

Содержание:

Введение

Сегодня почти в каждом доме есть собственный компьютер, а иногда даже и не один. Уровень минимально необходимой компьютерной грамотности понижается, но при появлении мельчайшей проблемы возникают ситуации, которые разрешить может только опытный пользователь. Если проблема возникает с аппаратной частью компьютера, то необходимо разбираться в таких аспектах, как системная магистраль, порты, разъемы, уметь отличать устройства друг от друга и знать их назначение.

Актуальностью данной темы является сбор и структурирование знаний об архитектуре компьютера и его отдельных составляющих. Только полное знание архитектуры персонального компьютера и его компонентов может позволить без опасений совершать любые манипуляции с аппаратной составляющей компьютера любому пользователю.

В данной работе рассмотрены классификации ЭВМ, выделены классификации по быстродействию и производительности, по назначению, по уровню специализации, по типу используемого процессора, по особенностям архитектуры и по размерам. Отдельное внимание уделено классификации по мощности и габаритам, в которой выделен персональный компьютер, рассмотренный в работе. У персональных компьютеров была рассмотрена архитектура Фон Неймана с выделением шести основных типов устройств, среди которых управляющее устройство, арифметико-логическое устройство, оперативное запоминающее устройство, внешнее запоминающее устройство и устройства вывода и ввода.

Также рассмотрены способы подключения устройств к компьютеру, отдельно выделены контроллеры и системная магистраль, также называемая шиной.

Во второй части работы рассмотрены устройства, составляющие системный блок: материнская плата, процессорное устройство, видеокарта, жесткий диск и оперативная память.

Также рассмотрены обязательные периферийные устройства, среди которых монитор, компьютерная мышь и клавиатура.

Объектом исследования является общее устройство ЭВМ с его архитектурой, предметом исследования являются основные устройства персонального компьютера.

Целью данной работы является структуризация знаний об архитектуре персонального компьютера с анализом его основных компонентов.

Задачами данной работы являются:

- классификация основных видов ЭВМ по габаритам и вычислительной мощности;
- обзор архитектуры персонального компьютера с выделением основных элементов;
- изучение структурной схемы персонального компьютера, отдельное выделение контроллеров и системной магистрали;
- рассмотрение основных устройств персонального компьютера;
- приведение конкретных примеров устройств.

В основу исследования легли книги по архитектуре персональных компьютеров из серии «Классика Computer Science» всемирно известных авторов, таких как Э. Таненбаум, Д. Паттерсон и Д. Хеннесси. Также в работе были использованы популярные книги по архитектуре ЭВМ таких авторов, как М. Жуховцев и Н. Максимов.

1. Общее устройство компьютера

1.1. Классификация ЭВМ

Компьютер является устройством или средством, которое предназначено для обработки информации. Компьютер обрабатывает информацию, которая представлена только в числовой форме. Информацию в другой форме представления необходимо преобразовать в числовую форму с целью ввода в компьютер[1].

Перед современными компьютерами развивались нескольких поколений электронно-вычислительных машин. В их развитии выделяют пять основных поколений[2].

В основу классификации заложена элементная база построения электронно-вычислительных машин:

1. Первое поколение базировалось на электронных лампах и было создано в 1943 году.
2. Второе поколение развивалось в 50 – 60 годах и было построено на базе транзисторов.
3. Третье поколение развивалось в 60 – 70 годах и было построено на базе интегральных схем малой и средней интеграции.
4. Четвертое поколение развивалось с 70 годов и по наше время и было построено на базе больших интегральных схем.
5. На сегодняшний день ведутся работы по проектированию устройств пятого поколения, разрабатываемых на сверхбольших интегральных схемах[3].

Также существуют другие классификации ЭВМ в зависимости от различных признаков. В качестве примеров самых распространенных классификаций можно привести:

- классификация по быстродействию и производительности;
- классификация по назначению;
- классификация по уровню специализации;
- классификация по типу используемого процессора;
- классификация по особенностям архитектуры;
- классификация по размерам[4].

Рассмотрим классификацию электронно-вычислительных машин по критериям габаритов и вычислительной мощности[5]. Схема данной классификации представлена на рисунке 1.

