

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

---

Кафедра прикладной математики

А.А. Егорова, Н.Л. Рогожникова

# ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ИНФОРМАТИКИ

**Учебное пособие**

*Утверждено редакционно-  
издательским советом МГТУ ГА  
в качестве учебного пособия*

Москва  
ИД Академии Жуковского  
2020

УДК 004.3+004.4

ББК 6Ф6.5

Е30

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Московского государственного технического университета ГА

Рецензенты:

*Романчева Н.И.* (МГТУ ГА) – канд. техн. наук, доцент;

*Филонов П.В.* (Лаборатория Касперского) – канд. физ.-мат. наук

**Егорова А.А.**

Е30 Программные и аппаратные средства информатики [Текст] : учебное  
пособие / А.А. Егорова, Н.Л. Рогожникова. – М. : ИД Академии Жуковского,  
2020. – 80 с.

ISBN 978-5-907275-64-5

Данное учебное пособие издаётся в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Программные и аппаратные средства информатики» по учебному плану для студентов I курса направления 01.03.04 очной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 20.10.2020 г. и методического совета 20.10.2020 г.

**УДК 004.3+004.4**

**ББК 6Ф6.5**

Св. тем. план 2020 г.  
поз. 31

ЕГОРОВА Алла Альбертовна, РОГОЖНИКОВА Наталья Львовна  
ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ИНФОРМАТИКИ  
Учебное пособие

*В авторской редакции*

Подписано в печать 10.12.2020 г.

Формат 60x84/16 Печ. л. 5 Усл. печ. л. 4,65

Заказ № 714/1008-УП12 Тираж 90 экз.

Московский государственный технический университет ГА  
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского

125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А

Тел.: (495) 973-45-68 E-mail: zakaz@itsbook.ru

**ISBN 978-5-907275-64-5**

© Московский государственный технический  
университет гражданской авиации, 2020

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее пособие содержит материал лекций по дисциплине «Программные и аппаратные средства информатики», изучаемой студентами I курса направления подготовки «Прикладная математика» в первом семестре.

Пособие охватывает дисциплину полностью, но излагаемый с разной степенью подробности в зависимости от его важности и доступности в других источниках информации.

Знания, получаемые студентами по дисциплине, необходимы им в процессе дальнейшей подготовки практически по всем другим дисциплинам, а также для самостоятельной работы и самоподготовки.

В пособии в конце каждой части предложены контрольные вопросы для самопроверки и подготовки к зачету по дисциплине.

Материал пособия содержит общую информацию по информатике и информационным процессам, историческую справку, арифметические основы информатики, вопросы кодирования и представления информации в ПК; по аппаратным средствам информатики, как в части принципов устройства компьютеров, так и в части устройства и характеристик современных вычислительных систем, по программным средствам информатики как в части системного программного обеспечения, так и в части прикладного от широко используемых офисных пакетов до систем искусственного интеллекта; а также кратко по информационной безопасности и компьютерным сетям.

Фактически можно считать настоящее пособие «введением» в информационные технологии, которые изучаются студентами направления подготовки 01.03.04 в процессе обучения в вузе (за исключением логических основ информатики и программирования, которые изучаются в других дисциплинах в этом же семестре).

Список рекомендуемой литературы содержит актуальные ссылки на Интернет-источники.

Настоящее пособие может быть использовано и как справочник при самостоятельной работе с вычислительной техникой, с периферийными устройствами, в том числе и при изучении других дисциплин.

Пособие имеет прикладной характер, что способствует формированию у студентов компетенций в соответствии с требованиями, содержащимися в рабочей программе по дисциплине «Программные и аппаратные средства информатики», и в целом соответствующие модели компетенций по направлению подготовки «Прикладная математика».

## Оглавление

Введение .....	6
Часть 1. Информация и информационные процессы.....	6
1.1. Краткая история развития вычислительной техники .....	6
1.2. Арифметические основы компьютеров.....	10
1.2.1. Системы счисления.....	10
1.2.2. Формы представления чисел в памяти компьютера.....	12
1.3. Представление в ПК текстовой информации.....	12
1.4. Представление в ПК графической информации .....	13
1.5. Контрольные вопросы.....	18
Часть 2. Аппаратные средства информатики .....	18
2.1. Принципы устройства компьютеров.....	18
2.1.1. Понятие архитектуры ЭВМ .....	18
2.1.2. Классическая архитектура фон Неймана .....	19
2.1.3. Основные блоки IBM PC.....	22
2.2. Аппаратные средства современных ПК.....	23
2.2.1. Архитектуры современных персональных компьютеров .....	23
2.2.2. Системный блок.....	24
2.2.3. Системная плата.....	25
2.2.4. Процессор.....	28
2.2.5. Структура памяти ЭВМ. ....	33
2.2.6. Оперативная память .....	34
2.2.7. Кэш-память .....	37
2.2.8. Энергонезависимая память CMOS .....	38
2.2.9. Система отображения информации в ПК. ....	39
2.2.10. Звуковая карта.....	42
2.2.11. Устройства магнитного хранения. ....	43
2.2.12. Устройства оптического хранения.....	45
2.2.13. Флэш-накопители .....	46
2.3. Периферийные устройства .....	46
2.3.1. Клавиатура.....	46
2.3.2. Специальные манипуляторы .....	47
2.3.3. Монитор.....	48
2.3.4. Устройства ввода графических данных.....	50

2.3.5. Принтеры .....	51
2.3.6. Устройства обмена данными.....	53
2.3.7. Ввод голосовой информации.....	54
2.4. Современные компьютерные устройства и системы.....	54
2.5. Контрольные вопросы.....	57
Часть 3. Программные средства информатики.....	57
3.2. Классификация программного обеспечения .....	57
3.2. Системное программное обеспечение.....	58
3.2.1. Определение операционной системы .....	58
3.2.2. Классификация операционных систем .....	59
3.2.3. Операционная система MS DOS .....	61
3.2.4. Операционная система Windows .....	65
3.2.5. Операционная система Linux.....	66
3.2.6. Сервисные программы.....	67
3.2. Прикладное программное обеспечение .....	71
3.2.1. Офисные программы.....	71
3.2.2. Пакеты математических расчетов .....	72
3.2.3. Пакеты прикладных программ .....	73
3.2.4. Базы данных.....	73
3.2.5. Системы искусственного интеллекта .....	74
Раздел 3.3. Программные системы компьютерной графики .....	74
3.4. Контрольные вопросы.....	75
Часть 4. Информационная безопасность.....	76
4.1. Общие положения .....	76
4.2. Контрольные вопросы.....	77
Часть 5. Компьютерные сети .....	77
5.1. Компьютерные сети. Основные понятия.....	77
5.2. Сеть Интернет. Службы. ....	78
5.3. Контрольные вопросы.....	79
Заключение .....	80
Литература.....	80

## Введение

Информатика — наука о способах получения, накопления, хранения, преобразования, передачи, защиты и использования информации. Она включает дисциплины, относящиеся к обработке информации в вычислительных машинах и вычислительных сетях.

Фактически к информатике относятся области, связанные с разработкой, созданием, использованием и материально-техническим обслуживанием систем обработки информации, включая компьютеры и их программное обеспечение, а также организационные, коммерческие, административные и социально-политические аспекты компьютеризации (цифровизации). Часто можно услышать, что информатика состоит из двух частей: технических средств (или аппаратных средств, или hardware) и программных средств (software). Однако, более правильно выделять еще два аспекта – теоретическую информатику (представление информации, кодирование и т.п.) и теорию алгоритмов. В настоящее же время, вопросы, связанные с развитием искусственного интеллекта и BigData (методами обработки больших объемов данных – DataMining) выделяют в отдельную ветвь информатики.

Еще один способ классификации направлений информатики – это деление на теоретическую и прикладную. Теоретическая информатика занимается математическим моделированием информационных процессов. Прикладная охватывает вопросы построения и проектирования ЭВМ, сетей, мультимедиа, компьютерные технологии информационных процессов и др. Главной научной базой прикладной информатики являются электроника (микроэлектроника) и теория искусственного интеллекта.

Развитию вычислительной техники (ВТ) в свое время способствовало становление науки о компьютерах. Научные основы цифровых ЭВМ в это время дополнились теорией цифровых автоматов, основами программирования, теорией искусственного интеллекта, теорией проектирования ЭВМ, компьютерными технологиями, обеспечившими становление новой науки, получившей название "Computer Science" (компьютерная наука) в США и «информатика» в Европе.

Развитие цифровой ВТ последнее десятилетие идет, в первую очередь, по пути наращивания в ЭВМ встраиваемого искусственного интеллекта. Компьютеры, получившие свое название от первоначального назначения - автоматизации вычислений, получили второе, очень важное назначение стали незаменимыми помощниками человека в его интеллектуальной деятельности.

### Часть 1. Информация и информационные процессы

#### **1.1. Краткая история развития вычислительной техники**

Стремительное развитие вычислительной техники и становление науки о принципах ее построения и проектирования началось в 40-х годах нашего века, когда технической базой ВТ стала электроника, затем микроэлектроника, а основой для развития архитектуры ЭВМ - достижения в области искусственного интеллекта.

До этого времени в течение почти 500 лет цифровая вычислительная техника сводилась к простейшим устройствам для выполнения арифметических операций над числами. Основной практически всех изобретенных за 5 столетий устройств было зубчатое колесо, рассчитанное на фиксацию 10 цифр десятичной системы счисления.

Первый в мире эскизный рисунок тринадцатиразрядного десятичного суммирующего устройства на основе колес с десятью зубцами принадлежит Леонардо да Винчи.

Первым реально осуществленным и ставшим известным механическим цифровым вычислительным устройством стала "Паскалина" великого французского ученого Блеза Паскаля - 6-ти (или 8-ми) разрядное устройство, на зубчатых колесах, рассчитанное на суммирование и вычитание десятичных чисел (1642 г.).

Через 30 лет после "Паскалины" в 1673 г. появился "арифметический прибор" Готфрида Вильгельма Лейбница - двенадцатиразрядное десятичное устройство для выполнения арифметических операций, включая умножение и деление.

Прошло еще более ста лет, и лишь в конце XVIII века во Франции были осуществлены следующие шаги, имеющие принципиальное значение для дальнейшего развития цифровой вычислительной техники - "программное" с помощью перфокарт управление ткацким станком, созданным Жозефом Жакаром, и технология вычислений, при ручном счете, предложенная Гаспаром де Прони, разделившего численные вычисления на три этапа: разработка численного метода, составление программы последовательности арифметических действий, проведение собственно вычислений путем арифметических операций над числами в соответствии с составленной программой.

Эти два новшества были использованы англичанином Чарльзом Беббиджем, осуществившим, качественно новый шаг в развитии средств цифровой вычислительной техники - переход от ручного к автоматическому выполнению вычислений по составленной программе. Им был разработан проект Аналитической машины - механической универсальной цифровой вычислительной машины с программным управлением (1830-1846 гг.). Машина включала пять устройств - арифметическое АУ, запоминающее ЗУ, устройство управления, ввода и вывода (как и первые ЭВМ, появившиеся 100 лет спустя).

Программы для решения задач на машине Беббиджа, а также описание принципов ее работы, были составлены Адой Августой Лавлейс – дочерью Байрона, которая считается первым в истории программистом. Ей были введены понятия, которые мы используем до сих пор: цикл, рабочая ячейка.

В 1934 г. немецкий студент Конрад Цузе, работавший над дипломным проектом, решил сделать цифровую вычислительную машину с программным управлением и с использованием - впервые в мире - двоичной системы счисления. В 1937 г. машина Z1 (Цузе 1) заработала. Она была двоичной, 22-х разрядной, с плавающей запятой, с памятью на 64 числа и все это на чисто механической основе.

В том же 1937 г., когда заработала первая в мире двоичная машина Z1, Джон Атанасов (болгарин по происхождению, живший в США) начал разработку специализированной ВМ, впервые в мире применив электронные лампы (300 ламп).

Пионерами электроники оказались и англичане - в 1942-43 годах в Англии была создана (с участием Алана Тьюринга) вычислительная машина "Колоссус". В ней было 2000 электронных ламп.

Работы Цузе и Тьюринга были секретными. О них в то время знали немногие. Они не вызвали какого-либо резонанса в мире. И только в 1946 г. когда появилась информация об ЭВМ "ЭНИАК" (электронный цифровой интегратор и компьютер), созданной в США Д. Мочли и П. Эккертом, перспективность электронной техники стала очевидной (В машине использовалось 18 тысяч электронных ламп и она выполняла около 3-х тысяч операций в секунду). Однако машина оставалась десятичной, а ее память составляла лишь 20 слов. Программы хранились вне оперативной памяти.

Завершающую точку в создании первых ЭВМ поставили, почти одновременно, в 1949-52 гг. ученые Англии, Советского Союза и США (Морис Уилкс, ЭДСАК, 1949 г. Сергей Лебедев, МЭСМ, 1951 г., Джон Мочли и Преспер Эккерт, Джон фон Нейман ЭДВАК, 1952 г.), создавшие ЭВМ с хранимой в памяти программой.

В течение механического, релейного и в начале электронного периода развития цифровая вычислительная техника оставалась областью техники, научные основы которой только создавали.

Первыми составляющими будущей науки, использованными в дальнейшем для создания основ теории ВМ, явились:

- исследования двоичной системы счисления, проведенные Лейбницом (XVII век);

- алгебра логики, разработанная Джорджем Булем (XVIII век);
- абстрактная машина ("машина Тьюринга"), предложенная гениальным Тьюрингом в 1936 г., использованная для доказательства возможности механического решения любого имеющего решение алгоритма;
- теоретические результаты Клода Шеннона, (30-е годы н.в.) соединившие электронику с логикой.

Принципы построения цифровых ЭВМ, высказанные П. Эккертом и Нейманом (США, 1946 г.) и, независимо, С. Лебедевым (СССР, 1948 г.) стали завершением первого этапа развития науки об ЭВМ.

### **Поколения ЭВМ**

Утверждение понятия принадлежности компьютеров к тому или иному поколению и появление самого термина «поколение» относится к 1964 году, когда фирма IBM выпустила серию компьютеров IBM/360 на гибридных микросхемах (монокристаллы интегральные схемы в то время еще не выпускались в достаточном количестве), назвав эту серию компьютерами третьего поколения.

Поколение компьютеров – нестрогая классификация вычислительных систем по степени развития аппаратных, а позже и программных средств.

Проектирование компьютеров первого поколения началось после 1946 года. К особенностям этих компьютеров относится использование вакуумно-ламповой технологии, систем памяти на ртутных линиях задержки, магнитных барабанах, электронно-лучевых трубках (трубках Вильямса). Для ввода-вывода данных использовались перфоленты и перфокарты, магнитные ленты и печатающие устройства. В компьютерах первого поколения была реализована концепция хранимой программы.

Второе поколение компьютеров, появившееся после 1955 года, характеризовалось заменой электронных ламп как основных компонентов компьютера на транзисторы. Компьютеры стали более надежными, быстрее, потребление энергии уменьшилось. С появлением памяти на магнитных сердечниках цикл работы процессора уменьшился до десятков микросекунд. Стоимость компьютера оставалась пока высокой. Главный принцип структуры компьютеров второго поколения – централизация. В этот период расширился диапазон применяемых устройств ввода-вывода, появились высокопроизводительные устройства для работы с магнитными лентами, устройства памяти на магнитных дисках. Для компьютеров второго поколения характерно использование первых языков программирования высокого уровня.

Компьютеры третьего поколения вышли на арену в 1964 году. Они проектировались на основе интегральных схем (ИС) малой степени интеграции (МИС – 10 – 100 компонентов на кристалл) и средней степени интеграции. В этот период появился термин «архитектура компьютера», который был введен группой разработчиков фирмы IBM. Он предназначен для описания общей программной модели семейства компьютеров IBM/360 на уровне языка ассемблера. Идея проектирования семейства компьютеров с одной и той же архитектурой, в основу которой положено главным образом программное обеспечение, была успешно реализована многими разработчиками компьютерных систем.

