



Учебная дисциплина



Вычислительные средства  
АСОИУ




часть 17



Интерфейсы последовательной связи

# Общая характеристика USB

---

 **USB** (Universal Serial Bus — универсальная последовательная шина) является промышленным стандартом расширения архитектуры РС, ориентированным на интеграцию с телефонией и устройствами бытовой электроники.




# Критерии интерфейса USB

---

- ❏ Легко реализуемое расширение периферии РС.
- ❏ Дешевое решение, поддерживающее скорость передачи до 12 Мбит/с.
- ❏ Полная поддержка в реальном времени передачи аудио и (сжатых) видеоданных.
- ❏ Гибкость протокола смешанной передачи изохронных данных и асинхронных сообщений.





# Критерии интерфейса USB

---

-  Интеграция с выпускаемыми устройствами.
-  Доступность в РС всех конфигураций и размеров.
-  Обеспечение стандартного интерфейса, способного быстро завоевать рынок.



# Критерии интерфейса USB

---

-  Создание новых классов устройств, расширяющих РС.
-  С точки зрения конечного пользователя, привлекательны следующие черты USB:
-  Простота кабельной системы и подключений.
-  Скрытие подробностей электрического подключения от конечного пользователя.


# Критерии интерфейса USB


---

-  Самоидентифицирующиеся ПУ, автоматическая связь устройств с драйверами и конфигурирование.
-  Возможность динамического подключения и конфигурирования ПУ.


# Структура USB

---


 USB обеспечивает одновременный обмен данными между хост-компьютером и множеством периферийных устройств (ПУ). Распределение пропускной способности шины между ПУ планируется хостом и реализуется им с помощью посылки маркеров. Шина позволяет подключать, конфигурировать, использовать и отключать устройства во время работы хоста и самих устройств.




---


 Шина позволяет подключать, конфигурировать, использовать и отключать устройства во время работы хоста и самих устройств.






---

 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,


# Архитектура USB

---

 Физическое соединение устройств осуществляется по топологии многоярусной звезды. Центром каждой звезды является хаб, каждый кабельный сегмент соединяет две точки - хаб с другим хабом или с функцией





# Архитектура USB

---

 В системе имеется один (и только один) хост-контроллер, расположенный в вершине пирамиды устройств и хабов. Хост-контроллер интегрируется с корневым хабом (Root Hub), обеспечивающим одну или несколько точек подключения - портов.


# Примеры устройств-функций USB


---

-  Указатели - мышь, планшет, световое перо.
-  Устройства ввода - клавиатура или сканер.
-  Устройство вывода - принтер, звуковые колонки (цифровые).
-  Телефонный адаптер ISDN.


# Хабы USB


---

 У каждого хаба имеется один восходящий порт (Upstream Port), предназначенный для подключения к хосту или хабу верхнего уровня. Остальные порты являются нисходящими (Downstream Ports), предназначенными для подключения функций или хабов нижнего уровня.





---

 Хаб может распознать подключение устройств к портам или отключение от них и управлять подачей питания на их сегменты. Каждый из портов может быть разрешен или запрещен и сконфигурирован на полную или ограниченную скорость обмена




---

 Хаб обеспечивает изоляцию сегментов с низкой скоростью от высокоскоростных.


 Хабы могут управлять подачей питания на нисходящие порты; предусматривается установка ограничения на ток, потребляемый каждым портом.

# Физический интерфейс USB


---

 Информационные сигналы и питающее напряжение 5 В передаются по четырехпроводному кабелю. Используется дифференциальный способ передачи сигналов D+ и D- по двум проводам. Уровни сигналов передатчиков в статическом режиме должны быть ниже 0,3 В (низкий уровень) или выше 2,8 В (высокий уровень).





---

 Приемники выдерживают входное напряжение в пределах - 0,5...+3,8 В. Передатчики должны уметь переходить в высокоимпедансное состояние для двунаправленной полудуплексной передачи по одной паре проводов.


- ❏ Шина имеет два режима передачи.
- ❏ Полная скорость передачи сигналов USB составляет 12 Мбит/с, низкая - 1,5 Мбит/с. Для полной скорости используется экранированная витая пара с импедансом 90 Ом и длиной сегмента до 5 м, для низкой - невитой неэкранированный кабель до 3 м.
- ❏ Низкоскоростные кабели и устройства дешевле высокоскоростных.

- ❏ Сигналы синхронизации кодируются вместе с данными по методу NRZI (Non Return to Zero Invert)
- ❏ Каждому пакету предшествует поле синхронизации SYNC, позволяющее приемнику настроиться на частоту передатчика.
- ❏ Кабель также имеет линии VBus и GND для передачи питающего напряжения 5 В к устройствам.




---

 Питание устройств USB возможно от кабеля (Bus-Powered Devices) или от собственного блока питания (Self-Powered Devices).

 Хост обеспечивает питанием непосредственно подключенные к нему ПУ. Каждый хаб, в свою очередь, обеспечивает питание устройств, подключенных к его нисходящим портам


# Четыре типа передаваемых данных

---

 Управляющие послылки (Control Transfers), используемые для конфигурирования во время подключения и в процессе работы для управления устройствами.