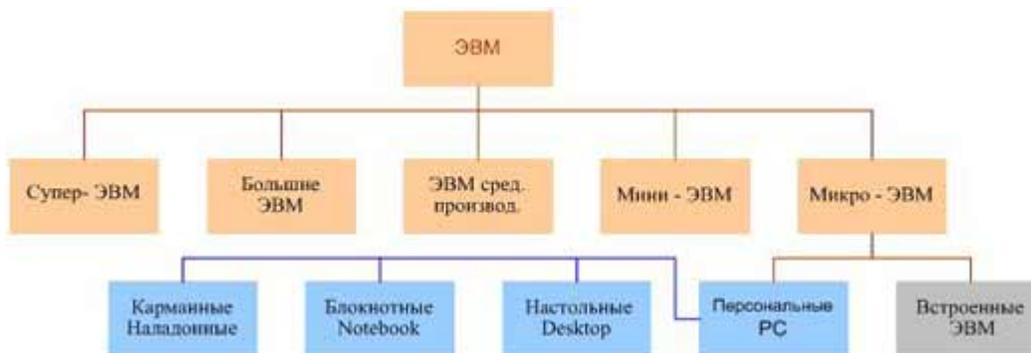


Рис. 1. Схема классификации электронно-вычислительных машин по критериям габаритов и вычислительной мощности

Самыми мощными по производительности и быстродействию считаются суперкомпьютеры. К суперЭВМ относят Американские компьютеры «IBM SP2» и «Cray». Суперкомпьютеры обычно используют для решения и моделирования крупномасштабных вычислительных задач, в таких сферах, как метеорология, аэродинамика, финансовая сфера и физика высоких энергий[6].

Мейнфреймы или большие ЭВМ используют в таких сферах, как финансовая, оборонные комплексы, а также комплектование региональных, территориальных и ведомственных центров.

Средние машины широкого назначения используют для управления сложными технологическими производственными процессами.

Мини-ЭВМ используют как управляющие вычислительные комплексы, и сетевые сервера.

Микро-ЭВМ являются компьютерами с использованием микропроцессора в качестве центрального процессора. Помимо прочего к микро-ЭВМ относятся персональные компьютеры[7].

На сегодняшний день персональные компьютеры обладают характеристиками, схожими с мини-ЭВМ 25-летней давности. Персональные компьютеры подразделяются на настольные и переносные. К переносным относятся смартфоны и другие подобные карманные персональные компьютеры[8] [8, 10, 12].

1.2. Архитектура компьютера

Структура архитектуры электронно-вычислительных машин включает в себя состав аппаратного обеспечения персонального компьютера и программно-математическое обеспечение. Структура электронно-вычислительной машины является совокупностью элементов и связей между ними. Современные ЭВМ построены на принципе программного управления[9].

Основоположником учения об архитектуре вычислительных машин считается Джон фон Нейманом. Совокупность принципов данного учения породила классическую архитектуру ЭВМ, названную фон-неймановской.

Фон Нейман не только выдвинул основополагающие принципы логического устройства электронно-вычислительных машин, но и предложил ее структуру[10].

Схема данной структуры представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Схема классификации электронно-вычислительных машин по критериям габаритов и вычислительной мощности

У Фон Неймана были выделены шесть основных положений.

1. Компьютер состоит из шести основных типов устройств, среди которых арифметико-логическое устройство, управляющее устройство, внешнее запоминающее устройство, оперативное запоминающее устройство и устройства ввода и вывода
2. Арифметико-логическое устройство должно выполнять арифметические и логические действия, которые необходимы для переработки хранящейся в памяти информации[11].
3. Управляющее устройство должно обеспечивать контроль и управление всеми устройствами компьютера. На рисунке 2 пунктирными стрелками указаны управляющие сигналы.
4. Хранящиеся в запоминаемом устройстве данные должны быть представлены в двоичной форме.
5. Задающая работу компьютера программа должна храниться одном запоминающем устройстве с данными.
6. Устройства ввода и вывода должны использоваться для ввода и вывода информации[12].

Одним из важнейших принципов является принцип хранимой программы, требующий закладывание программы в память машины так же, как в нее закладывается исходная информация.

Процессор в современных процессорах ЭВМ образует арифметико-логическим устройством и устройством управления. Процессор, состоящий из одной или нескольких больших интегральных схем, называется микропроцессорным комплектом или микропроцессором[13].

Процессор является функциональной частью ЭВМ, которая выполняет основные операции по управлению работой других блоков и обработке данных. Процессор преобразует информацию, которая поступает из внешних устройств и внутренней памяти.

