

И. Л. САЛЯ, А. И. ДАВЫДОВ

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

ОМСК 2015

Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Омский государственный университет путей сообщения

И. Л. Саля, А. И. Давыдов

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебно-методического пособия
для самостоятельной работы по дисциплинам «Информатика»,
«Информационные технологии», «Компьютерные технологии и
информатика», «Математика и информатика»,
«Программные средства офисного назначения»

Омск 2015

УДК 004.3 (075.8)

ББК 32.971.3я73

С16

Технические средства реализации информационных процессов:
Учебно-методическое пособие / И. Л. Саля, А. И. Давыдов; Омский гос. ун-т
путей сообщения. Омск, 2015. 65 с.

Представлены основные теоретические сведения об архитектуре современных электронно-вычислительных систем, главные принципы работы и устройства компьютера и его основных элементов.

Предназначено для студентов первого курса очной и заочной форм обучения всех направлений подготовки (специальностей), изучающих дисциплины «Информатика», «Информационные технологии», «Компьютерные технологии и информатика», «Математика и информатика», «Программные средства офисного назначения», может быть использовано в качестве самоучителя для любых категорий пользователей.

Библиогр.: 7 назв. Табл. 5. Рис. 25.

Рецензенты: доктор техн. наук, профессор А. Т. Когут;
канд. пед. наук, доцент Л. А. Усольцева.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. История развития средств вычислительной техники	6
1.1. Простейшие ручные приспособления	6
1.2. Механические приспособления	7
1.3. Автоматизация вычислений	7
1.4. Поколения ЭВМ	9
2. Понятие и основные виды архитектуры ЭВМ. Принципы работы вычислительной системы	13
3. Системный блок персонального компьютера и его основные элементы.....	21
4. Запоминающие устройства: классификация, принцип работы, основные характеристики	31
4.1. Основные характеристики запоминающих устройств	31
4.2. Классификация запоминающих устройств.....	31
4.3. Внешние устройства хранения информации.....	33
4.4. Внутренние устройства хранения информации	41
5. Устройства ввода-вывода	45
5.1. Устройства ввода информации	45
5.2. Устройства вывода информации	52
6. Тестовые задания для самопроверки.....	57
Заключение.....	63
Библиографический список.....	64

ВВЕДЕНИЕ

Во все времена людям нужно было считать. В туманном доисторическом прошлом они считали на пальцах или делали насечки на костях. Примерно около 4000 лет назад, на заре человеческой цивилизации, были изобретены уже довольно сложные системы счисления, позволявшие осуществлять торговые сделки, рассчитывать астрономические циклы, проводить другие вычисления. Несколько тысячелетий спустя появились первые ручные вычислительные инструменты. А в наши дни сложнейшие вычислительные задачи, как и множество других операций, казалось бы, не связанных с числами, решаются при помощи «электронного мозга», который называется компьютером.

Специалисты, наверное, не преминут заметить, что компьютер – это не мозг, а еще один инструмент, еще одно устройство, придуманное для того, чтобы облегчить наш труд или усилить нашу власть над природой. Ведь при всем его кажущемся великолепии современный компьютер обладает, по существу, одним единственным талантом – с молниеносной быстротой реагировать на импульсы электрического напряжения. Истинное величие заключено в человеке, его гении, который нашел способ преобразовывать разнообразную информацию, поступающую из реального мира, в последовательность нулей и единиц двоичного кода, т. е. записывать ее на математическом языке, идеально подходящем для электронных схем компьютера.

И все же, пожалуй, ни одна другая машина в истории не привнесла в наш мир столь быстрых и глубоких изменений. Благодаря компьютерам стали возможными такие знаменательные достижения, как посадка аппаратов на поверхность Луны и исследование планет Солнечной системы. Компьютеры создают тысячи удобств и услуг в нашей повседневной жизни. Они управляют анестезионной аппаратурой в операционных, помогают детям учиться в школах, «изобретают» видеотрюки для кинематографа. Компьютеры взяли на себя функции пишущих машинок в редакциях газет и счетных аппаратов в банках. Они улучшают качество телевизионного изображения, управляют телефонными станциями и определяют цену покупок в кассе магазина. Иными словами, они столь прочно вошли в современную жизнь, что обойтись без них практически невозможно.

Именно поэтому важно знать основные принципы работы и устройства компьютера и его основных составных. Именно эти цели для исследования авторы поставили перед собой в данном учебном пособии.

1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Для автоматизации работы с данными используют средства вычислительной техники.

Вычислительная техника (ВТ) – это совокупность устройств, предназначенных для автоматизированной обработки данных.

Вычислительная система (ВС) – это конкретный набор взаимодействующих между собой устройств и программ, предназначенный для обслуживания одного рабочего участка.

Центральным устройством большинства ВС является **компьютер** (ЭВМ).

Компьютер (англ. computer – «вычислитель»), **ЭВМ** (электронная вычислительная машина) – комплекс технических средств, предназначенных для автоматической обработки информации в процессе решения вычислительных и информационных задач.

1.1. Простейшие ручные приспособления

История компьютера тесным образом связана с попытками человека облегчить, автоматизировать большие объемы вычислений. Даже простые арифметические операции с большими числами затруднительны для человеческого мозга, поэтому уже в древности появилось устройство **абак**.

Абак (греч. ἀβákιον, abákion, лат. abacus – доска) – это счетная доска, простейшее счетное устройство, применявшееся для арифметических вычислений приблизительно с IV в. до н. э. в Древней Греции, Древнем Риме (рис. 1.1). В Европе абак применялся до XVIII в.

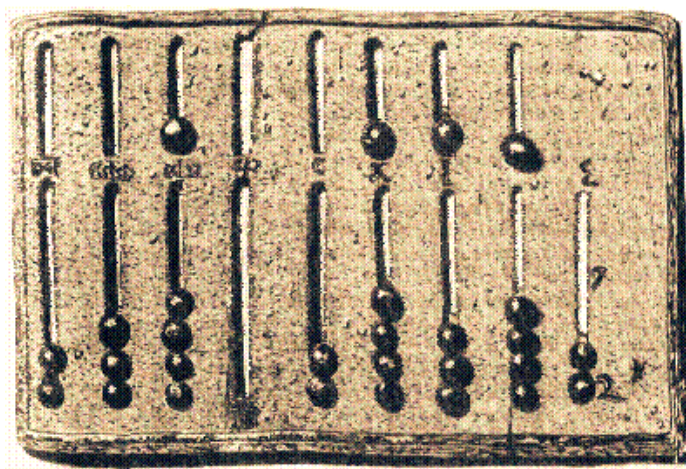


Рис. 1.1. Абак

В России еще в средние века (XVI – XVII вв.) на основе абака было разработано другое приспособление – *русские счёты*.

1.2. Механические приспособления

Механизация вычислительных операций началась в XVII в. На первом этапе для создания механических вычислительных устройств использовались механизмы, аналогичные часовым.

В 1623 г. немецкий ученый *Вильгельм Шиккард* разработал первое в мире механическое устройство («*суммирующие часы*») для выполнения операций сложения и вычитания шестиразрядных десятичных чисел. Было ли устройство реализовано при жизни изобретателя, достоверно неизвестно, но в 1960 г. оно было воссоздано по чертежам и подтвердило свою работоспособность.

В 1642 г. французский механик *Блез Паскаль* сконструировал первое в мире механическое цифровое вычислительное устройство («*Паскалин*»), построенное на основе зубчатых колес. Оно могло суммировать и вычитать пятиразрядные десятичные числа, а последние модели оперировали числами с восемью десятичными разрядами.

В 1673 г. немецкий философ и математик *Готфрид Вильгельм Лейбниц* создал *механический калькулятор*, который при помощи двоичной системы счисления выполнял умножение, деление, сложение и вычитание. Операции умножения и деления выполнялись путем многократного повторения операций сложения и вычитания.

Однако широкое распространение вычислительные аппараты получили только в 1820 г., когда француз *Чарльз Калмар* изобрёл машину, которая могла производить четыре основных арифметических действия. Машину Калмара называли *арифмометром*. Благодаря своей универсальности арифмометры использовались довольно длительное время – до 60-х гг. XX в.

1.3. Автоматизация вычислений

Идея автоматизации вычислительных операций пришла из часовой промышленности. Старинные монастырские башенные часы были построены так, чтобы в заданное время включать механизм, связанный с системой колоколов.

В 1833 г. английский ученый, профессор Кембриджского университета *Чарльз Беббидж* разработал проект *аналитической машины*, которая имела черты современного компьютера. Это был гигантский *арифмометр* с про-

граммным управлением, арифметическим и запоминающим устройствами. Этот арифмометр имел устройство для ввода информации, блок управления, запоминающее устройство и устройство вывода результатов.

Сотрудницей и помощницей Ч. Беббиджа во многих его научных изысканиях была леди **Ада Лавлейс** (урожденная Байрон). Она разработала первые программы для машины и предвосхитила основы современного программирования для цифровых вычислительных машин с программным управлением. Заложив многие идеи и введя ряд понятий и терминов, сохранившихся до настоящего времени, предсказала появление современных компьютеров как многофункциональных машин не только для вычислений, но и для работы с графикой, звуком. В середине 70-х гг. двадцатого столетия министерство обороны США официально утвердило название единого языка программирования американских вооруженных сил **Ada**. День программиста в некоторых странах по одной из версий отмечается в день рождения Ады Лавлейс 10 декабря.

Особенностью **аналитической машины** стало то, что здесь впервые был реализован принцип разделения информации на **команды** и **данные**. Для ввода и вывода данных Беббидж предлагал использовать перфокарты-листы из плотной бумаги с информацией, наносимой с помощью отверстий.

В **1888 г.** американский инженер **Герман Холлерит** сконструировал первую электромеханическую счётную машину. Эта машина, названная **табулятором**, могла считывать и сортировать статистические записи, закодированные на перфокартах. Для работы этой машины использовалось электричество. В **1890 г.** изобретение Холлерита было использовано в одиннадцатой американской переписи населения. Работа, которую 500 сотрудников выполняли в течение семи лет, Холлерит с 43 помощниками на 43 табуляторах выполнил за один месяц.

Дальнейшее развитие науки и техники позволило в **1940-х гг.** построить первые вычислительные машины. В **1944 г.** американский инженер **Говард Эйкен** при поддержке фирмы Ай-Би-Эм (IBM) сконструировал компьютер для выполнения баллистических расчетов. Этот компьютер, названный **Марк-1**, по площади занимал примерно половину футбольного поля и включал в себя более 800 км проводов, около 750 тыс. деталей, 3304 реле. **Марк-1** был основан на использовании **электромеханических реле** и оперировал десятичными числами, закодированными на **перфоленте**. Машина могла манипулировать числами длиной до 23 разрядов. Для перемножения двух 23-разрядных чисел ей было необходимо 4 с.

Но электромеханические реле работали недостаточно быстро. В **1946 г.** по заказу Армии США был создан первый широкомасштабный электронный цифровой компьютер **ЭНИАК** (ENIAC – электронный числовой интегратор и вычислитель), который можно было перепрограммировать для решения полного диапазона задач. Разработали его американские ученые **Джон Уильям Мокли** и **Джон Преспер Экерт**. В ЭНИАКе в качестве основы компонентной базы электромеханические реле были заменены **вакуумными лампами**. Всего комплекс включал в себя 17468 ламп, 7200 кремниевых диодов, 1500 реле, 70000 резисторов и 10000 конденсаторов. Потребляемая мощность 150 кВт в то время была достаточной для освещения большого города. Вычислительная мощность – 300 операций умножения или 5000 операций сложения в секунду. Вес – 27 т, длина – более 30 м. Вычисления проводились в десятичной системе. ЭНИАК использовался для расчета баллистических таблиц, прогноза погоды, расчетов в области атомной энергетики, аэродинамики, изучения космоса.

В СССР вычислительная машина **МЭСМ** (малая электронная счётная машина) была создана в **1951 г.** под руководством академика **Сергея Алексеевича Лебедева**. Машина вычисляла факториалы натуральных чисел и решала уравнения параболы. Одновременно Лебедев работал над созданием **БЭСМ** – быстродействующей электронной счётной машины, разработка которой была завершена в 1953 г.

В **1964 г.** сотрудник Стэнфордского исследовательского центра **Дуглас Энгельбарт** продемонстрировал работу первой **мыши-манипулятора**, но только четыре года спустя мышка была показана на компьютерной конференции в Сан-Франциско.

В **1971 г.** фирмой Intel (США) был создан первый микропроцессор – программируемое логическое устройство, изготовленное по технологии СБИС (сверхбольших интегральных схем).

Первый **персональный компьютер** (ПК) в **1976 г.** выпустила фирма **Apple**; в СССР ПК появились в **1985 г.**

1.4. Поколения ЭВМ

ЭВМ принято делить на поколения. Для компьютерной техники характерна прежде всего быстрота смены поколений – за ее короткую историю развития уже успели смениться четыре поколения, и сейчас мы работаем на компьютерах пятого поколения. Определяющими признаками при отнесении ЭВМ

к тому или иному поколению являются их элементная база (из каких в основном элементов они построены), быстродействие, емкость памяти, способы управления и переработки информации.

1.4.1. Первое поколение: 1950-е – 1960-е годы

Компьютеры на **электронных вакуумных лампах** (диодах и триодах), а в качестве оперативных запоминающих устройств использовались электронно-лучевые трубки, в качестве внешних запоминающих устройств применялись накопители на магнитных лентах, перфокартах, перфолентах и штекерные коммутаторы.

Программирование работы ЭВМ этого поколения выполнялось в двоичной системе счисления на машинном языке, т. е. программы были жестко ориентированы на конкретную модель машины.

Машины предназначались для решения сравнительно несложных научно-технических задач. Они были значительных размеров, потребляли большую мощность, имели невысокую надежность работы.

Быстродействие их не превышало 2 – 3 тысяч операций в секунду, емкость оперативной памяти – 2048 машинных слов длиной 48 двоичных знаков. Использовались в основном для научных расчетов.

В конце этого периода стали выпускаться устройства памяти на магнитных сердечниках.

К первому поколению относятся ЭНИАК, МЭСМ, БЭСМ и первые модели ЭВМ «Минск» и «Урал».

1.4.2. Второе поколение ЭВМ: 1960-е – 1970-е годы

Элементной базой машин этого поколения были полупроводниковые элементы (транзисторы). Транзисторы (твердые диоды и триоды) заменили электронные лампы в процессорах, а ферритовые (намагничиваемые) сердечники – электронно-лучевые трубки в оперативных запоминающих устройствах. Машины предназначались для решения различных трудоемких научно-технических задач для управления технологическими процессами в производстве.

