

## **Содержание:**

# **Введение**

На сегодняшний день большое распространение среди обычных пользователей получили персональные компьютеры. Степень распространения данных технических устройств позволяет пользователям иметь меньшее представление о внутренней структуре аппаратной части при работе с программной составляющей. Именно из-за этого явления у пользователей возникают проблемы при ремонте или замены комплектующих персонального компьютера.

Актуальностью данной темы является сбор и структурирование знаний об устройстве компьютера и его компонентах. Объектом исследования является электронно-вычислительная машина и ее устройство в целом. Предметом исследования является ЭВМ со всеми его дополнительными подключаемыми устройствами.

В данной работе рассмотрены основные устройства персонального компьютера, составляющие системный блок, а также устройства ввода, вывода и ввода-вывода, являющиеся дополнительными подключаемыми комплектующими. В качестве основных устройств персонального компьютера взяты центральный процессор, материнская плата, корпус, видеокарта, жесткий диск, оперативная память и блок питания.

Так как основным ресурсом вычислительной техники является информация, то компьютер должен иметь возможность хранить, перерабатывать, получать и отдавать информацию в пригодном для пользователя виде. Для осуществления данной задачи служат основные устройства и устройства ввода-вывода. В качестве подключаемых устройств ввода рассмотрены мышь, планшет, клавиатура, игровые устройства и устройства ввода графической и звуковой информации. В качестве подключаемых устройств вывода рассмотрены монитор, принтер и звуковая система. В качестве устройств ввода-вывода рассмотрены дисковод и сетевая плата.

Объектом исследования является ЭВМ и его основные устройства, предметом исследования являются периферийные устройства ввода, вывода и ввода-вывода.

Целью данной работы является структуризация знаний об архитектуре персонального компьютера с анализом основных компонентов, как основных, так и дополнительно подключаемых.

Задачами данной работы являются:

- рассмотрение основных устройств, составляющих системный блок персонального компьютера;
- изучение подключаемых устройств ввода информации, в том числе текстовой, графической и звуковой информации;
- изучение подключаемых устройств вывода информации, в том числе текстовой, графической и звуковой информации;
- изучение подключаемых устройств ввода-вывода информации;
- приведение конкретных примеров устройств.

В основу исследования легли работы американского профессора Эндрю Таненбаума, а также популярные книги по ремонту компьютеров таких авторов, как И. Жуков и С. Орлов.

В работе подробно рассмотрено устройство настольных персональных компьютеров, но мало внимания уделено портативным персональным компьютерам, набирающим популярность в наши дни. В портативных компьютерах многие из дополнительно подключаемых устройств встроены в корпус или материнскую плату, тем самым включая себя в состав основных устройств.

## **1. Основные устройства**

### **1.1. Центральный процессор**

Центральный процессор является электронным блоком либо интегральной схемой, исполняющим инструкции машины, основная часть программируемого логического контроллера или аппаратного обеспечения компьютера.

Изначально термином «центрального процессорного устройства» описывался специализированный класс логических машин, которые предназначены для выполнения сложных компьютерных программ. Ввиду очень полного совпадения этого назначения с функциями компьютерных процессоров, которые существовали

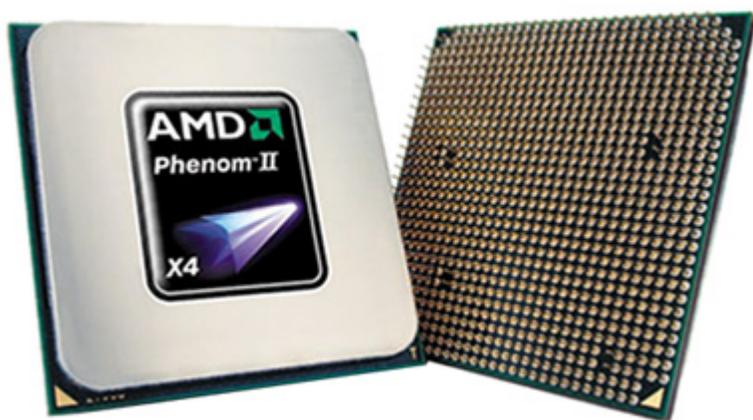
в то время, он стал использоваться для названия самих компьютеров[1].

Главными характеристиками центрального процессорного устройства являются: производительность, тактовая частота, нормы используемого при производстве литографического процесса, энергопотребление и архитектура.

Ранние центральные процессоры имели назначение уникальных составных частей с целью использования в уникальных или даже единственных компьютерных системах. Позже производители компьютеров перешли от невыгодной разработки узкоспециализированных процессоров к изготовлению многоцелевых устройств. В эпоху бурного развития мейнфреймов, полупроводниковых элементов и миникомпьютеров зародилась тенденция к стандартизации комплектующих, а при появлении интегральных схем она получила еще большую популярность. Путем создания микросхем была еще больше увеличена сложность центральных процессоров с одновременным уменьшением их физических размеров.

