



СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

ЛЕКЦИЯ № 12

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: ХУСТОЧКА А.В.



USB

USB (Universal Serial Bus - универсальная последовательная шина) является промышленным стандартом расширения архитектуры PC, ориентированным на интеграцию с телефонией и устройствами бытовой электроники. Спецификация USB 1.0 была опубликована в январе 1996.

Архитектура USB определялась следующими критериями:

- Легко реализуемое расширение периферии PC
- Дешевое решение, поддерживающее скорость передачи до 12 Мбит/с.
- Полна поддержка в реальном времени передачи аудио и сжатых видео данных.
- Гибкость протокола для смешанной передачи изоморфных данных и асинхронных сообщений
- Интеграция в технологию выпускаемых устройств.
- Доступность в PC всех конфигураций и размеров.
- Открытие новых классов устройств, расширяющих PC.

USB ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

С точки зрения пользователя привлекательны такие черты USB:

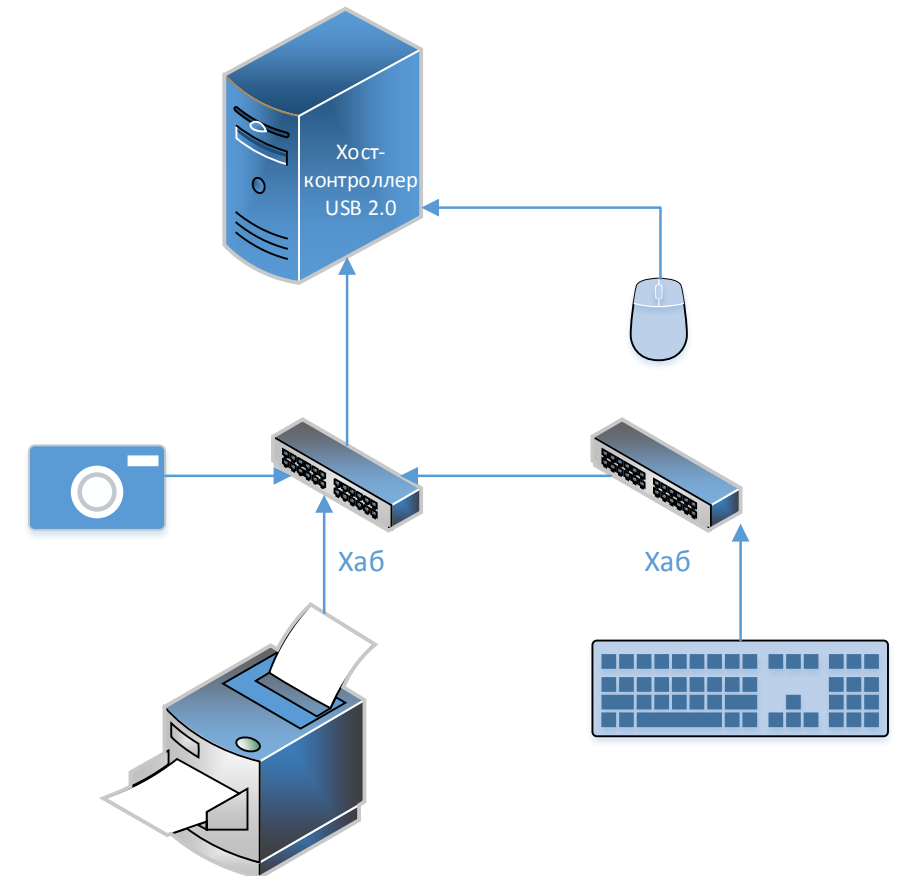
- Простота кабельной системы подключений.
- Изоляция подробностей электрических подключений от пользователя.
- Самоидентифицирующаяся периферия, автоматическая связь устройств с драйверами и конфигурирование.
- Возможность динамического подключения и реконфигурирования периферии.

СТРУКТУРА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СИСТЕМЫ USB

USB обеспечивает обмен данными между хост-компьютером и множеством одновременно доступных периферийных устройств. Распределение пропускной способности шины между подключенными устройствами планируется хостом и реализуется им с помощью посылки маркеров. Шина позволяет подключать, конфигурировать, использовать и отключать устройства во время работы хоста и самих устройств - динамическое ("горячее") подключение и отключение.

- Устройства (Device) USB могут являться хабами, "функциями" или их комбинацией.
- Хаб (Hub) обеспечивает дополнительные точки подключения устройств к шине.
- "Функции" (Function) USB предоставляют системе дополнительные возможности - например подключение к ISDN (технология, обеспечивающая передачу цифрового сигнала по телефонным каналам), цифровой джойстик, акустические колонки с цифровым интерфейсом и т.д.

