Занятие 07: Базовая система ввода-вывода (BIOS) и управление устройствами

Актуализация опорных знаний **1**
Базовая система ввода-вывода **1**
Классическая базовая система (BIOS) 2
Программа UEFI Boot 4
Управление устройствами **6**
Основные задачи управления устройствами 6
Классификация периферийных устройств и их архитектура 7
Прерывания 10
Резюме **12**
Базовая система ввода-вывода (BIOS) 12
Основные задачи ОС по управлению устройствами 12
Классификация периферийных устройств по способу доступа и формату ввода-вывода 13
Контрольные вопросы **13**

Литература:

ОИ03. Резник В.Г. Операционные системы: учебное пособие. – Томск: Томский гос. ун-т радиоупр. и электроники, 2017. – 183 с. – С. 39-45.

1. Что такое BIOS и UEFI. Как осуществляется начальная загрузка компьютера [Электронный ресурс]. – URL: http://www.compbegin.ru/artbegin/view/_113 . – Режим доступа: свободный (дата обращения: 19.09.2019).

Актуализация опорных знаний

1. Операционная система – это . . .
2. Свойства операционных систем делятся на две группы: . . .
3. Ядро ОС – это . . .
4. Ядро ОС работает в . . . режиме.
5. Принцип двоичного кодирования: . . .
6. Принцип адресности: . . .

К основным функциям операционных систем относят. . .

- ❑ Управление устройствами.
- ❑ Управление данными
- ❑ Управление процессами
- ❑ Управление памятью

На этом занятии рассмотрим первую функцию из этого списка.

Базовая система ввода-вывода

Несмотря на всю свою мультифункциональность, операционная система может не все, а в некоторых ключевых моментах, и вовсе попросту

бессильна. В частности, это касается начальной загрузки компьютера, которая происходит полностью ее без участия.

В действительности ***Windows не отвечает за загрузку компьютера*** «от и до», она лишь продолжает ее на определенном этапе и заканчивает. Ключевым же игроком здесь выступает совершенно другая микропрограмма – BIOS.

После нажатия кнопки включения компьютера, первым запускается блок питания, начиная подавать напряжение на материнскую плату. Если оно в норме, то чипсет дает команду на сброс внутренней памяти центрального процессора и его запуск. После этого процессор начинает последовательно считывать и выполнять команды, записанные в системной памяти, роль которой выполняет как раз микросхема BIOS.

Классическая базовая система (BIOS)

Разработка любого компьютера требует, чтобы множество технических элементов, из которых и состоит компьютер, взаимодействовали между собой. Для этого и требуется управление устройствами.

> Базовая система ввода-вывода BIOS (Basic Input Output System) – обширный набор программ ввода-вывода и взаимодействия с устройствами, хранимый на отдельной микросхеме в составе компьютера.

Благодаря этим программам операционная система и прикладные программы могут взаимодействовать с различными устройствами, как самого компьютера, так и подключенными к нему. Сам термин BIOS, видимо, заимствован из операционной системы CP/M, в которой модуль с подобным названием был реализован программно и выполнял примерно подобные действия.

Вообще говоря, в персональных компьютерах система BIOS занимает особое место.

> BIOS можно отнести и к аппаратным средствам и программным. Это программа, но она зашита в одну из микросхем.

Присутствие такой микросхемы – обязательное условие взаимодействия всех программ с аппаратными средствами компьютера.

> Микросхема с BIOS не теряет информации при отключении питания.

Такая микросхема имеет важную особенность, она не теряет информацию при отключении питания и позволяет перезаписывать BIOS, для чего раньше требовались специальные устройства – “программаторы”.

> Большинство современных видеоадаптеров, а также контроллеры накопителей имеют собственную систему BIOS, которая обычно дополняет системную.

Во многих случаях программы, входящие в конкретную BIOS, заменяют соответствующие программные модули основной BIOS.

