данных, контрольная сумма 16 бит, а не 5, что направлено на усиление защиты от помех.

## Пакеты квитирования

Для подтверждения приема, управления потоком и сигнализации об ошибках используются пакеты квитирования. Для режима Full speed имеется три пакета квитирования: NAK, ACK и STALL. Все пакеты квитирования не содержат ни контрольной суммы, ни каких либо частей, кроме PID. Деление PID на два полубайта с одинаковым значением служит защитой от искажения самого пакета квитирования.

Пакет ACK подтверждает успешный прием переданного маркерного пакета или пакета данных. Пакет NAK сообщает о невозможности принять маркер пакет или пакет данных, прямо сейчас. Например, если USB устройство занято другой работой, не успевает обрабатывать поступающие данные или занято обработкой предыдущего пакета. Протоколом допустимо, что USB устройство может квитировать любой принятый пакет данных или пакет маркера, пакетом NAK, кроме пакета SETUP. На принятый пакет SETUP, устройство не должно отвечать пакетом NAK, пакет SETUP обязателен к рассмотрению.

Пакет STALL передается USB устройством в случае серьезных ошибок, чтобы сообщить хосту о невозможности дальнейшей работы. Например, в принтере кончилась бумага и попытки передавать данные лишены смысла. Для таких ситуаций USB устройство отправит пакет STALL, сообщая этим, что адресат заблокирован, и бессмысленно загружать шину попытками передачи данных.

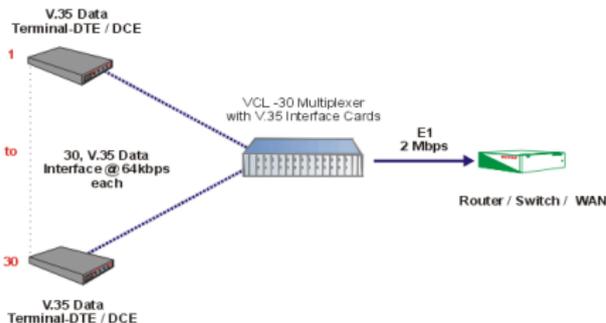
На принятые искаженные пакеты ни USB устройство, ни хост не должны никак отвечать. Они должны выдержать некоторый временной промежуток молчания, тайм-аут. По отсутствию пакета квитирования передатчик догадается, что пакет искажен и повторит передачу. Если несколько повторов передача будет неудачной, хост перейдет в аварийный режим.

# Интерфейс V.35

Интерфейс V.35 (1984 г.) обычно используется в устройствах DTE и DCE, работающих с высокими скоростями. В отечественной литературе используется обозначение С1-ПГ (ГОСТ 25007-81). Согласно стандарту интерфейс обеспечивает передачу сигналов со скоростью 48 кбит/с в полосе частот 60–108 кГц в синхронном режиме. Используется асимметричный АМ сигнал с подавленной несущей (100 кГц). Используется для передачи данных со скоростями до 2 Мбит/с. Как правило используется для распределения каналов E1 на отдельных абонентов. В общем случае интерфейс V.35 использует прямоугольные 4-рядные разъемы M34, но допускается также использование разъемов DB-25.

## Примеры использования

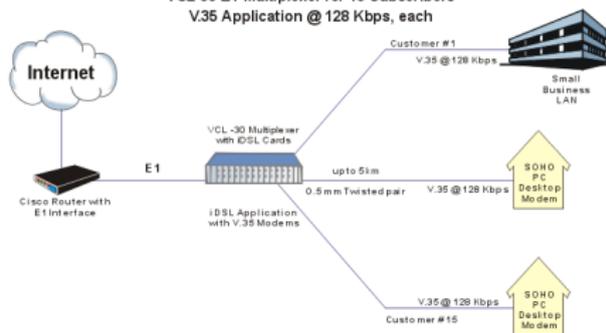
### VCL-30 V.35, 30 Data Interfaces @ 64kbps each



### ISP IDSL Application

#### IDSL Deployment

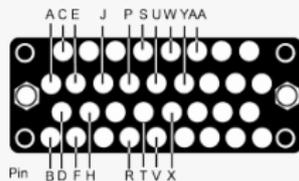
VCL-30 E1 Multiplexer for 15 Subscribers  
V.35 Application @ 128 Kbps, each



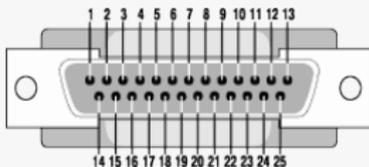
# Интерфейс V.35. Разъемы

## Распиновка интерфейсов V.35

**M34**



**DB-25**



M34	DB-25	Описание	Обозначение	Источник
A	1	Заземление корпуса (шасси)	Ground	Общий
P	2	Передача данных - A	TD-A	DTE
R	3	Прием данных - A	RD-A	DCE
C	4	Запрос передачи	RTS	DTE
D	5	Готовность к передаче	CTS	DCE
E	6	Готовность данных	DSR	DCE
B	7	Сигнальное заземление	SG	Общий
F	8	Детектирование несущей	CD	DCE
X	9	Синхронизация приема - B	RC-B	DCE
	10	Не используется		
W	11	Внешняя синхронизация передачи - B	XTC-B	DTE
AA	12	Синхронизация передачи - B	TC-B	DTE
	13	Не используется		
S	14	Передача данных - B	TD-B	DTE
Y	15	Синхронизация передачи - A	TC-A	DCE
T	16	Прием данных - B	RD-B	DCE
V	17	Синхронизация приема - A	RC-A	DCE
L	18	Локальный шлейф	LL	DTE
	19	Не используется		
H	20	Готовность терминала	DTR	DTE
N	21	Удаленный шлейф	RL	DTE
	22	Не используется		
	23	Не используется		
U	24	Внешняя синхронизация передачи - A	XTC-A	DTE
M	25	Режим тестирования	TM	DCE

- ▶ "Последовательный интерфейс RS-232". С сайта <http://www.gaw.ru>
- ▶ "Обзор стандарта RS-232". С сайта <http://www.gaw.ru>
- ▶ Яшкардин В. "RS-232. Рекомендованный стандарт 232". С сайта <http://softelectro.ru>
- ▶ Немояев А. В. "Популярно о USB". С сайта <http://www.gaw.ru>
- ▶ "Интерфейс USB". С сайта <http://www.gaw.ru>
- ▶ "USB". С сайта <https://ru.wikipedia.org>
- ▶ "Интерфейс V.35". С сайта <http://www.protocols.ru>
- ▶ "Recommendation V.35 (10/84)". С сайта <https://www.itu.int>