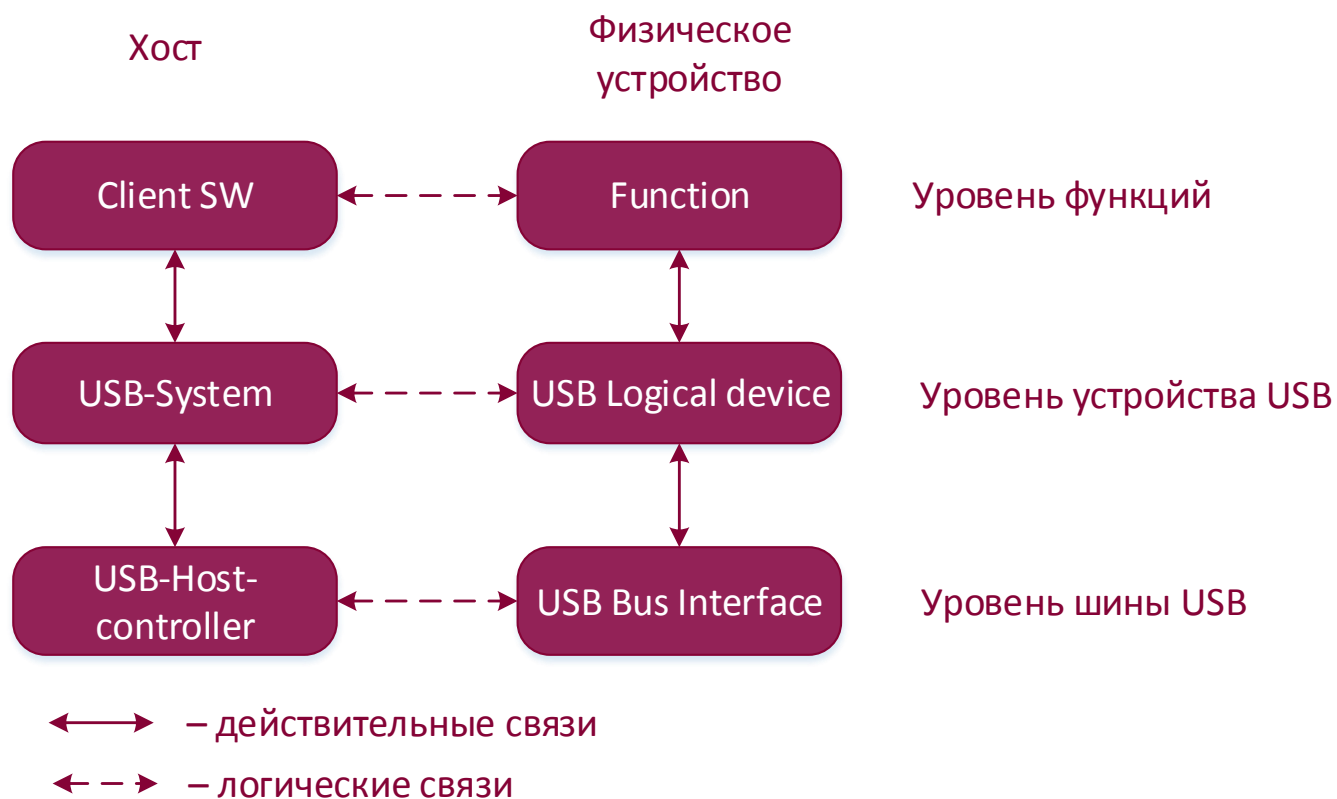
- Устройство USB должно иметь интерфейс USB, обеспечивающий поддержку протокола USB, выполнение стандартных операций (конфигурирование и сброс) и стандартное представление информации, описывающей устройство. Многие устройства, подключаемые к USB, имеют в своем составе и "функции" и хабы.
- Работой всей системы USB управляет хост-контроллер, являющийся программно-аппаратной подсистемой хост-компьютера.
- Физическое соединение устройств осуществляется по топологии многоярусной звезды. Центром каждой звезды является хаб, каждый кабельный сегмент соединяет две точки - хаб с другим хабом или хаб с функцией. В системе USB имеется только один хост-контроллер, расположенный в вершине пирамиды устройств и хабов USB. Хост-контроллер интегрируется с корневым хабом (root hub), обеспечивающим одну или несколько точек подключения - портов. Контроллер USB, входящий в состав чипсетов многих современных системных плат обычно имеет двухпортовый хаб.