Неотъемлемой частью компьютеров третьего поколения стали операционные системы, которые стали брать на себя задачи управления памятью, устройствами ввода-вывода и другими ресурсами. Появилась возможность мультипрограммирования.

С технологической точки зрения компьютеры четвертого поколения характеризуются использованием при их создании больших интегральных схем (БИС – 1000 – 10000 компонентов на кристалл).



В компьютерах этого поколения стали использоваться быстродействующие системы памяти на интегральных схемах (МОП ЗУПВ) емкостью в несколько мегабайт. Эти системы памяти работают во взаимодействии с высокоскоростными накопителями на магнитных дисках, и в случае выключения машины данные, содержащиеся в МОП ЗУПВ, сохраняются путем автоматического переноса на диски. При включении машины запуск системы осуществляется при помощи хранимой в ПЗУ программы самозагрузки, обеспечивающей выгрузку операционной системы и резидентного программного обеспечения в МОП ЗУПВ.

С широким внедрением микропроцессоров (МП) элементами компьютерных систем становятся не электронные компоненты, а функциональные устройства, включающие память, интерактивные терминалы и центральный процессор. Растет сложность микропроцессоров, падает их стоимость и, соответственно, уменьшается стоимость аппаратных средств, в то время как стоимость программного обеспечения непрерывно увеличивается.

В этот период развития компьютерной технологии произошло еще одно знаменательное событие – появление в середине 70-х годов первых персональных компьютеров (ПК). ПК предоставили индивидуальному пользователю практически такие же вычислительные ресурсы, какими обладали большие вычислительные системы.

К концу 80-х четко определилось существование двух классов компьютеров, определяющих развитие компьютерного мира: суперкомпьютеров, имеющих многопроцессорную архитектуру и использующих принципы параллелизма, и персональных компьютеров.

Характеристика	Поколения			
	Первое	Второе	Третье	Четвертое
Годы применения	1946-1960	1950-1964	1964-1970	1970-1990-е
Основной элемент	Электронная лампа	Транзистор	Интегральная схема	Большая интегральная схема
Количество ЭВМ в мире, шт.	Сотни	Тысячи	Сотни тысяч	Десятки миллионов
Размеры	Очень большие (ENIAC, UNIVAC, EDSAC)	Значительно меньшие	Миникомпьютеры	Микрокомпьютеры
Быстродействие	1 (условно)	10	1 000	100 000
Носитель информации	Перфорированная лента	Магнитный диск, м. лента	Диск	Гибкий диск

Впервые сообщение о проектировании компьютеров пятого поколения появилось в 1982 году, когда была опубликована японская программа создания компьютеров данного поколения, намеченных к выпуску в 90-х годах. Главный упор при создании компьютеров сделан на их «интеллектуальность», т.е. внимание акцентируется не столько на элементной базе, сколько на переходе от архитектуры, ориентированной на обработку данных к архитектуре, ориентированной на обработку знаний. Обработка знаний – это одна из областей практического применения искусственного интеллекта, предполагающая использование и обработку компьютером знаний, которыми владеет человек, для решения проблем и принятия решений.

Архитектура компьютеров будущего поколения будет содержать два основных блока. Один из них - это традиционный компьютер. Но теперь он лишён связи с пользователем. Эту связь осуществляет блок, называемый термином «интеллектуальный интерфейс». Его задача

- понять текст, написанный на естественном языке и содержащий условие задачи, и перевести его в работающую программу для компьютера.

Решается также проблема децентрализации вычислений с помощью компьютерных сетей, как больших, находящихся на значительном расстоянии друг от друга, так и миниатюрных компьютеров, размещённых на одном кристалле полупроводника.

В ближайшие годы нас ожидает еще большее распространение голосовых интерфейсов, IoT (Internet Of Things) и чатботов (чатбот - это программа-собеседник, имитирующая человеческое общение при помощи текста или голоса), а также нашествие рекордного количества ложной информации и переосмысление деятельности крупнейших технологических корпораций.

## 1.2. Арифметические основы компьютеров

### 1.2.1. Системы счисления

Система счисления – это способ представления любого числа посредством символов, называемых цифрами. Существуют позиционные и непозиционные системы счисления. В непозиционных системах счисления вес цифры (т.е. тот вклад, который она вносит в значение числа) не зависит от ее расположения в записи числа. В позиционных системах счисления вес каждой цифры изменяется в зависимости от ее расположения (позиции) в последовательности цифр, изображающих число.

Например, в числе 234,5 первая цифра означает 2 сотни, вторая – 3 десятка, третья – 4 единицы, а четвертая – 5 десятых долей единицы.

Сама же запись числа 954,3 означает сокращенную запись выражения

$$2 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 4 \cdot 10^0 + 5 \cdot 10^{-1}.$$

Такое выражение называется развернутой формой записи числа. Для записи целой части числа также используют схему Горнера, в которой число 234 примет вид:

$$(2 \cdot 10 + 3) \cdot 10 + 4.$$

Такую же запись можно использовать и для дробной части выражения, только умножение заменяется делением.

Основание позиционной системы счисления – количество различных цифр, используемых для изображения чисел в данной системе счисления.

В системе счисления с основанием  $q$  любое число может быть представлено в развернутой форме

$$a_{n-1} \cdot q^{n-1} + a_{n-2} \cdot q^{n-2} + \dots + a_1 \cdot q^1 + a_0 \cdot q^0 + a_{-1} \cdot q^{-1} + \dots + a_{-m} \cdot q^{-m},$$

где  $a_i$  – цифры числа,  $q$  – основание системы,  $n$  и  $m$  – число разрядов в целой и дробной частях соответственно.

Отметим, что разряды нумеруются для целой части слева направо, начиная с 0, а для дробной – справа налево отрицательными числами  $-1, -2$  и т.д. (от разделительной запятой).

Кроме десятичной широко используются системы с основанием 2, 8 и 16 (основание - целая степень числа 2), которые используют цифры:

- двоичная - 0 и 1;
- восьмеричная - 0, 1, ..., 7;
- шестнадцатеричная - 0, 1, ..., 9 и символы A, B, C, D, E, F (обозначающие 10, 11, ..., 15 соответственно).

Для перехода из любой системы счисления в десятичную используется развернутая форма записи, например,

$$11111100011_2 = 2^{10} + 2^9 + 2^8 + 2^7 + 2^6 + 2^1 + 2^0 = 1024 + 512 + 128 + 64 + 2 + 1 = 2019_{10}$$

$$3743_8 = 3 \cdot 8^3 + 7 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 3 \cdot 8^0 = 3 \cdot 512 + 7 \cdot 64 + 4 \cdot 8 = 2019_{10}$$

$$7E3_{16} = 7 \cdot 16^2 + 14 \cdot 16^1 + 3 \cdot 16^0 = 1792 + 224 + 3 = 2019_{10}$$

Из приведенного примера видно, что чем больше основание системы счисления, тем более компактной является запись числа.

Двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную системы счисления называют связанными. Перевод между этими системами счисления осуществляется с помощью правила триад и тетрад. Например, для перехода из двоичной системы в 8-ричную можно воспользоваться следующим приемом: двоичное число разбивается на части по три цифры для целой части справа налево, для дробной – слева направо от запятой. Каждая тройка двоичных цифр заменяется соответствующей восьмеричной цифрой:

$$\underset{5}{101} \underset{6}{111} \underset{3}{001} \underset{6}{1100} = 563,4_8$$

Для перехода из 8-ричной системы в двоичную нужно каждую цифру восьмеричного числа заменить соответствующим трехразрядным двоичным числом, дописав значащие нули к каждой цифре тройки.

Так же просто осуществляется переход от двоичного числа к 16-ричному и обратно. Только в этом случае двоичное число разбивается на группы по четыре двоичные цифры:

$$\underset{2}{001} \underset{7}{1011} \underset{A}{1010} \underset{C}{1100} = 27A,C_{16}$$

Чтобы перевести целое десятичное число в систему счисления с другим основанием (в том числе двоичную, восьмеричную, шестнадцатеричную), нужно последовательно делить с остатком ("нацело") это число, а затем получаемые частные на основание новой системы счисления до тех пор, пока частное не станет меньше основания. Затем все остатки от деления выписываются в обратном порядке.

Пример. Перевести десятичное число 563 в 8-ричную систему.

$$563 : 8 = 70 (3)$$

$$70 : 8 = 8 (6)$$

$$8 : 8 = 1 (0)$$

Ответ:

$$563 = 1063_8$$

Для перевода десятичного числа в двоичную систему существует другой способ – представление его в виде суммы степеней числа 2:

n	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
$2^n$	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

Из заданного десятичного числа вычитается ближайшее к нему значение степени двойки, затем к полученной разности опять подбирается ближайшая степень и т.д., например:

$$\begin{aligned} 563 &= 512 + 51 = 512 + 0 \cdot 256 + 0 \cdot 128 + 0 \cdot 64 + 32 + 19 = 512 + 0 \cdot 256 + 0 \cdot 128 + 0 \cdot 64 + 32 + 16 + 3 = \\ &= 512 + 0 \cdot 256 + 0 \cdot 128 + 0 \cdot 64 + 32 + 16 + 0 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 2 + 1 = 1000110011_2 \end{aligned}$$

Для перевода дробной части десятичного числа в двоичную систему, необходимо умножать дробную часть последовательно на 2 до тех пор, пока результат умножения не окажется равным нулю или пока не будет достигнута требуемая точность. Целая часть - искомые разряды.

Пример: Перевести десятичное число 0,36 в двоичную систему (точность – 5 разрядов). Заметим, что результат далеко не всегда может быть конечным. Погрешность результата зависит от количества умножений.

$$0,36 \cdot 2 = 0,72 (0)$$

$$0,72 \cdot 2 = 1,44 (1)$$

$$0,44 \cdot 2 = 0,88 (0)$$

$$0,88 \cdot 2 = 1,76 (1)$$

$$0,76 \cdot 2 = 1,52 (1)$$

$$0,52 \cdot 2 = \dots$$

В данном случае после пяти умножений результат 0.010112. Если выполнить еще одно умножение, результат будет 0.0101112. Погрешность вычислений снизится.

### 1.2.2. Формы представления чисел в памяти компьютера

Память компьютера представляет собой пронумерованную последовательность ячеек, в которые записываются двоичные числа. Размер ячейки измеряется количеством разрядов двоичного числа, которое в нее можно записать. В одноразрядную ячейку можно записать одну двоичную цифру или 1 бит данных (от английского binary digit – двоичная цифра). Более крупные единицы измерения размеров участков памяти измеряются в байтах, килобайтах, мегабайтах, гигабайтах: 1 байт = 8 бит, 1 Кбайт = 1024 байт, 1 Мбайт = 1024 Кбайт, 1 Гбайт = 1024 Мбайт.

Для представления данных в ЭВМ используются два типа записей: с фиксированной и с плавающей запятой (точкой).

В первом случае отводятся позиции для целой части числа и позиции – для дробной. А также позиция под знак. Например, -123.4.

Такая форма представления позволяет записывать числа в некотором определенном диапазоне значений (определяемом количеством ячеек памяти, отведенным для хранения числа), поэтому используется только для хранения целых чисел.

Другой способ – запись с плавающей запятой. Это экспоненциальная (иногда ее называют научной) форма представления вещественных чисел, в которой число хранится в виде мантиисы и порядка (показателя степени). Например, экспоненциальная форма числа  $-27.125$  имеет вид  $-0.27125 \cdot 10^2$ ; а числа  $0,00000011$  –  $1.1 \cdot 10^{-7}$ . При этом отдельно хранятся знаки мантиисы и порядка.

При этом диапазон представления вещественных чисел определяется количеством разрядов, отведенных под хранение числа, а точность количеством разрядов, отведенных под хранение мантиисы.

## 1.3. Представление в ПК текстовой информации

Для компьютера любой текст – это линейная последовательность символов, к которым относятся также пробелы между словами и другие специальные символы: переход на следующую строчку, переход на следующую страницу и т.п. (Escape-последовательности). Каждому символу из этой последовательности соответствует конкретный двоичный код.

Для перевода информации из машинного представления в привычному для человека виду необходимы таблицы кодировки символов (кодировочные или кодовые таблицы, code page) – таблицы соответствия между символами определенного языка и кодами символов.

Самой известной таблицей кодировки является код ASCII – американский 7-битовый стандартный код для обмена информацией. Первоначально он был разработан для передачи текстов по телеграфу, причем для кодирования символов английского языка, служебных и

управляющих символов использовались только 128 комбинаций. При разработке первых компьютеров фирмы IBM этот код был использован для представления символов в компьютере. Поскольку в исходном коде ASCII было всего 128 символов, для их кодирования хватало значений байта, восьмой бит равен нулю. Список этих символов и соответствующие им восьмиразрядные (т. е. состоящие из восьми двоичных разрядов, где восьмой бит 0) двоичные коды образуют основную (базовую) кодовую таблицу ASCII.

Для национальных кодировок других стран и языков, места для новых символов уже не стало хватать. Для того чтобы полноценно поддерживать помимо английского и другие языки, фирма IBM ввела в использование несколько кодовых таблиц, ориентированных на конкретные страны. В этих таблицах часть кодов из второй половины кодовой таблицы (т. е. те, для которых восьмой бит равен единице) использовалась для представления символов национальных алфавитов (при этом количество символов псевдографики, для которых использовалась вторая половина кода, может меняться).

Замену символов во второй половине кодовой таблицы можно производить разными способами. В России существует несколько разных альтернативных таблиц кодировки символов кириллицы: KOI8-R, CP1251, IBM CP866, ISO-8551-5. Все они одинаково изображают символы первой половины таблицы и различаются представлением символов русского алфавита и псевдографики.

Альтернативная кодировка — кодовая страница, где все специфические европейские символы во второй половине заменили на кириллицу, оставляя псевдографические символы нетронутыми. Следовательно, это не портит вид программ, использующих для работы текстовые окна, а также обеспечивает использование в них символов кириллицы.

В Microsoft Windows используется стандартная кодировка CP1251, а в операционных системах Windows NT и следующих за ней (Windows 2000, Windows XP, Windows Server 2003, Windows Vista, Windows Server 2008) — кодировка UNICODE.

UNICODE (Юникод). Для таких языков, как китайский или японский, 256 символов недостаточно. Кроме того, всегда существует проблема вывода или сохранения в одном файле одновременно текстов на разных языках. Поэтому была разработана универсальная кодовая таблица UNICODE, содержащая символы, применяемые в языках всех народов мира, а также различные служебные и вспомогательные символы (знаки препинания, математические и технические символы, стрелки, диакритические знаки и т. д.). Естественно, байта недостаточно для кодирования такого большого количества символов. Поэтому в UNICODE используются 16-битовые (2-байтовые) коды, что позволяет представить 65 536 символов. К настоящему времени задействовано около 49 000 кодов. Хотя формы записи UTF-8 и UTF-32 позволяют кодировать до 231 (2 147 483 648) кодовых позиций, было принято решение использовать лишь 1 112 064 для совместимости с UTF-16. Впрочем, даже и этого в данный момент более чем достаточно — в версии 13.0 используется всего 143 859 кодовых позиций. Доработка UNICODE постоянно продолжается, добавляются новые символы (например, обозначение рубля, символы для эмоджи, научные и т. п.), посмотреть возможности кодировки символов в UNICODE можно, например, на сайте <https://unicode-table.com>.

#### 1.4. Представление в ПК графической информации

Под графической информацией можно понимать рисунок, чертеж, фотографию, картинку, изображения на экране и т. д. Рассмотрим принципы кодирования графической информации на примере изображения на экране монитора. Это изображение состоит из горизонтальных линий — строк, каждая из которых в свою очередь состоит из элементарных мельчайших единиц изображения — точек, которые принято называть пикселями (pixel — Picture'S Element — элемент картинки).

Степень четкости изображения зависит от количества строк на весь экран и количества точек в строке, которые представляют разрешающую способность экрана, или просто разрешение. Чем больше строк и точек, тем четче и лучше изображение.

Изображения могут быть монохромными и цветными.