Появление полупроводниковых элементов в электронных схемах существенно увеличило емкость оперативной памяти, надежность и быстродействие ЭВМ. Уменьшились размеры, масса и потребляемая мощность.

Скорость ЭВМ возросла до сотен тысяч операций в секунду, а память –

до десятков тысяч машинных слов. Создаются долговременные запоминающие устройства на **магнитных лентах**. Начали применять языки программирования высокого уровня, такие как **Фортран**.

В **1964 г.** был создан первый монитор для компьютеров – IBM 2250. Это был монохромный дисплей с экраном 12×12 дюймов и разрешением 1024×1024 пикселей. Он имел частоту кадровой развертки 40 Гц.

1.4.3. Третье поколение ЭВМ: 1970-е – 1980-е годы

Элементная база ЭВМ – **малые интегральные схемы (МИС)**, что привело к дальнейшему увеличению скорости до миллиона операций в секунду и памяти до сотен тысяч слов. Машины предназначались для широкого использования в различных областях науки и техники.

ЭВМ третьего поколения также характеризуется крупнейшими сдвигами в архитектуре ЭВМ, их программном обеспечении (ПО), организации взаимодействия человека с машиной. Это прежде всего наличие развитой конфигурации внешних устройств (алфавитно-цифровые терминалы, графопостроители, магнитные диски (30 см в диаметре) и т. п.), развитая операционная система (ОС).

В период машин третьего поколения произошел крупный сдвиг в области применения ЭВМ. Если раньше ЭВМ использовались в основном для научно-технических расчетов, то в 60-е – 70-е гг. первое место стала занимать обработка символьной информации, в основном экономической.

1.4.4. Четвертое поколение: 1980-е – 1990-е годы

Переход к машинам четвертого поколения – ЭВМ на **больших интегральных схемах (БИС)** – происходил во второй половине **70-х гг.** и завершился приблизительно к **1980 г.** Теперь на одном кристалле размером 1 см^2 стали размещаться сотни тысяч электронных элементов. Скорость и объем памяти возросли в десятки тысяч раз по сравнению с машинами первого поколения и составили примерно 10^9 операций в секунду и 10^7 слов соответственно.

Наиболее крупным достижением, связанным с применением БИС, стало создание **микропроцессоров**, а затем на их основе – **микроЭВМ**. Если прежние поколения ЭВМ требовали для своего расположения специальных помещений, системы вентиляции, специального оборудования для электропитания, то требования, предъявляемые к эксплуатации микроЭВМ, ничем не отличаются от

условий эксплуатации бытовых приборов. При этом они имеют достаточно высокую производительность, экономичны в эксплуатации и дешевы.

МикроЭВМ используются в измерительных комплексах, системах числового программного управления, в управляющих системах различного назначения.

Дальнейшее развитие микроЭВМ привело к созданию *персональных компьютеров*, широкое распространение которых началось с **1975 г.**, когда фирма **IBM** выпустила свой первый персональный компьютер **IBM PC**.

В период машин четвертого поколения стали также серийно производиться суперЭВМ. В нескольких серийных моделях была достигнута производительность свыше 1 млрд операций в секунду.

К числу наиболее значительных разработок четвертого поколения относится ЭВМ «*Крей-3*».

Примером отечественной суперЭВМ является многопроцессорный вычислительный комплекс «*Эльбрус*».

С **90-х гг.** наступила пора бурного развития вычислительной техники. Она характеризуется тем, что высокая скорость выполнения арифметических вычислений дополняется высокими скоростями логического вывода.

На уровне элементной базы используются сверхбольшие интегральные схемы повышенной степени интеграции. Применение оптоэлектронных принципов (лазеры, голография) дает возможность воспринимать информацию с рукописного или печатного текста, с бланков, с человеческого голоса, узнавать пользователя по голосу, осуществлять перевод с одного языка на другой. Используются модели и средства, разработанные в области искусственного интеллекта. Архитектура содержит несколько блоков: *блок общения* – обеспечивает интерфейс между пользователем и ЭВМ на естественном языке; *база знаний* – хранятся знания, накопленные человечеством в различных предметных областях; *решатель* – организует подготовку программы решения задачи на основании знаний, получаемых из базы знаний и исходных данных, полученных из блока общения. *Ядро* вычислительной системы составляет ЭВМ высокой производительности.

1.4.5. Пятое поколение

ЭВМ пятого поколения будут основаны на принципиально новой элементной базе. Основным их качеством должен быть высокий интеллектуальный уровень, в частности, распознавание речи, образов. Это требует перехода от традиционной фон-неймановской архитектуры компьютера к архитектурам,

учитывающим требования задач создания искусственного интеллекта. В настоящее время термин «пятое поколение» является неопределенным и применяется во многих смыслах, например, при описании систем облачных вычислений.

В табл. 1.1 приведены основные характеристики поколений ЭВМ.

2. ПОНЯТИЕ И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ АРХИТЕКТУРЫ ЭВМ. ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Архитектурой ПК называется его описание на некотором общем уровне, включающее в себя описание пользовательских возможностей программирования, систем команд и адресации, организации памяти. Архитектура определяет принцип действия, информационные связи взаимное соединение основных логических узлов компьютера: процессора; оперативного запоминающего устройства, внешних запоминающих устройств и периферийных устройств (рис. 2.1).

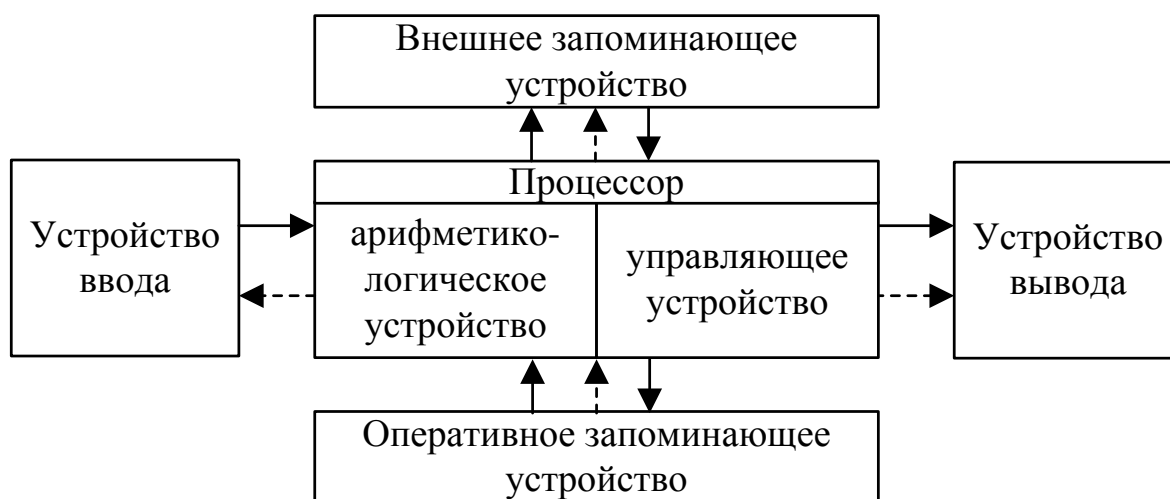


Рис. 2.1. Архитектура вычислительной системы

В настоящее время наибольшее распространение в ЭВМ получили два типа архитектуры: *принстонская (фон Неймана)* и *гарвардская*. Обе они выделяют два основных узла вычислительных машин: центральный процессор и память компьютера. Различие заключается в структуре памяти: в принстонской архитектуре программы и данные хранятся в одном массиве памяти и передаются в процессор по одному каналу, тогда как гарвардская архитектура предусматривает отдельные хранилища и потоки передачи для команд и данных.

Таблица 1.1

Поколения ЭВМ

Показатель	Поколения ЭВМ				
	первое 1950-е – 1960-е гг.	второе 1960-е – 1970-е гг.	третье 1970-е – 1980-е гг.	четвертое 1980-е – настоящее время	пятое не реализовано
Элементная база процессора	Электронные лампы	Полупроводники (транзисторы)	Малые интегральные схемы (МИС)	Большие ИС (БИС) и сверхбольшие ИС (СБИС). Оптоэлектроника. Криоэлектроника (лазеры, голография)	
Элементная база ОЗУ	Электронно-лучевые трубки	Ферритовые сердечники	Кремниевые кристаллы	БИС и СБИС	СБИС
Основные устройства ввода	Пульт, перфокарточный, перфоленточный ввод	Алфавитно-цифровой дисплей, клавиатура		Цветной графический дисплей, клавиатура, «мышь» и др.	
Основные устройства вывода	Алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ), перфоленточный вывод		Графопостроитель, принтер		
Внешняя память	Магнитные ленты, барабаны, перфоленты, перфокарты	Магнитный диск	Перфоленты, магнитный диск (30 см в диаметре)	Магнитные и оптические диски	
Максимальная емкость ОЗУ, байт	10^1	10^2	10^4	$10^5 - 10^7$	Более 10^8
Максимальное быстродействие процессора (оп/с)	10^4	10^6	10^7	$10^8 - 10^9$ Многoproцессорность	Более 10^{12} . Многoproцессорность
Языки программирования	Универсальные языки программирования, трансляторы (машинный код)	Пакетные операционные системы, оптимизирующие трансляторы (Ассемблер, Фортран)	Процедурные языки высокого уровня (ЯВУ)	Новые процедурные и непроцедурные ЯВУ	
Цель использования ЭВМ	Научно-технические расчеты	Технические и экономические расчеты	Управление и экономические расчеты	Телекоммуникации, информационное обслуживание	Использование элементов искусственного интеллекта и распознавание зрительных и звуковых образов

Классические принципы построения архитектуры электронно-вычислительной машины были предложены в **1945 г.** и известны как **принципы фон Неймана**:

принцип двоичного кодирования Согласно этому принципу вся информация, поступающая в ЭВМ, кодируется с помощью двоичных сигналов;

принцип программного управления. Из него следует, что программа состоит из набора команд, которые выполняются процессором автоматически друг за другом в определенной последовательности;

принцип однородности памяти. Программы и данные хранятся в одной и той же памяти. Поэтому ЭВМ не различает, что хранится в данной ячейке памяти – число, текст или команда. Над командами можно выполнять такие же действия, как и над данными;

принцип адресности. Структурно основная память состоит из пронумерованных ячеек; процессору в произвольный момент времени доступна любая ячейка.

Отсюда следует возможность давать имена областям памяти так, чтобы к запомненным в них значениям можно было бы впоследствии обращаться или менять их в процессе выполнения программы с использованием присвоенных имен.

Согласно фон Нейману **компьютер состоит из нескольких основных устройств**: арифметико-логического и управляющего устройств, памяти, внешней памяти, устройств ввода и вывода.

Арифметико-логическое устройство выполняет логические и арифметические действия, необходимые для переработки информации, хранящейся в памяти.

Управляющее устройство обеспечивает управление и контроль всех устройств компьютера (на рис. 2.1 управляющие сигналы указаны пунктирными стрелками).

Данные, которые хранятся в запоминающем устройстве, представлены в двоичной форме.

Программа, задающая работу компьютера, и данные хранятся в одном и том же запоминающем устройстве.

Для ввода и вывода информации используются **устройства ввода и вывода**.

В более подробное описание, определяющее конкретную архитектуру, входят также структурная схема ЭВМ, средства и способы доступа к элементам

этой структурной схемы, организация и разрядность интерфейсов ЭВМ, набор и доступность регистров, организация памяти и способы ее адресации, набор и формат машинных команд процессора, способы представления и форматы данных, правила обработки прерываний.

По перечисленным признакам и их сочетаниям среди архитектур выделяют следующие:

по разрядности интерфейсов и команд процессора (машинных слов): 8-, 16-, 32-, 64-, 128-разрядные (некоторые ЭВМ имеют и иные разрядности);

по особенностям набора регистров, формата команд и данных: CISC (архитектура с полным набором команд), RISC (архитектура с сокращенным набором команд), VLIW (архитектура с командными словами сверхбольшой длины);

по количеству центральных процессоров: одно-, многопроцессорные, суперскалярные;

многопроцессорные по принципу взаимодействия с памятью: симметричные многопроцессорные (SMP), массивно-параллельные (MPP), распределенные.

Современную архитектуру компьютера определяют следующие принципы:

1) **принцип программного управления** обеспечивает автоматизацию процесса вычислений на ЭВМ. Согласно этому принципу для решения каждой задачи составляется программа, которая определяет последовательность действий компьютера. Эффективность программного управления будет выше при решении задачи этой же программой много раз (хотя и с разными начальными данными);

2) **принцип программы, сохраняемой в памяти.** Согласно этому принципу команды программы подаются, как и данные, в виде чисел и обрабатываются так же, как и числа, а сама программа перед выполнением загружается в оперативную память, что ускоряет процесс ее выполнения;

3) **принцип произвольного доступа к памяти.** В соответствии с этим принципом элементы программ и данных могут записываться в произвольное место оперативной памяти, что позволяет обратиться по любому заданному адресу (к конкретному участку памяти) без просмотра предыдущих.

Кроме того, важнейшим принципом построения современных ЭВМ является использование **открытой архитектуры**, которая была разработана фирмой IBM для персональных компьютеров.

Основные признаки открытой архитектуры:

наличие общей информационной шины, к которой возможно подключение различных дополнительных устройств через разъемы расширения;

модульное построение компьютера;

совместимость всех новых устройств и программных средств с предыдущими версиями по принципу «сверху-вниз», т. е. последующие разработки должны поддерживать более ранние.

Таким образом, выделяют различные виды классификации компьютеров, но в большинстве случаев выделяют два: по платформе (табл. 2.1) и по сфере применения (табл. 2.2).