Запоминающими устройствами обеспечивается хранение промежуточных и исходных данных, программ и результатов вычислений. Они включают внешние, постоянные, сверхоперативные и оперативные запоминающие устройства[14].

Оперативные запоминающие устройства хранят информацию, с которой компьютер работает непосредственно в данное время. В сверхоперативных запоминающих устройствах хранятся наиболее часто используемые процессором данные. Только та информация, которая хранится в сверхоперативных запоминающих устройствах и оперативных запоминающих устройствах непосредственно доступна процессору.

Внешние запоминающие устройства имеют емкость намного больше емкости оперативных запоминающих устройств, но с существенно более медленным доступом. Внешние запоминающие устройства используются для длительного хранения больших объемов информации, такой как, операционная система, которая хранится на жестком диске, но при запуске компьютера резидентная часть операционной системы загружается в оперативное запоминающее устройство и находится там до завершения сеанса работы компьютера[15].

Перепрограммируемые постоянные запоминающие устройства и постоянные запоминающие устройства предназначены для постоянного хранения информации, которая записывается туда при ее изготовлении, например в BIOS.

В качестве устройства ввода информации может служить, например клавиатура. В качестве устройства вывода может служить дисплей, принтер и другие подобные устройства[16].

В ЭВМ, построенной по схеме фон Неймана, происходит последовательное считывание и выполнение команд из памяти. Адрес очередной ячейки памяти, из которой будет извлечена следующая команда программы, указывается специальным устройством, которое является счетчиком команд в устройстве

управления[17] [8, 10, 12].

1.3. Структурная схема компьютера

Основным устройством компьютера является материнская плата, так как она определяет его конфигурацию. Все устройства компьютера подключаются к этой плате с помощью разъемов, которые расположены на ней. Соединение всех устройств в единую систему обеспечивается с помощью системной магистрали, которая представляет собой линии передачи управления, адресов и данных[18].

Ядро компьютера образуется центральным микропроцессором и основной памятью, которая состоит из постоянного запоминающего устройства и оперативной памяти.

Подключение всех внешних устройств, таких как монитор, принтер, клавиатура, мышь и внешние запоминающие устройства обеспечивается через карты, адаптеры, контроллеры[19] [6, 8, 10].

Схема подключения внешних устройств через системную магистраль представлена на рисунке 3.

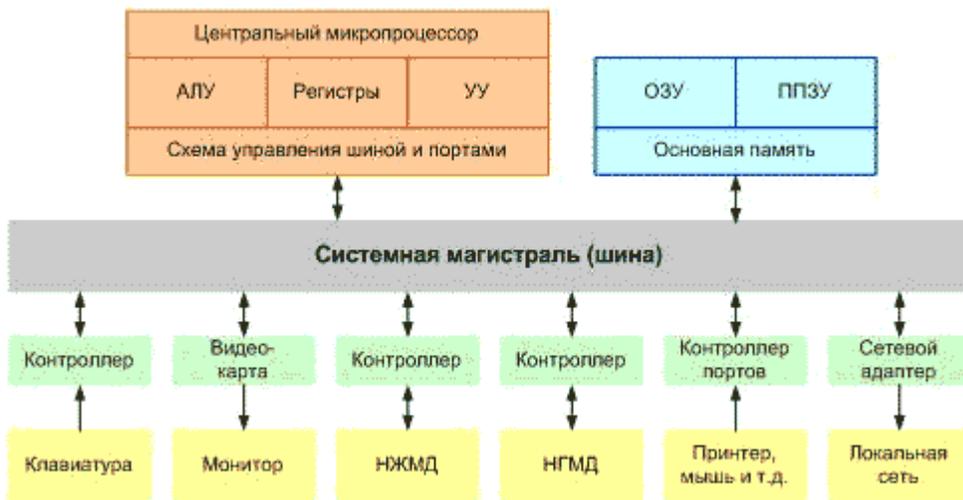


Рис. 3. Схема подключения внешних устройств через системную магистраль

Контроллеры

Процессору для обработки доступна только информация, хранящаяся в оперативном запоминающем устройстве, поэтому необходимо, чтобы в его оперативной памяти находились и данные и программа.

В компьютере информация с внешних устройств пересылается в оперативное запоминающее устройство, а результаты выполнения программ с оперативного запоминающего устройства также выводятся на внешнее устройство[20].