Помимо программ взаимодействия с аппаратными средствами на физическом уровне,

> Система BIOS часто содержит программу тестирования при включении питания компьютера POST (Power-On Self-Test), Самотестирование при включении питания компьютера).

Тестируются основные компоненты, такие как процессор, память, вспомогательные микросхемы, приводы дисков, клавиатуру и видеоподсистему.

Система BIOS реализована в виде одной микросхемы, установленной на материнской плате компьютера. Заметим, что название ROM BIOS в настоящее время не совсем справедливо, ибо «ROM» - предполагает использование постоянных запоминающих устройств (*ROM – Read Only Memory*), а для хранения кодов BIOS в настоящее время применяются в основном перепрограммируемые (стираемые электрически или с помощью ультрафиолетового излучения) запоминающие устройства.

> Поскольку содержимое ROM BIOS фирмы IBM было защищено авторским правом,

то есть его нельзя подвергать копированию, то

> большинство других производителей компьютеров вынуждены были использовать микросхемы BIOS независимых фирм

системы BIOS которых, разумеется, были практически полностью совместимы с оригиналом.

> Наиболее известные фирмы: American Megatrends Inc. (AMI), Award Software и Phoenix Technologies.

Заметим, что конкретные версии BIOS неразрывно связаны с набором микросхем (chipset), используемым на системной плате.

Компания Phoenix Technologies считается пионером в производстве лицензионно-чистых BIOS. Именно в них впервые были реализованы такие функции, как задание типа жесткого диска, поддержка привода флоппи-дисков емкостью 1,44 Мб и т.д. Более того, считается, что процедура POST этих BIOS имеет самую мощную диагностику. Однако наиболее распространены BIOS компании AMI (около 60% этого сегмента рынка). Кроме того, из программы Setup AMI BIOS можно вызвать несколько утилит для тестирования основных компонентов системы и работы с накопителями.

Система BIOS в компьютерах, неразрывно связана с CMOS RAM. Под этим понимается «неизменяемая» память, в которой хранится информация о текущих показаниях часов, значении времени для будильника, конфигурации компьютера: количестве памяти, типах накопителей и т.д. Именно в этой ин-

формации нуждаются программные модули системы BIOS. Своим названием CMOS RAM обязана тому, что эта память выполнена на основе КМОП-структур (CMOS – Complementary Metal Oxide Semiconductor), которые, как известно, отличаются малым энергопотреблением. Заметим, что CMOS-память энергонезависима только постольку, поскольку постоянно подпитывается, например, от аккумулятора, расположенного на системной плате.

Чтобы позволять пользователю изменять установки в CMOS,

> BIOS содержит небольшую программу - Setup.

Чаще всего Setup может быть вызван нажатием специальной комбинации клавиш (DEL, F2, ESC, CTRL-ESC, или CRTL-ALT-ESC) во время начальной загрузки (некоторые BIOS позволяют запускать Setup в любое время, нажимая CTRL-ALT-ESC). В AMI BIOS, чаще всего, это осуществляется нажатием клавиши DEL (и удержанием ее) после нажатия кнопки RESET или включения компьютера. Как правило, все параметры в BIOS устанавливаются изготовителем. В некоторых случаях они могут быть защищены паролем. Это делается не случайно – изменение какого-либо параметра может привести к потере работоспособности компьютером.

В случае повреждения микросхемы CMOS RAM (или разряде батареи или аккумулятора) программа Setup имеет возможность воспользоваться некой информацией по умолчанию (BIOS Setup Default Values), которая хранится в таблице соответствующей микросхемы ROM BIOS.

Если Вы уже готовы к тому, чтобы самостоятельно вносить изменения в настройки Вашего компьютера, то

> советую перед любым изменением в BIOS записать все начальные установки на бумагу.

Это позволит Вам в случае неудачи попытаться восстановить работоспособность компьютера.

Программа UEFI Boot

BIOS персонального компьютера, несмотря на постоянные обновления, «двойные» реализации и прочие новшества, по сути, так и оставался наиболее устаревшим компонентом современных компьютеров.