Монохромное изображение состоит из любых двух контрастных цветов — черного и белого, зеленого и белого, коричневого и белого и т. д. Для простоты будем считать, что один из цветов — черный, а второй — белый. Тогда каждый пиксель изображения может иметь либо черный, либо белый цвет. Поставив в соответствие черному цвету двоичный код «0», а белому — код «1» (либо наоборот), можно закодировать в 1 бите состояние 1 пикселя монохромного изображения. Однако полученное таким образом изображение будет чрезмерно контрастным.

Общепринятым на сегодняшний день, дающим достаточно реалистичные монохромные изображения, считается кодирование состояния 1 пикселя с помощью 1 байта, которое позволяет передавать 256 различных оттенков серого цвета от полностью белого до полностью черного. В этом случае для передачи всего растра из  $640 \times 480$  пикселей (одно из стандартных разрешений) потребуется 307200 байт.

Цветное изображение может формироваться на основе различных моделей. Наиболее распространенные цветовые модели (или цветовые системы):

- RGB чаще всего используется в информатике;
- CMYK — основная цветовая модель в полиграфии;
- HSV (HSI, HLS и YUV) – аппаратно-независимые модели.

**Цветовые модели** - математические модели точного описания цвета, каждый из которых больше подходит для определенной области применения. Цветовые модели позволяют установить однозначное определение цветности.

**Аддитивный цветовой синтез и цветовая система RGB.** В основе цветовой системы RGB лежат два свойства: возможность разложения света на цветовые составляющие и возможность получения цвета путем их смешения.

Известно, что свет, кажущийся бесцветным, можно с помощью призмы разложить на множество лучей различного цвета. При смешении световых волн различной длины может возникнуть белый свет, а также свет почти любого цвета. На участке, где сходятся все три основных цвета, возникает белый свет, смесь синего и зеленого составляет голубой, смесь красного и синего - пурпурный, а красного и зеленого - желтый.

Специфический состав световых волн, которые можно обнаружить в определенном свете, называется спектром источника света. Относительные доли каждого цвета характерны для каждого источника света.

Следствием образования определенной цветности в результате смешения цветов является возможность возникновения цветов, которых нет в естественном свете. Так, в солнечном свете отсутствуют пурпурные (сиреневые) тона. Они образуются при смешении красного и синего основных цветов, которые находятся на границах спектра. Поэтому в природе пурпурные тона встречаются только в виде цветов, которые возникают в результате вычитания цветовых составляющих в процессе отражения света, когда предмет поглощает из солнечного света зеленые цветовые составляющие, а отражает только синие и красные. Удобнее всего представить цветовую систему RGB в виде куба.

Если по оси X откладывать красную, по оси Y - синюю, а по оси Z - зеленую составляющие цвета, то каждому цвету можно поставить в соответствие определенную точку внутри RGB-куба. Значения серого, которые соответствуют точкам, где красная, зеленая и синяя составляющие в каждом случае одинаковы, находятся на диагонали между точками с координатами  $(RGB)=(0,0,0)$  и  $(RGB)=(R_{max}, G_{max}, B_{max})$  Таким образом, цвета представляются тремя численными значениями, называемые RGB-триадой.

Система RGB особенно удобна для устройств, которые сами излучают световые волны, например видеомонитор и телевизор. Для установления цвета и яркости точек изображения на мониторе нужно задавать интенсивности красной, зеленой и синей составляющих для этих точек.

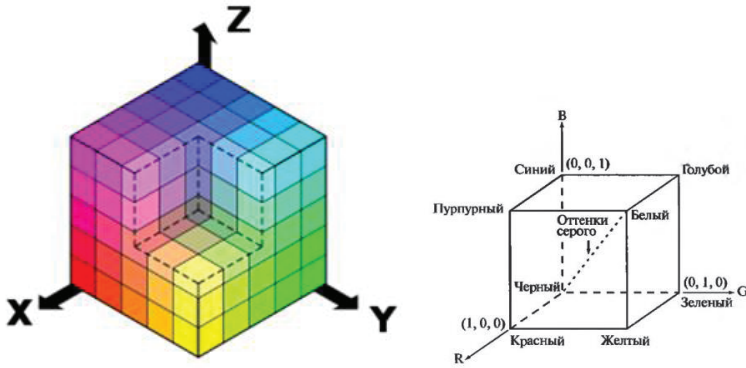


Рисунок 1. Цветовой куб RGB

При практическом применении цветовой системы RGB встречаются две серьезные проблемы. Первая - это зависимость цвета от аппаратуры, а вторая связана с тем, что технически невозможно получать все цвета путем аддитивного цветового синтеза.

Первая проблема заключается в том, что цвет, возникающий в результате такого смешения, зависит от вида люминофора, т.е. если на электронный блок монитора подать определенную тройку значений RGB, то эти значения не дадут однозначного ответа, как будет выглядеть результат смешения.

Для решения второй проблемы в течение многих лет проводились эксперименты по возможности получения цветов путем аддитивного цветового синтеза. На рис.2 представлена диаграмма смешения цветов, полученная экспериментальным путем. Из рис.2 видно, что для имитации спектрального цвета путем аддитивного цветового синтеза в области между 450 нм и 550 нм требуется отрицательная красная составляющая. Это как раз та область, где данная методика неработоспособна. Не существует физически реализуемых излучателей основных цветов, которые обеспечили бы возможность получения всех цветов видимого спектра путем аддитивного цветового синтеза.

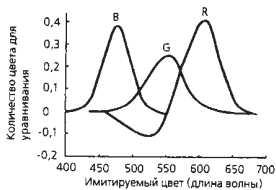


Рисунок 2. Диаграмма смешения цветов, полученная экспериментальным путем

Цвета, которые действительно удастся получить, образуют «цветовой охват» устройства отображения.

**Субтрактивный цветовой синтез и цветовая система СМУК.** Цветность объекта, ко-

торый освещается источниками света, возникает благодаря тому, что из-за свойств материала объекта из падающего света отражаются только волны определенной длины. Для описания этих явлений используют другую цветовую модель, которая объясняет возникновение цветов как результат субтрактивного цветового синтеза. Обычно ее называют моделью CMYK - по названиям цветов Cyan, Magenta, Yellow, Black, т.е. голубой, пурпурный, желтый и черный цвета, которые соответствуют основным цветам, используемым в четырехцветной печати. Более того, модель субтрактивного цветового синтеза служит теоретической основой цветовой печати.

Цвета в модели CMYK получаются субтрактивно (исключением). Голубой цвет состоит из синего и зеленого. Следовательно, цветной краситель голубого цвета отражает синий и зеленый и поглощает красный. Благодаря рациональной печати (без наложения и с наложением) смежных цветных точек трех основных цветов с учетом избирательного поглощения падающего света можно получить большинство цветов.

Применяемые на практике цветные красители по своим отражательным и поглощающим характеристикам оказываются далеко не столь идеальными. Поэтому при цветной печати, как правило, не удовлетворяются черным цветом, который может быть получен с помощью трех основных цветов. Для повышения контрастности применяют еще чисто черный краситель. Поэтому при обычной четырехцветной печати в качестве печатных цветов применяют голубой, пурпурный, желтый и черный цвета.

Наряду с черным цветом, при цветной печати зачастую применяют также и другие чистые цвета, и в частности такие, которые плохо получаются с помощью трех основных цветов, например золотистый цвет.

Цветовая система CMYK также является аппаратно-зависимой. При цветной печати решающее действие оказывают не только цветные красители, используемые для создания печатных цветов. Цветовое ощущение определяется еще и типом применяемой бумаги, способом печати и окружающим освещением.

Воспроизведение цветных оригиналов представляет собой сложный процесс, особенно когда необходима очень высокая точность цветопередачи. Не всегда печать выполняется стандартным образом. В частности, при изготовлении простой печатной продукции процесс балансировки цвета часто выполняется в интерактивном режиме. Оператор сравнивает результат печати с оригиналом и вносит изменения в цветовой синтез на печатном станке до тех пор, пока цвета не окажутся согласованными.

**Цветовая система HSV** представляет цвет с помощью цветового тона, насыщенности и яркости. К другим подобным системам относятся системы HSI, HLS и YUV.

HSV образуется из слов «hue», «saturation» и «value», которые означают цветовой тон, насыщенность и величину; HSI означает «hue», «saturation» и «intensity» (интенсивность); HLS означает «hue», «lightness» (светлота) и «saturation». Модель YUV представляет собой вариант системы HSV, который был разработан специально для передачи телевизионных изображений в системе цветного телевидения PAL.

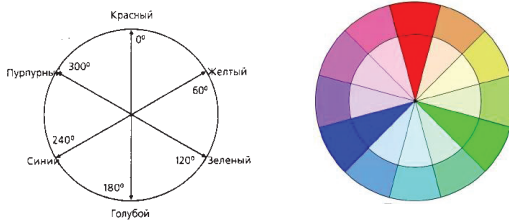


Рисунок 3 Цветовой круг HSV



Цветовая система HSV. В несколько упрощенном виде эта система представляется в виде круга, на котором располагаются цвета видимого спектра. Цветовой тон («hue») цвета определяется углом стрелки, выходящей из центра круга.

Отдельные цветовые оттенки при этом располагаются, как цифры на часах. Их положение определяется углом цветовой стрелки, который может принимать значения от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ . Обычно для чисто красного берется угол  $0^\circ$ , для чисто зеленого -  $120^\circ$  и для чисто синего -  $240^\circ$ .

Величина насыщения указывает, насколько тусклым или соответственно насыщенным должен являться цвет. Различные насыщенности цвета возникают, когда чистый цвет разбавляется белым. Чем больше в цвете содержание белого, тем ниже насыщенность цвета и тем более блеклым он выглядит. Естественные цвета имеют низкую насыщенность, поэтому слишком насыщенные цвета выглядят ненатуральными и подчеркнутыми.

В цветовом круге различные насыщенности цвета представляются как радиальные характеристики. Насыщенность цвета возрастает при движении по радиусу от центра круга к границе. Угол стрелки определяет цветовой тон, а ее длина указывает насыщенность. Насыщенность цвета может принимать значения между 0 и 1, причем 0 соответствует белому цвету, а 1 - полностью насыщенному чистому цвету. Однако практичнее значения насыщенности выражать в процентах между 0 и 100%.

Яркость цвета также меняется в пределах от 0 до 1. Эта величина является независимой и не связана с цветовым кругом.

Система HSV является абстрактной цветовой системой. Это значит, что цветовой тон и насыщенность цвета нельзя измерить непосредственно. Любая форма ввода цветовой информации всегда начинается с определения красной, зеленой и синей составляющих, а значения HSV получают с помощью математического пересчета.

Работа в системе HSV имеет два преимущества: аппаратную независимость и возможность обращения с цветом на интуитивном уровне.

**Цветовой график МКО.** В качестве всемирного стандарта для определения цвета в настоящее время цветовой график МКО. МКО (CIE) - это Международная комиссия по освещению, которая определила этот стандарт еще в 1931 году.

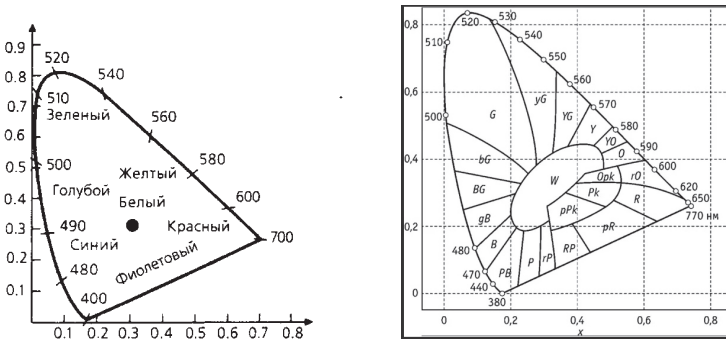


Рисунок 4. Цветовой график МКО

График МКО по форме напоминает подкову (см. рис.4). Он охватывает все цвета, которые способен видеть человеческий глаз. Система МКО является развитием модели RGB на новой основе. В системе МКО используются цветовую модель, которая позволяет генерировать все видимые цвета, используя только два источника основных цветов, которые обозначают  $x$  и  $y$ .

На линии, которая ограничивает цветовое пространство МКО, находятся все чистые цвета видимого света. Их можно получить путем смешения основных цветов  $x$  и  $y$ . Например, чистый красный с длиной волны 700 нм понимается как результат смешения 70%  $x$  и 25%  $y$ . Цвета внутри ограничивающей линии можно получить либо путем смешения чистых цветов, либо путем смешения нереальных основных цветов  $x$  и  $y$ .

Все цвета, которые лежат внутри графика МКО или на его границе, являются физически реализуемыми. Поэтому их можно применять для получения новых цветов путем аддитивно-го смешения.

Однако система МКО не замыкается только на источниках света и может применяться при решении любых других задач. Таким образом, эта система является идеальной основой для определения цветового охвата устройств.

Цифровой охват устройства имеет вид треугольника. Его строят только для устройств, в которых цвета получаются путем аддитивного смешения.

Цветовой охват для печатной продукции или для Цветной фотопленки описывается более сложными фигурами, поскольку цветность здесь формируется с использованием других принципов смешения.

### 1.5. Контрольные вопросы

1. Назовите основные этапы развития электронных вычислительных машин.
2. Что определяет поколение ЭВМ?
3. Назовите ученых, внесших вклад в развитие ВТ.
4. Что такое система счисления?
5. Чем отличается позиционная система записи чисел от непозиционной?
6. Правила перехода от десятичного числа с дробной частью к двоичному числу.
7. Правила перехода из любой позиционной системы в десятичную.
8. Какие существуют формы представления двоичных чисел в ЭВМ?
9. Как в ЭВМ представляется текстовая информация?
10. Что такое Escape-последовательности?
11. Что такое кодовая таблица
12. Что такое ASCII-код и UNICOD?
13. Что такое разрешение в графическом изображении?
14. Назовите аппаратно-зависимые цветовые модели.
15. Аппаратно-независимые цветовые модели.

## **Часть 2. Аппаратные средства информатики**

### **2.1. Принципы устройства компьютеров**

#### 2.1.1. Понятие архитектуры ЭВМ

Под архитектурой ЭВМ понимаем совокупность характеристик ВМ, которая необходима пользователю, то есть ее логическая организация, структура и средства вычислительной системы, которые могут быть выделены процессу обработки данных на определенный интервал времени. Это, прежде всего, основные устройства и блоки ЭВМ, а также структура связей между ними.

Общие принципы построения ЭВМ, которые относятся к архитектуре:

1. структура памяти ЭВМ;
2. способы доступа к памяти и внешним устройствам;
3. возможность изменения конфигурации;
4. система команд;
5. форматы данных;

6. организация интерфейса.

*"Архитектура - это наиболее общие принципы построения ЭВМ, реализующие программное управление работой и взаимодействием основных ее функциональных узлов".*

### 2.1.2. Классическая архитектура фон Неймана

Классические принципы построения архитектуры ЭВМ были предложены в работе Дж. фон Неймана, Г. Голдстейга и А. Беркса в 1946 году и известны как "принципы фон Неймана".

Они таковы:

#### 1. Использование двоичной системы представления данных

Авторы убедительно продемонстрировали преимущества двоичной системы для технической реализации, удобство и простоту выполнения в ней арифметических и логических операций. ЭВМ стали обрабатывать и нечисловые виды информации - текстовую, графическую, звуковую и другие, но двоичное кодирование данных по-прежнему составляет информационную основу любого современного компьютера.

#### 2. Принцип хранимой программы

Первоначально программа задавалась путем установки переключателей на специальной коммуникационной панели. Это было весьма трудоемким занятием. Нейман первым догадался, что программа может также храниться в виде нулей и единиц, причем в той же самой памяти, что и обрабатываемые ею числа. Отсутствие принципиальной разницы между программой и данными дало возможность ЭВМ самой формировать для себя программу в соответствии с результатами вычислений.

Фон Нейман не только выдвинул основополагающие принципы логического устройства ЭВМ, но и предложил ее структуру, которая воспроизводилась в течение первых двух поколений ЭВМ.