Получает, что, в компьютере должен осуществляться ввод и вывод информации между внешними устройствами и оперативной памятью. Устройства, осуществляющие обмен информацией между внешними устройствами и оперативной памятью, называются адаптерами или контроллерами, иногда картами. Карты, адаптеры или контроллеры имеют свою память и свой процессор, представляя собой специализированный процессор.

Схемы, которые управляют внешними устройствами компьютера, называемые адаптерами или контроллерами, находятся на отдельных платах, вставляемых в унифицированные слоты на материнской плате[21] [4, 12].

Системная магистраль

Системной магистралью или компьютерной шиной в архитектуре компьютера называют подсистему, которая служит для передачи данных между функциональными блоками компьютера. Шина устроена таким образом, что в ней выделяют логический, электрический и физический уровни[22].

Основным назначением шины является возможность подключения нескольких устройств по одному набору проводников, что отличает ее от соединения точка-точка. У каждой шины существует собственный набор соединений для физического подключения кабелей и устройств[23].

Шины в первых компьютерах являлись связанными пучками соединительных сигнальных проводов и проводов питания, которые реализовывали базовые функции параллельных электрических шин с несколькими подключениями. В современных вычислительных системах данный термин используется для любых физических механизмов, которые предоставляют такую же логическую функциональность, как параллельные компьютерные шины[24].

Современные компьютерные шины используют как последовательные, так и параллельные соединения и могут иметь цепные и параллельные топологии. Некоторые шины также допускают использование концентраторов.

Большое количество используемых на сегодняшний день скоростных шин используют оптические, а не электрические соединения для передачи сигналов. В

качестве примеров таких шин можно привести SDH, Fibre Channel, скоростной Ethernet и InfiniBand[25].

Шины устроены таким образом, что разъемы и другие присоединители унифицированы, позволяя подключать к шине различные виды устройств.

Передачей данных по шине может управлять либо ядро операционной системы, в таком случае к нему прилагается соответствующий драйвер, либо управление реализуется на уровне прохождения сигнала.

По одной из классификаций шины разделяют на параллельные и последовательные. Параллельные шины переносят данные по словам, которые распределены между несколькими проводниками, а последовательные шины переносят данные побитово[26].

Также различают внутренние и внешние шины. Внешние шины подключают к материнской плате внешнюю периферию, а внутренние подключают внутренние компоненты компьютера. Тип внутренних шин также называется локальной шиной, так как она служит для подключения локальных устройств

Иногда в качестве шин также рассматривают сетевые соединения, такие, как InfiniBand и HyperTransport[27] [8, 9, 10, 12].

По итогам данной главы можно отметить сложность архитектуры современных компьютеров, по сравнению с другими устройствами нашего времени. Многие методы передачи логики в электронных схемах были разработаны специально для компьютера и используются только в нем.

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[28].

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[29] [6, 13].

Внешний вид жидкокристаллического монитора представлен на рисунке 4.



Рис. 4. 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[30].

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[31] [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[32].

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[33].

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[34].

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[35] [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[36].

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[37].

Главными характеристиками центрального процессорного устройства являются: производительность, тактовая частота, нормы используемого при производстве литографического процесса, энергопотребление и архитектура[38].

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[\[39\]](#) [5, 10, 12].

Внешний вид центрального процессора представлен на рисунке 5.



Рис. 5. 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[\[40\]](#).

На системной плате также располагаются другие устройства, например микросхема BIOS, батарейка для питания часов, память с автономным питанием и тактовый генератор[\[41\]](#) [3, 8].

Внешний вид материнской платы представлен на рисунке 6.