Миниатюризация и стандартизация процессорных устройств стали приводить к глубокому внедрению в повседневную жизнь человека различных цифровых устройств. Устройства, основанные на современных процессорах, могут быть не только такими высокотехнологичными устройствами, как компьютеры, но и мобильными телефонами, калькуляторами и автомобилями. Обычно в подобных устройствах на микроконтроллере помимо вычислительного устройства расположены дополнительные компоненты на кристалле. Вычислительные возможности современных микроконтроллеров сравнимы с показателями аналогичных процессоров десятилетней давности[2] [8, 12].

Внешний вид центрального процессора представлен на рисунке 1.



*Рис 1. Внешний вид центрального процессора*

## 1.2. Материнская плата

Материнская плата представляет собой сложную многослойную печатную плату, которая является основой построения вычислительной системы. Материнская плата является базовым устройством компьютера для установки плат расширения, оперативной памяти и процессора. К ней подключаются дисковые накопители, устройства ввода/вывода и другие подобные компоненты. Системная плата обеспечивает их взаимодействие с использованием специального набора микросхем системной логики. На системной плате помимо этого располагаются другие устройства, такие как батарейка для питания часов, микросхема BIOS, тактовый генератор и память с автономным питанием[3].

Дополнительно в материнскую плату монтируются система охлаждения и периферийные устройства, формируя системный блок компьютера[4] [10, 12].

Внешний вид материнской платы представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Внешний вид материнской платы

### 1.3. Корпус

Корпус является металлической коробкой со съёмной крышкой, с размещёнными в ней различными устройствами компьютера. Корпус предназначен для защиты внутренних компонентов компьютера от механических повреждений и внешнего воздействия, поддержания необходимого температурного режима внутри и экранирования, создаваемого внутренними компонентами электромагнитного излучения[5].

По форме корпуса бывают двух видов:

- Desktop – плоские корпуса с горизонтальным расположением, которые обычно располагаются на столе и используются как подставка для монитора;
- Tower – вытянутые корпуса в виде башен, с вертикальным расположением, обычно располагаются на полу.

Передняя панель корпуса компьютера обычно бывает оборудована кнопками перезагрузки и выключения, индикаторами накопителей и питания, гнездами для подключения микрофона и наушников, интерфейсами передачи данных[6].

В случае использования в составе центров обработки данных или вычислительного кластера, монтируемого в стойку, в корпус также устанавливаются средства контроля и телеметрического управления.

В основном, внутренности системного блока монтируются с помощью специальных крепежных элементов[7] [8, 9, 12].

Внешний вид корпуса представлен на рисунке 3.



## 1.4. Видеокарта

Видеокарта является устройством, преобразующим хранящийся как содержимое памяти компьютера графический образ в форму, которая пригодна для вывода на монитор. Первые мониторы, основанные на технологии ЭЛТ, работали также как и телевизоры, основываясь на принципе сканирования электронным лучом экрана, и требуя генерируемый видеокартой видеосигнал для отображения.

Чаще всего видеокарта выглядит как печатная плата и вставляется в универсальный или специализированный разъём расширения. Наиболее популярным разъемом на сегодняшний день является PCI-Express. Помимо этого, широко распространены встроенные в системную плату видеокарты. Встроенные видеокарты могут иметь вид отдельного чипа или составлять часть северного моста центрального процессорного устройства или чипсета[8].

Основными характеристиками видеокарты являются:

- ширина шины памяти, представляющая собой количество бит передаваемой за такт информации, измеряется в битах;
- объём собственной видеопамати адаптера, измеряется в мегабайтах. Видеокарты, являющиеся частью центрального процессорного устройства или интегрированные в материнскую плату, обычно используют часть компьютерной оперативной памяти для своих нужд, не имея собственной видеопамати;
- частоты памяти и ядра, измеряются в мегагерцах;
- пиксельная и текстурная скорость заполнения, показывающая количество выводимой информации, измеряется в миллионах пикселей в секунду[9] [8, 10].

Внешний вид видеокарты представлен на рисунке 4.