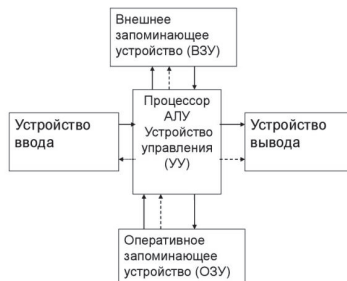


Рисунок 5. Структура ЭВМ, предложенная фон Нейманом

Устройство управления (УУ) и арифметико-логическое устройство (АЛУ) в современных компьютерах объединены в один блок - процессор, являющийся преобразователем информации, поступающей из памяти и внешних устройств.

Память (ЗУ) хранит информацию (данные) и программы. Запоминающее устройство у современных компьютеров "многоуровнево" и включает оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) и внешние запоминающие устройства (ВЗУ).

ОЗУ - это устройство, хранящее ту информацию, с которой компьютер работает непосредственно в данное время (исполняемая программа, часть необходимых для нее данных, некоторые управляющие программы).

ВЗУ-устройства гораздо большей емкости, чем ОЗУ, но существенно более медленны.

### 3. Принцип последовательного выполнения операций

Структурно основная память состоит из пронумерованных ячеек, то есть ячейки памяти располагаются последовательно по возрастанию номеров. Если в памяти  $N$  ячеек, они нумеруются от 0 до  $N-1$ .

Процессору в произвольный момент времени доступна любая ячейка. Отсюда следует возможность давать имена областям памяти, так, чтобы к запоминаемым в них значениям можно было бы впоследствии обращаться или менять их в процессе выполнения программы с использованием присвоенных имен.

Команды, записанные в памяти компьютера, выполняются последовательно, друг за другом. Последовательность команд называется *программой*.

### 4. Принцип произвольного доступа к ячейкам оперативной 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. Этот принцип обеспечивает облегчение программирования, удобство и надежность использования ЭВМ. В машине Тьюринга для доступа к ячейке, отстоящей, например, на три ячейки правее данной, требовалось вводить три дополнительных состояния.

### Система команд

Вся деятельность ЭВМ - это непрерывное выполнение тех или иных программ, причем программы эти могут в свою очередь загружать новые программы и т.д.

Каждая команда состоит из отдельных машинных команд. Каждая машинная команда, в свою очередь, делится на ряд элементарных составных частей, которые принято называть *тактами*. В зависимости от сложности команды она может быть реализована за разное число тактов. Например, пересылка информации из одного внутреннего регистра процессора (специальной ячейки, которые находятся в центральном процессоре – см. рис. 6) в другой выполняется за несколько тактов, а для перемножения двух целых чисел их требуется на порядок больше. Существенное удлинение команды происходит, если обрабатываемые данные еще не находятся внутри процессора и их приходится считывать из ОЗУ.

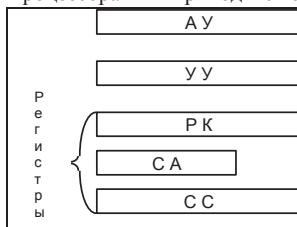


Рисунок 6. Центральный процессор и его регистры: регистр команд (РК), регистр «счетчик адреса» (СА) и регистр «слово-состояние» (СС), содержащий информацию о результате выполнения команды.

При выполнении каждой команды ЭВМ проделывает стандартные действия:

1. согласно содержимому счетчика адреса команд, считывается очередная команда программы (ее код обычно заносится на хранение в специальный регистр УУ, ко-



дет адрес ячейки, число из которой нужно загрузить в ОЗУ. Для команды *Сложить* по этому адресу будет храниться число, которое нужно прибавить к содержимому ОЗУ. Для команды *Сохранить* в этих двух байтах будет указываться адрес ячейки, в которую нужно записать результат сложения.

Рассмотрим упрощенную логическую схему реализации подобного сложения. Для этого должны подключить к выходам массива Коды три, так называемые, 8-битовых защелки (см. рис. 8). В каждой будет храниться один из байтов 3-байтовой команды. В первую защелку попадет код команды, во вторую - старший байт адреса, в третью - младший. Выход второй и третьей защелок станет 16-битовым адресом ячейки в массиве Данные. В сумматоре каждая команда занимает по 3 байта и извлекается из памяти побайтово. Процесс извлечения команды из памяти называется выборкой команды (instruction fetch). Выборка одной команды занимает три цикла синхронизирующего сигнала, а полный командный цикл - четыре цикла синхронизирующего сигнала. Поскольку извлечение одной команды занимает 3 такта, то скорость работы системы уменьшится в 3 раза.

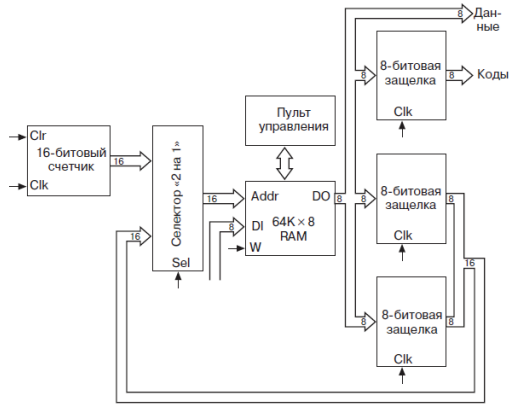


Рисунок 8. Схема автоматизированного сумматора при совместном хранении данных и кодов.

Для того чтобы и коды, и данные хранить в одном и том же массиве, нам понадобится селектор 2 линии на 1, который будет определять способ адресации массива RAM. Один адрес поступает на селектор с 16-битового счетчика. Выход массива данных подключен к трем защелкам, в которых сохраняется код команды и сопровождающие его два байта адреса. Этот 16-битовый адрес также подается на вход селектора. Когда в защелки записывается адрес, селектор пропускает его на адресный вход массива RAM.

### 2.1.3. Основные блоки IBM PC

Персональный компьютер - универсальная техническая система. Его конфигурацию (состав оборудования) можно гибко изменять по мере необходимости. Тем не менее, существует понятие базовой конфигурации, которую считают типовой. В таком комплекте компьютер обычно поставляется. Понятие базовой конфигурации может меняться. В настоящее время в базовой конфигурации рассматривают четыре устройства:

- системный блок;
- монитор;
- клавиатуру;
- мышь.

Рассмотрим, как устройства присоединяются друг к другу.

**Системный блок** - центральное устройство компьютера. Остальные устройства (их называют внешние или периферийные) присоединяются к нему через разъемы и порты.

**Разъемы** - физическое устройство, соединяющее два устройства.

**Порт** - логическое устройство.

Выполняет две функции:

1. служит "посредником" при передаче данных между компьютером и устройствами ввода/вывода.
2. выдает процессору сигнал прерывания, по которому начинается процесс прерывания.

Разъемы для присоединения внешних устройств к системному блоку находятся на заднем торце системного блока. Каждый из разъемов индивидуален по своей конфигурации - перепутать кабели от периферийных устройств при подключении невозможно.

Внутри системного блока объединяющим центром является материнская плата, в том числе процессор.

Для правильной работы с внешним устройством процессору необходим посредник - **контроллер** (обозначим его **К**) - который знает, как работать с данным устройством.

Ряд контроллеров смонтирован сразу на материнской плате, например, контроллеры клавиатуры и дисков. Другие располагаются на специальных платах, называемых адаптерами. Адаптеры устанавливаются и на материнскую плату.

## 2.2. Аппаратные средства современных ПК

### 2.2.1. Архитектуры современных персональных компьютеров

Большинство современных ЭВМ являются фон-Неймановскими. Современный компьютер одновременно и прост, и сложен. Он стал проще, так как многие его компоненты были интегрированы (объединены) с другими, и поэтому их количество уменьшилось. Он стал сложнее, поскольку каждая часть современной системы выполняет намного больше функций, чем раньше. Минимальный набор основных частей, которые должен содержать персональный компьютер, следующий: системный блок, подключенный к нему монитор и устройства ввода информации (клавиатура и мышь).

В основу архитектуры современных персональных компьютеров положен магистрально-модульный принцип (см. рис. 9).

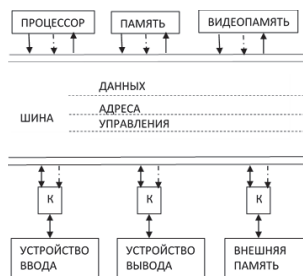


Рисунок 9. Магистрально-модульный принцип архитектуры ЭВМ.

**Магистраль (системная шина)** – это набор электронных линий, связывающих центральный процессор, основную память и периферийные устройства воедино относительно передачи данных, служебных сигналов и адресации памяти. Таким образом, магистраль включает в себя три многоразрядные шины: шину данных, шину адреса и шину управления. Разрядность шины определяется количеством бит информации, передаваемых по шине па-

раллельно. Процессор выполняет арифметические и логические операции, взаимодействует с памятью, управляет и согласует работу периферийных устройств.

Описанную схему легко дополнить новыми устройствами - это свойство называют **открытостью архитектуры**. Для пользователя это означает возможность свободно выбирать состав внешних устройств для своего компьютера.

При увеличении потоков информации между устройствами ЭВМ единственная магистраль перегружается, что существенно тормозит работу компьютера. Поэтому в состав ЭВМ могут вводиться одна или несколько дополнительных шин.

**Шина данных.** По этой шине данные передаются между различными устройствами. Разрядность шины данных определяется разрядностью процессора, т. е. количеством двоичных разрядов, которые процессор обрабатывает за один такт.

К основным режимам работы процессора с использованием шины передачи данных можно отнести:

- запись/чтение данных из оперативной памяти (оперативное запоминающее устройство – ОЗУ);
- запись/чтение данных из внешних запоминающих устройств (ВЗУ);
- чтение данных с устройств ввода;
- пересылка данных на устройства вывода.

**Шина адреса.** Каждая ячейка оперативной памяти имеет свой адрес. Адрес передается по адресной шине. Разрядность шины адреса определяет адресное пространство процессора, т. е. количество ячеек оперативной памяти, которые могут иметь уникальные адреса. Количество адресуемых ячеек памяти можно рассчитать по формуле:  $N = 2^m$ , где  $m$  – разрядность шины адреса.

В первых персональных компьютерах разрядность шины адреса составляла 16 бит, а количество адресуемых ячеек памяти –  $N = 2^{16} = 65\,536$ .

**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.

### 2.2.2. Системный блок

Системный блок имеет корпус со встроенным в него блоком питания. Внутри корпуса находятся устройства, которые принято называть системными устройствами. Это:

- системная, или материнская, плата;
- оперативная память (или оперативное запоминающее устройство – ОЗУ);
- платы адаптеров внешних устройств (видеоадаптер, или видеокарта, адаптеры дисков, звуковая плата и т. д.);
- устройства внешней магнитной и оптической памяти. Это - накопители на гибких и жестких магнитных дисках, накопители на оптических дисках.

Корпуса бывают с горизонтальной компоновкой и с вертикальной компоновкой. Корпус является механической основой любого прибора, все остальные устройства крепятся к нему. Через блок питания осуществляется электрическое заземление компонентов ПК.

Преимущества вертикальных корпусов – их большие размеры. В них обычно предусмотрено несколько отсеков для дисководов. С учетом потенциальных возможностей наращивания системы, в вертикальных корпусах часто устанавливают блоки питания повышенной мощности (свыше 500 Вт). В них также можно монтировать материнские платы большего размера с полным набором разъемов расширения и дополнительные вентиляторы.



### 2.2.3. Системная плата

Системная или материнская плата (от англ. motherboard) - основная плата персонального компьютера. На ней размещаются:

- **процессор** - основная микросхема, выполняющая большинство математических и логических операций;

- **микрпроцессорный комплект (чипсет)** - набор микросхем, управляющих работой внутренних устройств компьютера и определяющих основные функциональные возможности материнской платы;

- **шины** - наборы проводников, по которым происходит обмен сигналами между внутренними устройствами компьютера;

- **оперативная память (оперативное запоминающее устройство, ОЗУ)** - набор микросхем, предназначенных для временного хранения данных, когда компьютер включен. Системной плате существуют слоты для установки модулей оперативной памяти. Эти слоты снабжены специальными защелками, которые при установке модуля памяти в слот захватывают его с обеих сторон. На материнской плате таких слотов может быть четыре.

- **ПЗУ (постоянное запоминающее устройство)** с системой BIOS (базовой системой ввода-вывода) - микросхема, предназначенная для длительного хранения данных, в том числе и когда компьютер выключен;

- **Кэш-память** - сверхоперативное запоминающее устройство;

- **КМОП (CMOS)** - память с данными об аппаратных настройках и аккумулятором для ее питания;

- **разъем** питания;

- **преобразователь напряжения** с 5В на более низкое для питания процессора (например, процессоры i486DX4, Intel Pentium, Intel Pentium Pro потребляют 3,3 В, а современные Intel Pentium III и IV, равно как AMD Athlon и Duron потребляют менее 2В);

- **слоты (slot)** – разъемы для подключения различных внешних устройств.

**Формфактор** – конструктив, определяющий физические параметры платы и тип корпуса, в котором она может быть установлена. Формфакторы системных плат могут быть стандартными (т. е. взаимозаменяемыми) или нестандартными. Нестандартные формфакторы являются препятствием для модернизации компьютера. Наиболее известные формфакторы системных плат перечислены ниже в таблице:

УСТАРЕВШИЕ	СОВРЕМЕННЫЕ
- Baby-AT; - LPX	- ATX; - Micro-ATX; - Flex-ATX; - NLX.

ATX и NLX используются в большинстве полноразмерных настольных и вертикальных систем. Существует несколько вариантов формфактора ATX, в число которых входят Micro-ATX (который представляет собой уменьшенную версию формфактора ATX, используемого в системах малых размеров) и Flex-ATX (еще более уменьшенный вариант, предназначенный для домашних компьютеров низшего ценового уровня). Формфактор NLX предназначен для корпоративных настольных систем.

Архитектура и характеристики системной платы определяются архитектурой и характеристиками набора микросхем, обслуживающих МП (микропроцессор). Это набор микросхем системной логики, или чипсет (chipset) - набор чипов. Физически этот набор представляет собой несколько (обычно от 2 до 4) больших микросхем на системной плате, через которые МП взаимодействует с оперативной памятью и остальными устройствами как системной платы, так и внешними по отношению к системной плате. Этот набор называют

еще **системной логикой**. Чаще всего микросхемы впаяны в плату и поменять их нельзя.

Набор микросхем системной логики определяет основные возможности платы:

- типы поддерживаемых ЦП (обычно чипсет поддерживает несколько типов ЦП). Материнская плата имеет специальное **гнездо для крепления процессора**. Но для каждого поколения процессоров нужны разные разъемы, поэтому для них выпускают системные платы с соответствующими гнездами;

- поддержку многопроцессорной конфигурации;

- максимальную внешнюю частоту процессора;

- логику коммутации устройств между собой (ЦП, основной памяти и др.);

- типы основной памяти, а также максимальный ее размер (чипсет поддерживает несколько типов памяти);

- скорости работы с каждым типом памяти, которые определяются тактовыми диаграммами;

- поддержку **AGP** – ускоренного графического порта (необходим для современной 3D-графики) и его скоростные режимы;

- максимальное число слотов шины PCI (что важно для расширяемости), ее версию и режимы. Интерфейс **PCI (Peripheral Component Interconnect)** – стандарт подключения внешних компонентов) был введен в персональных компьютерах, выполненных на базе процессоров Intel Pentium. По своей сути это тоже интерфейс локальной шины, связывающей процессор с оперативной памятью, в которую врезаны разъемы для подключения внешних устройств. Для связи с основной шиной компьютера (**ISA/EISA**) используются специальные интерфейсные преобразователи – **мосты PCI (PCI Bridge)**. В современных компьютерах функции моста **PCI** выполняют микросхемы микропроцессорного комплекта (чипсета). Данный интерфейс поддерживает частоту шины 33 МГц и обеспечивает пропускную способность 132 Мбайт/с. Последние версии интерфейса поддерживают частоту до 66 МГц и обеспечивают производительность 264 Мбайт/с для 32-разрядных данных и 528 Мбайт/с для 64-разрядных данных.