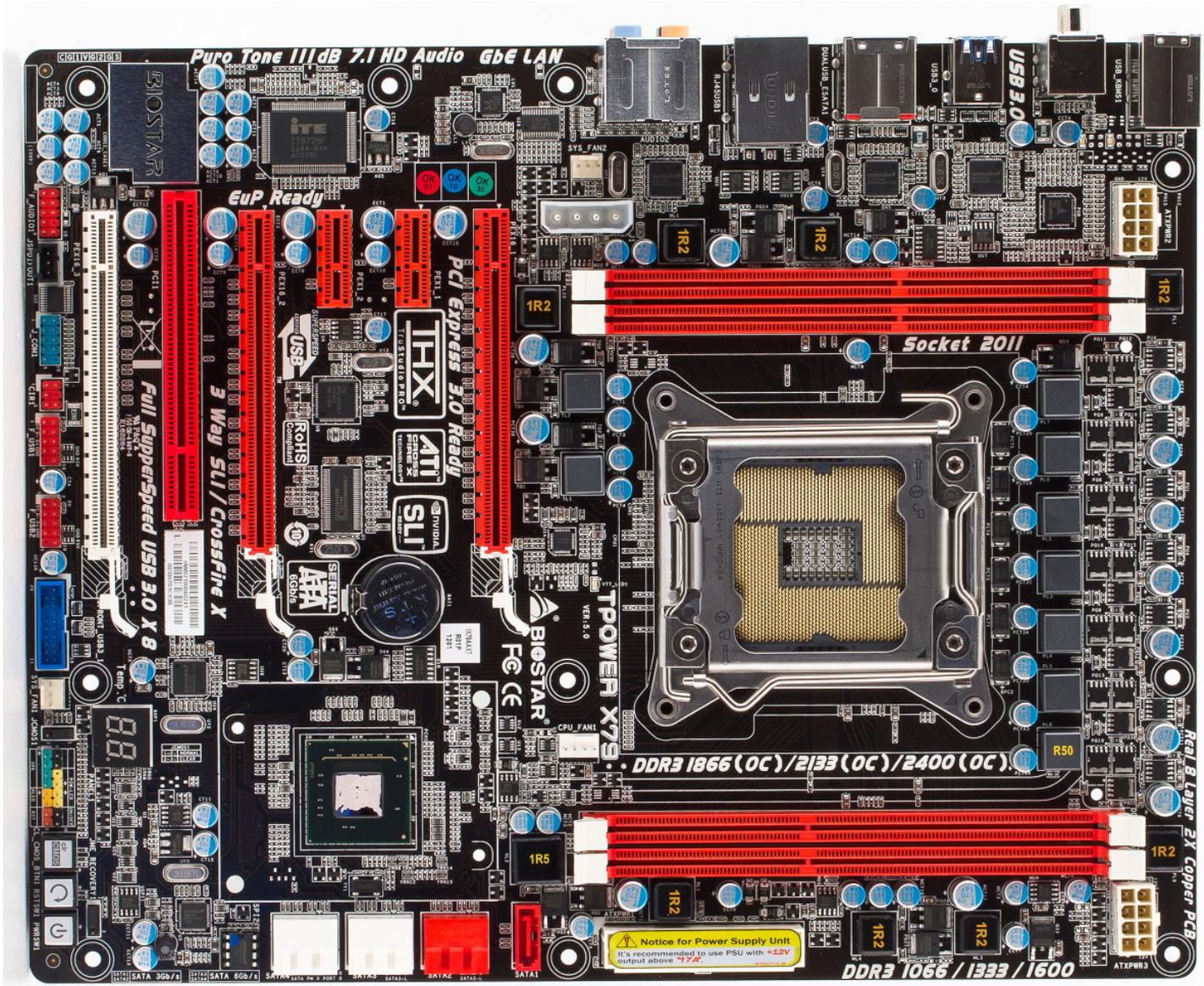


Рис. 6. Внешний вид материнской платы

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[42].

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[\[43\]](#) [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[\[44\]](#).

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[\[45\]](#).

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[\[46\]](#) [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[\[47\]](#).

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

[48] [1, 7].

Внешний вид оперативной памяти представлен на рисунке 7.