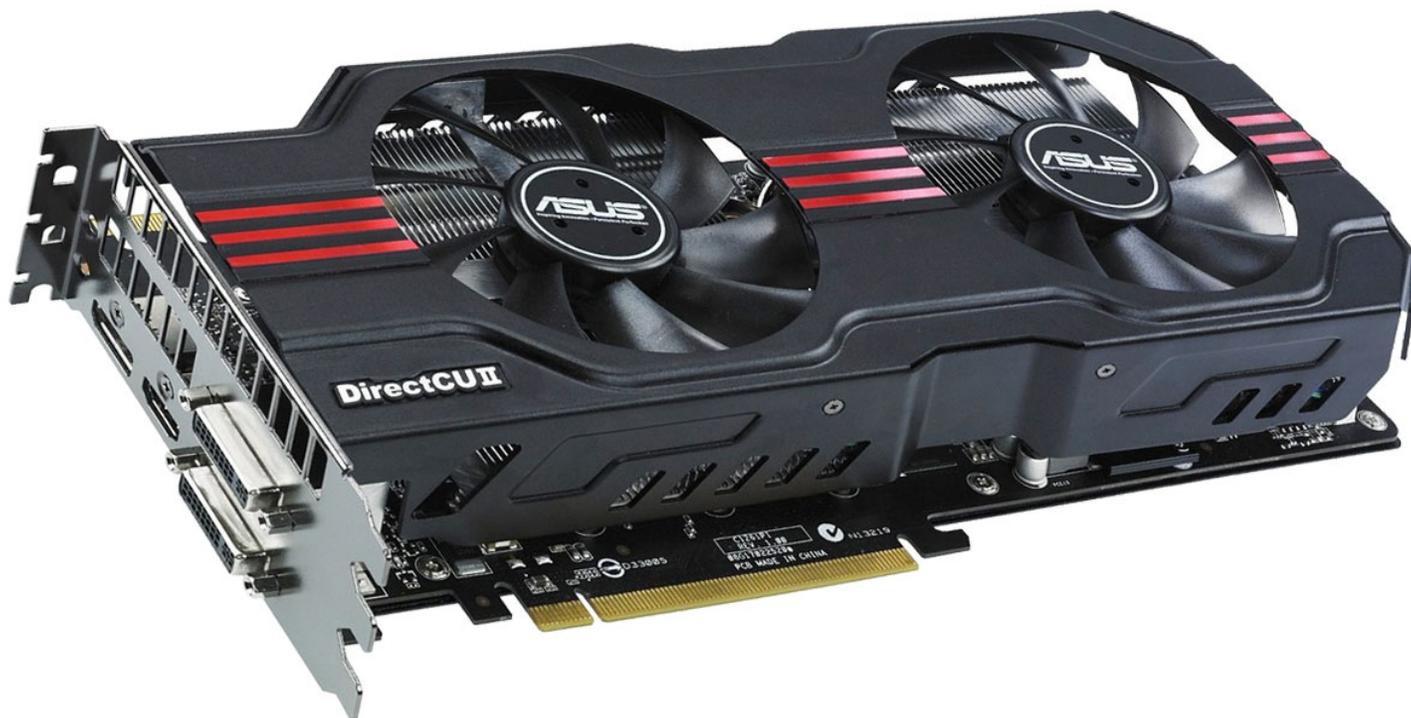


Рис. 4. Внешний вид видеокарты

## 1.5. Жесткий диск

Жесткий диск является запоминающим устройством произвольного доступа, основанным на принципе магнитной записи. Считается основным накопителем данных большинства современных компьютеров[10].

В отличие от гибких магнитных дисков, информация в накопителе на жестких магнитных дисках записывается на жесткие стеклянные или алюминиевые пластины, которые покрыты слоем какого-либо ферромагнитного материала, обычно двуокисью хрома. В накопителе на жестких магнитных дисках используются пластины на одной оси. Из-за прослойки набегающего потока воздуха, которая образуется у поверхности за счет быстрого вращения, считывающие головки при работе не прикасаются к поверхности пластин. Расстояние между диском и головкой равняется нескольким нанометрам, а за счет отсутствия механического контакта обеспечивается долгий срок службы диска. Головки в режиме ожидания находятся в безопасной парковочной зоне, у шпинделя или за пределами диска, где исключен нештатный контакт головок с поверхностью дисков[11].

Дополнительно носитель информации обычно совмещается с блоком электроники, приводом и накопителем, обычно такие диски используют в как несъемный носитель информации.

На сегодняшний день серийно выпускаемые жесткие диски используют интерфейсы eSATA, SATA, ATA (он же PATA и IDE), SCSI, SDIO, Fibre Channel, SAS и FireWire[12] [9, 10, 12].

Внешний вид жесткого диска представлен на рисунке 5.



## 1.6. Оперативная память

Оперативная память является энергозависимой частью системы компьютерной памяти, сохраняющей во время работы компьютера выполняемый машинный код, а также обрабатываемые процессором выходные, входные и промежуточные данные.

Оперативную память используют с целью временного сохранения данных работы программ, операционной системы и текущих данных. Данный вид памяти выполнен в виде установленных на системную плату модулей и может хранить информацию только при включенном питании[13].

В общем случае, оперативное запоминающее устройство содержит программы и данные операционной системы, запущенных прикладных программ пользователя и сами эти программы. По этой причине объем оперативной памяти влияет на количество задач, одновременно выполняемых компьютером под управлением операционной системы.

Оперативная память изготавливается отдельным внешним модулем или располагается на одном кристалле с процессором в однокристальных микроконтроллерах или однокристальных электронно-вычислительных машинах [14].

Оперативная память почти всех компьютеров в наше время является собой модулями динамической памяти, которые содержат полупроводниковые интегральные схемы запоминающих устройств. Память динамического типа дешевле памяти статического типа, и ее плотность выше, за счет чего получается разместить на той же площади кремниевого кристалла больше ячеек памяти меньшего быстродействия. Статическая память, наоборот, быстрее, но и дороже. Из-за этого память статического типа используют внутри микропроцессора для построения кэш-памяти, а основная оперативная память строится на модулях динамической памяти[15] [10, 12].

Внешний вид оперативной памяти представлен на рисунке 6.



*Рис. 6. Внешний вид планки оперативной памяти*

## **1.7. Блок питания**

Блок питания компьютера является вторичным источником электропитания, предназначенным для снабжения электроэнергией постоянного тока компьютерных элементов, за счет преобразования сетевого напряжения.