Таблица 2.1

Классификация компьютеров по используемой платформе

Платформа	Описание
IBM	Включает в себя огромный спектр различных компьютеров от простых ПК до сложных серверов. Платформу IBM называют платформой WIntel, подразумевая сочетание аппаратного обеспечения – процессоров фирмы Intel и «программной начинки» – операционной системы Windows. Это связано с тем, что фирма IBM утратила свою значимость на рынке. Однако главная заслуга IBM состоит в выработке и утверждении единого стандарта на основные части компьютера
Apple	С середины 70-х гг. эта фирма представила несколько десятков моделей персональных компьютеров (Apple I – iMac). В середине 80-х компьютеры серии Macintosh стали самыми популярными персональными компьютерами в мире. В отличие от IBM компания Apple делала ставку на «закрытую» архитектуру – комплектующие и программы для этих компьютеров выпускались лишь небольшим числом «авторизованных» производителей, за счет чего они всегда стоили дороже своих IBM-аналогов, что, впрочем, компенсировалось их высокой надежностью и удобством
Amiga	В 1985 г. компания Commodore представила модель Amiga 1000 – первый мультимедийный компьютер, оснащенный полноцветным дисплеем и звуковой подсистемой. В отличие от компьютеров IBM и Apple Amiga изначально была рассчитана на домашних пользователей. По своим возможностям в обработке графики, звука и видео этот компьютер легко конкурировал даже с Apple Macintosh. Для Amiga было выпущено множество мощных и вполне профессиональных пакетов, включая графические, звуковые редакторы и инструменты программирования. Amiga обладала и большими возможностями расширения. Для этого использовалась система специальных плат-«ускорителей»

Таблица 2.2

Классификация компьютеров по сфере применения

Название компьютера	Сфера применения	Описание компьютера	Фото компьютера
1	2	3	4
Одноразовые	Поздравительная открытка	Микросхемы, которые приклеиваются на внутреннюю сторону поздравительных открыток	
Встроенные	Часы, телефоны, автомобили, игрушки, бытовая техника	Компьютеры, которые помещаются внутрь телефонов, телевизоров и т. д. Они состоят из процессора (память менее 1Мб) и устройства ввода / вывода и все это на одной маленькой микросхеме	
Игровые	Домашние компьютерные игры	Обычные компьютеры с особой графикой, но с ограниченным ПО	
Персональные	Настольные и портативные компьютеры	Содержат несколько гигабайт (Гб) памяти, жесткий диск, привод для оптических дисков, модем, снабжены сложной операционной системой, имеют возможность модернизации, используют большой спектр ПО	

1	2	3	4
Серверы	Сетевые серверы	Содержат один или несколько процессоров, несколько Гб ОЗУ и тысячи Гб на жестком диске	
Рабочие станции	Мини-супер-компьютеры	Рабочие станции – кластеры. Состоят из обычных ПК, связанных в сеть, информация по которой передается со скоростью 1Гбит/с и специальное ПО, позволяющее всем машинам работать над одной задачей одновременно	
Большие	Обработка пакета данных от банкоматов в банке	Отличаются более высокой скоростью процесса ввода/вывода и большим объемом жесткого диска (1терабайт и более)	
Супер-компьютеры	Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений	Их процессоры работают с очень высокой скоростью, объем памяти – сотни терабайт, накопители и сетевые соединения работают на очень высокой скорости	

Классификация персональных компьютеров по конструкции приведена в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Классификация персональных компьютеров по конструкции

Тип ПК	Описание ПК	Фото ПК
1	2	3
Настольные	Самый популярный и распространенный ПК. Состоит из монитора, системного блока, «мыши» и клавиатуры	
Моноблок	Корпус примерно в четыре раза меньше, чем у обычных домашних ПК, и объединен с монитором	
Блокнотные (<i>notebook</i>)	Относительно компактные, легкие (менее 3,5 кг) переносные ПК	
Суперблокнотные (<i>ультрабук, sub notebook, netbook</i>)	Миниатюрный полноценный компьютер, с жидкокристаллическим дисплеем с диагональю более восьми дюймов	

1	2	3
Планшетные (<i>tablet PC</i>)	Оборудованы сенсорным экраном, позволяющим работать при помощи стилуса или пальцев	
Карманные (<i>мобильные</i>)	Электронные записные книжки, смартфоны, коммуникаторы, обладающие рядом характеристик компьютера: большой дисплей, операционная система, специализированное ПО, разъемы для зарядки и передачи данных и т. д.	

3. СИСТЕМНЫЙ БЛОК ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА И ЕГО ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Все основные компоненты настольного компьютера находятся внутри **системного блока**: системная плата с процессором и оперативной памятью, накопители на жестких и оптических дисках, платы расширения, блок питания и др.

Корпуса системных блоков отличаются по *форм-фактору*.

Форм-фактор в технике – это стандарт, задающий габаритные размеры технического изделия и описывающий дополнительные совокупности его технических параметров, например, форму, типы дополнительных элементов, размещаемых в устройстве или на нем, их положение и ориентацию.

Корпус системного блока может иметь горизонтальную (desktop) и вертикальную ориентацию (tower).

Большинство современных персональных настольных компьютеров

имеют форм-фактор АТХ. Он был создан компанией Intel в 1995 г. и пришел на смену использовавшемуся долгое время форм-фактору АТ (реальное вытеснение прежнего стандарта произошло в конце 1999 – начале 2001 г.). Другие современные стандарты (microATX, flexATX, miniITX) обычно сохраняют основные черты АТХ, изменяя размеры платы и количество слотов расширения.

В 2003 г. Intel анонсировала новый стандарт – ВТХ, направленный на повышение эффективности охлаждения системного блока, рассчитывая, что он быстро заменит АТХ ввиду увеличивавшейся рассеиваемой процессорами тепловой мощности, но позже отказалась от его поддержки, в том числе и потому, что в настоящее время просматривается устойчивая тенденция снижения рассеиваемой электронными компонентами тепловой мощности.

Основным аппаратным компонентом компьютера является **системная (материнская) плата**, на которой реализована магистраль обмена информацией, имеются разъемы для установки процессора и оперативной памяти, а также слоты для установки контроллеров внешних устройств. Компоненты материнской платы представлены на рис. 3.1, общий вид с обозначенными элементами – на рис. 3.2.

Размеры материнских плат форм-фактора АТХ – $30,5 \times 24,4$ см.

Размеры уменьшенных версии материнских плат АТХ, см:

- miniATX – $28,4 \times 20,8$;
- microATX – $24,4 \times 24,4$;
- flexATX – $22,9 \times 20,3$.

Есть еще такие форм-факторы: ХТ, еАТХ, miniLPX, nanoITX, microВТХ, picoВТХ и WТХ.

АТХ определяет следующие характеристики:

- геометрические размеры материнских плат;
- общие требования по положению разъемов и отверстий на корпусе;
- положение блока питания в корпусе;
- геометрические размеры блока питания;
- электрические характеристики блока питания;
- форму и положение ряда разъемов (преимущественно питания).

Все блоки ПК связаны между собой **системной магистралью (шиной)** (рис. 3.3), по которой производится обмен информацией между отдельными устройствами компьютера.

В основу архитектуры современных персональных компьютеров положен **магистрально-модульный принцип**. Модульный принцип позволяет потребителю самому комплектовать нужную ему конфигурацию компьютера и производить при необходимости ее модернизацию. Модульная организация компьютера опирается на **магистральный (шинный) принцип** обмена информацией между устройствами.

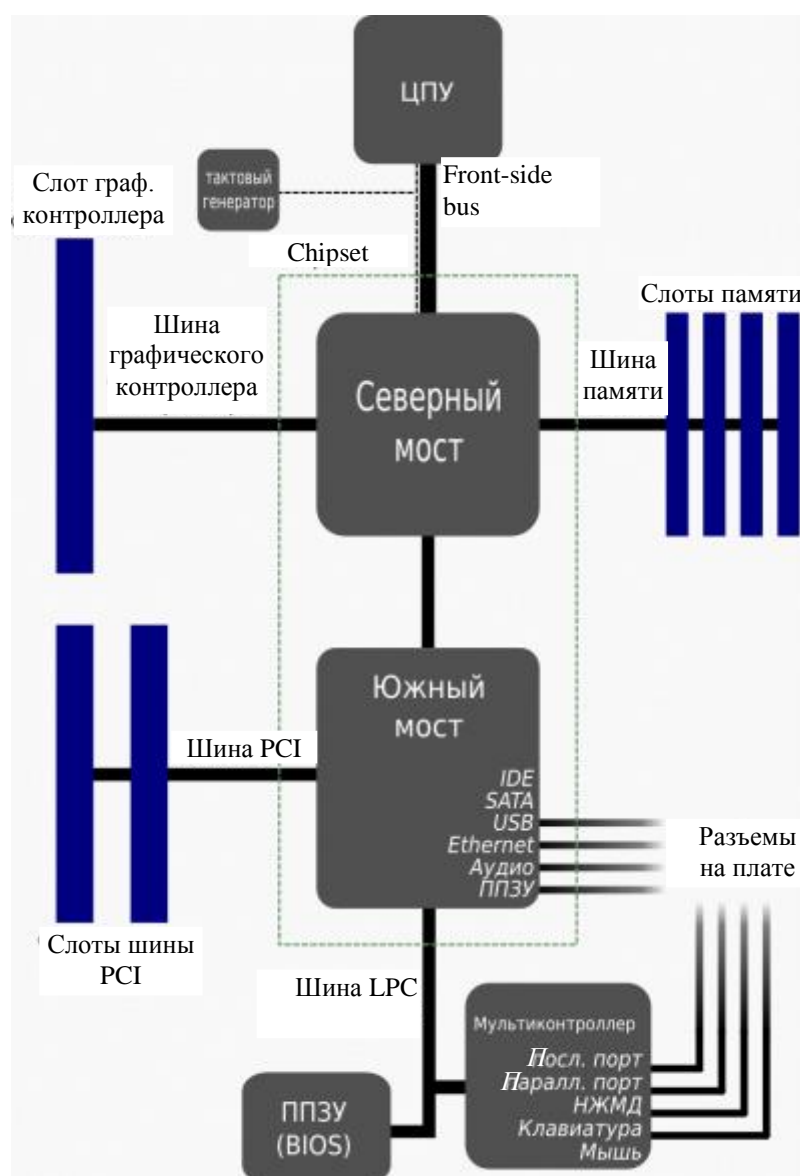


Рис. 3.1. Компоненты материнской платы

Магистраль (системная шина) включает в себя три многозарядные шины: **шину данных**, **шину адреса** и **шину управления**. Шины представляют собой многопроводные линии.

По **шине данных** информация передается между различными устройствами. Например, считанные из оперативной памяти данные могут быть переданы процессору для обработки, а затем полученные данные могут быть отправлены обратно в оперативную память для хранения. Таким образом, данные по шине данных могут передаваться от устройства к устройству в любом направлении.

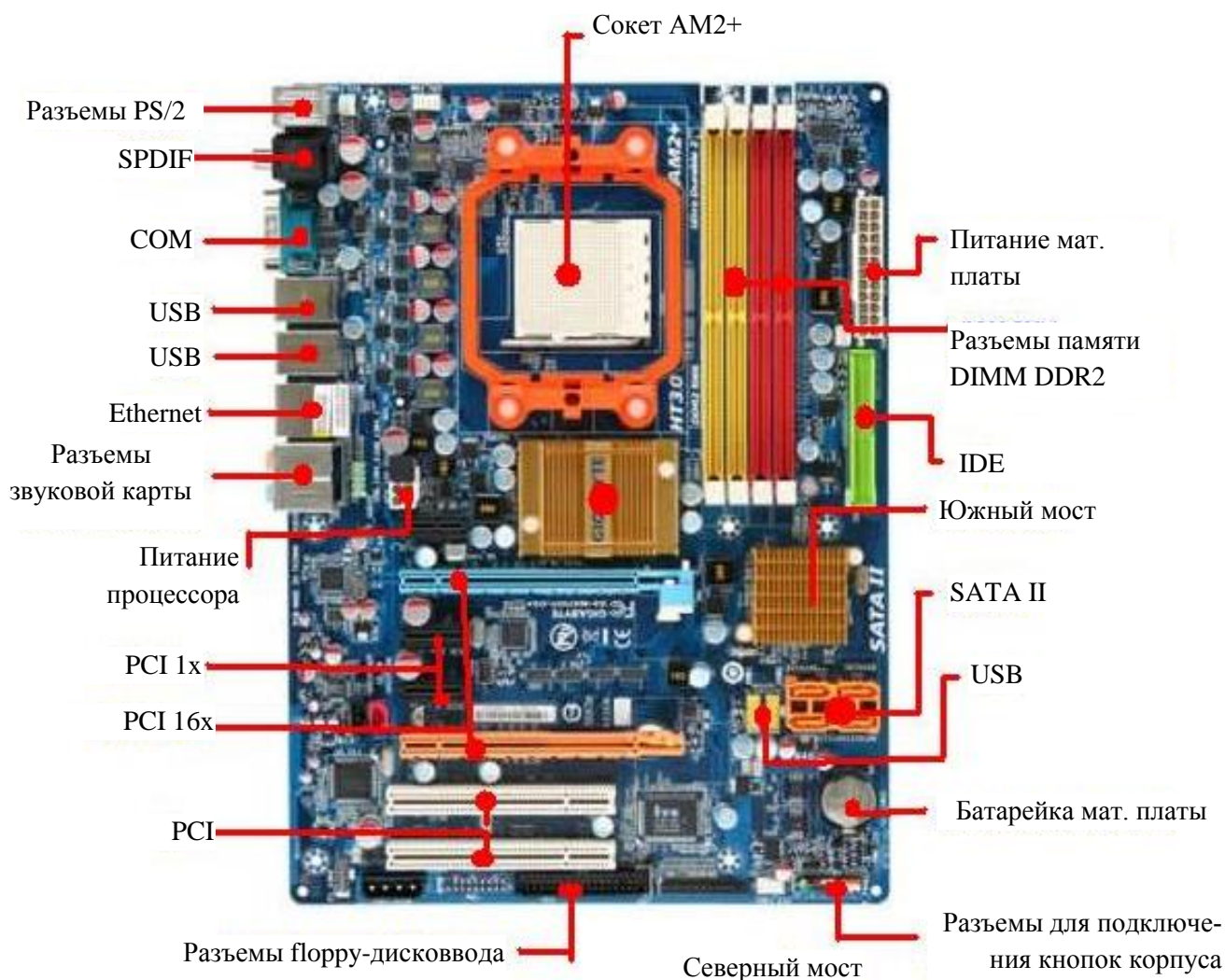


Рис. 3.2. Общий вид материнской платы

Разрядность шины данных определяется **разрядностью процессора**, т. е. количеством двоичных разрядов, которые процессор обрабатывает за один такт.

Шина адреса. Выбор устройства или ячейки памяти, куда пересылаются или откуда считываются данные по шине данных, производит процессор. Каждое устройство или ячейка оперативной памяти имеет свой адрес. Адрес передается по адресной шине, причем сигналы по ней передаются в одном

направлении от процессора к оперативной памяти и устройствам (одно-направленная шина).