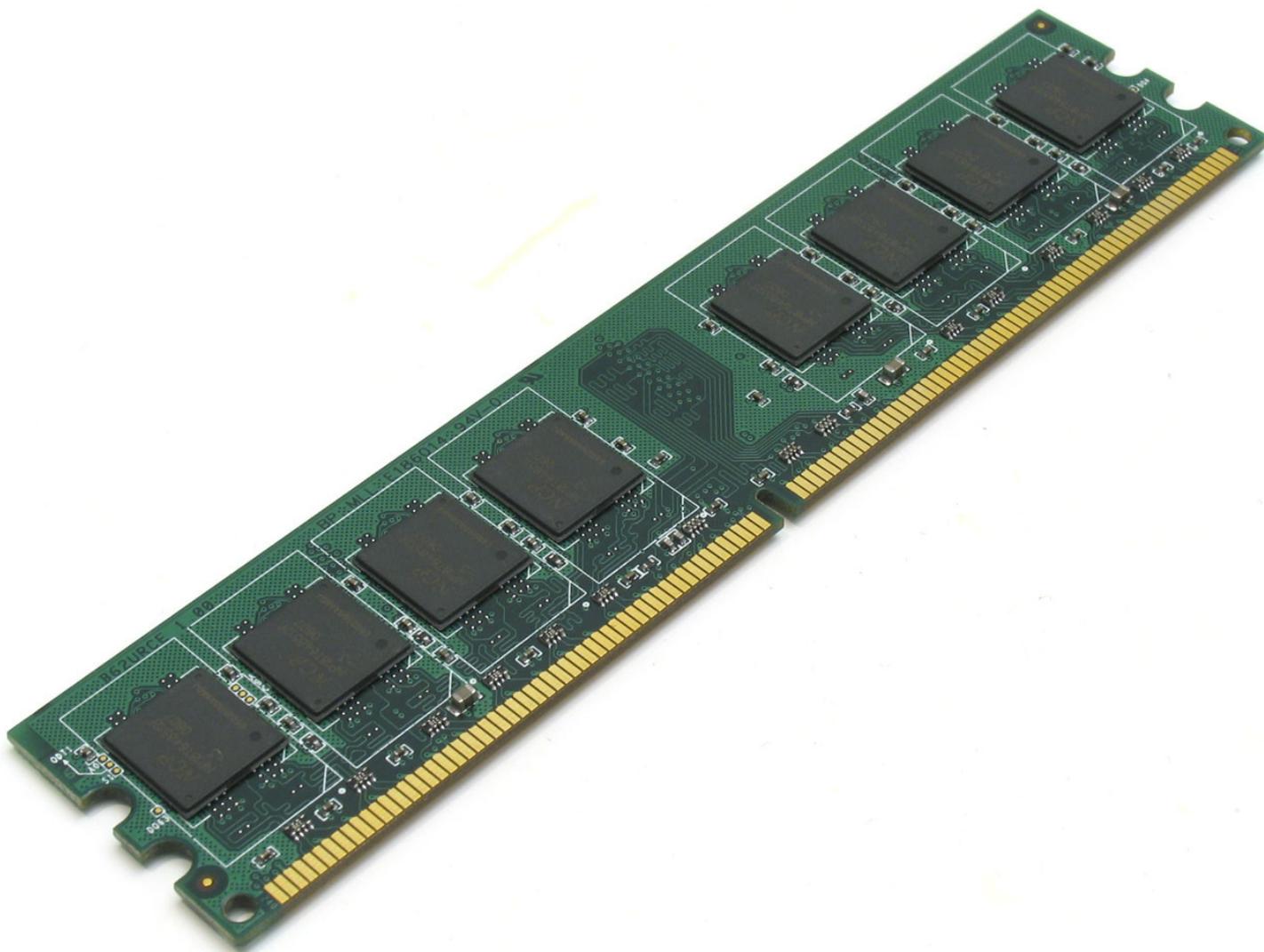


Рис. 7. Внешний вид планки оперативной памяти

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 было рассмотрено общее устройство компьютера. Были выделены классификации по быстродействию и производительности, по назначению, по уровню специализации, по типу используемого процессора, по особенностям архитектуры и по размерам. Была проведена классификация ЭВМ по габаритам и вычислительной мощности, выделены такие разновидности, как супер-ЭВМ, большие ЭВМ, ЭВМ средней производительности, мини-ЭВМ и микро-ЭВМ. Был проведен подробный обзор микро-ЭВМ, подразделяющихся на переносные и персональные компьютеры.

Касательно персональных компьютеров была рассмотрена архитектура Фон Неймана с выделением шести основных типов устройств, среди которых управляющее устройство, арифметико-логическое устройство, оперативное запоминающее устройство, внешнее запоминающее устройство и устройства вывода и ввода.

Процессор в современных процессорах ЭВМ образует арифметико-логическим устройством и устройством управления. Процессор является функциональной частью ЭВМ, которая выполняет основные операции по управлению работой других блоков и обработке данных. Запоминающими устройствами обеспечивается хранение промежуточных и исходных данных, программ и результатов вычислений. Оперативные запоминающие устройства хранят информацию, с которой компьютер работает непосредственно в данное время. Внешние запоминающие устройства используются для длительного хранения больших объемов информации, такой как, операционная система, которая хранится на жестком диске, но при запуске компьютера резидентная часть операционной системы загружается в оперативное запоминающее устройство и находится там до завершения сеанса работы компьютера. Перепрограммируемые постоянные запоминающие устройства и постоянные запоминающие устройства предназначены для постоянного хранения информации, которая записывается туда при ее изготовлении, например в BIOS.