С целью питания всех устройств системного блока, блоком питания вырабатываются стабилизированные напряжения. От него выходят многочисленные кабели, подключенные к дисковым накопителям, системной плате и другим подобным устройствам[\[16\]](#).

Помимо этого, в компьютере могут находиться третичные блоки питания, преобразующие уровни напряжения следующей ступени. Примером таких преобразователей может служить модуль питания центральных или графических процессоров, а также устройства, требующие изменения характеристик или повышения напряжения переменного тока с изменением фазы.

В определенной степени блоком питания также выполняются функции стабилизации питающего напряжения и защиты его от незначительных помех. Как компонент, который занимает значительную часть внутри компьютерного корпуса, блок питания несет в своем составе компоненты охлаждения[\[17\]](#) [4, 6].

Внешний вид блока питания представлен на рисунке 7.



Рис. 7. Внешний вид блока питания

## 2. Основные устройства компьютера

### 2.1. Монитор

Мониторы являются устройствами, служащими для обеспечения работы с компьютером пользователя в диалоговом режиме за счет вывода на экран символьной и графической информации, которая передается точками,

получающимися разбиением экрана на строки и столбцы.

Количество точек, называемых пикселями, на экране представляет разрешающую способность монитора. В настоящее время компьютерные мониторы работают в режимах различных комбинаций 4х3 и 16х9 соотношений количества пикселей по вертикали и горизонтали[18].

Современные мониторы делятся по принципу действия на:

- плазменные мониторы;
- жидкокристаллические дисплеи;
- мониторы, базирующиеся на электронно-лучевой трубке.

Самыми распространенными сегодня являются жидкокристаллические дисплеи, но самым высоким качеством изображения обладают плазменные панели[19] [6, 13].

Внешний вид жидкокристаллического монитора представлен на рисунке 8.



*Рис. 8. Внешний вид жидкокристаллического монитора*

## **2.2. Мышь**

Манипулятор мышь является устройством управления манипуляторного типа, выглядящим как небольшая коробочка с клавишами. Перемещение мыши по плоской поверхности синхронизировано с перемещением указателя мыши на экране монитора[20].

Ввод информации осуществляется перемещением курсора в определенную область экрана и кратковременным нажатием кнопок манипулятора или щелчками. По принципу работы манипуляторы делятся на механические, оптомеханические, оптические и лазерные[21] [2, 8].

## 2.3. Клавиатура

Клавиатура является устройством, предназначенным для ввода информации пользователем в компьютер. Стандартная клавиатура обладает набором, состоящим из более 100 клавиш, которые разделяются на группы: клавиши пишущей машинки, цифровые клавиши, клавиши редактирования, специальные клавиши, функциональные клавиши F1 – F12 и две группы клавиш управления курсором[22].

Размещение клавиш группы пишущей машинки соответственно располагается как на пишущей машинке. Латинские буквы на клавиатуре персонального компьютера обычно располагаются так же, как на английской пишущей машинке, а кириллические – как на русской пишущей машинке. Специальные клавиши Esc, Alt, Ctrl, Scroll Lock, Num Lock, Pause и Print Screen располагаются внутри блока клавиш пишущей машинки и в отдельном блоке. Они предназначены для ввода специальных команд или сочетаний клавиш. Клавиши редактирования Delete, Insert и BackSpace необходимы для удаления и изменения введенного текста. Обычно эти клавиши располагают со второй группой клавиш управления курсором: Page Down, Page Up, Home и End. Первая группа представляет собой стрелки для управления курсором и обычно располагается отдельно[23].

Клавиша NumLock расположена в группе цифровых клавиш и предназначена для переключения режима работы с ввода цифр на управление курсором и обратно. Функциональные клавиши F1 – F12 располагаются в верхней части клавиатуры и предназначаются для вызова наиболее используемых команд.

С целью ввода символов верхнего регистра и прописных букв используется клавиша Shift. Например, для ввода прописной буквы, необходимо держать нажатие клавиши Shift и нажать клавишу с необходимым символом[24].

Клавиша Caps Lock используется с целью фиксации режима верхнего регистра. Клавиша Space используется с целью ввода между символами пробела. Клавиша Enter обозначает окончание ввода какой-либо информации или команды, а в

режиме редактирования текста переносит курсор на следующую строку.

Переключение языка раскладки клавиатуры можно осуществить с помощью переключателя клавиатуры, который расположен на панели задач, либо при помощи сочетаний клавиш Shift+ Alt или Shift+ Ctrl, в зависимости от выбора пользователя[25] [6, 10].

## 2.4. Центральный процессор

Центральный процессор является электронным блоком либо интегральной схемой, исполняющим инструкции машины, основная часть аппаратного обеспечения компьютера или программируемого логического контроллера[26].

Изначально термином «центрального процессорного устройства» описывался специализированный класс логических машин, которые предназначены для исполнения сложных компьютерных программ. Ввиду очень полного совпадения этого назначения с функциями компьютерных процессоров, которые существовали в то время, он стал использоваться для названия самих компьютеров[27].

Главными характеристиками центрального процессорного устройства являются: производительность, тактовая частота, нормы используемого при производстве литографического процесса, энергопотребление и архитектура[28].