- Логически устройство подключенной к любому хабу и сконфигурированное может рассматриваться как подключенное напрямую к хост-контроллеру.
- "Функции" представляют собой устройства USB, способный принимать или передавать данные или управляющую информацию по шине. Физически в одном корпусе может быть несколько "функций" со встроенным хабом обеспечивающим их подключение к одному порту
- Каждая "функция" предоставляет конфигурационную информацию, описывающую его возможности и требования к ресурсам. Перед использованием функция должна быть сконфигурирована хостом - ей должна быть выделена полоса в канале выбраны специфические опции конфигурации.
- Хаб - ключевой элемент системы Plug-and-Play в архитектуре USB. Хаб является кабельным концентратором, точки подключения называются портами хаба. Каждый хаб преобразует одну точку подключения в их множество. Архитектура подразумевает возможность соединения нескольких хабов.
- У каждого хаба имеется один восходящий порт (upstream port), предназначенный для подключению к хосту и ли к хабу верхнего уровня. Остальные порты являются нисходящими (downstream) и предназначены для подключения функций и хабов нижнего уровня. Хаб может распознать подключение или отключение устройств к этим портам и управлять подачей питания на их сегменты. Каждый из этих портов индивидуально может быть разрешен или запрещен и сконфигурирован на полную или ограниченную скорость обмена. Хаб обеспечивает изоляцию сегментов с низкой скоростью от высокоскоростных.
- Хабы могут иметь возможность управления подачей питания на нисходящие порты, предусмотрена управляемая установка ограничения на ток, потребляемый каждым портом.



- Система USB разделяется на три уровня с определенными правилами взаимодействия. Устройство USB делится на интерфейсную часть, часть устройства и функциональную часть. Хост тоже делится на три части - интерфейсную, системную и ПО устройства. Каждая часть отвечает только за определенный круг задач, взаимодействие между ними показано на рисунке



1. Физическое устройство USB - устройство на шине, выполняющее функции, интересующие пользователя.
2. Client SW - программное обеспечение, соответствующее конкретному устройству, исполняемое на хост-компьютере. Может являться составной частью ОС или специальным продуктом.
3. USB System SW - системная поддержка USB операционной системой, независимая от конкретных устройств и клиентского ПО.
4. USB Host Controller - аппаратные и программные средства, обеспечивающие подключение устройств USB к хост-компьютеру.

USB 2.0

- В октябре 1999 года разработчики аппаратных средств, ранее опубликовавшие спецификацию USB 1.1 (Compaq, Hewlett-Packard, Intel, Lucent, Microsoft, NEC и Philips), представили спецификацию USB 2.0, в которой предусмотрено повышение быстродействия шины в 40 (480 Мбит/с) раз по сравнению с предыдущими версиями. USB 2.0 будет полностью совместима с USB 1.1, и будет использовать те же самые кабели и соединители. Ранее объявлялось повышение быстродействия в 10 - 20 раз, но испытания показали, что пропускная способность 480 Мбит/с может быть достигнута без ущерба для совместимости с версией USB 1.1. Ожидается, что эта пропускная способность будет удовлетворять требованиям всех пользователей в ближайшем будущем.

- Пропускной способности 12 Мбит/с вполне хватает таким периферийным устройствам как телефоны, клавиатуры, мыши, цифровые джойстики, приводы гибких дисков, цифровые колонки, и принтеры нижнего уровня. Возможность подключения этой периферии в USB 2.0 сохранится. Более высокая полоса пропускания позволит использовать более современные устройства, такие как, видеокамеры высокого разрешения, сканеры и принтеры следующего поколения, скоростные внешние накопители. Ожидается, что USB 2.0 будут поддерживаться чипсетами ведущих производителей наряду с USB 1.1. Так же как и USB 1.1 USB 2.0 будет позволять подключать периферийные устройства к всем классам персональных компьютеров (настольные системы, мобильные компьютеры и т.д.).
- Для применения в системах требующих экономного расхода электроэнергии (например, ноутбуки и т.д.) в USB 2.0 как и в USB 1.1 предусмотрена мощная система управления питанием, что, как ожидается, откроет для USB 2.0 рынок мобильных компьютеров.
- На сегодня для USB 2.0 существует лишь один солидный конкурент, это IEEE 1394, но как отмечается некоторыми обозревателями 1394 это хорошая шина, выброшенная разработчиками на произвол судьбы в то время, как USB 2.0 усиленно поддерживается и проталкивается на рынок такими гигантами как Compaq, Hewlett-Packard, Intel, Microsoft и т.д. Разработчики USB 2.0 считают, что эта шина станет доминирующей в то время как 1394 отводится место лишь в сфере аудио и видео электронных устройств (DVD, цифровое телевидение и т.д.). Ожидается, что 1394 и USB 2.0 в ближайшее время будут мирно уживаться в системе

- Когда USB-портов в компьютере всего два, а претендентов на них гораздо больше, тогда возникает необходимость как-то делить два интерфейса между тремя или четырьмя устройствами
- Это только одна из тех "страшных" историй, что могут произойти с любым из владельцев компьютеров 2000-го года выпуска (или еще более ранних). Особенно это касается всех компьютеров, которые собраны на базе AT материнских плат. Потому как для ATX форм-фактора материнские платы в большинстве случаев уже содержали USB хост-контроллеры, а в компьютеры встраивались USB-порты.
- Но время не стоит на месте - и сейчас USB-порты являются неотъемлемым интерфейсом для современного компьютера. Более того - именно USB-порты приносят новые веяния в конструкцию корпусов компьютеров. Эти порты начали располагать на передней панели компьютеров. Раньше этой чести удостаивались разве что аудиовходы/выходы.
- Но раз уж USB является универсальным интерфейсом, то через него к компьютеру можно подключить и принтер, и сканер, и цифровую камеру. Допустим, принтер и сканер заняли разъемы USB на задней панели компьютера и пылятся там до следующей уборки.