Почему BIOS устарел?

1. BIOS существует уже давно и эволюционировал мало. Даже у компьютеров с ОС MS-DOS, выпущенных в 1980-х, был BIOS.

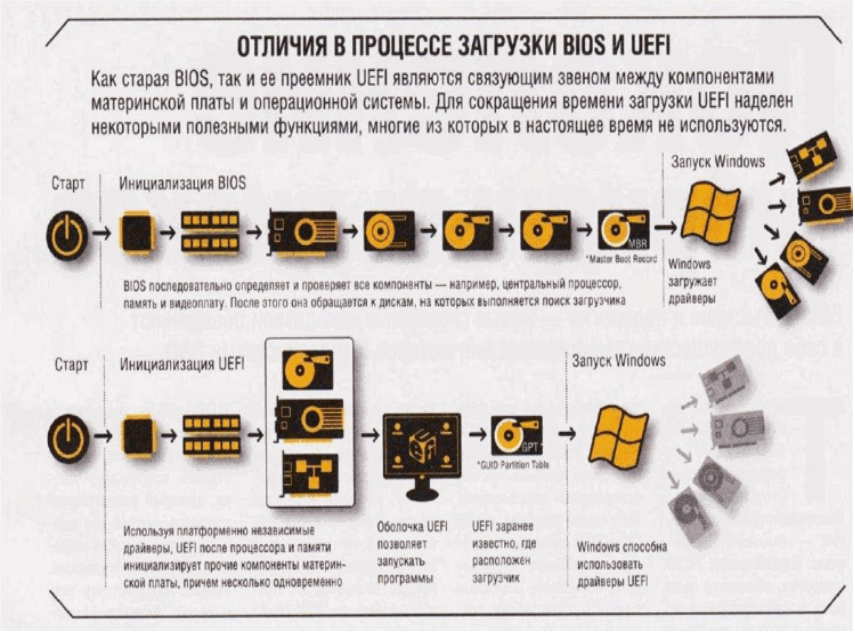
2. Он может загружаться только с жёстких дисков объёмом не более 2,1 Тб.

3. BIOS должен работать в 16-битном режиме процессора и ему доступен всего 1 Мб памяти. У него проблемы с одновременной инициализацией нескольких устройств, что ведёт к замедлению процесса загрузки

В 2007 Intel, AMD, Microsoft и производители PC договорились о новой спецификации **Unified Extensible Firmware Interface (UEFI)**.

UEFI boot – это программа нового поколения, которая ускорит загрузку компьютера и она по структуре напоминает BIOS.

Иногда именуется как БИОС UEFI. В этом названии, с одной стороны, есть некоторая ошибка, поскольку BIOS – это программное решение, функционирующее по иным принципам. С другой стороны, назначение BIOS и UEFI – практически одно и то же. БИОС UEFI – формально, не вполне корректное словосочетание, но не противоречащее логике программно-аппаратных алгоритмов управления компьютером.



В настоящее время это программное решение позиционируется как более совершенная альтернатива BIOS.

UEFI – это особый интерфейс, который устанавливается между ОС, инсталлированной на компьютере и программным обеспечением, отвечающим за низкоуровневые функции аппаратных компонентов ПК.

BIOS поддерживает ограниченное количество первичных разделов на жестком диске - UEFI работает с 128 разделами. Теоретический предел емкости жестких дисков для UEFI – 9.4 зеттабайт (10^{21}, секстиллион байт) – это в три раза больше, чем во всем сегодняшнем Интернете.

UEFI позволяет работать с новым стилем жестких дисков – GPT.