- тип дискового интерфейса и его скоростные режимы;

- поддержку **AMR**-портов, которые дают возможность использовать **AMR**-модемы и звуковые карты.

Логически набор системных микросхем состоит из двух «мостов», соединяющих МП с другими устройствами системной платы.

**Северный мост (North Bridge, NB)** иногда называют контроллером **PAC (PCI/AGP Controller)**. В сущности, он является основным компонентом системной платы и единственной, за исключением процессора, схемой, работающей на полной частоте системной платы (шины процессора). Содержит контроллеры основной памяти, **AGP**-шины, системной шины и шины процессора. Этот компонент представляет собой мост между быстродействующей шиной процессора и более медленными шинами **AGP** и **PCI**. В современных наборах микросхем используется однокристалльная микросхема **North Bridge**. В более ранних версиях находилось до трех отдельных микросхем, составляющих полную схему **North Bridge**.

**Южный мост (South Bridge, SB)** – в наборе системной логики микросхема с более низким быстродействием; к ней подключаются периферийные устройства. Одна и та же микросхема **South Bridge** может использоваться в различных наборах системной логики. (Разные типы схем **North Bridge**, как правило, разрабатываются с учетом того, чтобы мог использоваться один и тот же компонент **South Bridge**). **South Bridge** содержит в числе прочих две схемы, реализующие интерфейс контроллера жесткого диска **IDE** и интерфейс **USB (Universal Serial Bus)** – универсальная последовательная шина), а также схемы, реализующие функции памяти **CMOS** и часов. Как правило, Южный мост управляет следующими устройствами:

- дисководом гибких дисков (**FDD**) и жестких дисков (**HDD**);

- клавиатурой (**KBC** - Keyboard Controller);
- портом мыши **PS/2**;
- системными часами (**RTC** - Real Time Clock);
- коммуникационными портами: **COM** (последовательные порты, через которые подключаются мышь, внешний модем), **LPT** (параллельные порты, предназначенные для подключения таких внешних устройств - как сканер, принтер и др.), сетевыми;
- шинами **SMBus** (используются для мониторинга);
- портами **USB (Universal Serial Bus)** - универсальная последовательная магистраль).

Это одно из последних нововведений в архитектурах материнских плат. Этот стандарт определяет способ взаимодействия компьютера с периферийным оборудованием. Он позволяет подключать до 256 различных устройств, имеющих последовательный интерфейс. Устройства могут включаться цепочками (каждое следующее устройств подключается к предыдущему). Производительность шины **USB** относительно невелика и составляет до 1,5 Мбит/с, но для таких устройств, как клавиатура, мышь, модем, джойстик и т. п., этого достаточно. Удобство шины состоит в том, что она практически исключает конфликты между различным оборудованием, позволяя подключать и отключать устройства, не выключая компьютер и позволяет объединять несколько компьютеров в простейшую локальную сеть без применения специального оборудования и программного обеспечения.

Южный мост содержит также все компоненты, необходимые для старой шины **ISA**, включая контроллер прямого доступа к памяти и контроллер прерываний. Южный мост чаще всего состоит из 1 микросхемы, хотя может реализоваться и 2, 3 и большим количеством микросхем - в зависимости от производителя.

**Микросхема Super I/O**, которая формально не входит в набор микросхем системной логики, является третьим компонентом системной платы. Если она есть на плате, она соединена с шиной **ISA - Industry Standard Architecture** (8 МГц) и содержит все стандартные периферийные устройства, встроенные в системную плату. Например, большинство микросхем **Super I/O** поддерживают параллельный порт, два последовательных порта, контроллер гибких дисков, интерфейс клавиатура/мышь. К числу дополнительных компонентов могут быть отнесены **CMOS RAM/Clock**, контроллеры **IDE**, а также интерфейс игрового порта. Системы, содержащие порты **IEEE-1394** и **SCSI**, используют для портов этого типа отдельные микросхемы.

**Контроллеры EIDE, SCSI.** Контроллеры **EIDE** предназначены для подключения к материнской плате устройств хранения и чтения информации, таких как жесткие диски, резервные накопители, записывающие устройства **CD** и т.д. **SCSI**-контроллер более быстр и надежен, кроме того он поддерживает большое количество устройств, чем **EIDE**.

**Инфракрасные порты** - дают возможность подключать внешние устройства без проводов.

В настоящее время выделяют чипсеты с *обычной* и **Hub (хаб)-архитектурой**.

Характерная черта *обычной архитектуры* - связь мостов по шине **PCI**. Это означает, что обмен между мостами загружает шину **PCI** и ограничен ее пропускной способностью. Слоты **PCI** более быстрые, чем старые **ISA**-слоты, поэтому являются сегодня стандартом для подключения дополнительных устройств (внутренний модем, звуковая карта, **TV+FM** тюнер и т. д.)

**Hub-архитектура** впервые появилась осенью 1999 г. в чипсетах Intel i8x0. Термин «**хаб**» употребляется здесь как коммутатор, каждый из чипов представляет собой коммутатор и может соединять подключенные к нему устройства для обмена их между собой без участия ЦП. Это важно для обработки потоковых данных (из сети или мультимедийных). Другой важный архитектурный момент - соединение мостов **SB** и **NB** не по шине **PCI**, а по отдельной и вдвое более скоростной специальной шине (**хаб** – интерфейс). Напомним, что шина **PCI** разделяется между многими устройствами.

**Hub**-архитектура обладает некоторыми определенными преимуществами по отношению к традиционной конструкции North/South Bridge:

- Увеличенная пропускная способность. Hub-интерфейс представляет собой 8-разрядный интерфейс 4X (четырёхтактный) с тактовой частотой 66 МГц (4x66 МГц x 1 байт = 266 Мбайт/с), имеющий удвоенную по отношению к PCI пропускную способность. (Со времени появления хаб-интерфейса по настоящее время частота работы шины PCI неоднократно увеличивалась. Кроме того, теперь применяется в основном последовательный вариант шины PCI - **PCI Express**).

- Уменьшенная нагрузка PCI. Hub-интерфейс не зависит от PCI и не участвует в перераспределении или захвате полосы пропускания шины PCI. Это улучшает эффективность остальных устройств, подсоединенных к шине PCI, при выполнении групповых операций.

- Уменьшение монтажной схемы. Несмотря на удвоенную по сравнению с PCI пропускную способность, hub-интерфейс имеет ширину, равную 8 разрядам, и требует для соединения с системной платой всего лишь 15 сигналов. Конструкция hub-интерфейса предусматривает увеличение пропускной способности устройств, непосредственно соединенных с I/O Controller Hub (ранее South Bridge), к которым относятся быстродействующие интерфейсы SATA и USB 2.0.

Вычислительные системы современных компьютеров общего назначения строят с использованием следующей архитектуры: чипсеты нового поколения для Intel 10 Series (H410, B460, Q470, W480, Z490) и AMD (X399, X400 с ЦП Ryzen 4000; X470, B350, A320 с ЦП AM4; 990FX/990X, 980G, 970 для AM3+) и материнские платы на их основе такие как, например, ASRock (серия Creator), ASUS (серия PRO), Gigabyte (серия Vision), поддерживают до 10 ядер на процессор с кэшем 20 МБ и тип памяти DDR4, а также новое поколение интерфейса PCI Express 3.0 и для работы с высокопроизводительными дисковыми системами RAID-контроллеры версий 0, 1, 5, 10 на накопителях SATA.

Чипсеты с индексом Q могут поддерживать до четырех видеокарт. Чипсет X470 позволяет поддерживать две видеокарты, а также на аппаратном уровне объединять несколько накопителей в единый логический том и сбрасывать часто используемые файлы на более скоростной SSD-диск.

Последние поколения МП от Intel несколько отличаются от классической архитектуры: функции северного моста здесь делегированы непосредственно центральному процессору, что позволило увеличить скорость обработки данных, тем самым повысив быстродействие ПК.

#### 2.2.4. Процессор

**Процессор (центральное процессорное устройство, Central Processing Unit - CPU)** - основная микросхема компьютера, в которой и производятся все вычисления. Конструктивно процессор состоит из ячеек, похожих на ячейки оперативной памяти, но в этих ячейках данные могут не только храниться, но и изменяться. Внутренние ячейки процессора называют **регистрами**. Данные, попавшие в некоторые регистры, рассматриваются не как данные, а как команды, управляющие обработкой данных в других регистрах. Среди регистров процессора есть и такие, которые в зависимости от своего содержания способны модифицировать исполнение команд. Таким образом, управляя засылкой данных в разные регистры процессора, можно управлять обработкой данных. На этом и основано исполнение программ.

С остальными устройствами компьютера, и в первую очередь с оперативной памятью, процессор связан несколькими группами проводников, называемых **шинами (bus)**. Основных шин три: **шина данных, адресная шина и командная шина**.

**Адресная шина (address bus)**. У процессоров Intel Pentium адресная шина 32-разрядная, то есть состоит из 32 параллельных линий. В зависимости от того, есть напря-

жение на какой-то из линий или нет, говорят, что на этой линии выставлена единица или ноль. Комбинация из 32 нулей и единиц образует 32-разрядный адрес, указывающий на одну из ячеек оперативной памяти. К ней и подключается процессор для обмена данными между ячейками памяти и своими регистрами.

**Шина данных (data bus).** По этой шине происходит копирование данных из оперативной памяти в регистры процессора и обратно. В компьютерах, собранных на базе процессоров Intel Pentium, шина данных 64-разрядная, то есть состоит из 64 линий, по которым за один раз на обработку поступают сразу 8 байтов.

**Шина управления (команд) (control bus).** Для того чтобы процессор мог обрабатывать данные, ему нужны команды, определяющие процесс обработки данных, находящихся в его регистрах. Эти команды поступают в процессор также из оперативной памяти. Команды тоже представлены в виде байтов. Самые простые команды укладываются в один байт, однако, есть и такие, для которых нужно три и более байтов. В большинстве современных процессоров шина команд 32-разрядная, хотя существуют 64-разрядные процессоры и даже 128-разрядные.

**Математический сопроцессор** предназначен для расширения вычислительных возможностей центрального процессора - выполнения арифметических, тригонометрических, экспоненциальных и логарифмических операций над числами с плавающей точкой. Сопроцессор поддерживает семь типов данных: 16-, 32-, 64-битные целые числа; 32-, 64-, 80-битные числа с плавающей точкой и 18-разрядные числа в двоично-десятичном формате. Применение сопроцессора повышает производительность вычислений в сотни раз. С программной точки зрения сопроцессор и процессор выглядят как единое целое. Физически сопроцессор может быть отдельной микросхемой, подключаемой к локальной шине основного процессора, или располагаться прямо на кристалле центрального процессора (начиная с процессоров i486). В любом случае сопроцессор исполняет только свои специфические команды, а всю работу по декодированию инструкций и доставке данных осуществляет основной процессор.

**Система команд процессора.** В процессе работы процессор обслуживает данные, находящиеся в его регистрах, в поле оперативной памяти, а также данные, находящиеся во внешних портах процессора. Часть данных он интерпретирует непосредственно как данные, часть данных - как адресные данные, а часть - как команды. Совокупность всех возможных команд, которые может выполнить процессор над данными, образует так называемую *систему команд процессора*. Процессоры, относящиеся к одному семейству, имеют одинаковые или близкие системы команд. Процессоры, относящиеся к разным семействам, различаются по системе команд и неважизаменяемы.

**Процессоры с расширенной и сокращенной системой команд.** Чем шире набор системных команд процессора, тем сложнее его архитектура, тем длиннее формальная запись команды (в байтах), тем выше средняя продолжительность исполнения одной команды, измеренная в тактах работы процессора. Так, например, система команд процессоров Intel Pentium в настоящее время насчитывает более тысячи различных команд. Такие процессоры называют процессорами **архитектуры CISC с расширенной системой команд (CISC — Complex Instruction Set Computing)**.

В противоположность CISC - процессорам в середине 80-х годов появились процессоры **архитектуры RISC с сокращенной системой команд (RISC — Reduced Instruction Set Computing)**. При такой архитектуре количество команд в системе намного меньше, и каждая из них выполняется намного быстрее. Таким образом, программы, состоящие из простейших команд, выполняются этими процессорами много быстрее. Обратная сторона сокращенного набора команд состоит в том, что сложные операции приходится воспроизводить (эмулировать) далеко не эффективной последовательностью простейших команд сокращенного набора.

В результате конкуренции между двумя подходами к архитектуре процессоров сложилось следующее распределение их сфер применения:

- *CISC*-процессоры используют в универсальных вычислительных системах;
- *RISC*-процессоры используют в специализированных вычислительных системах или устройствах, ориентированных на выполнение единообразных операций.
- *VLIW-архитектура* (*Very Large Instruction Word* – «Очень длинное слово команды») появилась позже всех, в девяностые годы. Ее особенность – использование очень длинных команд (128 бит и более), отдельные поля которых содержат коды, обеспечивающие выполнение различных операций. Одна команда вызывает выполнение сразу нескольких операций параллельно в различных операционных устройствах (ОУ), входящих в структуру МП. При трансляции программ, написанных на языках высокого уровня, соответствующий транслятор формирует длинные *VLIW*-команды, каждая из которых обеспечивает реализацию процессором целой группы операций.

**Совместимость процессоров.** Если два процессора имеют одинаковую систему команд, то они полностью совместимы на программном уровне. Это означает, что программа, написанная для одного процессора, может исполняться и другим процессором. Процессоры, имеющие разные системы команд, как правило, несовместимы или ограниченно совместимы на программном уровне.

Группы процессоров, имеющих ограниченную совместимость, рассматривают как *семейства процессоров*. Так, например, все процессоры Intel Pentium относятся к так называемому семейству *x86*. Родоначальником этого семейства был 16-разрядный процессор Intel 8086, на базе которого собиралась первая модель компьютера *IBM PC*. Впоследствии выпускались процессоры Intel 80286, Intel 80386, Intel 80486 Intel Pentium 60,66,75,90,100,133; несколько моделей процессоров Intel Pentium MMX, модели Intel Pentium Pro, Intel Pentium II, Intel Celeron, Intel Xeon, Intel Pentium III. Из современных процессоров можно говорить о совместимости Intel до 9-го поколения (Intel Core i3 / i5 / i7 / i9-9xxxK) и Intel Xeon E-21xx, Intel Atom (J4xxx / J5xxx и N4xxx / N5xxx), процессоры Celeron и Pentium и другие. Все эти модели, и не только они, а также многие модели процессоров компаний AMD до 7-го поколения (*A-Series Ax-9xxx*, *E-Series Ex-9xxx* и *FX-9xxx*), процессоры AMD Athlon 2xx, AMD Ryzen 3/5/7 2xxx, AMD Opteron и AMD EPYC 7xxx обладают совместимостью по принципу «сверху вниз».

Принцип совместимости «сверху вниз» - это пример неполной совместимости, когда каждый новый процессор «понимает» все команды своих предшественников, но не наоборот. Благодаря такой совместимости на современном компьютере можно выполнять любые программы, созданные в последние десятилетия для любого из предшествующих компьютеров, принадлежащего той же аппаратной платформе.

**Микропроцессоры. Микропроцессор (МП)** – это новейшее, последнее поколение процессоров. Можно сказать, что всю мощь и функции обычного процессора уместили на одном кристалле. Название «микропроцессор» появилось в результате синтеза двух английских слов: микрочип (*MICROchip*) и процессор (*PROCESSOR*).

Многие современные микропроцессоры строятся с использованием двух основных видов архитектуры (*CISC* и *RISC*), благодаря чему сочетают в себе универсальность одной архитектуры с производительностью другой.

Другой важной архитектурной особенностью МП является вариант использования им памяти (ОЗУ) и организация выборки команд и данных. По этому признаку различаются *МП с Принстонской архитектурой и Гарвардской архитектурой* (в этих случаях часто говорят о структуре вместо архитектуры).