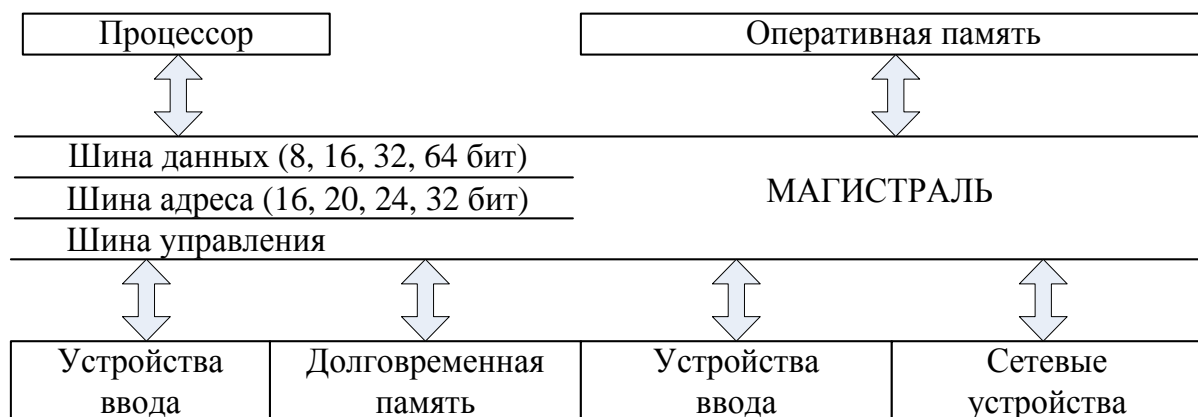


Рис. 3.3. Системная шина

Разрядность шины адреса определяет адресное пространство процессора, т. е. количество ячеек оперативной памяти, которые могут иметь уникальные адреса.

Разрядность шины адреса постоянно увеличивалась и в современных персональных компьютерах составляет 64 бита. Таким образом, максимально возможное количество адресуемых ячеек памяти равно: $N = 2^{64} = 1,84467 \cdot 10^{19}$.

Шина управления. По шине управления передаются сигналы, определяющие характер обмена информацией по магистрали. Сигналы управления определяют, какую операцию – считывание или запись информации из памяти – нужно производить, синхронизируют обмен информацией между устройствами и т. д.

Центральным устройством в компьютере является **процессор**. Он выполняет различные арифметические и логические операции, к которым сводится решение любой задачи обработки информации на компьютере. Кроме того, процессор управляет работой всех устройств компьютера.

Процессор – устройство, обеспечивающее преобразование информации и управление другими устройствами компьютера.

Современный процессор представляет собой микросхему, или **чип** (англ. chip – чип), выполненную на миниатюрной кремниевой пластине – кристалле, поэтому его принято называть **микропроцессором**. В последних моделях микропроцессоров, размер которых равен примерно 2 см, содержится до нескольких миллионов электронных компонентов.

Микропроцессор конструктивно представляет собой интегральную микросхему, а точнее говоря, **сверхбольшую интегральную схему** (СБИС). Слово «сверхбольшая» относится не к размерам интегральной схемы, а к количеству заключенных в ней электронных компонентов, размещенных на маленькой кремниевой пластинке. Число таких компонентов достигает нескольких миллионов. Чем больше компонентов содержит микропроцессор, тем выше производительность компьютера. Микропроцессор имеет контакты в виде штырьков, которые вставляются в специальный разъем, или сокет на системной плате. Разъем имеет форму прямоугольника с несколькими рядами отверстий по периметру.

Сокет (socket) – гнездо, куда крепится **процессор** на системной плате. В настоящее время используются следующие сокеты:

сокеты для процессоров Intel – LGA 775 (Celeron, Pentium, Core 2 Duo, Core 2 Quad, Core 2 Extreme), LGA 1156 (Core i5, Core i3, Core i7, Pentium) LGA 1366 (Core i7);

сокеты для процессоров AMD – Socket AM2, Socket AM2+, Socket AM3 (Sempron, Athlon IIx2, Athlon IIx3, Athlon IIx4, Phenom II x3, Phenom II x4).

Обработка любой информации на компьютере связана с выполнением процессором различных арифметических и логических операций. **Арифметические операции** – это базовые математические операции, такие как сложение, вычитание, умножение и деление. **Логические операции** (логическое сложение, умножение, отрицание и др.) представляют собой некоторые специальные операции, которые чаще всего используются при проверке соотношений между различными величинами. Это необходимо для управления работой компьютера.

Выделяют три этапа **обработки команды** процессором: выборка, декодирование, выполнение записи результата.

Производительность процессора зависит от двух других его характеристик – **тактовой частоты** и **разрядности**.

Тактовая частота задает ритм жизни компьютера. Чем выше тактовая частота, тем меньше длительность выполнения операций и тем выше производительность компьютера. Тактовая частота определяет число тактов работы процессора в секунду. Под тактом мы понимаем чрезвычайно малый промежуток времени, измеряемый микросекундами, в течение которого может быть выполнена элементарная операция, например сложение двух чисел. Современный пер-

сональный компьютер может выполнять миллионы и миллиарды таких элементарных операций в секунду. Для числового выражения тактовой частоты используется единица измерения частоты гигагерц (ГГц) – миллиард тактов в секунду. Тактовая частота современных микропроцессоров составляет более 2 ГГц.

Разрядность процессора определяет размер минимальной порции информации, над которой процессор выполняет различные операции обработки. Эта порция информации, часто называемая **машинным словом**, представлена последовательностью двоичных разрядов (*бит*). Процессор в зависимости от его типа может иметь одновременный доступ к 8, 16, 32, 64 битам.

Кроме центрального микропроцессора во многих компьютерах имеются **сопроцессоры** – дополнительные специализированные процессоры. Например, математический сопроцессор – микросхема, которая помогает основному процессору в выполнении вычислений при решении на компьютере математических задач. Физически сопроцессор может быть отдельной микросхемой или может быть встроен в центральный процессор (как это делается в случае математического сопроцессора в процессорах для ПК, начиная с Intel 486DX).

Быстродействие различных компонентов компьютера (процессора, оперативной памяти и контроллеров периферийных устройств) может существенно различаться. Для согласования быстродействия на системной плате устанавливаются специальные микросхемы – **чипсеты**, включающие в себя контроллер оперативной памяти – так называемый **северный мост**, и контроллер периферийных устройств – **южный мост**. Начиная с поколения процессоров i3 северный мост включается в процессор.

Северный мост обеспечивает обмен информацией между процессором и оперативной памятью по системной шине. В процессоре используется внутреннее умножение частоты, поэтому частота процессора в несколько раз больше, чем частота системной шины. В современных компьютерах частота процессора может превышать частоту системной шины в 10 раз (например, частота процессора 1 ГГц, а частота шины – 100 МГц).

К северному мосту материнской платы подключается **шина PCI** (Peripheral Component Interconnect bus – шина взаимодействия периферийных устройств), которая обеспечивает обмен информацией с контроллерами периферийных устройств. Частота контроллеров меньше частоты системной шины, например, если частота системной шины составляет 100 МГц, то частота шины PCI обычно в три раза меньше – 33 МГц. Контроллеры периферийных

устройств (звуковая и сетевая платы, внутренний модем) устанавливаются в **слоты расширения** системной платы.

По мере увеличения разрешающей способности монитора и глубины цвета требования к быстродействию шины, связывающей **видеокарту** с процессором и оперативной памятью, возрастают. В настоящее время для подключения видеоплаты обычно используется специальная шина **PCI Express 3.0 PCI Express** или **PCIe**, или **PCI-E**, использующая программную модель шины PCI и высокопроизводительный физический протокол, основанный на последовательной передаче данных.

Устройства хранения информации (жесткие диски, CD-ROM, DVD-ROM) подключаются к южному мосту по интерфейсу **eSATA** (External SATA) – интерфейс подключения внешних устройств, поддерживающий режим «горячей замены». Является последователем интерфейса **SATA**.

SATA (Serial ATA) – последовательный интерфейс обмена данными, пришедший на смену параллельному интерфейсу **IDE** (Parallel ATA). Используется для подключения жестких дисков. Максимальная теоретическая пропускная способность шины – до 300 Мбайт/с. SATA II и SATA I имеют совместимость в меньшую сторону.

eSATA (external SATA) – последовательный интерфейс передачи данных, аналогичен интерфейсу SATA II, предназначен для подключения внешних устройств, например, жестких дисков. eSATA можно рассматривать как альтернативу популярным интерфейсам USB и FireWire. Он поддерживает режим «горячей замены», характеризуется высокой скоростью передачи данных (до 3 Гбит/с), меньше загружает центральный процессор.

Выход S/PDIF (Sony/Philips Digital Interface) – цифровой интерфейс для передачи аудиосигнала. Наличие такого разъема позволит подключать к компьютеру внешнюю активную многоканальную акустическую систему с декодером или MD-плеер, при этом сигнал будет передан без шумов и искажений.

Звук передается на **звуковой контроллер**, установленный на материнской плате. Существует три основных типа звукового контроллера: AC'97, HDA, DSP. AC'97 поддерживает 16-битный звук с частотой дискретизации до 48 кГц и объемный звук 5.1. Функции по обработке звука возложены на южный мост чипсета и центральный процессор. Материнскую плату с AC'97 можно рекомендовать для офисных, недорогих компьютеров. HDA, или **High Definition Audio** (звук высокого разрешения) – стандарт, поддерживает 32-битный звук с

частотой дискретизации до 192 кГц, форматы объемного звука 5.1 и 7.1. Функции по обработке звука возложены на южный мост чипсета и центральный процессор. Встроенный звуковой контроллер HDA выдает звук несколько лучшего качества по сравнению с AC'97.

DSP или **Digital Signal Processor** (цифровой сигнальный процессор) – отдельная микросхема, установленная на материнской плате, позволяет добиться более качественного звука и дополнительных звуковых эффектов по сравнению с интегрированным вариантом (AC'97, HDA). Материнская плата с отдельным DSP используется для создания трехмерного звукового сопровождения игр.

EAX, Environmental Audio Extensions (расширения звукового распространения) – интерфейс, разработанный компанией Creative Labs для звуковых карт. EAX используется для создания ощущения реальности окружающей среды в играх с помощью звука. Для получения эффекта компьютерная игра также должна поддерживать EAX.

Разъем **параллельного интерфейса LPT** (обычно это D-Sub 25-pin) позволяет подключать принтер или другие устройства с поддержкой LPT. Сейчас устройств с параллельным интерфейсом LPT становится все меньше, соответственно поддержка разъема LPT на материнской плате не обязательна. Интерфейс LPT может быть выведен на заднюю панель материнской платы или выполнен в виде внутреннего разъема. В последнем случае для подключения по этому интерфейсу используется специальная планка со стандартным разъемом LPT, которая устанавливается в свободный слот на задней панели корпуса и соединяется с внутренним разъемом на материнской плате.

Порты PS/2 (фиолетовый – для клавиатуры, зеленый – для «мыши») до недавнего времени были стандартным интерфейсом для подключения клавиатуры и «мыши» к компьютеру, но современные клавиатуры снабжаются USB-интерфейсом, поэтому на новых материнских платах этот разъем уже не устанавливается.

COM-порт, или последовательный порт **RS-232**, может использоваться для подключения к компьютеру мобильных телефонов, смартфонов, КПК и другой периферии. Но из-за низкой скорости передачи данных в настоящее время COM-порт используется все реже. В качестве разъема для COM-порта обычно применяется **D-Sub 9-pin**.

Последовательный интерфейс **FireWire** позволяет подключать к компьютеру такие устройства, как видеокамеры, внешние CD-, DVD-приводы и жест-

кие диски, звуковые карты. Интерфейс FireWire обеспечивает «горячее» (без отключения компьютера) подключение внешних устройств. FireWire IEEE1394a и обладает пропускной способностью 400 Мбит/с.

Сейчас **USB** – самый популярный интерфейс для подключения периферийных устройств, например, внешних модемов, принтеров, внешних накопителей, TV-тюнеров и т. д., поэтому разъемы USB никогда не будут лишними.

Видеокарта (видеоадаптер, графические адаптер, плата, карта и ускоритель) – электронное устройство, преобразующее графический образ, хранящийся в памяти компьютера (или самого адаптера), в форму, пригодную для дальнейшего вывода на экран монитора. Первые мониторы, построенные на электронно-лучевых трубках, работали по телевизионному принципу сканирования экрана электронным лучом, и для отображения требовался видеосигнал, генерируемый видеокартой.

Обычно видеокарта выполнена в виде печатной платы (плата расширения) и вставляется в универсальный либо специализированный (PCI Express) разъем расширения. Широко распространены и **встроенные (интегрированные)** в системную плату видеокарты – как в виде отдельного чипа, так и в качестве составляющей части северного моста чипсета или ЦПУ); в этом случае устройство, строго говоря, не может быть названо видеокартой.

Основные характеристики видеокарт:

ширина шины памяти, измеряется в битах – количество битов информации, передаваемой за такт;

объем видеопамати, измеряется в мегабайтах – объем собственной оперативной памяти видеокарты. Большой объем далеко не всегда означает большую производительность. Видеокарты, интегрированные в набор системной логики материнской платы или являющиеся частью ЦПУ, обычно не имеют собственной видеопамати и используют для своих нужд часть оперативной памяти компьютера;

частота ядра и памяти – измеряются в мегагерцах, чем их больше, тем быстрее видеокарта будет обрабатывать информацию;

текстурная и пиксельная скорость заполнения, измеряется в миллионах пикселей в секунду, показывает количество выводимой информации в единицу времени.

4. ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА: КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРИНЦИП РАБОТЫ, ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Систему называют *запоминающим устройством* (ЗУ), если она обладает способностью воспринимать и сохранять информацию, а затем при определенных условиях частично или полностью адекватно воспроизводить ее, обеспечивая достаточно длинный временной интервал между моментами записи и использования информации.

4.1. Основные характеристики запоминающих устройств

Важнейшими характеристиками ЗУ являются следующие:

информационная емкость ЗУ определяется количеством единиц информации, которое может храниться в нем. Как правило, информационной емкостью называется только полезный объем хранимой информации, в нее не включается размер памяти, занятый служебной информацией, например резервные области и т. д.;

быстродействие ЗУ характеризуется его временными характеристиками.

К временным характеристикам относятся:

время обращения (время цикла) характеризует максимальную частоту обращения к данному ЗУ при считывании или записи информации;

время считывания (выборки) информации – интервал времени обращения к ЗУ от подачи сигнала считывания и до получения выходного сигнала;

время записи информации – интервал времени от момента подачи сигнала обращения к ЗУ до момента готовности ЗУ к приему следующей порции информации.