Основные преимущества UEFI:

- загрузка ОС с дисков объемом более 2 ТБ;
- не зависит от архитектуры процессора (BIOS – только x86);
- позволяет использовать графическую оболочку с поддержкой мыши;
- позволяет выполнять многие задачи без использования ОС - например, подключаться к локальной сети выходить в интернет;
- позволяет загружать операционную систему значительно быстрее;
- оснащена менеджером загрузки и позволяет пользователю выбирать какую операционную систему он хочет загрузить

Управление устройствами

Основные задачи управления устройствами

В настоящее время

Под периферийными устройствами (ПУ) понимают все основные аппаратурные блоки компьютера, за исключением процессора и основной памяти.

Характерными чертами современных вычислительных систем являются широкое разнообразие типов и моделей ПУ, а также быстрый прогресс технологий, приводящий к постоянному увеличению производительности устройств и к появлению дополнительных возможностей аппаратуры.

Важнейшими задачами любой ОС являются:

- обеспечение надежной работы ПУ,
- эффективное использование всех возможностей устройств.

Для повышения надежности могут использоваться различные аппаратно-программные методы (дублирование данных, использование помехозащищенных кодов, контрольных сумм данных и т.п.). Эффективность использования устройств означает прежде всего сокращение времени, затрачиваемого на обмен данными. Помимо повышения скорости обмена, сокращение времени может достигаться за счет распараллеливания работы ПУ и процессора. Мощным фактором повышения производительности системы является

сокращение количества операций ввода/вывода за счет сохранения данных в памяти для последующего использования.

> При всем разнообразии устройств ОС должна обеспечивать максимально возможную стандартизацию работы с ними

чтобы изменения аппаратуры не приводили к необходимости постоянно модифицировать прикладное программное обеспечение.

Большое разнообразие используемых устройств и постоянное появление новых моделей диктуют необходимость такой структуры системы, которая позволяла бы легкое подключение новых устройств.

> Благодаря стандартизации широкое распространение получила технология «Plug & Play»

т.е. возможность оперативного подсоединения устройств без выключения компьютера.

> Драйвер устройства – это системная программа, которая под управлением ОС выполняет все операции с конкретным периферийным устройством. Драйвер является как бы посредником между ОС и устройством

Классификация периферийных устройств и их архитектура

> **Программной архитектурой** устройства называют совокупность структурных особенностей, которые влияют на работу программ с устройством

(часто называют просто – ***архитектурой***)

Например, форма разъема для подключения устройства не входит в его архитектуру, но количество и назначение линий в этом разъеме может в нее входить (если эти линии могут программно управляться).

> Как правило, вместе с устройством поставляется его **контроллер** (адаптер), содержащий электронные схемы управления устройством.

Конструктивно контроллер может представлять собой плату, вставляемую в разъем шины компьютера, либо может быть расположен в корпусе устройства. В любом случае

> Программы работают с устройством через посредство его контроллера, поэтому с точки зрения архитектуры нет различия между понятиями «устройство» и «контроллер устройства».

Классификация периферийных устройств может быть выполнена по различным признакам.

> По способу **доступа к данным** различают устройства **последовательного доступа** (sequential access) и устройства **произвольного доступа**

(random access).

Для последовательных устройств характерно наличие определенного естественного порядка данных, при этом обработка данных в ином порядке либо невозможна, либо крайне затруднена. Классическим примером являются магнитные ленты, для которых чтение и запись данных ведутся от начала ленты к концу, а попытка доступа в ином порядке потребует постоянной перемотки ленты, резко снижающей скорость работы. К устройствам последовательного доступа можно отнести также клавиатуру, мышь, принтер, модем.

Для устройств произвольного доступа возможно обращение к различным порциям данных в любом порядке, причем эффективность работы не зависит (или слабо зависит) от порядка обращения. Для таких устройств характерно наличие адресации данных и операции поиска нужного адреса. Наиболее известный пример – магнитные диски и другие дисковые устройства. Кроме того, к устройствам произвольного доступа можно отнести монитор ПК (там есть адресация точек-пикселов, хотя операция поиска не нужна).

По способу **обмена данными** различают **символьные (байтовые**) и **блочные** устройства.