**Принстонская архитектура**, которая часто называется архитектурой фон Неймана, характеризуется использованием общей оперативной памяти для хранения программ, данных и стека; для обращения к этой памяти используется общая шина данных, по которой в

процессор поступают и команды, и данные. Общая память позволяет динамически перераспределять и эффективно ее использовать для отдельных задач. Недостаток – последовательная выборка команд и данных по шине. Получается, что шина - это узкое место, тормозящее работу МП. Данная архитектура довольно долго доминировала в разработке микропроцессоров.

**Гарвардская архитектура** характеризуется физическим разделением памяти программ и памяти данных, а также наличием отдельного стека для хранения программного счетчика (это обеспечивает выполнение вложенных подпрограмм). Каждая память соединяется с МП отдельной шиной. Преимуществом этой архитектуры является более высокая производительность; недостатки - это наличие большого количества шин; фиксированный объем памяти не позволяет оперативно ее перераспределять для использования разными задачами. Коэффициент использования памяти – низкий, поэтому такая архитектура требует большого объема памяти. Тем не менее, благодаря наличию в современных устройствах кэш - памяти эти недостатки успешно компенсируются, и данная архитектура широко используется. Гарвардская архитектура широко применяется во внутренней структуре современных высокопроизводительных микропроцессоров, где используется отдельная кэш-память для хранения команд и данных. В то же время во внешней структуре большинства МП реализуются принципы Принстонской архитектуры.

В настоящее время новые архитектуры разрабатываются каждые 2 года. С этой целью выполняются около 80 отдельных проектов по всему миру. Основная тенденция разработок – создание многоядерных процессоров. Например, на базе лабораторий в Германии моделируются с помощью программируемых логических матриц 128-ядерные МП.

Отмечают также две тенденции в процессе увеличения числа ядер. Одна носит название **мультиядерность** (multi-core). В этом случае предполагается, что ядра являются высокопроизводительными и их относительно немного; сейчас их число - два-восемь, и согласно закону Мура оно будет периодически удваиваться. Основных недостатков два: первый - высокое энергопотребление, второй - высокая сложность чипа и, как следствие, низкая продуктивность. При производстве 8-ядерного процессора IBM Cell только 20% производимых кристаллов являются годными. Другой путь - **многоядерность** (many-core). В этом случае на кристалле собирается на порядок большее число ядер, но имеющих более простую структуру и потребляющих микроватты мощности.

**Основные параметры процессоров.** Основными параметрами процессоров являются: *рабочее напряжение, разрядность, рабочая тактовая частота, коэффициент внутреннего умножения тактовой частоты* и *размер кэш-памяти*.

**Рабочее напряжение** процессора обеспечивает материнская плата, поэтому разным маркам процессоров соответствуют разные материнские платы (их надо выбирать совместно). По мере развития процессорной техники происходит постепенное понижение рабочего напряжения. Ранние модели процессоров x86 имели рабочее напряжение 5 В. С переходом к процессорам Intel Pentium оно было понижено до 3,3 В, а в настоящее время оно составляет менее 2 В. Понижение рабочего напряжения позволяет уменьшить расстояние между структурными элементами в кристалле процессора до десятитысячных долей миллиметра, не опасаясь электрического пробоя. Пропорционально квадрату напряжения уменьшается и тепловыделение в процессоре, а это позволяет увеличивать его производительность без угрозы перегрева.

**Разрядность процессора** показывает, сколько бит данных он может принять и обработать в своих регистрах одновременно (за *один такт*). Первые процессоры x86 были 16-разрядными. Начиная с процессора 80386, они имеют 32-разрядную архитектуру. Современные процессоры семейства Intel Pentium остаются 32-разрядными, хотя и работают с 64-разрядной шиной данных (разрядность процессора определяется не разрядностью шины данных, а разрядностью командной шины).

В основе работы процессора лежит тот же тактовый принцип, что и в обычных часах. Исполнение каждой команды занимает определенное количество тактов. В персональном компьютере тактовые импульсы задает одна из микросхем, входящая в микропроцессорный комплект (чипсет), расположенный на материнской плате. Чем выше частота тактов, поступающих на процессор, тем больше команд он может исполнить в единицу времени, тем выше его производительность. Для повышения тактовой частоты и лучшего разгона CPU произведены изменения в термоинтерфейсе *STIM (solder based thermal interface material)*. В частности, увеличена толщина крышки для теплоотвода (*integrated heat spreader, IHS*) при уменьшении толщины самого кремниевого кристалла. Первые процессоры x86 могли работать с частотой не выше 4,77 МГц, а сегодня *рабочие частоты* некоторых процессоров уже превосходят 3 ГГц. Например, рабочая частота процессора i9-10900K семейства Intel Comet Lake-S может достигать 5,2 ГГц.

Тактовые сигналы процессор получает от материнской платы, которая, в отличие от процессора, представляет собой не кристалл кремния, а большой набор проводников и микросхем. По чисто физическим причинам материнская плата не может работать со столь высокими частотами, как процессор. Сегодня ее предел составляет 100-133 МГц. Для получения более высоких частот в процессоре происходит *внутреннее умножение частоты* на коэффициент 3; 3,5; 4; 4,5; 5 и более.

**Режимы работы МП.** Процессоры, начиная с Intel 80286, имеют три основных режима функционирования:

- режим реальных адресов (реальный режим);
- режим защищенных виртуальных адресов (защищенный режим);
- виртуальный режим.

**Реальный режим.** Это однозадачный режим. В реальном режиме МП работает как очень быстрый 8086. МП попадает в него сразу же после запуска и продолжает оставаться в нем до того момента, пока не загрузится ядро операционной системы или другая программа, которая переведет его в защищенный режим. Для реального режима характерны следующие особенности:

- в нем МП «видит» (может адресовать) только 1 Мбайт оперативной памяти, т.к. может использовать лишь младшие 20 разрядов шины адреса. Это решение, принятое в начале развития ПК, продолжает соблюдаться и в настоящее время - для сохранения совместимости с предыдущими версиями МП и программного обеспечения (в частности, BIOS).

- МП «видит» только четырнадцать 16 - разрядных программно-доступных регистра. При этом МП реализует расширенный набор команд своего семейства. Допускается также увеличение разрядности адресов и операндов до 32 с помощью префиксов, вводимых перед командами МП.

- Адреса, которые МП использует для обращения к памяти или внешним устройствам, являются их настоящими, «реальными» адресами (в отличие от виртуальных адресов защищенного режима, вычисляемых специальным образом).

**Защищенный режим.** Это многозадачный режим. В нем МП работает под управлением нескольких программ – задач, аппаратно обеспечивая при этом защиту их адресного пространства друг от друга. В защищенном режиме МП «видит» все свои ресурсы: всю оперативную память, причем возможности адресации памяти МП, как правило, превосходят наличие реальной памяти; все свои регистры, в том числе и дополнительные («системные») регистры, количество и назначение которых зависит от модификации (семейства) МП. Адреса памяти в данном режиме вычисляются специальным образом через таблицы дескрипторов, и адреса обращения к памяти отличаются от тех, которые определены в командах, т.е. являются «виртуальными».

**Виртуальный режим.** Это такой режим МП, когда он эмулирует реальный режим как одну из задач защищенного режима.



### 2.2.5. Структура памяти ЭВМ.

**Памятью ЭВМ** называется совокупность устройств, служащих для запоминания, хранения и выдачи информации. Основными характеристиками отдельных устройств памяти (запоминающих устройств) являются емкость памяти, быстродействие и стоимость хранения единицы информации (бита). Емкость памяти определяется максимальным количеством данных, которые могут в ней храниться. Емкость измеряется в двоичных единицах (битах), машинных словах, но большей частью в байтах (1 байт = 8 бит). Часто емкость памяти выражают через число  $K = 1024$ , например, Кбит — килобит, Кбайт — килобайт,  $1024 \text{ Кбайт} = 1 \text{ Мбайт}$  (Мегабайт),  $1024 \text{ Мбайт} = 1 \text{ Гбайт}$  (гигабайт),  $1024 \text{ Гбайт} = 1 \text{ Тбайт}$  (терабайт).

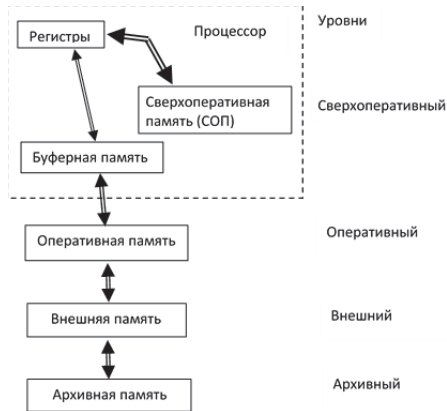


Рисунок 10. Иерархическая структура памяти ЭВМ.

**Быстродействие (задержка)** памяти определяется временем доступа и длительностью цикла памяти. Время доступа представляет собой промежуток времени между выдачей запроса на чтение и моментом поступления запрошенного слова из памяти. Длительность цикла памяти определяется минимальным временем между двумя последовательными обращениями к памяти. Требования к увеличению емкости и быстродействия памяти, а также к снижению ее стоимости являются противоречивыми. Чем больше быстродействие, тем технически труднее достигается и дороже обходится увеличение емкости памяти. Стоимость памяти составляет значительную часть общей стоимости ЭВМ. Исходя из этого, память ЭВМ организуется в виде иерархической структуры запоминающих устройств (см. рис. 7), обладающих различным быстродействием и емкостью. Чем выше уровень, тем выше быстродействие соответствующей памяти, но меньше её емкость.

Микросхема ПЗУ.

В момент включения компьютера в его оперативной памяти нет ничего - ни данных, ни программ, поскольку оперативная память не может ничего хранить без подзарядки ячеек более сотых долей секунды, но процессору нужны команды, том числе и в первый момент после включения.

Поэтому сразу после включения на адресной шине процессора выставляется **стартовый адрес**. Это происходит аппаратно, без участия программ (всегда одинаково) Процессор обращается по выставленному адресу за своей первой командой и далее начинает работать по программам.

Этот исходный адрес не может указывать на оперативную память, в которой пока ниче-

го нет. Он указывает на другой тип памяти - *постоянное запоминающее устройство (ПЗУ, ROM - Read Only Memory)*. Микросхема ПЗУ способна длительное время хранить информацию даже тогда, когда компьютер выключен. Программы, находящиеся в ПЗУ, называют «защитыми» - их записывают туда на этапе изготовления микросхемы.

Системная плата любого компьютера содержит постоянное запоминающее устройство - микросхему с записанным набором программ:

- **Setup** - программа начальных установок компьютера; содержит данные о составе оборудования ПК.
- **POST** (Power-on self-test) - комплект начальных тестов оборудования, которые МП выполняет после включения питания.
- **BIOS** (базовая система ввода-вывода) – комплект программ-драйверов основных устройств ПК (клавиатуры, дисков, последовательных и параллельных портов и т.д.), называемых иначе устройствами ввода-вывода.

В настоящее время в большинстве систем используется один из типов микросхем постоянной памяти, которая называется электрически стираемой программируемой постоянной памятью (Electrically Erasable Programmable Read-only Memory) — EEPROM. Она является по настоящему энергонезависимой и перезаписываемой, она позволяет пользователям модифицировать программно-аппаратные средства системных плат и других компонентов (таких, как видеоадаптеры, платы SCSI, периферийные устройства и т.п.), и при этом для перезаписи микросхемы ПЗУ не нужно специальное устройство, это можно делать прямо на системной плате.

Микросхемы ПЗУ имеют большое время доступа (более сотни наносекунд), а поскольку содержащиеся в них служебные программы используются постоянно, обращение к ним приводит к существенному снижению производительности системы. Решение этой проблемы заключается в копировании содержимого ПЗУ в верхнюю область динамического ОЗУ, составляющего основной объем оперативной памяти. После копирования система работает с копией ПЗУ, а не с оригиналом. Этот способ называется использованием *теневого ПЗУ*.

## 2.2.6. Оперативная память

**Оперативная память (ОЗУ, RAM - Random Access Memory – «память с произвольным доступом)**- это массив ячеек, способных хранить данные и изменять свое содержимое по командам процессора. Данные, записанные в ОЗУ, теряются при любом кратковременном пропадании напряжения питания компьютера. Существует много различных типов оперативной памяти, но с точки зрения физического принципа действия различают *динамическую память (DRAM, Dynamic Random Access Memory)* и *статическую память (SRAM, Static RAM)*.

Объем памяти ПК, а также типы и формы используемых модулей памяти зависят от МП и архитектуры системной платы, то есть набора микросхем системной логики. Скорость и разрядность памяти определяются микропроцессором и схемой контроллера памяти – северным мостом.

Физически оперативная память в системе представляет собой набор электронных микросхем или модулей, содержащих микросхемы, которые обычно подключаются к системной плате. Они могут иметь различные характеристики и, чтобы функционировать правильно, должны быть совместимы с системой, в которую устанавливаются.

**Ячейки динамической памяти (DRAM)** можно представить в виде микроконденсаторов, способных накапливать заряд на своих обкладках. Это наиболее распространенный, емкий и экономически доступный тип памяти. В устройствах DRAM для хранения одного бита используется очень компактная схема, поэтому они более вместительны, чем микросхемы других типов памяти. Например, микросхемы динамической оперативной памяти

емкостью 312 Мбайт содержат более 256 млн транзисторов. Недостатки этого типа памяти связаны, во-первых, с тем, что запись данных происходит сравнительно медленно и с тем, что заряды ячеек имеют свойство рассеиваться в пространстве, причем весьма быстро. Если оперативную память постоянно не «подзаряжать», утрата данных происходит через несколько сотых долей секунды. Для борьбы с этим явлением в компьютере происходит постоянная *регенерация (восстановление, подзарядка)* ячеек оперативной памяти. В современных системах расходы на регенерацию составляют 1% (или меньше) процессорного времени. Время доступа к модулям DRAM составляет 60 - 70 нс. DRAM в современных ПК используется обычно в качестве оперативной памяти общего назначения, а также как память для видеоадаптера, и выполняется в виде микросхем трех типов:

- **SDRAM**. Устанавливалась в большинстве систем, выпущенных с 1998 по 2001 год. Тактовые частоты – 66 МГц – 133 МГц. Поддерживается наборами микросхем системной логики с 1998 года. Поставлялся в виде модулей DIMM.

- **DDR SDRAM** (double-data rate – двойная скорость передачи) - усовершенствованный стандарт, при использовании которого скорость удваивается за счет передачи данных дважды на один такт (при тех же тактовых частотах и сигналах синхронизации). Работает на тактовых частотах от 100 МГц до 267 МГц, но частота работы самой памяти (и, соответственно, ее шины) при этом в два раза (в последних реализациях – в четыре раза) выше ее тактовой частоты. В 2007 году выпущены разновидности этой памяти, называемые DR2, с частотой работы 1066 МГц и 1200 МГц. В настоящее время существует более высокочастотная память DDR3, работающая на частоте 1600 МГц. Поставляется в виде 184-контактных модулей DIMM, которые работают при напряжении 2,5 вольт.

- **RDRAM**, или **Rambus DRAM**, - радикально новый тип памяти, используемый с 1999 года. Такая память непосредственно поддерживается в наборах микросхем системной логики. Один канал памяти Rambus может поддерживать до 32 отдельных микросхем RDRAM, которые устанавливаются в модули RIMM. Вся работа с памятью организуется между контроллером и отдельной микросхемой (а не всеми сразу). Современные модули RIMM работают с частотами 1066 и 1200 МГц и существуют как в одноканальных 16-разрядных, так и в многоканальных 32- и 64- разрядных версиях, пропускная способность которых превышает 9,6 Гбайт в секунду.

Микросхемы динамической оперативной памяти любого из перечисленных типов обычно поставляются собранными в специальные модули – маленькие платы, которые вставляются в разъемы для оперативной памяти на системной плате. Модули отличаются конструкцией, емкостью и типом номиналом микросхем памяти и бывают следующих типов:

**DIMM** - модуль памяти с двусторонним расположением выводов. Существует два типа модулей DIMM, предназначенных для микросхем SDRAM и DDR SDRAM и отличающихся своими техническими характеристиками: для SDRAM - 168 выводов разъема; для DDR SDRAM - 184 вывода. На каждой стороне платы модуля расположены различные выводы сигнала, поэтому они называются модулями с двусторонним расположением выводов. Напряжение питания 3,3В или 5В.