Кроме указанных важными характеристиками ЗУ являются также надежность, масса устройства, габариты, потребляемая мощность и стоимость.

4.2. Классификация запоминающих устройств

Запоминающие устройства можно классифицировать по назначению, адресации, характеру хранения информации, физическим принципам работы, технологии изготовления и т. д.

По назначению ЗУ разделяют на *кратковременные* и *долговременные*.

ЗУ, предназначенные для кратковременного хранения информации, называются **оперативным запоминающим устройством** (ОЗУ, или Random Access Memory (RAM), – память с произвольной выборкой). Из названия понятно, что они применяются для хранения часто меняющейся информации. При отключении питания информация, хранящаяся в таком ЗУ, теряется. Долговременные, или, как их еще называют, **постоянные запоминающие устройства** (ПЗУ, или Read Only Memory (ROM), – память, доступная только для чтения), предназначены для длительного хранения информации. Информация, записанная в таком ЗУ при отключении питания, сохраняется достаточно длительное время и может быть использована по мере надобности. ПЗУ делятся на собственно ПЗУ и перепрограммируемые ПЗУ – ППЗУ. В ПЗУ информация может быть записана один раз, а ППЗУ допускают многократную запись и стирание информации.

Чаще всего ПЗУ и ППЗУ используются для хранения внешних данных, отсюда еще их одно собирательное название – **внешние запоминающие устройства** (ВЗУ).

По методу адресации запоминающие устройства делятся в основном на устройства с **последовательной** и **произвольной выборкой** (доступом).

В ЗУ с последовательным доступом для нахождения ячейки памяти с записанной информацией необходимо последовательно просмотреть все ячейки от начала массива памяти и до нужного нам адреса. Время доступа к произвольной ячейке памяти, таким образом, напрямую зависит от адреса ячейки.

Можно было бы предположить, что в ЗУ с произвольным доступом время обращения одинаково для всех ячеек, но это верно далеко не всегда. Если для ОЗУ время обращения к любой ячейке памяти практически одинаково, то в случае жесткого диска время доступа к какому-либо сектору складывается из времени подвода считывающей головки к нужной дорожке (seek time), ожидания подхода нужного сектора и времени на саму операцию чтения или записи.

Кроме того, все ЗУ можно также разделить на ЗУ, где носитель информации объединен с устройством чтения/записи (например, жесткие диски) и на ЗУ со съемными носителями.

И, наконец, ЗУ делятся на **физические, магнитные, оптические, полупроводниковые** устройства. Это не полный перечень типов памяти, но устройства, использующие другие принципы хранения информации, пока не нашли применения в массовой компьютерной технике.

4.3. Внешние устройства хранения информации

4.3.1. ЗУ последовательного доступа

Большая часть ЗУ с последовательным доступом, не выдержав конкуренции с другими типами памяти, уже ушли с рынка; до наших дней, видоизменяясь и совершенствуясь, «дожил» лишь один тип ЗУ с последовательным доступом – **накопитель на магнитной ленте**, или, как его еще называют, **стример** (от английского stream – поток).

Своим устройством стример напоминает обычный аудио- или видеомагнитофон. И это неудивительно – цифровой сигнал, с которым работают стримеры, является частным случаем аналогового, применяемого в аудио- и видеозаписи. Стримеры представляют собой ЗУ со сменным носителем. Изначально в них использовались бобины, затем кассеты, а сейчас в стримерах применяются в основном **картриджи**.

4.3.2. Накопители на жестких магнитных дисках (винчестеры)

Конструкция большинства накопителей на жестких магнитных дисках схожа. Типичный накопитель (рис. 4.1) состоит из двух основных частей: **гермоблока** (называемого также камерой) и **платы контроллера**.

Внутри гермоблока размещаются диск или набор из нескольких дисков, насаженных на один **шпиндель** и вращаемых электродвигателем, **блок магнитных головок** (БМГ) с механизмом их перемещения, а также **схема предварительного усилителя сигнала**. Магнитные диски, называемые **пластинами**, выполнены из алюминия (иногда из других материалов, например, из специального стекла). Поверхность пластин отполирована и покрыта магнитным материалом (рис. 4.2).

Информация заносится на концентрические дорожки, равномерно распределенные по всему носителю. В случае большего, чем один диск, числа носителей все дорожки, находящиеся одна под другой, называются цилиндром. Операции чтения/записи производятся подряд над всеми дорожками цилиндра, после чего головки перемещаются на новую позицию.

Для вращения дисков применяется электродвигатель, который обеспечивает постоянное вращение дисков с высокой скоростью (от 4500 до 15000 об/мин). Двигатель оборудован специальными либо шариковыми, ли-

бо более совершенными жидкостными подшипниками, в которых используется особое масло. Жидкостные подшипники имеют более низкий уровень шума и почти не выделяют тепла во время работы. Кроме того, некоторые современные накопители имеют двигатель, целиком погруженный в герметичный сосуд с маслом для более эффективного отвода тепла от обмоток.

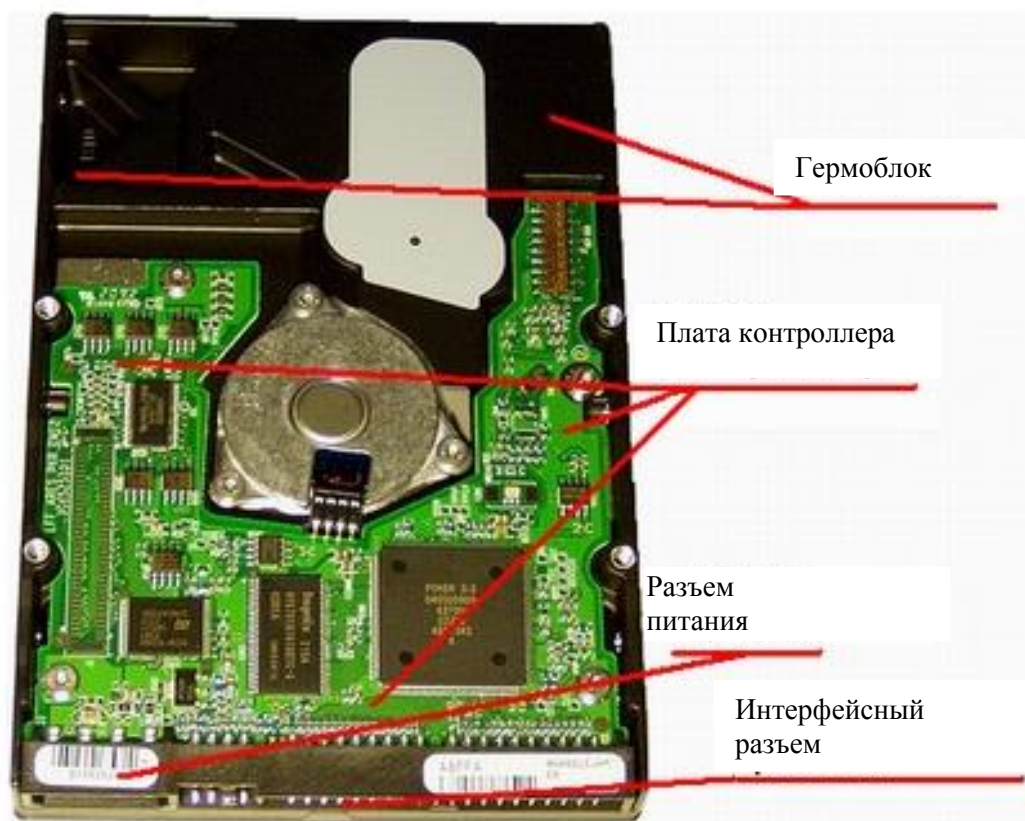


Рис. 4.1. Внешний вид жесткого диска

Для управления головками в основном используется **соленоидный привод**, представляющий собой плоскую катушку-соленоид, помещенную между полюсами постоянного магнита и закрепленную на конце рычага, вращающегося на подшипнике. На другом конце привода находится легкая стрелка с магнитными головками. Катушка способна перемещаться в магнитном поле под действием проходящего через нее тока, передвигая одновременно все головки в радиальном направлении.

Все устройства с соленоидным приводом имеют автоматический механизм парковки головок чтения/записи при отключении питания устройства. В нерабочем состоянии накопителя головки находятся вблизи центра дисков в «парковочной зоне» (landing zone) и прижаты к пластинам фиксатором.

В работающем же накопителе головки создающимся потоком воздуха приподнимаются над поверхностью дисков, преодолевая усилие пружин. Толщина воздушной прослойки между диском и головкой у современных накопителей всего 0,1 мкм. Так как механический контакт головки с диском отсутствует, износа дисков и головок не происходит.



Рис. 4.2. Внутреннее устройство жесткого диска

Сравнительная таблица интерфейсов жестких дисков представлена в табл. 4.1.

4.3.3. Накопитель на гибких магнитных дисках

Использование *гибких дисков* (рис. 4.3) уходит в прошлое. Гибкие диски бывают двух типов и обеспечивают хранение информации на *дискетах* одного из двух форматов: 5,25' или 3,5'. Для дискет формата 3,5' максимальная емкость составляет 2,88 Мб, самый распространенный формат емкости для них – 1,44 Мб. Гибкие магнитные диски помещаются в пластмассовый корпус.

В центре дискеты имеется приспособление для захвата и обеспечения вращения диска внутри пластмассового корпуса. Дискета вставляется в диско-вод, который вращается с постоянной угловой скоростью. Все дискеты перед

употреблением форматируются – на них наносится служебная информация, обе поверхности дискеты разбиваются на концентрические окружности – дорожки, которые в свою очередь делятся на сектора. Одноименные сектора обеих поверхностей образуют кластеры. Магнитные головки примыкают к обеим поверхностям и при вращении диска проходят мимо всех кластеров дорожки. Перемещение головок по радиусу с помощью шагового двигателя обеспечивает доступ к каждой дорожке. Запись/чтение осуществляется целым числом кластеров, обычно под управлением операционной системы. Однако в особых случаях можно организовать запись/чтение и в обход операционной системы, используя напрямую функции BIOS. В целях сохранения информации гибкие магнитные диски необходимо ограждать от воздействия сильных магнитных полей и нагревания, так как такие воздействия могут привести к размагничиванию носителя и потере информации.



Рис. 4.3. Накопитель на гибких магнитных дисках

Таблица 4.1

Интерфейсы жестких дисков

Название интерфейса	Пропускная способность, Мбит/с	Максимальная длина кабеля, м	Требуется ли кабель питания	Количество накопителей на канал	Число проводников в кабеле	Другие особенности дисков
UltraATA/133	1064	0,46	Да (3,5") / Нет (2,5")	2	40/80	Controller+2Slave, горячая замена невозможна
SATA-300	3000	1	Да	1	7	Host/Slave, возможна горячая замена на некоторых контроллерах
SATA-600	6144	Нет данных	Да	1	7	
FireWire/400	400	4,5 (при последовательном соединении до 72 м)	Да/Нет (зависит от типа интерфейса и накопителя)	63	4/6	Устройства равноправны, горячая замена возможна
FireWire/800	800	4,5 (при последовательном соединении до 72 м)	Да/Нет (зависит от типа интерфейса и накопителя)	63	9	Устройства равноправны, горячая замена возможна
USB 2.0	480	5 (при последовательном соединении, через хабы, до 72 м)	Да/Нет (зависит от типа накопителя)	127	4	Host/Slave, горячая замена возможна
USB 3.0	4800	Нет данных	Да/Нет (зависит от типа накопителя)	Нет данных	9	Двунаправленный, совместим с USB 2.0
Ultra-320 SCSI	2560	12	Да	16	50/68	Устройства равноправны, горячая замена возможна
SAS	3000	8	Да	Свыше 16384		Горячая замена; возможно подключение SATA-устройств в SAS-контроллеры

4.3.4. Flash-карты

Flash-карты – устройства, выполненные на одной микросхеме и не имеющие подвижных частей. Они основаны на кристаллах электрически перепрограммируемой флэш-памяти. Физический принцип организации ячеек флэш-памяти можно считать одинаковым для всех выпускаемых устройств, как бы они ни назывались. Различаются такие устройства по интерфейсу и применяемому контроллеру, что обуславливает разницу в емкости, скорости передачи данных и энергопотреблении.

Multimedia Card (MMC) и **Secure Digital (SD)** (рис. 4.4) – морально устарели из-за ограниченной емкости (64 и 256 Мб соответственно) и низкой скорости работы.

Memory Stick – эксклюзивный формат фирмы Sony, другими компаниями практически не используется. Максимальная емкость – 256 Мб, скорость передачи данных доходит до 410 кб/с, цена сравнительно высокая.

CompactFlash (CF) – самый распространенный, универсальный и перспективный формат. Легко подключается к любому ноутбуку и компьютеру при наличии *картридера*. Основная область применения – цифровая фотография.

USB Flash Drive использует для подключения интерфейс USB. Сам носитель заключен в компактный корпус.

Основные параметры (емкость и скорость работы) полностью совпадают с CompactFlash, поскольку чипы самой памяти остались прежними. Может служить не только «переносчиком» файлов, но и работать как обычный накопитель – можно запускать приложения, воспроизводить музыку и сжатое видео, редактировать и создавать файлы благодаря низкому среднему времени доступа к данным – менее 2,5 мс.

PC Card (PCMCIA ATA) – один из основных типов флэш-памяти для компактных компьютеров. Суще-



Рис. 4.4. Flash-карты Multimedia Card (MMC) и Secure Digital (SD)

существует четыре формата карточек PC Card – Type I, Type II, Type III и CardBus, различающиеся размерами, разъемами и рабочим напряжением. Для PC Card возможна обратная совместимость по разъемам «сверху вниз». Емкость PC Card достигает 4 Гб, скорость – 20 Мб/с при обмене данными с жестким диском.

Miniature Card (MC) – карточка флэш-памяти, предназначена в основном для карманных компьютеров, мобильных телефонов и цифровых фотокамер. Стандартная емкость составляет 64 Мб и более.

xD Picture Card (extreme Digital) является типом флэш-памяти, разработанным компанией Toshiba специально для цифровых фотоаппаратов. На сегодняшний день это самое миниатюрное устройство флэш-памяти. Благодаря использованию технологии **NAND** не имеет ограничений на максимальный объем. Сейчас известны карточки xD Picture Card емкостью до 1 Гб, ожидается появление изделий емкостью до 8 Гб.