Для символьных устройств наименьшей порцией вводимых и выводимых данных является один байт.

Для некоторых символьных устройств можно за одну операцию выполнить ввод или вывод любого (в разумных пределах) количества байтов.

Для блочных устройств наименьшей порцией ввода/вывода за одно обращение к устройству, является **один блок**, равный, как правило, 2^k байт.

Типичным размером блока может быть 512 байт, 1K байт, 4K байт и т.п., в зависимости от конкретного устройства. Наиболее известные примеры блочных устройств – магнитные диски и магнитные ленты. Для диска понятие блока обычно совпадает с понятием сектора. В частности, для IBM-совместимых ПК сектор (блок) диска равен 512 байт.

Блочная архитектура обусловлена особенностями используемой среды и, кроме того, блочный ввод/вывод более эффективен для высокоскоростных устройств, поскольку при этом уменьшается относительная доля времени, расходуемая на подготовительные и заключительные операции при каждом обращении к устройству.

Различают также **физические**, **логические** и **виртуальные** устройства.

Под физическим устройством обычно понимается некоторый реально существующий прибор, «железка». На самом деле, с точки зрения программной архитектуры для наличия физического устройства достаточно знать

набор адресов, команд, прерываний и других сигналов, позволяющих выполнять операции с данными. Куда идут или откуда приходят эти сигналы – это вопрос, не касающийся программиста.

> Логическое устройство – это понятие, характеризующее специальное назначение устройства в данной ОС.

Например, «загрузочный диск» (т.е. тот, с которого была выполнена загрузка ОС).

> Наиболее важными логическими устройствами во многих ОС являются **устройство стандартного ввода** и **устройство стандартного вывода**.

Их можно упрощенно определить как устройства, используемые для ввода и, соответственно, вывода «по умолчанию», т.е. когда в программе явно не указано другое устройство или файл для ввода/вывода. Как правило, для современных компьютеров устройству стандартного ввода соответствует физическое устройство – клавиатура, а устройству стандартного вывода – монитор. Важно, однако, понимать, что это соответствие может быть изменено: стандартный вывод может быть переназначен, например, на принтер или в файл, стандартный ввод – на удаленный терминал, на файл и т.п.

Понятие «виртуальный» в программировании, вообще говоря, означает примерно следующее: «нечто, на самом деле не существующее, но ведущее себя так, как если бы оно существовало». С этой точки зрения,

> Виртуальное устройство – это программно реализованный объект, который ведет себя подобно некоторому физическому устройству, хотя на самом деле использует ресурсы совсем других устройств (или даже никаких устройств).

Примеры виртуальных устройств весьма разнообразны:

- виртуальные диски, расположенные на самом деле в оперативной памяти (такие устройства были популярны в конце 80-х годов);
- виртуальная память, расположенная на самом деле на диске;
- виртуальные CD и DVD – программы, имитирующие поведение соответствующих устройств;
- виртуальный экран, предоставляемый DOS-программе, работающей в режиме окна Windows (программа работает так, как если бы ей был предоставлен весь экран, но на самом деле система направляет вывод программы в отведенное ей окно);
- самый забавный (но очень полезный) пример – пустое устройство, которому не соответствует никакая аппаратура. Почему его вообще можно назвать устройством? Потому что соответствующая системная программа (драйвер пустого устройства) корректно выполняет все действия, которые обязан выполнять драйвер устройства. Такое устройство безотказно принимает выходной поток символов (и тут же

выбрасывает принятые данные), а также может использоваться для ввода, но при этом тут же сообщает – дескать, достигнут конец файла. Пустое устройство полезно в тех случаях, когда некоторая программа требует непременно указать файл или устройство для вывода объемных и не очень нужных данных. Кроме того, копирование файла на пустое устройство – это простой способ убедиться, что файл читается без ошибок.

Прерывания

Аппаратные прерывания – это сигналы, при поступлении которых нормальная последовательность выполнения программы может быть прервана.
При этом система передает управление **подпрограмме обработки прерывания** (ISR, Interrupt Service Routine).