Ранние центральные процессоры имели назначение уникальных составных частей с целью использования в уникальных или даже единственных компьютерных системах. Позже производители компьютеров перешли от невыгодной разработки узкоспециализированных процессоров к изготовлению многоцелевых устройств. В эпоху бурного развития мейнфреймов, полупроводниковых элементов и миникомпьютеров зародилась тенденция к стандартизации комплектующих, а при появлении интегральных схем она получила еще большую популярность. Путем создания микросхем была еще больше увеличена сложность центральных процессоров с одновременным уменьшением их физических размеров.

Миниатюризация и стандартизация процессорных устройств стали приводить к глубокому внедрению в повседневную жизнь человека различных цифровых устройств. Устройства, основанные на современных процессорах, могут быть не только такими высокотехнологичными устройствами, как компьютеры, но и мобильными телефонами, калькуляторами и автомобилями. Обычно в подобных устройствах на микроконтроллере помимо вычислительного устройства

расположены дополнительные компоненты на кристалле. Вычислительные возможности современных микроконтроллеров сравнимы с показателями аналогичных процессоров десятилетней давности[29] [5, 10, 12].

Внешний вид центрального процессора представлен на рисунке 9.



*Рис. 9. Внешний вид центрального процессора*

## **2.5. Материнская плата**

Материнская плата представляет собой базовое устройство компьютера для установки процессора, оперативной памяти и плат расширения. К ней подключаются устройства ввода/вывода, дисковые накопители и другие подобные компоненты. Системная плата обеспечивает их взаимодействие, используя специальный набор микросхем системной логики, или чипсет[30].

На системной плате также располагаются другие устройства, например, микросхема BIOS, батарейка для питания часов, память с автономным питанием и тактовый генератор[31] [3, 8].

Внешний вид материнской платы представлен на рисунке 10.