MirrorBit Flash, разработанная компанией AMD, в основе лежит технология хранения в ячейке двух бит. Каждая ячейка разделена на симметричные (зеркальные) половинки изолирующим слоем из нитрида кремния и, таким образом, имеет удвоенную емкость. За счет «зеркальности» быстрее формируется стандартная 16-битная страница данных, что увеличивает скорость обмена. Чипы семейства MirrorBit имеют емкость 64 Мб и могут быть установлены на большинство современных типов устройств памяти.

4.3.5. Оптические диски

CD (compact disc) – оптический носитель информации в виде пластикового диска с отверстием в центре, процесс записи/считывания информации на который осуществляется при помощи лазера. Наибольшее распространение получили пятидюймовые диски CD емкостью 670 Мб. Данные на диске записываются в виде спирали (в отличие от жесткого диска, данные на котором располагаются в виде концентрических окружностей). С точки зрения физики лазерный луч определяет цифровую последовательность единиц и нулей, записанных на CD, по форме микроскопических ямок (пит, pit) на его спирали.

DVD (digital versatile disk, ранее – digital video disk), т. е. многоцелевой цифровой диск – тип компакт-дисков, хранящий от 4,7 до 17 Гб информации. Спецификация DVD-ROM рассматривает диски и технологию

DVD в качестве средства хранения компьютерных данных, обладающего очень большой емкостью. Спецификация DVD-video предусматривает лишь запись полнометражных кинопрограмм с высоким качеством изображения, многоканальным звуком и интернациональными настройками. Спецификация DVD-audio рассматривает стандарт записи лишь звука, предполагая, правда, значительно более высокое качество, многоканальность и возможность поместить на том же диске не только 74 минуты музыки, но и разнообразную сопутствующую информацию. Понижение цен на DVD-устройства привело к вытеснению CD-приводов.

DVD по структуре данных бывают четырех типов:

- DVD-видео – содержат фильмы (видео и звук);
- DVD-audio – содержат аудиоданные высокого качества (гораздо выше, чем на аудио-компакт-дисках);
- DVD-data – содержат любые данные;
- смешанное содержимое.

BD (blu-ray – англ. blue ray – синий луч и disc – диск) – формат оптического носителя, используемый для записи и хранения цифровых данных, включая видео высокой чёткости с повышенной плотностью. Стандарт blu-ray был разработан консорциумом BDA. В новой технологии появились кардинальные изменения в логической структуре диска. Длина волны синего лазера укоротилась до 405 нм, что позволило позиционировать луч намного точнее, а, следовательно, и размещать данные на диске с большей плотностью. Более короткая длина волны сине-фиолетового лазера позволяет хранить больше информации на 12 см дисках того же размера, что и у CD/DVD.

4.3.6. Магнитооптические библиотеки

Магнитооптические (МО) библиотеки Plasmon серии G представляют собой новое поколение в ряду магнитно-оптических накопителей, наиболее надежных в работе с архивированием и хранением данных. По сравнению с аналогичными МО-устройствами, доступными сегодня на рынке архивирования информации на МО-носителях, библиотеки Plasmon серии G предоставляют расширенные возможности как по емкости, так и по срокам хранения информации.

UDO2 – разработка компании Plasmon, основанная на технологии ультраплотной записи голубым лазером. Быстрорастущие объемы архивных данных требуют решений с высокой стартовой емкостью и возможностью ее увеличения по мере развития технологии с минимальными затратами. UDO2-технология позволяет записывать диски размером 60 Гб, что в шесть раз превышает возможности предыдущего поколения записи оптических дисков. Мобильность UDO2-картриджей в сочетании с возможностью управления извлеченными из библиотеки носителями (*offline хранение*) позволяют практически неограниченно увеличивать емкость хранилища.

Существующий метод однократной записи в рамках UDO2-технологии – качественно новый подход к созданию электронного архива, т. е. массива информации, который нужно хранить десятилетиями в неизменном виде и время от времени пополнять новыми данными. Возможность случайного или умышленного удаления информации в этом случае исключена на физическом уровне.

4.4. Внутренние устройства хранения информации

4.4.1. Оперативная память

Оперативная память (RAM – random access memory, оперативное запоминающее устройство) – устройство, предназначенное для хранения обрабатываемой информации (данных) и программ, управляющих процессом обработки информации. Конструктивно представляет собой набор микросхем, размещенных на одной небольшой плате. Модуль (модули) оперативной памяти вставляется в соответствующий разъем материнской платы, позволяя таким образом связываться с другими устройствами ПК.

Для того чтобы какая-либо программа начала свое выполнение, она должна быть загружена в оперативную память. Оперативная память является *энергозависимой*, т. е. хранит информацию, пока компьютер включен. В оперативную память программа и данные для ее работы попадают из других устройств, загружаются из *внешней памяти* – *энергонезависимых* устройств хранения информации (жесткий диск, компакт-диск и т. д.).

Оперативная память хранит загруженную, выполняющуюся в данный момент программу и данные, которые с ее помощью обрабатываются.

Если после обработки предполагается дальнейшее использование данных, то копию этого документа из оперативной памяти можно записать на одном из устройств внешней памяти (например, на жестком диске), создав на жестком диске файл, хранящий документ. Для того чтобы технически осуществить процесс загрузки программы в оперативную память, нужна программа-посредник между *аппаратным обеспечением компьютера* и человеком – *операционная система*. Операционная система тоже должна быть загружена в оперативную память, она загружается автоматически при включении компьютера. После ее загрузки можно использовать инструменты, предназначенные для загрузки других программ.

Основные характеристики оперативной памяти:

объем памяти определяется максимальным количеством информации, которая может быть помещена в эту память;

время доступа к памяти (секунды) представляет собой минимальное время, достаточное для размещения в памяти единицы информации.

Модули памяти различаются по размеру и по количеству контактов (*SIMM*, которые широко применялись в компьютерных системах в 1990-е гг., или *DIMM*), по быстродействию, по объему. Важнейшей характеристикой модулей оперативной памяти является *быстродействие* – частота, с которой считывается или записывается информация в ячейки памяти. Современные модули памяти имеют частоту 4266 МГц и выше. Оперативная память состоит из огромного количества ячеек (десятки миллионов), в каждой из которых хранится определенная информация. От объема оперативной памяти зависит, сможет ли компьютер работать с той или иной программой. При недостаточном количестве памяти программы либо совсем не будут работать, либо будут работать медленно. Типичный современный компьютер имеет от 1 до 8 Гб оперативной памяти.

4.4.2. Кэш-память

Кэш-память (от фр. *cache* – прятать) – устройство, имеющее очень короткое время доступа к данным благодаря встроенной в микросхему сверхбыстрой памяти. Обычно имеет размер 256 или 512 кб, в мощных компьютерах – до 1 Гб и более.

В современных материнских платах применяется *конвейерный кэш с блочным доступом* (pipelined burst cache). В кэш-памяти хранятся копии

блоков данных тех областей оперативной памяти (ОП), к которым выполнялись последние обращения, и весьма вероятны обращения в ближайшие такты работы – быстрый доступ к этим данным и позволяет сократить время выполнения очередных команд программы. При выполнении программы данные, считанные из ОП с небольшим опережением, записываются в кэш-память. В кэш-память записываются и результаты операций, выполненных в микропроцессоре.

По принципу записи результатов в оперативную память различают два типа кэш-памяти:

«с обратной записью» – результаты операций, прежде чем их записать в ОП, фиксируются, а затем контроллер кэш-памяти самостоятельно перезаписывает эти данные в ОП;

«со сквозной записью» – результаты операций одновременно, параллельно записываются и в кэш-память, и в ОП.

Микропроцессоры, начиная от МП 80486, обладают встроенной в основное ядро МП кэш-памятью (или кэш-памятью 1-го уровня – L1), чем и обуславливается их высокая производительность. Микропроцессоры Pentium имеют кэш-память отдельно для данных и отдельно для команд: у Pentium емкость этой памяти небольшая – по 8 кб, у Pentium MMX – по 16 кб. У Pentium Pro и выше кроме кэш-памяти 1-го уровня есть и встроенная на микропроцессорную плату кэш-память 2-го уровня (L2) емкостью от 128 до 2048 кб. Эта встроенная кэш-память работает либо на полной тактовой частоте МП, либо на его половинной тактовой частоте.

Следует иметь в виду, что для всех МП может использоваться дополнительная кэш-память 2-го (L2), 3-го (L3) или 4-го (L4) уровня, который размещается на отдельном кристалле вне процессора, емкость такой памяти может достигать нескольких мегабайт. Время обращения к кэш-памяти зависит от тактовой частоты, на которой кэш работает, и составляет обычно один – два такта. Так, для кэш-памяти L1 МП Pentium характерно время обращения 2 – 5 нс, для кэш-памяти L2 и L3 это время доходит до 10 нс. Пропускная способность кэш-памяти зависит и от времени обращения, и от пропускной способности интерфейса и лежит в широких пределах – от 300 до 3000 Мб/с.

Использование кэш-памяти существенно увеличивает производительность системы. Чем больше размер кэш-памяти, тем выше быстродей-

ствие МП, но эта зависимость нелинейная, с увеличением размера кэш-памяти имеет место постепенное уменьшение скорости роста общей производительности компьютера. Кэш-память может давать значительный выигрыш в производительности в случае, когда тактовая частота ОЗУ значительно меньше тактовой частоты процессора. Для современных ПК рост производительности, как правило, практически прекращается после 1 Мб кэш-памяти L2. Создается кэш-память на основе микросхем статической памяти.

4.4.3. CMOS-память

CMOS-память (изготовленная по технологии CMOS – complementary metal – oxide semiconductor) предназначена для длительного хранения данных о конфигурации и настройке компьютера (дата, время, пароль), в том числе и когда питание компьютера выключено. Для этого используют специальные электронные схемы со средним быстродействием, но очень малым энергопотреблением. Это полупостоянная память. Питается от батарейки, поэтому сохраняет информацию и при полном отключении питания компьютера.

4.4.4. BIOS

BIOS (basic input-output system) – базовая система ввода-вывода – содержит базовый набор команд для тестирования и начальной загрузки основных компонентов ПК: процессора контроллеров шин данных, памяти и др.

BIOS – постоянная память, т. е. память, хранящая информацию при отключенном питании сколь угодно долго, в которую данные занесены при ее изготовлении. Такой вид памяти относится к категории ROM-памяти (read only memory), является постоянным запоминающим устройством.

В BIOS содержится также программа настройки конфигурации компьютера, которая позволяет установить некоторые характеристики устройств ПК. BIOS ориентирована на конкретную аппаратную реализацию компьютера и может быть различной даже в однотипных компьютерах.

5. УСТРОЙСТВА ВВОДА-ВЫВОДА

Устройство ввода-вывода – компонент типовой архитектуры ЭВМ, предоставляющий компьютеру возможность взаимодействия с пользователями и другими компьютерами.

5.1. Устройства ввода информации

5.1.1. Клавиатура

Компьютерная клавиатура – одно из основных устройств ввода информации от пользователя в компьютер. Стандартная компьютерная клавиатура, называемая также клавиатурой PC/AT или AT-клавиатурой (поскольку она начала поставляться вместе с компьютерами серии IBM PC/AT), имеет 101 или 102 клавиши. Клавиатуры, которые поставлялись вместе с предыдущими сериями – IBM PC и IBM PC/XT, – имели 86 клавиш. Расположение клавиш на AT-клавиатуре подчиняется единой общепринятой схеме, спроектированной в расчете на английский алфавит.

По своему назначению клавиши на клавиатуре делятся на шесть групп:

- функциональные;
- алфавитно-цифровые;
- управления курсором;
- цифровая панель;
- специализированные;
- модификаторы.

5.1.2. Мышь, трекбол и тачпад

Компьютерная мышь (просто «мышь» или «мышка») – механический манипулятор, преобразующий движение в управляющий сигнал. В частности, сигнал может быть использован для позиционирования курсора или прокрутки страниц.

Мышь воспринимает свое перемещение в рабочей плоскости (обычно – на участке поверхности стола) и передает эту информацию компьютеру. Программа, работающая на компьютере, в ответ на перемещение мыши производит на экране действие, отвечающее направлению и расстоянию

этого перемещения. В разных интерфейсах (например, в оконных) с помощью мыши пользователь управляет специальным курсором – указателем – манипулятором элементами интерфейса. Иногда используется ввод команд мышью без участия видимых элементов интерфейса программы: при помощи анализа движений мыши. Такой способ получил название «**жесты мышью**» (mouse gestures).

В процессе «эволюции» манипуляторов наибольшие изменения претерпели датчики перемещения:

- 1) мышь с прямым приводом;
- 2) мышь с шаровым приводом;
- 3) оптическая мышь;
- 4) индукционная мышь;
- 5) трекбол;
- 6) тачпад, сенсорная панель.

В **шаровом приводе** движение мыши передается на выступающий из корпуса обрезиненный стальной шарик (его вес и резиновое покрытие обеспечивают хорошее сцепление с рабочей поверхностью).

Основной недостаток шарового привода – загрязнение шарика и взаимодействующих с ним роликов, приводящее к заеданию роликов мыши и необходимости в периодической ее чистке (отчасти эта проблема сглаживалась путем металлизации роликов). Несмотря на недостатки шаровой привод долгое время доминировал, успешно конкурируя с альтернативными схемами датчиков. В настоящее время шаровые мыши полностью вытеснены **оптическими мышами**.

Первое поколение оптических датчиков было представлено различными схемами оптопарных датчиков с непрямой оптической связью – светоизлучающих и воспринимающих отражение от рабочей поверхности светочувствительных диодов. Такие датчики имели одно общее свойство – они требовали наличия на рабочей поверхности (коврике) специальной штриховки (перпендикулярными или ромбовидными линиями). На некоторых ковриках эти штриховки выполнялись красками, невидимыми при обычном свете.

Второе поколение оптической мыши имеет более сложное устройство. В нижней части мыши установлена специальная видеокамера, она непрерывно делает снимки поверхности, передает их на контроллер, кото-

рый, сравнивая их, определяет направление и величину смещения мышки. Специальная контрастная подсветка поверхности светодиодом или лазером облегчает работу камеры. Оптическая мышь второго поколения имеет огромное преимущество перед первой: она не требует специального коврика и работает практически на любых поверхностях кроме зеркальных или прозрачных.

При работе с **индукционной мышью** (рис. 5.1) используют специальный коврик, действующий по принципу графического планшета, или, собственно, входят в комплект графического планшета (диджитайзера). Некоторые планшеты имеют в своем составе манипулятор, похожий на мышь со стеклянным перекрестием, работающий по тому же принципу, однако немного отличающийся реализацией, что позволяет достичь повышенной точности позиционирования за счет увеличения диаметра чувствительной катушки и вынесения ее из устройства в зону видимости пользователя.