# Четыре типа передаваемых данных

---

 Протокол обеспечивает гарантированную доставку данных. Длина поля данных управляющей посылки не превышает 64 байт на полной скорости и 8 байт на низкой.


## Четыре типа передаваемых данных

---

 Сплошные передачи (Bulk Data Transfers) сравнительно больших пакетов без жестких требований ко времени доставки. Передачи занимают всю свободную полосу пропускания шины. Пакеты имеют поле данных размером 8, 16, 32 или 64 байт.

## Четыре типа передаваемых данных


---

 Приоритет этих передач самый низкий, они могут приостанавливаться при большой загрузке шины. Допускаются только на полной скорости передачи.




# Четыре типа передаваемых данных

---

 Прерывания (Interrupt) - короткие (до 64 байт на полной скорости, до 8 байт на низкой) передачи типа вводимых символов или координат .


# Четыре типа передаваемых данных

---

 Предел времени обслуживания устанавливается в диапазоне 1-255 мс для полной скорости и 10-255 мс - для низкой.


# Четыре типа передаваемых данных

---

 Изохронные передачи (Isochronous Transfers) - непрерывные передачи в реальном времени, занимающие предварительно согласованную часть пропускной способности шины и имеющие заданную задержку доставки


# Четыре типа передаваемых данных


---

 В случае обнаружения ошибки изохронные данные передаются без повтора - недействительные пакеты игнорируются. Пример - цифровая передача голоса.


# Содержание протокола USB


---

 Все обмены (транзакции) по USB состоят из трех пакетов .





---

 Каждая транзакция планируется и начинается по инициативе контроллера, который посылает пакет-маркер (Token Packet). Он описывает тип и направление передачи, адрес устройства USB и номер конечной точки.




---

 Адресуемое маркером устройство распознает свой адрес и готовится к обмену. Источник данных (определенный маркером) передает пакет данных (или уведомление об отсутствии данных, предназначенных для передачи). После успешного приема пакета приемник данных посылает пакет подтверждения (Handshake Packet).



---

 Планирование транзакций обеспечивает управление поточными каналами. На аппаратном уровне использование отказа от транзакции (NAsk) при недопустимой интенсивности передачи предохраняет буферы от переполнения сверху и снизу. Маркеры отвергнутых транзакций повторно передаются в свободное для шины время.











Для обнаружения ошибок передачи каждый пакет имеет контрольные поля CRC-кодов, позволяющие обнаруживать все одиночные и двойные битовые ошибки. Аппаратные средства обнаруживают ошибки передачи, а контроллер автоматически производит трехкратную попытку передачи. Если повторы безуспешны, сообщение об ошибке передается клиентскому ПО.

# Функции хост-контроллера


---


 Хост-компьютер общается с устройствами через контроллер. Хост имеет следующие обязанности:

- 
-  обнаружение подключения и отсоединения устройств USB;
  -  манипулирование потоком управления между устройствами и хостом;
  -  управление потоками данных;
  -  сбор статистики;







---


 обеспечение энергосбережения  
подключенными ПУ.

 Системное ПО контроллера управляет  
взаимодействием между устройствами и  
их ПО, функционирующим на хост-  
компьютере, для согласования:

 нумерации и конфигурации устройств;


- 
-  изохронных передач данных;
  -  асинхронных передач данных;
  -  управления энергопотреблением;
  -  информации об управлении устройствами и шиной.


## Протокол работы usb-шины.

 Стандарт USB предусматривает строгую иерархию устройств, управляемых основным хостом, и использование протокола master/slave для управления подключаемыми устройствами. На один USB-разъем могут быть последовательно подключены до 127 устройств.

# Протокол работы usb-шины.

---

 USB шина позволяет подключать до 127 устройств. Использование такого количества устройств возможно при многоуровневом каскадировании

 Это первая архитектурная особенность шины USB: ее логическая топология - многоуровневая звезда.



Отношения клиентского программного обеспечения и USB устройств: в отличие от привычных старых интерфейсов, где взаимодействие можно было (и нужно) осуществлять обращаясь к устройству по конкретным физическим адресам памяти и портам ввода вывода, USB предоставляет для взаимодействия программный интерфейс и только его, позволяя клиентскому ПО существовать в отрыве от конкретного подключенного к шине устройства и его конфигурации





# Каналы передач USB

---

- Каналы сообщений
- Потоковые каналы. Являются однонаправленными
- Управляющие передачи. Используются для конфигурирования устройств во время подключения и выполнения других специфических функций над устройством, включая организацию новых каналов.


# Каналы передач USB

---

-  Прерывания. Используются для спонтанных, но гарантированных передач с гарантированными скоростями и задержками.
-  Групповая пересылка. Используется для гарантированной передачи данных больших объемов без предъявленных требований к скоростям и задержкам. Занимает под себя всю свободную пропускную способность шины

# Каналы передач USB

---

 Изохронная передачи. Используются для потоковых передач данных в реальном времени.