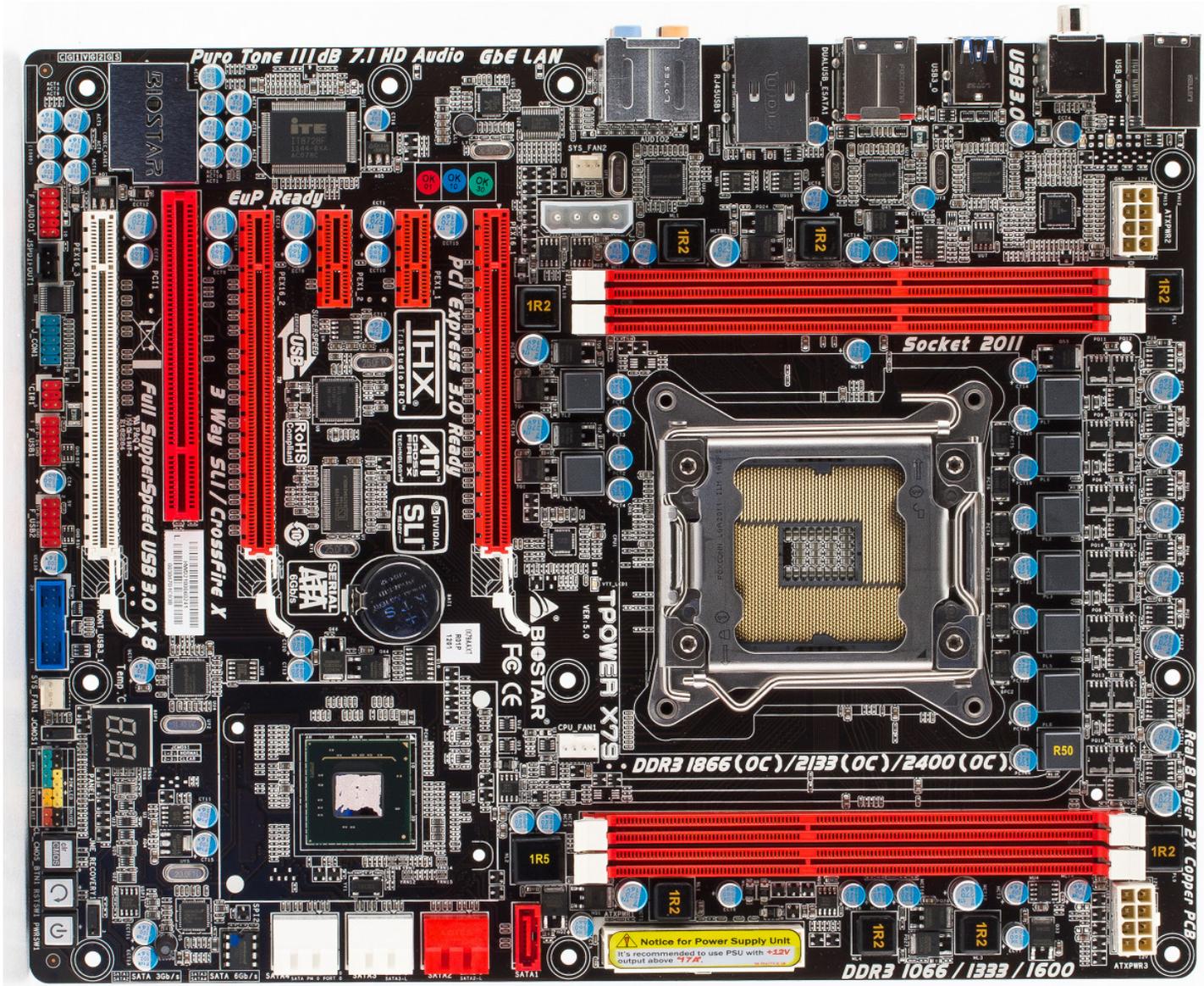


Рис. 10. Внешний вид материнской платы

## 2.6. Видеокарта

Видеокарта является устройством, преобразующим хранящийся как содержимое памяти компьютера графический образ в форму, пригодную для дальнейшего вывода на экран монитора. Первые мониторы, основанные на технологии ЭЛТ, работали также, как и телевизоры, по принципу сканирования экрана электронным лучом, и для отображения требовался генерируемый видеокартой видеосигнал[32].

Чаще всего видеокарта выглядит как печатная плата и вставляется в универсальный или специализированный разъём расширения. Наиболее

популярными разъемами являются AGP и PCI-Express. Также широко распространены встроенные в системную плату видеокарты. Встроенные видеокарты могут иметь вид отдельного чипа или составляющей части северного моста чипсета или центрального процессорного устройства[33] [4, 11].

## 2.7. Жесткий диск

Жесткий диск является запоминающим устройством произвольного доступа, основанным на принципе магнитной записи. Является основным накопителем данных в большинстве компьютеров[34].

В отличие от дискеты, информация в накопителе на жестких магнитных дисках записывается на жесткие стеклянные или алюминиевые пластины, которые покрыты слоем ферромагнитного материала, чаще всего двуокиси хрома. В накопителе на жестких магнитных дисках используется одна или несколько пластин на одной оси. Считывающие головки в рабочем режиме не касаются поверхности пластин благодаря прослойке набегающего потока воздуха, образующейся у поверхности при быстром вращении. Расстояние между головкой и диском составляет несколько нанометров, а отсутствие механического контакта обеспечивает долгий срок службы устройства. При отсутствии вращения дисков головки находятся у шпинделя или за пределами диска в безопасной парковочной зоне, где исключён их нештатный контакт с поверхностью дисков[35].

Также, в отличие от гибкого диска, носитель информации обычно совмещают с накопителем, приводом и блоком электроники. Такие жёсткие диски часто используются в качестве несъёмного носителя информации[36] [8, 10, 12].