Сигнальные выводы, расположенные на разных сторонах платы **RIMM**, также различны. Существует три физических типа модулей памяти RIMM:

- 16 / 32-разрядная версия - 184 контакта;
- 32 / 26-разрядная версия - 232 контакта;
- 64 / 72-разрядная версия - 326 контактов.

Модули DIMM и RIMM имеют ключ, который указывает на используемое напряжение.

**Ключ** - это паз, расположение которого (слева, справа или в центре промежутка между определенными контактами разъема) указывает на определенное напряжение питания модуля, а также предотвращает его неправильную установку. Напряжение питания модулей составляет 2,5 вольт, напряжение сигнала – от 1,0 вольт до 1,8 вольт; имеются 4 режима

пониженного энергопотребления. Модули RIMM по размеру и форме подобны DIMM, но они не взаимозаменяемы. Существуют модули RIMM, емкость которых достигает 1 гигабайт и более.

**Ячейки статической памяти (SRAM)** можно представить как электронные микроэлементы - *триггеры*, состоящие из нескольких (практически – нескольких десятков) транзисторов. Триггер не хранит заряд, а находится в одном из двух состояний (*включен/выключен*), поэтому этот тип памяти обеспечивает более высокое быстродействие, хотя технологически он сложнее и, соответственно, дороже по сравнению с динамической оперативной памятью. Для хранения каждого бита в конструкции SRAM используется кластер из шести транзисторов. Использование транзисторов без каких-либо конденсаторов означает, что нет необходимости в регенерации.

Плотность SRAM гораздо ниже DRAM. Более низкая плотность означает, что микросхемы SRAM имеют большие габариты, хотя их информационная емкость намного меньше. Большое число транзисторов и кластеризованное их размещение не только увеличивает габариты микросхем SRAM, но и значительно повышает стоимость технологического процесса по сравнению с аналогичными параметрами для микросхем RAM. Например, если взять два модуля одного и того же размера, то емкость модуля DRAM равняется 64 Мбайт, а емкость модуля SRAM составляет только 2 Мбайт, причем их стоимость будет одинаковой. Таким образом, габариты SRAM в среднем в 30 раз превышают размер динамической оперативной памяти, то же самое можно сказать и о стоимости. Все это не позволяет использовать память типа SRAM в качестве оперативной памяти в персональных компьютерах.

По способу доступа к данным SRAM может быть как асинхронной, так и синхронной. **Асинхронная SRAM** осуществляет доступ к данным в произвольный момент времени. Такая SRAM применялась на материнских платах для третьего - пятого поколения процессоров. Время доступа к ячейкам такой памяти составляло от 15 нс (33 МГц) до 8 нс (66 МГц). **Синхронная память SRAM** обеспечивает доступ к данным не в произвольные моменты времени, а синхронно с тактовыми импульсами. В промежутках между ними память может готовить для доступа следующую порцию данных. SRAM может работать на той же частоте, что и современные процессоры. Время доступа такой SRAM не более 2 нс (в настоящее время используется статическая память с временем доступа менее 1 наносекунды).

На производительность ЭВМ влияют не только время доступа к ОЗУ, но и такие параметры (связанные с ОЗУ), как тактовая частота и разрядность шины данных системной магистрали. Если тактовая частота недостаточно высока, то ОЗУ простаивает в ожидании обращения. При тактовой частоте, превышающей возможности ОЗУ, в ожидании будет находиться системная магистраль, через которую поступил запрос в ОЗУ.

Микросхемы динамической памяти используют в качестве основной оперативной памяти компьютера. Микросхемы статической памяти используют в качестве сверхоперативной памяти (кэш-памяти), предназначенной для оптимизации работы процессора.

Каждая ячейка памяти имеет свой адрес, который выражается числом от 0 до  $N-1$ . Количество ячеек ( $N$ ) называется объемом ОП. Объем ОП и размер регистра СА центрального процессора взаимосвязаны: количество разрядов в СА должно быть достаточно для хранения любого возможного адреса. В настоящее время в большинстве процессоров принята 32-разрядная адресация, а это означает, что всего независимых адресов может быть  $2^{32}$  и возможна **непосредственная адресация** к полю памяти размером  $2^{32} = 4\,294\,967\,296$  байт (4,3 Гбайт). Однако это не означает, что именно столько оперативной памяти должно быть в компьютере. Предельный размер поля оперативной памяти, установленной в компьютере, определяется микропроцессорным комплектом (*чипсетом*) материнской платы и обычно составляет несколько сот Мбайт.

Одна адресуемая ячейка содержит восемь двоичных ячеек, в которых можно сохранить

8 бит, то есть один байт данных. Следовательно, адрес любой ячейки памяти можно выразить четырьмя байтами. Поиск ячейки по адресу осуществляется специальными дешифрующими схемами, которые образуют матрицу, то есть пересекают кристалл памяти двумя полосами - по горизонтали и вертикали. Когда центральный процессор сообщает адрес ячейки, горизонтальные дешифраторы указывают нужный столбец, а вертикальные - строку. На пересечении находится искомая ячейка. После нахождения ячейки происходит выборка из нее байта данных.

ОЗУ связано с остальным микропроцессорным комплектом ЭВМ через системную магистраль. По шине управления передается сигнал, определяющий, какую операцию необходимо выполнить. По шине данных передается информация, записываемая в память или считываемая из нее. По шине адреса передается адрес участвующих в обмене элементов памяти (поскольку данные передаются машинными словами, а один ЭП может воспринять только один бит информации, блок элементов памяти состоит из  $n$  матриц ЭП, где  $n$  - количество разрядов в машинном слове).

Представление о том, сколько оперативной памяти должно быть в типовом компьютере, непрерывно меняется. В середине 80-х годов поле памяти размером 1 Мбайт казалось огромным, в начале 90-х годов достаточным считался объем 4 Мбайт, к середине 90-х годов он увеличился до 8 Мбайт, а затем и до 16 Мбайт, 256 Мбайт. Максимальная емкость памяти определяется количеством линий в шине адреса системной магистрали: если количество линий обозначить через  $m$ , то емкость памяти (т.е. количество элементов памяти, имеющих уникальные адреса) определяется как  $2^m$ . Так, в IBM PC XT шина адреса СМ содержит 20 линий. Поэтому максимальный объем ОП в этих машинах равен  $2^{20} = 1$  Мбайт. В IBM PC AT (с микропроцессором i80286) СМ содержит 24 линии, поэтому объем ОП может быть увеличен до 16 Мбайт. Начиная с МП i80386, шина адреса содержит 32 линии. Максимальный объем ОП 232 увеличился до  $2^{32} = 4$  Гбайта.

### 2.2.7. Кэш-память

Непрерывный рост производительности ЭВМ проявляется, в первую очередь, в повышении скорости работы процессора. Быстродействие ОП также растет, но все время отстает от быстродействия аппаратных средств процессора в значительной степени потому, что одновременно происходит опережающий рост её емкости, что делает более трудным уменьшение времени цикла работы памяти. Вследствие этого быстродействие ОП часто оказывается недостаточным для обеспечения требуемой производительности ЭВМ. Это проявляется в несоответствии пропускных способностей процессора и ОП. Возникающая проблема выравнивания их пропускных способностей решается путем использования сверхоперативной буферной памяти небольшой емкости и повышенного быстродействия, хранящей команды и данные, относящиеся к обрабатываемому участку программы.

При обращении к блоку данных, находящемуся на оперативном уровне, его копия пересылается в *сверхоперативную буферную память (СБП)*. Последующие обращения производятся к копии блока данных, находящейся в СБП. Буферная память не является программно-доступной. Это значит, что она влияет только на производительность ЭВМ, но не должна оказывать влияния на программирование прикладных задач. Поэтому она получила название *кэш-памяти* (в переводе с английского - тайник).

**Кэш** (англ. cache), или сверхоперативная память - очень быстрое ЗУ небольшого объема, которое используется при обмене данными между микропроцессором и оперативной памятью для компенсации разницы в скорости обработки информации процессором и несколько менее быстродействующей оперативной памятью.

В структуре одних ЭВМ используется объединенная кэш-память команд и данных, в других ЭВМ — отдельные кэш-памяти для команд и для данных. Кэш-память, входящую в

состав процессора (она размещена в кристалле процессора), называют *кэш-памятью первого уровня*. В современных компьютерах применяют *кэш-память второго уровня*, которая выполнена в виде отдельной микросхемы и находится между процессором и ОП и еще больше повышает производительность ЭВМ.

Кэш-память первого уровня в процессорах Pentium имеет объем около 16 Кбайт, время доступа 5 - 10 нс, работает с 32-битовыми словами и при частотах 75 -166 МГц обеспечивает пропускную способность от 300 до 667 Мбайт/с. Кэш-память второго уровня имеет объем 256 Кбайт - 1 Мбайт, время доступа 15 нс, работает с 64-битовыми словами и при частоте 66 МГц обеспечивает максимальную пропускную способность 528 Мбайт/с. Конструктивно исполняется либо в виде 28-контактной микросхемы, либо в виде модуля расширения на 256 или 512 Кбайт

Кэш-памятью управляет специальное устройство - контроллер, который, анализируя выполняемую программу, пытается предвидеть, какие данные и команды вероятнее всего понадобятся в ближайшее время процессору, и подкачивает их в кэш-память. При этом возможны как "попадания", так и "промахи". В случае попадания, то есть, если в кэш подкачаны нужные данные, извлечение их из памяти происходит без задержки. Если же требуемая информация в кэш-памяти отсутствует, то процессор считывает её непосредственно из оперативной памяти. Соотношение числа попаданий и промахов определяет эффективность кэширования.

Поскольку время выборки из кэш-памяти (5 нс) намного меньше времени выборки из оперативной памяти  $t_{оп}$ , введение в структуру кэш-памяти приводит к уменьшению эквивалентного времени обращения по сравнению с  $t_{оп}$ :

$$t_{э} = t_{кэш} + \alpha \cdot t_{оп}$$

где  $\alpha = (1 - q)$  и  $q$  — вероятность нахождения блока в кэш-памяти в момент обращения к нему, т.е. вероятность «попадания».

Очевидно, что при высокой вероятности попадания эквивалентное время обращения приближается к времени обращения к кэш-памяти.

В основе такой организации взаимодействия ОП и кэш-памяти лежит *принцип локальности обращений*, согласно которому при выполнении какой-либо программы (практически для всех классов задач) большая часть обращений в пределах некоторого интервала времени приходится на ограниченную область адресного пространства ОП, причем обращения к командам и элементам данных этой области производятся многократно. Это позволяет копии наиболее часто используемых участков программ и некоторых данных загрузить в кэш и таким образом обеспечить высокую вероятность попадания  $q$ . Высокая эффективность применения кэш-памяти достигается при  $q \geq 0,9$ .

Кэш-память реализуется на микросхемах статической памяти SRAM (Static RAM), более быстродействующих, дорогих и менее ёмких, чем DRAM.

Современные МП имеют и третий уровень кэш-памяти.

### 2.2.8. Энергонезависимая память CMOS

Работа таких стандартных устройств, как клавиатура, может обслуживаться программами, входящими в *BIOS*, но такими средствами нельзя обеспечить работу со всеми возможными устройствами. Так, например, изготовители *BIOS* абсолютно ничего не знают о параметрах жестких и гибких дисков, им не известны ни состав, ни свойства произвольной вычислительной системы. Для того чтобы начать работу с другим оборудованием, программы, входящие в состав *BIOS*, должны знать, где можно найти нужные параметры. По очевидным причинам их нельзя хранить ни в оперативной памяти, ни в постоянном запоминающем устройстве.

Специально для этого на материнской плате есть микросхема «энергонезависимой па-

мяти», по технологии изготовления называемая *CMOS (Complementary Metal-Oxid-Semiconductor)*. От оперативной памяти она отличается тем, что ее содержимое не стирается во время выключения компьютера, а от ПЗУ она отличается тем, что данные в нее можно заносить и изменять самостоятельно, в соответствии с тем, какое оборудование входит в состав системы. Эта микросхема, имеющая низкое энергопотребление, постоянно питается от небольшой батарейки (аккумулятора), расположенной на материнской плате. Заряда этой батарейки хватает на то, чтобы микросхема не теряла данные, даже если компьютер не будет включать несколько лет.

В микросхеме *CMOS* хранятся данные о гибких и жестких дисках, о процессоре, о некоторых других устройствах материнской платы. Тот факт, что компьютер четко отслеживает время и календарь (даже и в выключенном состоянии), тоже связан с тем, что показания системных часов постоянно хранятся (и изменяются) в *CMOS*.

Таким образом, программы, записанные в *BIOS*, считывают данные о составе оборудования компьютера из микросхемы *CMOS*, после чего они могут выполнить обращение к жесткому диску, а в случае необходимости и к гибкому, и передать управление тем программам, которые там записаны.

В системе *BIOS* имеется программа *SETUP*, которая может изменять содержимое *CMOS*-памяти. Вызывается эта программа определенной комбинацией клавиш, которая обычно высвечивается на экране после включения питания компьютера.

### 2.2.9. Система отображения информации в ПК.

Система отображения информации компьютера состоит из:

- видеоадаптера (или видеоплаты, видеокарты, графической карты);
- монитора (дисплея).

**Видеокарта** не всегда была компонентом ПК. На заре развития персональной вычислительной техники в общей области оперативной памяти существовала небольшая выделенная **экранная область памяти**, в которую процессор заносил данные об изображении. Специальный **контроллер экрана** считывал данные о яркости отдельных точек экрана из ячеек памяти этой области и в соответствии с ними управлял разверткой горизонтального луча электронной пушки монитора.

С переходом от черно-белых мониторов к цветным и с увеличением **разрешения экрана** (количества точек по вертикали и горизонтали) области видеопамати стало недостаточно для хранения графических данных, а процессор перестал справляться с построением и обновлением изображения. Тогда и произошло выделение всех операций, связанных с управлением экраном, в отдельный блок, получивший название **видеоадаптер**. Современные видеоадаптеры способны также выполнять функции обработки изображения, снижая нагрузку на центральный процессор ценой дополнительных затрат видеопамати.

Физически видеоадаптер выполнен в виде отдельной **дочерней платы**, которая вставляется в один из слотов материнской платы и называется **видеокартой**. Видеоадаптер взял на себя функции **видеоконтроллера, видеопроцессора и видеопамати. AGP (Accelerated Graphics Port – ускоренный графический порт)** - скоростная шина для связи с графической картой. Разработана Intel для высокоскоростной графики. Портом является единственный на шине слот AGP, что и дает возможность отождествить шину с портом. Основное преимущество AGP перед обычной параллельной шиной PCI заключается в скорости. AGP даже в самом медленном режиме в два раза быстрее, чем PCI.

Для 3D-графики характерна потребность в большом количестве дополнительной видеопамати. Эта память нужна для хранения текстур (покрытий поверхностей рисунков, используемых для придания большей реалистичности изображениям), z-буфера (хранит z-координаты точек, что позволяет вычислять только видимые), информации о прозрачности

среды (для изображения тумана, дымки) и т. д. Технология AGP позволяет использовать для этого часть основной памяти, которая на момент разработки AGP была значительно дешевле видеопамати. Тем самым, во-первых, сама карта становится значительно дешевле, во-вторых, не нужно точно рассчитывать видеопамать. Эта часть основной памяти называется **AGP-память**. В настоящее время видеопамать AGP повсеместно вытесняется высокоскоростной шиной PCI Express.