Естественно, система запоминает информацию, необходимую для возобновления работы прерванной программы, и по завершению обработки, как правило, управление возвращается прерванной программе.

Все прерывания можно разделить на три основных типа:
- аппаратные прерывания от периферийных устройств;
- внутренние аппаратные прерывания (называемые также **исключениями**, exceptions);
- программные прерывания.

В подавляющем большинстве ОС обработку всех прерываний берет на себя сама система

поскольку это слишком «интимная» часть работы, способная повлиять на функционирование всех системных и прикладных программ.

Поскольку типы и разновидности прерываний весьма многообразны и каждый из них требует особой обработки,

Большинство процессоров поддерживает **векторные прерывания**. Это означает, что каждая разновидность прерывания имеет свой номер, и этот номер используется как индекс в массиве, хранящем адреса ISR для всех прерываний.

При возникновении прерывания аппаратура компьютера по номеру прерывания определяет адрес подпрограммы обработки и вызывает ее.

Для того чтобы некоторые наиболее ответственные участки системных программ выполнялись без прерываний, система имеет возможность временно запретить прием большинства прерываний. Такой запрет должен устанавливаться лишь на короткие интервалы времени, не более нескольких миллисекунд.

Программные прерывания вызываются выполнением специальной

команды, но обрабатываются точно так же, как остальные типы прерываний.

По сути, команда программного прерывания представляет собой особый случай вызова подпрограммы, но при этом вместо адреса подпрограммы указывается номер прерывания, обработчик которого должен быть вызван. В большинстве современных ОС программные прерывания используются для перехода из режима пользователя в режим ядра при вызове системных функций из прикладной программы.

Одним из важнейших источников прерываний являются периферийные устройства. Как правило,

устройство генерирует сигнал прерывания в одном из двух случаев:
- ❑ при переходе в состояние готовности;
- ❑ при возникновении ошибки выполнения операции.

Что такое «готовность» с точки зрения устройства?

Состояние готовности – это такое состояние устройства, в котором оно готово принять и выполнить команды от процессора.

Соответственно состояние готовности для устройств ввода и вывода понимается по-разному.

Для устройства ввода готовность означает наличие в устройстве данных, которые могут быть переданы в процессор (например, клавиатура переходит в состояние «Готово» при нажатии клавиши и возвращается в состояние «Не готово», когда код нажатой клавиши считан в процессор).

То есть клавиатура переходит в состояние готовности, если ей есть что передать процессору (код нажатой клавиши).

Для устройства вывода готовность – это возможность принять от процессора данные, которые следует вывести. Например, матричный принтер принимает символы, которые нужно напечатать, в свой внутренний буфер. Если буфер полон, принтер переходит в состояние «Не готово» до тех пор, пока часть символов будет напечатана и в буфере освободится место.

Дисковый накопитель при начале выполнения новой операции чтения или записи на диск переходит в состояние «Не готово», а после завершения операции возвращается в состояние «Готово».

В любом из этих случаев переход в состояние «Готово» – это повод для устройства напомнить о себе процессору: обратите на меня внимание, я к вашим услугам! Для этого и служит сигнал прерывания.

Ошибка операции также требует вмешательства системы или пользователя. Например, при ошибке отсутствия бумаги в лотке принтера система

должна оповестить об этом пользователя; при ошибке чтения с диска либо система, либо пользователь должен решить, что делать: повторить операцию, завершить программу или продолжить выполнение.

Не каждое устройство генерирует прерывания. Например, монитор ПК не выдает прерываний: он «всегда готов», т.е. всегда может принять данные для отображения, и он «никогда не ошибается», точнее сказать, его неисправность обнаруживается «на глаз».