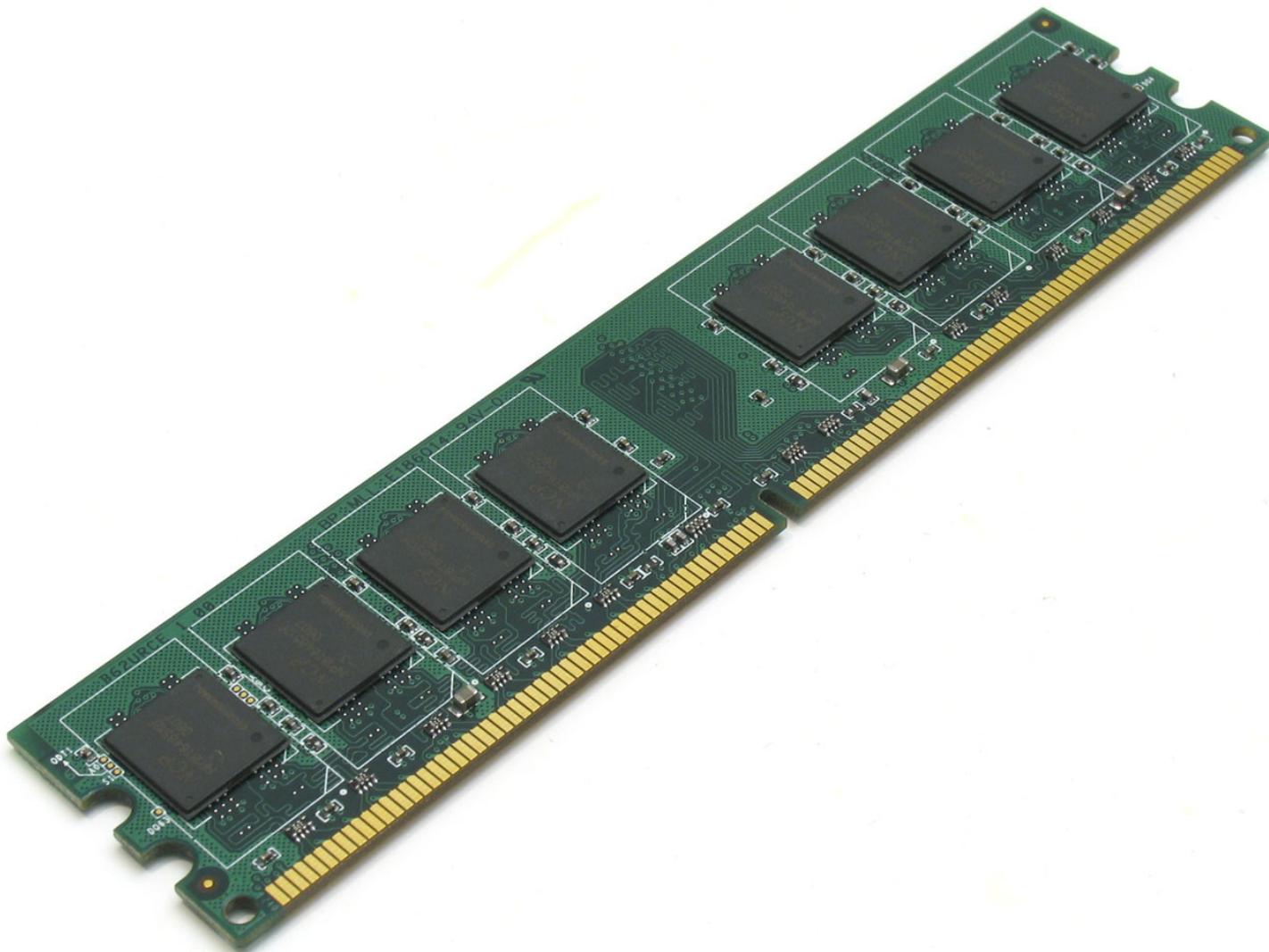
## 2.8. Оперативная память

Оперативная память является энергозависимой частью системы компьютерной памяти, в которой во время работы компьютера хранится выполняемый машинный код, а также входные, выходные и промежуточные данные, обрабатываемые процессором[37].

Используется для работы операционной системы, программ и для временного хранения текущих данных. Она выполнена в виде модулей, установленных на системную плату, и может хранить информацию только при включенном питании

[38] [1, 7].

Внешний вид оперативной памяти представлен на рисунке 11.



*Рис. 11. Внешний вид планки оперативной памяти*

По итогам данной главы можно отметить большое количество элементов в архитектуре компьютера, как основных, так и периферически подключаемых. В зависимости от назначения компьютера могут быть убраны или добавлены те или иные устройства, каждое из которых выполняет определенную функцию. Одну и ту же функцию, например вывод графических данных, могут выполнять различные устройства, такие как монитор, проектор, принтер и другие подобные.

## **Заключение**

В данной работе рассмотрено устройство компьютера. Все составляющие компьютера были разделены на основные устройства и устройства ввода-вывода.

В качестве основных устройств были рассмотрены обязательные компоненты, прямо влияющие на работу компьютера и осуществляющие процессы хранения и переработки информации. Такими устройствами являются центральный процессор, материнская плата, корпус, видеокарта, жесткий диск, оперативная память и блок питания.

Центральный процессор является «мозгом» компьютера, производящим основные вычисления. Материнская плата является основной системного блока, к которой подключаются остальные устройства. Видеокарта обрабатывает графические вычисления компьютера. Жесткий диск является устройством постоянного хранения данных. Оперативная память сохраняет текущие вычисления процессора до выключения компьютера. Все устройства питаются от блока питания и располагаются в корпусе компьютера.

Устройства ввода-вывода были разделены на устройства ввода, устройства вывода и устройства ввода-вывода.

Устройства ввода, в свою очередь, были разделены на устройства ввода текстовой информации, графической информации, звуковой информации, указательные устройства и игровые устройства. В качестве указательных устройств были рассмотрены мышь, тачпад, трекбол, дигитайзер, графический планшет и световое перо, в качестве устройства ввода текстовой информации была рассмотрена клавиатура, в качестве устройств ввода звуковой информации были рассмотрены микрофон и цифровой диктофон, в качестве устройств ввода графической информации были рассмотрены web-камера и сканер, в качестве игрового устройства был рассмотрен джойстик.

Мышь предназначена для ввода информации позиционирования посредством перемещения манипулятора, клавиатура для ввода текстовой информации посредством кнопок, тачпад, трекбол и графический планшет предназначены для ввода информации позиционирования посредством тактильного ввода. Микрофон и цифровой диктофон считывают звуковую информацию и записывают ее во встроенную память или передают на жесткий диск. Web-камера считывает изображение через видеоискатель, сканер – с бумаги, и передают полученные изображение в компьютер.

Устройства вывода были разделены на устройства вывода визуальной и звуковой информации. В качестве устройств вывода визуальной информации были рассмотрены монитор, проектор, принтер и плоттер, в качестве устройств вывода звуковой информации были рассмотрены звуковая карта и акустическая система.

Монитор предназначен для вывода графической информации на дисплей, принтер и плоттер – при печати на бумаге. Звуковая карта является преобразующим устройством цифровой информации в звуковую, и выводит ее посредством акустической системы.

В качестве устройств ввода-вывода были рассмотрены дисковод, сетевая плата и модем.

Дисковод предназначен для считывания и записи информации на диски, сетевая плата и модем передают информацию по сети.