Рис. 5.1. Индукционная мышь (а) и графический планшет (диджитайзер) (б)

Индукционная мышь имеет хорошую точность, и ее не нужно правильно ориентировать. Индукционная мышь может быть «беспроводной» (к компьютеру подключается планшет, на котором она работает) и может

иметь индукционное питание, следовательно, не требовать аккумуляторов, как обычные беспроводные мыши.

Выпускается множество мышек с «беспроводным» интерфейсом. Чаще всего они построены на специализированном радиоканале, однако все большую популярность приобретают беспроводные мышки с универсальным беспроводным радиointерфейсом Bluetooth.

Трекбол (рис. 5.2 – 5.4) – указательное устройство ввода информации об относительном перемещении для компьютера, аналогичное мыши по принципу действия и по функциям. Трекбол функционально представляет собой перевернутую механическую (шариковую) мышь. Шар находится сверху или сбоку и пользователь может вращать его ладонью или пальцами, при этом не перемещая корпус устройства. Несмотря на внешние различия трекбол и мышь конструктивно похожи – при движении шар приводит во вращение пару валиков или, в более современном варианте, сканируют его оптические датчики перемещения (как в оптической мыши).



Рис. 5.2.
Logitech TrackMan



Рис. 5.3.
Трекбол ноутбука



Рис. 5.4.
Трекбол на геймпаде

Тачпад, сенсорная панель – указательное устройство ввода, которое применяется в ноутбуках и вытесняет с рынка трекболы (рис. 5.5).

Как и другие указательные устройства, тачпад обычно используется для управления «указателем» путем перемещения пальца по поверхности устройства. Тачпады имеют различные размеры, но обычно их площадь не превышает 50 см². Форма исполнения – чаще всего прямоугольник, но существуют модели и в виде круга.



Рис. 5.5. Тачпад
ноутбука

5.1.3. Сенсорный экран

Сенсорный экран изобрели в США в рамках исследований по программированному обучению. Компьютерная система PLATO IV, появившаяся в 1972 г., имела сенсорный экран на сетке ИК-лучей, состоявший из 16×16 блоков. Однако даже такая низкая точность позволяла пользователю выбирать ответ, нажимая в нужное место экрана.

В компактные устройства (телефоны, КПК и т. д.) сенсорные экраны вошли как замена крохотной клавиатуре, когда появились устройства с большими (во всю переднюю панель) ЖК-экранами. Первая карманная игровая консоль с сенсорным экраном – Nintendo DS, первое массовое устройство, поддерживающее мультитач (распознавание нажатия нескольких пальцев одновременно), – iPhone. В настоящее время сенсорные экраны используются в платежных терминалах, информационных киосках, оборудовании для автоматизации торговли, карманных компьютерах, мобильных телефонах, игровых консолях, операторских панелях в промышленности.

Существует множество разных типов сенсорных экранов, которые работают на разных физических принципах:

- резистивные сенсорные экраны;
- матричные сенсорные экраны;
- емкостные сенсорные экраны;
- сенсорные экраны на поверхностно-акустических волнах;
- инфракрасные сенсорные экраны;
- оптические сенсорные экраны;
- тензометрические сенсорные экраны;
- сенсорные экраны DST;
- индукционные сенсорные экраны.

Рассмотрим подробно основные виды сенсорных экранов.

Принцип работы большинства сенсорных экранов основан на использовании координатной сетки. Рассмотрим принцип на примере **резистивных экранов**, экран которых состоит из стеклянной панели и гибкой пластиковой мембраны. Пространство между стеклом и мембраной заполнено микроизоляторами, которые равномерно распределены по активной области экрана и надежно изолируют проводящие поверхности. Когда на экран нажимают, панель и мембрана замыкаются и контроллер с помощью

аналого-цифрового преобразователя регистрирует изменение сопротивления и преобразует его в координаты прикосновения (X и Y, соответственно горизонтальная и вертикальная координаты).

Емкостный (или **поверхностно-емкостный**) **экран** основан на том, что предмет большой емкости проводит переменный ток. Емкостный сенсорный экран представляет собой стеклянную панель, покрытую прозрачным резистивным материалом (обычно применяется сплав оксидов индия и олова).

Стеклянная панель **оптического сенсорного экрана** снабжена инфракрасной подсветкой. На границе «стекло – воздух» получается полное внутреннее отражение, на границе «стекло – посторонний предмет» свет рассеивается. После этого необходимо заснять картину рассеяния, для этого существуют две технологии: первая – в проекционных экранах рядом с проектором ставится камера (так устроен, например, Microsoft PixelSense), вторая – светочувствительным делают дополнительный, четвертый субпиксель ЖК-экрана.

Индукционный сенсорный экран – это графический планшет со встроенным экраном. Такие экраны реагируют только на специальное перо. Применяются, когда требуется реакция именно на нажатие пером (а не рукой): художественные планшеты, некоторые модели планшетных ПК.

5.1.4. Игровые манипуляторы

Джойстик (англ. joystick – ручка управления самолетом) – устройство ввода информации, которое представляет собой качающуюся в двух плоскостях ручку. Наклоняя ручку вперед, назад, влево и вправо, пользователь может передвигать что-либо по экрану. На ручке, а также в платформе, на которой она крепится, обычно располагаются кнопки и переключатели различного назначения. Помимо координатных осей X и Y возможно также изменение координаты Z за счет вращения рукояти вокруг оси, наличия второй ручки, дополнительного колесика и т. п.

Широкое применение джойстик получил в компьютерных играх, мобильных телефонах. В английском языке словом «joystick» называют любую качающуюся ручку управления, в русском языке значение этого слова более широкое: кроме компьютерного контроллера джойстиком в разго-

ворной речи называют геймпад и миниатюрную электрическую ручку – в отличие от традиционной механической.

5.1.5. Сканеры

Сканер (англ. scanner) – устройство, выполняющее преобразование расположенного на плоском носителе (чаще всего на бумаге) изображения в цифровой формат. Процесс получения такой цифровой копии называется **сканированием**. Во время сканирования при помощи **аналого-цифрового преобразователя** создаётся цифровое описание изображения внешнего для ЭВМ образа объекта, которое затем посредством системы ввода-вывода передается в ЭВМ.

Бывают **ручные, рулонные, планшетные и проекционные** сканеры. Разновидностью проекционных сканеров являются **слайд-сканеры**, предназначенные для сканирования фотопленок. В высококачественной полиграфии используются **барабанные сканеры**, в которых в качестве светочувствительного элемента используется **фотоэлектронный умножитель (ФЭУ)**.

Принцип работы однопроходного планшетного сканера (рис. 5.6) состоит в том, что вдоль сканируемого изображения, расположенного на прозрачном неподвижном стекле, движется сканирующая каретка с источником света. Отраженный свет через оптическую систему сканера (состоящую из объектива и зеркал или призмы) попадает на три расположенных параллельно друг другу фоточувствительных полупроводниковых элемента на основе ПЗС, каждый из которых принимает информацию о компонентах изображения.

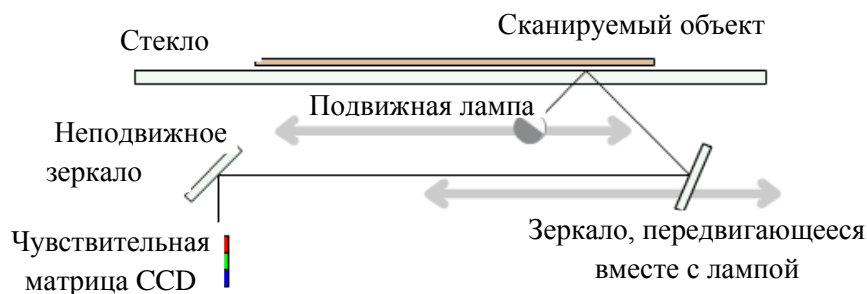


Рис. 5.6. Технология сканирования однопроходного планшетного сканера

5.2. Устройства вывода информации

5.2.1. Монитор

Монитор – аппарат, предназначенный для вывода графической или текстовой информации.

Современный монитор состоит из экрана (*дисплея*), блока питания, плат управления и корпуса. Информация для отображения на мониторе поступает с электронного устройства, формирующего видеосигнал (в компьютере – видеокарты). В некоторых случаях в качестве монитора может применяться и телевизор.

Мониторы *по типу экрана* бывают четырех типов:

- 1) CRT-монитор, или монитор с электронно-лучевой трубкой (ЭЛТ);
- 2) LCD-мониторы (*liquid crystal display*, жидкокристаллические);
- 3) плазменный монитор;
- 4) виртуальный ретинальный монитор.

CRT-монитор, или монитор с электронно-лучевой трубкой, имеет стеклянную трубку, внутри которой вакуум. С фронтальной стороны внутренняя часть стекла трубки покрыта *люминофором* (*luminofor*). В качестве люминофоров для цветных ЭЛТ используются довольно сложные составы на основе редкоземельных металлов – иттрия, эрбия и т. п.

Люминофор – это вещество, которое испускает свет при бомбардировке его заряженными частицами.

LCD-мониторы (*liquid crystal display*, *жидкокристаллические*) выполнены из вещества, которое находится в жидком состоянии, но при этом характеризуется некоторыми свойствами, присущими кристаллическим телам. Фактически это жидкости, обладающие анизотропией свойств (в частности, оптических), связанных с упорядоченностью в ориентации молекул.

Молекулы жидких кристаллов под воздействием электричества могут изменять свою ориентацию и вследствие этого изменять свойства светового луча, проходящего сквозь них. На основании этого открытия и в результате дальнейших исследований стало возможным обнаружение связи между повышением электрического напряжения и изменением ориентации молекул кристаллов для обеспечения создания изображения. Первое свое применение жидкие кристаллы нашли в дисплеях для калькуляторов и в

кварцевых часах, а затем их стали использовать в мониторах для портативных компьютеров.

Принцип работы **плазменного монитора** состоит в управляемом холодном разряде разреженного газа (ксенона или неона), находящегося в ионизированном состоянии (холодная плазма). В одном пикселе изображения на экране при приложении к вертикальному и горизонтальному электродам ячейки пикселя напряжений, в сумме превышающих напряжение зажигания, в ячейке возникает газовый разряд, ограниченный барьерами.

Виртуальный ретинальный монитор (virtual retinal display, VRD; retinal scan display, RSD) – технология устройств вывода, формирующая изображение непосредственно на сетчатке глаза. В результате пользователь видит изображение, висящее как бы в воздухе перед ним.

Подключение мониторов производится по следующим видами интерфейсов:

- разъем D-Sub;

- Digital Visual Interface (DVI);

- High-Definition Multimedia Interface (HDMI);

- DisplayPort.

Среди основных параметров мониторов можно назвать следующие:

- соотношение сторон экрана – стандартный (4:3), широкоформатный (16:9, 16:10) или другое соотношение (например 5:4);

- размер экрана – определяется длиной диагонали, чаще всего в дюймах;

- разрешение – число пикселей по горизонтали и вертикали;

- глубина цвета – количество бит на кодирование одного пикселя (от монохромного до 32-битного);

- размер зерна или пикселя;

- частота обновления экрана (Гц);

- время отклика пикселей (не для всех типов мониторов);

- угол обзора.

5.2.2. Акустическая система

Акустическая система – устройство для воспроизведения звука, состоит из акустического оформления и вмонтированных в него излучающих головок (обычно динамических).

Акустическая система бывает **широкополосной** (один широкополосный излучатель, например, динамик) и **многополосной** (два и более динамика, каждый из которых создает излучение в своей частотной полосе).

Однополосная система не получила широкого распространения ввиду сложности создания излучателя, одинаково хорошо воспроизводящего сигналы разных частот. Высокие интермодуляционные искажения при значительном ходе одного излучателя вызваны эффектом Доплера.

В многополосных системах спектр слышимых человеком звуковых частот разбивается на несколько перекрываемых между собой диапазонов посредством фильтров (комбинации резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности или с помощью цифрового кроссовера). Каждый диапазон подается на свой динамик, который имеет наилучшие характеристики в этом диапазоне. Таким образом, достигается наиболее высококачественное воспроизведение слышимых человеком звуковых частот (20 – 20 000 Гц).

5.2.3. Принтеры

Принтер (от англ. print – печать) – периферийное устройство компьютера, предназначенное для перевода текста или графики на физический носитель из электронного вида малыми тиражами без создания печатной формы. Этим принтеры отличаются от полиграфического оборудования и **ризографов**, которые за счет особенностей технологии печати при крупных тиражах печатают быстрее и дешевле.

Плоттер (графопостроитель) – устройство для вывода на бумагу больших рисунков, чертежей и другой графической информации. Плоттер может выводить графическую информацию на бумагу формата А2 и больше. Конструктивно в нем может использоваться или барабан рулонной бумаги, или горизонтальный планшет.

В настоящее время получили распространение **многофункциональные устройства** (МФУ), в которых в одном приборе объединены функции

принтера, сканера, копировального аппарата и телефакса. Такое объединение рационально технически и удобно в работе.

По возможности печати графической информации принтеры делятся на **алфавитно-цифровые** (с возможностью печати ограниченного набора символов) и **графические**.

По **принципу переноса изображения** на носитель принтеры делятся на шесть видов:

1) **ударно-шрифтовые** (алфавитно-цифровые, АЦПУ) – барабанные принтеры, на основе лепесткового печатающего устройства или пишущей машинки с электромагнитным приводом. Морально устарели в 1980-е гг. С начала 1990-х гг. не выпускаются;

2) **матричные** – старейшие из применяемых в настоящее время принтеров. Их механизм был изобретен в 1964 г. корпорацией Seiko Epson.

В матричном принтере изображение формируется на носителе печатающей головкой, представляющей собой набор иглол, приводимых в действие электромагнитами. Головка располагается на каретке, движущейся по направляющим поперек листа бумаги; при этом иглолки в заданной последовательности наносят удары по бумаге через красящую ленту, аналогичную применяемой в печатных машинках и обычно упакованную в картридж для формирования точечного изображения.

Серьезным недостатком технологии цветной матричной печати является постепенное загрязнение первичных цветов на ленте черным вследствие контакта ленты с многоцветным изображением, приводящее к искажению цветов на распечатке.