Резюме

Базовая система ввода-вывода (BIOS)

Базовая система ввода-вывода BIOS (Basic Input Output System) – обширный набор программ ввода-вывода и взаимодействия с устройствами, хранимый на отдельной микросхеме в составе компьютера. BIOS можно отнести и к аппаратным средствам и программным. Это программа, но она зашита в одну из микросхем.

Микросхема с BIOS не теряет информации при отключении питания.

Большинство современных видеоадаптеров, а также контроллеры накопителей имеют собственную систему BIOS, которая обычно дополняет системную. Помимо программ взаимодействия с аппаратными средствами на физическом уровне, система BIOS часто содержит программу тестирования при включении питания компьютера POST (Power-On Self-Test, Самотестирование при включении питания компьютера).

Поскольку содержимое ROM BIOS фирмы IBM было защищено авторским правом, то есть его нельзя подвергать копированию, то большинство других производителей компьютеров вынуждены были использовать микросхемы BIOS независимых фирм. Наиболее известные фирмы: American Megatrends Inc. (AMI), Award Software и Phoenix Technologies.

Перед любым изменением в BIOS рекомендуется записать все начальные установки на бумагу.

Основные задачи ОС по управлению устройствами

Под периферийными устройствами (ПУ) понимают все основные аппаратурные блоки компьютера, за исключением процессора и основной памяти. Программной архитектурой устройства называют совокупность структурных особенностей, которые влияют на работу программ с устройством.

Задачами любой ОС являются:

- обеспечение надежной работы ПУ,
- эффективное использование всех возможностей устройств.

При всем разнообразии устройств ОС должна обеспечивать максимально возможную стандартизацию работы с ними. Благодаря стандартизации широкое распространение получила технология «Plug & Play» т.е. возможность оперативного подсоединения устройств без выключения компьютера.

Драйвер устройства – это системная программа, которая под управление ОС выполняет все операции с конкретным периферийным устройством. Драйвер является как бы посредником между ОС и устройством.

Программной архитектурой устройства называют совокупность структурных особенностей, которые влияют на работу программ с устройством.

Классификация периферийных устройств по способу доступа и формату ввода-вывода

По способу доступа к данным различают устройства **последовательного** доступа (sequential access) и устройства **произвольного** доступа (random access).

Для последовательных устройств характерно наличие определенного естественного порядка данных, при этом обработка данных в ином порядке либо невозможна, либо крайне затруднена. К устройствам последовательного доступа можно отнести магнитные ленты, клавиатуру, мышь, принтер, модем.

По способу обмена данными различают **символьные** (байтовые) и **блочные** устройства.

Для символьных устройств наименьшей порцией вводимых и выводимых данных является один байт.

Для блочных устройств наименьшей порцией ввода/вывода за одно обращение к устройству, является один блок, равный, как правило, 2^k байт.

Различают также **физические**, **логические** и **виртуальные** устройства.

Логическое устройство – это понятие, характеризующее специальное назначение устройства в данной ОС. Например, «загрузочный диск». Наиболее важными логическими устройствами во многих ОС являются устройство стандартного ввода и устройство стандартного вывода.

Виртуальное устройство – это программно реализованный объект, который ведет себя подобно некоторому физическому устройству, хотя на самом деле использует ресурсы совсем других устройств (или даже никаких устройств).

Примеры виртуальных устройств: виртуальные диски, виртуальная память, пустое устройство NULL.

Контрольные вопросы

1. Что такое Базовая система ввода-вывода?
2. Что содержит BIOS?
3. Назовите наиболее известные фирмы-производители BIOS.
4. Что понимают под термином «периферийные устройства»?
5. Как классифицируют устройства по способу доступа к данным?
6. Как классифицируют устройства по способу обмена данными?
7. Назовите наиболее важные логические устройства.
8. Что такое «виртуальное устройство»?

9. Что называют аппаратным прерыванием?
10. Назовите основные типы прерываний.
11. Что понимают под состоянием готовности устройства?
12. Что означает состояние готовности для устройства ввода?
13. Что означает состояние готовности для устройства ввода?