## **Список использованных источников**

1. Баула В. Г. Архитектура ЭВМ и операционные среды / В. Г. Баула, А. Н. Томилин, Д. Ю. Волканов. – М.:Academia, 2011 – 336 с.
2. Горнец Н. Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютеры и вычислительные системы / Н. Н. Горнец, А. Г. Рошин. – М.:Academia, 2012 – 240 с.
3. Гузенко Е. Н. Персональный компьютер. Лучший самоучитель / Е. Н. Гузенко, А. С. Сурядный. – Владимир: ВКТ, 2011. – 544 с.
4. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия / М. Гук. – СПб.:Питер, 2014. – 1072 с.
5. Жуховцев М. Д. Глюки, сбои и ошибки компьютера. Решаем проблемы сами / М. Д. Жуховцев, Р. Г. Прокди, М. А. Финкова. – М.:Наука и техника, 2013. – 240 с.
6. Леонтьев В. П. Новейшая энциклопедия. Компьютер и интернет 2016 / В. П. Леонтьев. – М.: Эскмо-пресс, 2016. – 560 с.
7. Леонов В. Сбои и ошибки компьютера. Простой и понятный самоучитель / В. Леонов. – М.: Эскмо, 2015 – 352 с.
8. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — 512 с.
9. Орлов С. А. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов / С. А. Орлов. – СПб.: Питер, 2014. – 688 с.
10. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннеси. – СПб.: Питер, 2012. – 784 с.

11. Ревич Ю. 1001 совет по обустройству компьютера / Ю. Ревич. – СПб.: БХВ –Петербург, 2012. – 384 с.
  12. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – 816 с.
  13. Ташков П. Сбои и ошибки ПК. Лечим компьютер своими руками / П. Ташков. – СПб.: Питер, 2014. – 835 с.
- 
1. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — С. 325. [↑](#)
  2. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 235. [↑](#)
  3. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннеси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 357. [↑](#)
  4. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 296. [↑](#)
  5. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — С. 172. [↑](#)
  6. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 816. [↑](#)
  7. Орлов С. А. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов / С. А. Орлов. – СПб.: Питер, 2014. – С. 247. [↑](#)
  8. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — С. 381. [↑](#)
  9. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннеси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 583. [↑](#)

10. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 284. [↑](#)
11. Орлов С. А. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов / С. А. Орлов. – СПб.: Питер, 2014. – С. 337. [↑](#)
12. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннеси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 474. [↑](#)
13. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 754. [↑](#)
14. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 247. [↑](#)
15. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннеси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 374. [↑](#)
16. Леонтьев В. П. Новейшая энциклопедия. Компьютер и интернет 2016 / В. П. Леонтьев. – М.: Эскмо-пресс, 2016. – С. 136. [↑](#)
17. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия / М. Гук. – СПб.:Питер, 2014. – С. 485. [↑](#)
18. Леонтьев В. П. Новейшая энциклопедия. Компьютер и интернет 2016 / В. П. Леонтьев. – М.: Эскмо-пресс, 2016. – С. 227. [↑](#)
19. Ташков П. Сбои и ошибки ПК. Лечим компьютер своими руками / П. Ташков. – Спб.: Питер, 2014. – С. 775. [↑](#)
20. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — С. 375. [↑](#)

21. Горнец Н. Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютеры и вычислительные системы / Н. Н. Горнец, А. Г. Рощин. – М.:Academia, 2012 – С. 146. [↑](#)
22. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннесси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 257. [↑](#)
23. Леонтьев В. П. Новейшая энциклопедия. Компьютер и интернет 2016 / В. П. Леонтьев. – М.: Эскмо-пресс, 2016. – С. 257. [↑](#)
24. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннесси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 245. [↑](#)
25. Жуховцев М. Д. Глюки, сбои и ошибки компьютера. Решаем проблемы сами / М. Д. Жуховцев, Р. Г. Прокди, М. А. Финкова. – М.:Наука и техника, 2013. – С. 164. [↑](#)
26. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 364. [↑](#)
27. Жуховцев М. Д. Глюки, сбои и ошибки компьютера. Решаем проблемы сами / М. Д. Жуховцев, Р. Г. Прокди, М. А. Финкова. – М.:Наука и техника, 2013. – С. 146. [↑](#)
28. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 346. [↑](#)
29. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннесси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 246. [↑](#)
30. Гузенко Е. Н. Персональный компьютер. Лучший самоучитель / Е. Н. Гузенко, А. С. Сурядный. – Владимир: ВКТ, 2011. – С. 246. [↑](#)
31. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — С. 346. [↑](#)

32. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия / М. Гук. – СПб.: Питер, 2014. – С. 467. [↑](#)
33. Ревич Ю. 1001 совет по обустройству компьютера / Ю. Ревич. – СПб.: БХВ –Петербург, 2012. – С. 247. [↑](#)
34. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннесси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 445. [↑](#)
35. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 442. [↑](#)
36. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — С. 224. [↑](#)
37. Баула В. Г. Архитектура ЭВМ и операционные среды / В. Г. Баула, А. Н. Томилин, Д. Ю. Волканов. – М.:Academia, 2011 – С. 114. [↑](#)
38. Леонов В. Сбои и ошибки компьютера. Простой и понятный самоучитель / В. Леонов. – М.: Эскмо, 2015 – С. 225. [↑](#)