Цветные матричные принтеры не получили широкого распространения, поскольку к моменту возникновения широкой потребности в цветной печати были вытеснены цветными струйными принтерами, характеризующимися более высокими эксплуатационными качествами, и в настоящее время практически не встречаются;

3) **лазерные**. Основные элементы лазерного принтера (рис. 5.7):

драм-юнит (drum-unit) состоит из **фотобарабана** (фотовала, фоторецептора) – алюминиевого цилиндра, покрытого светочувствительным материалом, способным менять свой электрический заряд при освещении. В некоторых системах вместо фотоцилиндра использовался фоторемень – эластичная закольцованная полоса с фотослоем; **магнитного вала** – вала в

картридже, используемого для переноса тонера из бункера на фотобарабан; **ракельного ножа**; **бункера отработки**;

блок лазера (laser beam unit) (либо светодиодная линейка в **светодиодных** принтерах);

коротрон (коронатор, ролик заряда, Corona Wire);

лента переноса (transfer belt) – лента в цветных лазерных принтерах, на которую наносится промежуточное изображение с барабанов четырехцветных картриджей, которое затем переносится на конечный носитель – бумагу;

блок проявки (developing unit) служит для переноса тонера на электростатическое изображение, образованное на поверхности фотопроводящего барабана;

4) **струйный принтер** характеризуется малой скоростью печати по сравнению с лазерными, но отличается высоким качеством печати полутонных изображений.

Принцип действия струйных принтеров похож на принцип действия матричных принтеров тем, что изображение на носителе формируется из точек, но вместо головок с иглами в струйных принтерах используется матрица, печатающая жидкими красителями.

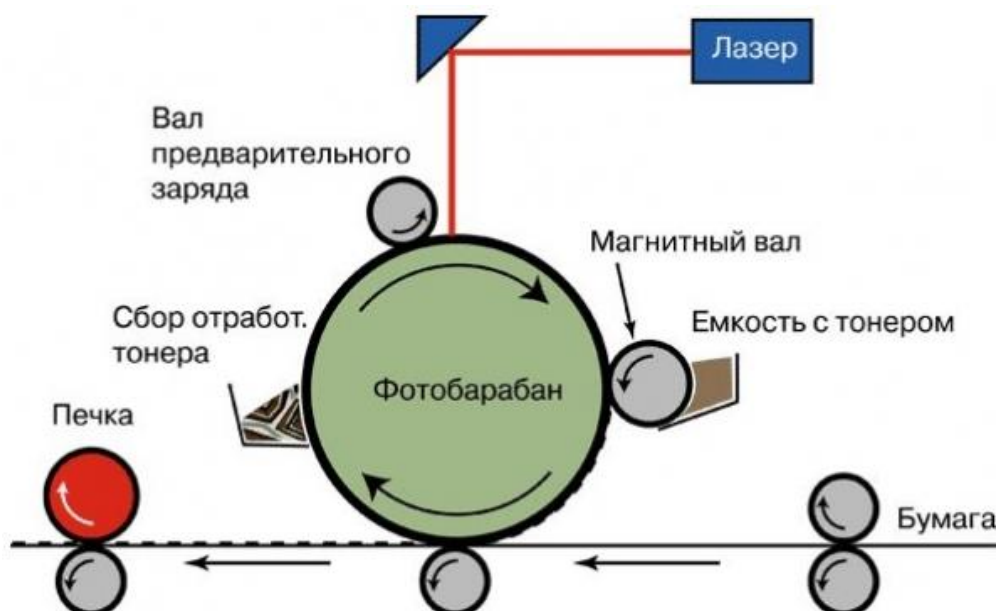


Рис. 5.7. Принцип работы лазерного принтера

5) **сублимационный** (термосублимационный принтер) – принтер, печатающий изображение на плотных твердых поверхностях путем внесения твердотельного (обычно кристаллического) красителя под поверхность бумаги;

Термосублимационная печать основывается на явлении **сублимации**, переходе вещества из твердого состояния в газообразное, минуя жидкое состояние. Внутри термосублимационного принтера находится **нагревательный элемент**, между ним и специальной термической **фотобумагой** протянута специальная пленка, похожая на обыкновенный прозрачный целлофан. В этой пленке заключены красители трех цветов – голубого, пурпурного и желтого. При поступлении задания на печать пленка начинает нагреваться; достигнув определенного температурного предела, краска испаряется с пленки. Поры бумаги при нагреве открываются и легко «схватывают» облачко краски, после завершения печати – закрываются, надежно фиксируя частички пигмента. Печать осуществляется в три прохода, поскольку краски наносятся на бумагу поочередно. Многие современные модели принтеров завершают печать фотографии дополнительным прогоном, во время которого отпечаток покрывается специальной пленкой для защиты краски от выцветания или отпечатков пальцев;

б) **твердочернильный принтер** – принтер, использующий для печати брикеты твердых чернил, соответствующие цветовой модели CMYK. Твердочернильная технология разработана компанией Tektronix в 1986 г. **Брикеты** разных цветов, которые загружаются в принтер, отличаются по форме, что позволяет избежать ошибки при загрузке чернил. Расходные материалы можно подгружать без прерывания печатного процесса.

6. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Вопрос № 1. Электронная вычислительная машина (ЭВМ) – это ...

- 1) комплекс технических средств, предназначенных для автоматической обработки информации;
- 2) комплекс аппаратных и программных средств для обработки информации;
- 3) модель, устанавливающая состав, порядок и принципы взаимодействия входящих в нее компонентов;
- 4) устройство для работы по заданной программе.

Вопрос № 2. Идею механической машины с идеей программного управления соединил ...

- 1) Джон фон Нейман;
- 2) Чарльз Беббидж;
- 3) Билл Гейтс;
- 4) Блез Паскаль.

Вопрос № 3. Наибольшую скорость обмена информацией среди перечисленных устройств имеет ...

- 1) накопитель на жестких магнитных дисках (HDD);
- 2) DVD-привод;
- 3) оперативная память;
- 4) дисковод для гибких дисков.

Вопрос № 4. Аппаратное подключение внешних устройств к компьютеру осуществляется через ...

- 1) стриммер;
- 2) регистр;
- 3) драйвер;
- 4) контроллер.

Вопрос № 5. Периферийные устройства выполняют функцию ...

- 1) ввода-вывода информации;
- 2) управления работой ЭВМ по заданной программе;
- 3) оперативного сохранения информации;
- 4) обработки данных, вводимых в ЭВМ.

Вопрос № 6. В состав микропроцессора входит ...

- 1) устройство управления;
- 2) постоянное запоминающее устройство;
- 3) шина данных;
- 4) шина управления.

Вопрос № 7. BIOS (basic input-output system) является ...

- 1) группой программ в постоянном запоминающем устройстве;
- 2) стандартной кодовой таблицей;

- 3) частью оперативной памяти;
- 4) базовой частью микропроцессора.

Вопрос № 8. В состав мультимедиакомпьютера обязательно входит...

- 1) модем;
- 2) проекционная панель;
- 3) CD-ROM-дисковод;
- 4) сетевая карта.

Вопрос № 9. Для увеличения скорости выполнения математических операций в ПК используется ...

- 1) кэш-память;
- 2) сопроцессор;
- 3) оперативная память;
- 4) системная шина.

Вопрос № 10. Сигналы, определяющие характер обмена информацией (ввод или вывод), передаются по шине ...

- 1) управления;
- 2) данных;
- 3) адресной;
- 4) обмена.

Вопрос № 11. Электронная микросхема EPROM является ...

- 1) частью ОЗУ;
- 2) неперепрограммируемым ПЗУ;
- 3) ПЗУ с возможностью перепрограммирования;
- 4) разновидностью DVD-ROM.

Вопрос № 12. При отключении питания компьютера информация не сохраняется в устройстве памяти ...

- 1) HDD;
- 2) RAM;
- 3) ROM;
- 4) Flash USB Drive.

Вопрос № 13. Из перечисленных видов памяти компьютера самой быстрой является ...

- 1) кэш-память;
- 2) микропроцессорная память;
- 3) оперативная память;
- 4) CMOS-память.

Вопрос № 14. Динамическая память служит базой для построения ...

- 1) микропроцессорной памяти;
- 2) кэш-памяти;
- 3) модулей оперативной памяти;
- 4) постоянной памяти.

Вопрос № 15. Небольшая по объему высокоскоростная буферная память для хранения команд и данных – это ...

- 1) флэш-память;
- 2) CMOS-память;
- 3) ПЗУ;
- 4) кэш-память.

Вопрос № 16. Одним из параметров накопителя на жестких дисках является форм-фактор, который означает ...

- 1) диаметр дисков в сантиметрах;
- 2) количество цилиндров;
- 3) диаметр дисков в дюймах;
- 4) количество поверхностей.

Вопрос № 17. ПЗС-матрицы (приборы с зарядовой связью), предназначенные для преобразования оптического изображения в аналоговый электрический сигнал, используются в таких периферийных устройствах, как ...

- 1) оптическая мышь;
- 2) цифровая фотокамера;
- 3) сканер;
- 4) сенсорный экран.

Вопрос № 18. К основным параметрам лазерных принтеров относятся ...

- 1) разрешающая способность, буфер печати;
- 2) производительность, формат бумаги;
- 3) ширина каретки, максимальная скорость печати;
- 4) буфер данных, уровень шума.

Вопрос № 19. Такие параметры, как время реакции пикселя и угол обзора, характерны для следующих устройств:

- 1) плоттера;
- 2) TFT-монитора;
- 3) LCD-монитора;
- 4) сканера.

Вопрос № 20. Для ввода точечных (растровых) изображений нельзя использовать ...

- 1) клавиатуру;
- 2) графический планшет;
- 3) мышь;
- 4) сканер.

Вопрос № 21. В режиме создания звука в звуковой карте используются методы ...

- 1) частотной модуляции;
- 2) волновых таблиц;
- 3) логического синтеза;
- 4) импульсной модуляции.

Вопрос № 22. Среди архитектур ЭВМ выделяют ...

- 1) однопроцессорные, многопроцессорные, суперскалярные;
- 2) цифровые, аналоговые, электронные;
- 3) звезду, шину, кольцо;
- 4) ламповые, транзисторные, микропроцессорные.

Вопрос № 23. В основу построения большинства компьютеров положены следующие принципы, сформулированные Джоном фон Нейманом:

принцип программного управления, принцип однородности памяти и принцип ...

- 1) адресности;
- 2) трансляции;
- 3) системности;
- 4) структурности.

Вопрос № 24. Основными компонентами архитектуры персонального компьютера являются процессор, внутренняя память, видео-система, устройства ввода-вывода, ...

- 1) драйверы;
- 2) корпус компьютера;
- 3) внешняя память;
- 4) контроллеры.

Вопрос № 25. Архитектура персонального компьютера, основными признаками которой являются наличие общей информационной шины, модульное построение, совместимость новых устройств и программных средств с предыдущими версиями по принципу «сверху-вниз», носит название ...

- 1) иерархической;
- 2) модульной;
- 3) открытой;
- 4) магистральной.

Вопрос № 26. Основными параметрами, характеризующими запоминающие устройства компьютера, являются ...

- 1) информационная емкость, время доступа, стоимость;
- 2) энергопотребление, тип интерфейса, стоимость;
- 3) информационная емкость, размер кластера, частота вращения диска;
- 4) тип интерфейса, скорость передачи данных, информационная емкость.

Вопрос № 27. Для вывода точечных (растровых) изображений, созданных пользователем, нельзя использовать ...

- 1) принтер;

- 2) графический планшет;
- 3) плоттер;
- 4) сенсорный экран.

Вопрос № 28. Качество звука, оцифрованного звуковой картой, определяется такими параметрами, как ...

- 1) частота дискретизации;
- 2) глубина кодирования;
- 3) уровень звука;
- 4) длительность звучания.

Вопрос № 29. BIOS (basic input/output system) – это ...

- 1) программа загрузки пользовательских файлов;
- 2) набор программ, выполняющих инициализацию устройств компьютера и его первоначальную загрузку;
- 3) биологическая операционная система;
- 4) блок питания процессора;
- 5) нет верного ответа.

Вопрос № 30. К внешним запоминающим устройствам относятся ...

- 1) флэш-память;
- 2) жесткий диск;
- 3) кэш-память;
- 4) регистры;
- 5) видеопамять.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие электронной промышленности и технологий осуществляется такими быстрыми темпами, что буквально через один – два года сегодняшнее «чудо техники» становится морально устаревшим. Однако принципы устройства компьютера остаются неизменными еще с того времени, когда знаменитый математик Джон фон Нейман в 1945 г. подготовил доклад об устройстве и функционировании универсальных вычислительных устройств, т. е. компьютеров. К тому же, каждый пользователь персонального компьютера знает круг задач, для решения которых он использует

компьютер, а следовательно, и 10 лет назад приобретенный компьютер, исправно работающий, удовлетворяющий запросы того или иного специалиста, является незаменимым его помощником в повседневном труде. Рассмотренная в учебно-методическом пособии тема дает наглядное представление о том, какое ведущее место в жизни общества занимают в настоящее время персональные компьютеры, сфера применения которых безгранична.

Библиографический список

1. Макарова Н. В. Информатика: Учебник / Н. В. Макарова, В. Б. Волков. СПб: Питер, 2011. 575 с.
2. Алакоз Г. М. Принципы построения и функционирования ЭВМ / Г. М. Алакоз / Интернет-университет информационных технологий. М., 2014.
3. Трофимов В. В. Информатика: Учебник / В. В. Трофимов. М.: Юрайт, 2011.
4. Аппаратные средства персонального компьютера / С. В. Киселев, С. В. Алексахин и др. СПб: Академия, 2010. 64 с.
5. Догадин Н. Б. Архитектура компьютера / Н. Б. Догадин. СПб: Бином. Лаборатория знаний, 2008. 272 с.
6. Бигелоу С. Устройство и ремонт персонального компьютера. Аппаратная платформа и основные компоненты / С. Бигелоу. СПб: Бином-Пресс, 2010. 976 с.
7. Евсеев Г. А. Энциклопедический справочник. Персональный компьютер / Г. А. Евсеев, В. И. Мураховский, С. В. Симонович. СПб: Русское энциклопедическое товарищество, 2004. 928 с.

Учебное издание

САЛЯ Илья Леонидович,
ДАВЫДОВ Алексей Игоревич

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Учебно-методическое пособие

Редактор Н. А. Майорова
Корректор И. А. Сенеджук

Подписано в печать . 03.2016. Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$.
Офсетная печать. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 4,1. Уч.-изд. л. 4,6.
Тираж 330 экз. Заказ .

**

Редакционно-издательский отдел ОмГУПСа
Типография ОмГУПСа

*

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35