- Конечно же, если компьютер довольно новый, то любое устройство с USB-интерфейсом можно подсоединить без выключения питания - Windows, начиная с версии 98, нормально распознает подключение нового устройства USB "на лету", корректно определяет его и позволяет сразу же работать с этим устройством.
- Единственный нюанс может заключаться в различии версий самих USB-устройств. Дело в том, что развитие USB не остановилось на разработке универсального компьютерного интерфейса. Сразу же появились новые идеи, которые нашли свое воплощение в следующей версии стандарта USB 2.0. Спецификация на эту версию универсального интерфейса была утверждена вскоре после предыдущей версии 1.1 - поэтому на данный момент большое число производителей компьютеров и компьютерной периферии поддерживают этот стандарт. Windows сама определяет версию USB-устройства, подключенного к порту, и работает с ним соответствующим образом. Windows 98 и ME поддерживают спецификацию USB 1.1, Windows 2000 и XP - USB 2.0.
- USB является универсальным интерфейсом, что позволяет отойти от привязки компьютерной периферии к конкретным типам интерфейсов. Многие годы было известно, что для работы принтера необходим параллельный порт (LPT), для подключения модема - последовательный порт (COM), и такой же порт нужен для работы мыши.
- Но вот сначала мышь переселили на PS/2-разъем, освободив тем самым место для других периферийным устройств. Затем появился USB, а в будущем, конечно же, компьютер будет иметь один или два интерфейса для подключения всех типов устройств.

PCI-USB-КОНТРОЛЛЕР

- Что представляет собой PCI-USB-контроллер? Это PCI-плата расширения до 4-5 USB-портов, в которую встроен хост-контроллер USB.
- Плату достаточно установить в любой свободный PCI-слот (при выключенном компьютере) - и загрузить Windows. Дальнейший ход событий может варьироваться в зависимости от операционной системы, но общая схема следующая. Мастер нового оборудования должен определить присутствие нового устройства. А точнее, двух: если PCI-USB-контроллер поддерживает спецификацию USB 2.0, тогда он для совместимости, возможно, будет иметь также контроллер USB для обратной поддержки спецификации USB 1.1 - в таком случае хост-контроллеров будет определено два. Далее Windows может установить драйверы для хост-контроллеров автоматически или попросит указать их местоположение. В комплекте с PCI-USB-контроллером обязательно должен поставляться компакт-диск с драйверами, который можно использовать в Windows для корректной установки устройства в системе.

- Проверить, установлен ли PCI-USB-контроллер в системе, очень просто. Нужно зайти в Диспетчер устройств (devmgmt.msc) - там в разделе Универсальная последовательная шина (Universal Serial Bus controllers) должно появиться, как минимум, два объекта: Хост-контроллер (Host Controller) и Корневой разветвитель (Root Hub).
- Если в Диспетчере устройств установлены хотя бы два устройства: хост-контроллер и корневой разветвитель - можно приступать к использованию USB.



СОБЫТИЯ ОТ USB-УСТРОЙСТВ В ОС WINDOWS

- [Registering for device notification - Win32 apps | Microsoft Learn](#)

UDEV В LINUX

- Udev – сервис, который служит для управления устройствами в ОС семейства Linux
- Все файлы устройств хранятся в каталоге `/dev`.
- В качестве конфигурации для своей работы, использует «правила». С помощью которых можно:
 - Переименовать устройство
 - Создать дополнительное имя для устройства
 - Изменить права доступа к устройству
 - Установить владельца и группу для данного устройства
 - Задать выполнение некоторого скрипта, при подключении/извлечении указанного устройства

ПРАВИЛА UDEV

- Все правила расположены по пути `/etc/udev/rules.d/`
- Файл с правилом должен иметь расширение `.rules`
- Пример правила:

`SUBSYSTEM=="usb", ATTR{idVendor}=="HEX_VALUE", ATTR{idProduct}=="HEX_VALUE", MODE="0664"`

- 0666 – rw-rw-rw
- 0664 – rw-rw-r--
- Консольная утилита для управления сервисом `udev` – `udevadm`. С её помощью можно перезапустить сервис, просмотреть информацию об его конфигурации и ряд других вещей.