Отдельным вопросом была рассмотрена структурная схема персонального компьютера, рассматривающая взаимодействие в компьютере различных видов памяти, центрального процессора и подключение внешних устройств через системную магистраль. Также отдельно были рассмотрены контроллеры и системная магистраль, называемая также шиной.

Во второй части работы были рассмотрены основные устройства, составляющие персональный компьютер. Монитор используется для вывода графической

информации на дисплей. Мышь необходима для ввода информации позиционирования посредством перемещения манипулятора, клавиатура для ввода текстовой информации посредством кнопок. Центральный процессор является интеллектуальной частью компьютера, производящей 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.

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. Рощин. – 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. Хеннесси. – 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. Хеннесси. – 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. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — С. 381. [↑](#)
8. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннесси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 373. [↑](#)
9. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннесси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 583. [↑](#)
10. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 284. [↑](#)

11. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — С. 275. [↑](#)
12. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 754. [↑](#)
13. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннеси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 474. [↑](#)
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. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — С. 357. [↑](#)
17. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннеси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 244. [↑](#)
18. Леонтьев В. П. Новейшая энциклопедия. Компьютер и интернет 2016 / В. П. Леонтьев. – М.: Эскмо-пресс, 2016. – С. 136. [↑](#)
19. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — С. 166. [↑](#)
20. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 337. [↑](#)
21. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия / М. Гук. – СПб.:Питер, 2014. – С. 485. [↑](#)

22. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 264. [↑](#)
23. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннеси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 154. [↑](#)
24. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — С. 285. [↑](#)
25. Орлов С. А. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов / С. А. Орлов. – СПб.: Питер, 2014. – С. 247. [↑](#)
26. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннеси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 385. [↑](#)
27. Орлов С. А. Организация ЭВМ и систем: Учебник для вузов / С. А. Орлов. – СПб.: Питер, 2014. – С. 337. [↑](#)
28. Леонтьев В. П. Новейшая энциклопедия. Компьютер и интернет 2016 / В. П. Леонтьев. – М.: Эскмо-пресс, 2016. – С. 227. [↑](#)
29. Ташков П. Сбои и ошибки ПК. Лечим компьютер своими руками / П. Ташков. – СПб.: Питер, 2014. – С. 775. [↑](#)
30. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — С. 375. [↑](#)
31. Горнец Н. Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютеры и вычислительные системы / Н. Н. Горнец, А. Г. Рощин. – М.:Academia, 2012 – С. 146. [↑](#)
32. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннеси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 257. [↑](#)

33. Леонтьев В. П. Новейшая энциклопедия. Компьютер и интернет 2016 / В. П. Леонтьев. – М.: Эскмо-пресс, 2016. – С. 257. [↑](#)
34. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннеси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 245. [↑](#)
35. 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. [↑](#)
36. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 364. [↑](#)
37. 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. [↑](#)
38. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 346. [↑](#)
39. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннеси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 246. [↑](#)
40. Гузенко Е. Н. Персональный компьютер. Лучший самоучитель / Е. Н. Гузенко, А. С. Сурядный. – Владимир: ВКТ, 2011. – С. 246. [↑](#)
41. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — С. 346. [↑](#)
42. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия / М. Гук. – СПб.:Питер, 2014. – С. 467. [↑](#)
43. Ревич Ю. 1001 совет по обустройству компьютера / Ю. Ревич. – СПб.: БХВ –Петербург, 2012. – С. 247. [↑](#)

44. Паттерсон Д. А. Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем / Д. А. Паттерсон, Д. Л. Хеннеси. – СПб.: Питер, 2012. – С. 445. [↑](#)
45. Таненбаум Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. – СПб.: Питер, 2015. – С. 442. [↑](#)
46. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительные системы / Н. В. Максимов, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. — С. 224. [↑](#)
47. Баула В. Г. Архитектура ЭВМ и операционные среды / В. Г. Баула, А. Н. Томилин, Д. Ю. Волканов. – М.:Academia, 2011 – С. 114. [↑](#)
48. Леонов В. Сбои и ошибки компьютера. Простой и понятный самоучитель / В. Леонов. – М.: Эскмо, 2015 – С. 225. [↑](#)