Все современные видеоподсистемы могут работать в одном из двух основных видеорежимов: текстовом или графическом. В текстовом режиме экран монитора разбивается на отдельные символичные позиции, в каждой из которых одновременно может выводиться только один символ. Для преобразования кодов символов, хранимых в видеопамати адаптера, в точечные изображения на экране служит так называемый знакогенератор, который обычно представляет собой ПЗУ, где хранятся изображения символов, «разложенные» по строкам. При получении кода символа знакогенератор формирует на своем выходе соответствующий двоичный код, который затем преобразуется в видеосигнал. Текстовый режим в современных операционных системах используется только на этапе начальной загрузки.

В графическом режиме для каждой точки изображения, называемой пикселом, отводится от одного (монокромный режим) до 24-бит (цветной). Графический режим часто называют режимом с адресацией всех точек (All Points Addressable), поскольку только в этом случае имеется доступ к каждой точке изображения. Максимальное разрешение и количество воспроизводимых цветов конкретной видеоподсистемы в первую очередь зависят от общего объема видеопамати и количества бит, приходящихся на один элемент изображения. Существует несколько стандартов видеокарт.

За время существования персональных компьютеров сменилось несколько стандартов видеоадаптеров: *MDA* (монокромный); *CGA* (4 цвета); *EGA* (16 цветов); *VGA* (256 цветов). В настоящее время применяются видеоадаптеры *SVGA* (*Super Video Graphics Array*), обеспечивающие по выбору воспроизведение до 16,7 миллионов цветов с возможностью произвольного выбора разрешения экрана из стандартного ряда значений (640x480, 800x600, 1024x768, 1152x864; 1920x1080 точек и далее). Всего существует более одного десятка разрешений.

Разрешение экрана является одним из важнейших параметров видеоподсистемы. Чем оно выше, тем больше информации можно отобразить на экране, но тем меньше размер каждой отдельной точки и, тем самым, тем меньше видимый размер элементов изображения. Использование завышенного разрешения на мониторе малого размера приводит к тому, что элементы изображения становятся неразборчивыми и работа с документами и программами вызывает утомление органов зрения. Использование заниженного разрешения приводит к тому, что элементы изображения становятся крупными, но на экране их располагается очень мало. Если программа имеет сложную систему управления и большое число экранных элементов, они не полностью помещаются на экране. Это приводит к снижению производительности труда и неэффективной работе.

Например, SXGA (1280x1024), WXGA+ (1440x900), WFHD (2560x1080). На сегодняшний день максимальное разрешение монитора 8К составляет 7680x4320. Подобные разрешения пока не сильно распространены из-за дороговизны поддерживающих их устройств и очень малого количества 8К контента.

Рассмотрим самые распространенные разрешения монитора:

- HD – недорогие мониторы, например, LG 19M38A-B), разрешением 1366x768. Идеальный вариант для офисной работы.
- FullHD – например, Samsung Curved C24F390F, разрешением 1920x1080. Самое популярное на сегодняшний день разрешение.
- 4K – разрешением 3840x2160, оптимальный вариант для сферы развлечений: просмотр кино, игровые приложения.



Таким образом, для каждого размера монитора существует свое оптимальное разрешение экрана, которое должен обеспечивать видеоадаптер (см. таблицу):

Размер экрана монитора	Оптимальное разрешение экрана
До 21,5 дюймов	1366x768 и выше
24 дюймов	не менее 1920x1080
27 дюймов	1920x1080, 2560x1440
32 дюймов	2560x1440, 3840x2160

Большинство современных прикладных и развлекательных программ рассчитаны на работу с разрешением экрана 1920x1080 и более. Именно поэтому сегодня наиболее популярный размер мониторов составляет 24 дюйма.

**Цветовое разрешение (глубина цвета)** определяет количество различных оттенков, которые может принимать отдельная точка экрана. Максимально возможное цветовое разрешение зависит от свойств видеоадаптера и, в первую очередь, от количества установленной на нем видеопамяти. Кроме того, оно зависит и от установленного разрешения экрана.

Минимальное требование по глубине цвета на сегодняшний день - 256 цветов, хотя большинство программ требуют не менее 65 тыс. цветов (режим *High Color*). Наиболее комфортная работа достигается при глубине цвета 16,7 млн цветов (режим *True Color*).

Работа в режиме True Color с высоким экраным разрешением требует значительных размеров видеопамяти. Современные видеоадаптеры способны также выполнять функции обработки изображения, снижая нагрузку на центральный процессор ценой дополнительных затрат видеопамяти.

Еще недавно типовыми считались видеоадаптеры с объемом памяти 2-4 Мбайт, но уже сегодня обычным считается объем 16-64 Мбайт. Память видеоадаптера называется также **фрейм-буфером**.

Современный видеоадаптер может включать в себя следующие устройства обработки сигналов:

- **видеоускоритель**, позволяющий аппаратно путем преобразований в микросхемах управлять изображением, не обращаясь к процессору.
- **фрейм-граббер**, который позволяет отображать на экране компьютера видеосигнал от видеомагнитофона, камеры, лазерного проигрывателя и т. п., с тем, чтобы захватить нужный кадр в память и впоследствии сохранить его в виде файла;
- **TV-тюнер** - узел, превращающий компьютер в телевизор. TV-тюнер позволяет выбрать любую нужную телевизионную программу и отображать ее на экране в масштабируемом окне.

Основными узлами современного видеоадаптера являются собственно видеоконтроллер (как правило, заказная БИС - ASIC), видео BIOS, видеопамять, специальный цифроаналоговый преобразователь RAMDAC (Random Access Memory Digital to Analog Converter), кварцевый генератор (один или несколько) и микросхемы интерфейса с системной шиной (ISA, VLB, PCI, AGP или другой).

Монитор.

Монитор - устройство визуального представления данных. Мониторы можно условно классифицировать ряду признаков.

По типу воспроизводимой информации:

- алфавитно-цифровые (воспроизводят лишь текстовые данные, обладают ограниченными возможностями, но дешевы);

- графические.

По возможностям цветовоспроизведения:

- монохроматические (одноцветные). Как правило, активным цветом (на черном фоне) является белый, зеленый или желтый. Область применения ограничена, однако цена таких мониторов – невысока;
- цветные. Количество воспроизводимых цветов зависит от технологии изготовления монитора и ряда внешних факторов (видеоадаптера, программного обеспечения и пр.)

По используемой технологии:

- мониторы на основе электронно-лучевых трубок (ЭЛТ, CRT – Cathode Ray Tube);
- мониторы на основе жидкокристаллических индикаторов (ЖКИ, LCD – Liquid Crystal Display);
- плазменные мониторы.

Основными потребительскими параметрами монитора являются: размер и шаг маски экрана, максимальное количество отображаемых цветов, максимальная частота регенерации изображения, класс защиты.

Размер монитора измеряется между противоположными углами монитора по диагонали. Единица измерения - дюймы. Стандартные размеры: 22"; 24"; 27"; 32". В настоящее время наиболее универсальными являются мониторы размером 22 и 24 дюйма, а для операций с графикой желательны мониторы размером 24 - 32 дюйм.

Различные типы мониторов будут рассмотрены далее в п.2.3.

#### 2.2.10. Звуковая карта

Звуковая карта явилась одним из наиболее поздних усовершенствований персонального компьютера. Она подключается к одному из слотов материнской платы в виде дочерней карты и выполняет вычислительные операции, связанные с обработкой звука, речи, музыки. Звук воспроизводится через внешние звуковые колонки, подключаемые к выходу звуковой карты. Специальный разъем позволяет отправить звуковой сигнал на внешний усилитель. Имеется также разъем для подключения микрофона, что позволяет записывать речь или музыку и сохранять их на жестком диске для последующей обработки и использования.

Основным параметром звуковой карты *является разрядность*, определяющая количество битов, используемых при преобразовании сигналов из аналоговой формы в цифровую и наоборот. Чем выше разрядность, тем меньше погрешность, связанная с оцифровкой, тем выше качество звучания. Минимальным требованием сегодняшнего дня являются 16 разрядов, а наибольшее распространение имеют 32-разрядные и 64-разрядные устройства.

В области воспроизведения звука отсутствие единых централизованных стандартов привело к тому, что ряд фирм, занимающихся выпуском звукового оборудования, де-факто ввели в широкое использование свои внутрифирменные стандарты. Так, например, во многих случаях стандартными считают устройства, совместимые с устройством *SoundBlaster*, торговая марка на которое принадлежит компании Creative Labs.

Звуковые карты используются для записи и воспроизведения различных звуковых сигналов: речи, музыки, шумовых эффектов. Любая современная звуковая карта может использовать несколько способов воспроизведения звука. Одним из простейших является преобразование ранее оцифрованного сигнала снова в аналоговый. Глубина оцифровки сигнала (например, 8 или 16 бит) определяет качество записи и, соответственно, воспроизведения. Аппаратные средства, необходимые для прямой записи и воспроизведения сигнала, называют цифровым аудиоканалом (digital audio channel).

Другой способ воспроизведения звука заключается в его синтезе. При поступлении на синтезатор некоторой управляющей информации (нотной последовательности) по ней формируется соответствующий выходной сигнал. В настоящее время применяются две основные

формы для синтеза звукового сигнала: синтез на основе использования частотной модуляции (FM-синтез), а также синтез с применением таблицы волн (сэмплов) - так называемый табличный, или WT-синтез (WaveTable).

Управляющие команды для синтеза звука могут поступать на звуковую карту, например, от MIDI-устройства (Musical Instruments Digital Interface). MIDI определяет протокол передачи команд по стандартному интерфейсу.

В состав современных звуковых карт может входить *FM-тюнер* для приема радиосигналов аналогично радиоприемнику.

#### 2.2.11. Устройства магнитного хранения.

В настоящее время существует два основных типа хранения данных во внешней памяти: **магнитный** и **оптический**. **Устройства магнитного хранения** – это накопители на гибких магнитных дисках (**НГМД**, или **FDD**; носитель информации – дискета) и накопители на жестких магнитных дисках (**НЖМД**, или **HDD**, - винчестер).

Накопитель на жестких магнитных дисках («винчестер», hard disk, HD) - основное устройство для долговременного хранения больших объемов данных и программ. На самом деле это не один диск, а группа соосных дисков (platters) - от одного до десяти - имеющих магнитное покрытие и вращающихся с высокой скоростью. Таким образом, этот «диск» имеет не две поверхности, как должно быть у обычного плоского диска, а  $2 \cdot n$  поверхностей, где  $n$  — число отдельных дисков в группе.

Принципы современной технологии изготовления жесткого диска были разработаны в 1973 фирмой ИВМ. Новое устройство, которое могло хранить до 16 килобайт информации, имело 30 цилиндров (дорожек) для записи, каждый из которых был разбит на 30 секторов. Поэтому оно получило название 30/30. Известные винтовки винчестер имеют калибр 30/30, поэтому жесткие диски тоже стали называться «винчестерами». Кроме того, разрабатывался жесткий диск в американском городе Винчестере.

Над каждой поверхностью располагается головка, предназначенная для чтения-записи данных. При высоких скоростях вращения дисков (до 12000 об/мин) в зазоре между головкой и поверхностью образуется аэродинамическая подушка, и головка парит над магнитной поверхностью на высоте, составляющей несколько тысячных долей миллиметра. При изменении силы тока, протекающего через головку, происходит изменение напряженности динамического магнитного поля в зазоре, что вызывает изменения в стационарном магнитном поле ферромагнитных частиц, образующих покрытие диска. Так осуществляется запись данных. Операция считывания происходит в обратном порядке. Намагниченные частицы покрытия, проносящиеся на высокой скорости вблизи головки, наводят в ней ЭДС самоиндукции. Электромагнитные сигналы, возникающие при этом, усиливаются и передаются на обработку.

Управление работой жесткого диска выполняет специальное аппаратно-логическое устройство - контроллер жесткого диска. В прошлом оно представляло собой отдельную дочернюю плату, которую подключали к одному из свободных слотов материнской платы. В настоящее время функции контроллеров дисков выполняют микросхемы, входящие в микропроцессорный комплект (чипсет), хотя некоторые виды высокопроизводительных контроллеров жестких дисков по-прежнему поставляются на отдельной плате.

Сами диски представляют собой обработанные с высокой точностью керамические или алюминиевые пластины с магнитным покрытием - тонким слоем окиси железа (в более ранних моделях) или окиси хрома (в более поздних моделях). Каждый диск (platter) разбит на последовательно расположенные дорожки-секторы, соответствующие зонам остаточной намагниченности, созданной головками. Объем памяти сектора равен 512 байтам.

Головки считывания-записи вместе с их несущей конструкцией и дисками первоначаль-

но были заключены в герметически закрытый корпус, называемый модулем данных. При установке этого модуля на дисковод он автоматически соединялся с системой, подающей очищенный воздух. В современных винчестерах пакет дисков уже постоянно крепится на дисководе, система не герметична, а принудительная вентиляция отсутствует. Толщина воздушной подушки, создаваемой аэродинамикой вращающегося диска и формой головки, гораздо тоньше человеческого волоса.

Важнейшей частью винчестера являются головки чтения и записи (read-write head). Как правило, они находятся на специальном позиционере (head actuator). Для перемещения позиционера используются преимущественно линейные двигатели (типа voice coil — «звуковая катушка»). В винчестерах применяется несколько типов головок: монолитные, композитные, тонкопленочные, магниторезистивные (MR, Magneto-Resistive), а также головки с усиленным магниторезистивным эффектом (GMR, Giant Magneto-Resistive).

Магниторезистивная головка позволяет почти в полтора раза увеличить плотность записи. Она представляет собой комбинацию из двух головок: тонкопленочной для записи и магниторезистивной для чтения. Еще больше позволяют повысить плотность записи GMR-головки, они не касаются поверхностей дисков, а перемещаются над ними на расстоянии долей микрона.

Внутри любого винчестера обязательно находится электронная плата, которая расшифровывает команды контроллера жесткого диска, стабилизирует скорость вращения двигателя, генерирует сигналы для головок записи и усиливает их от головок чтения. Под пакетом дисков со шпинделем размещается двигатель.

В ходе выполнения процедуры так называемого низкоуровневого форматирования (low-level formatting) на жесткий диск записывается информация, которая определяет разметку винчестера на цилиндры и секторы. Структура формата включает в себя различную служебную информацию: байты синхронизации, идентификационные заголовки, байты контроля четности. В современных винчестерах такая информация записывается однократно при изготовлении винчестера. Повреждение этой информации при самостоятельном низкоуровневом форматировании чревато полной неработоспособностью диска и необходимостью восстановления этой информации в заводских условиях.

К основным параметрам жестких дисков относятся емкость и производительность. Емкость дисков зависит от технологии их изготовления. В настоящее время большинство производителей жестких дисков используют изобретенную компанией IBM технологию с использованием гигантского магниторезистивного эффекта (GMR — Giant Magnetic Resistance). Теоретический предел емкости одной пластины, исполненной по этой технологии, составляет порядка 20 Гбайт. В настоящее время достигнут технологический уровень 6,4 Гбайт на пластину, но развитие продолжается, а емкость жестких дисков для настольных систем достигла 120 Гигабайт.

С другой стороны, производительность жестких дисков меньше зависит от технологии их изготовления. Сегодня все жесткие диски имеют очень высокий показатель *скорости внутренней передачи данных* (до 30-60 Мбайт/с), и потому их производительность в первую очередь зависит от характеристик интерфейса, с помощью которого они связаны с материнской платой. В зависимости от типа интерфейса разброс значений может быть очень большим: от нескольких Мбайт/с для интерфейсов типа *EIDE* до 80 Мбайт/с для интерфейсов типа *SCSI* и более для наиболее современных интерфейсов типа *IEEE 1394*.

Кроме скорости передачи данных с производительностью диска напрямую связан параметр *среднего времени доступа*. Он определяет интервал времени, необходимый для поиска нужных данных, и зависит от скорости вращения диска. Для дисков, вращающихся с частотой 5400 об/мин, среднее время доступа составляет 9-10 мкс, для дисков с частотой 7200 об/мин - 7-8 мкс, более высокого уровня - среднее время доступа к данным 5-6 мкс.

В последнее время всё шире используются накопители на сменных жестких дисках, ко-

торы позволяют не только увеличивать объём хранимой информации, но и переносить информацию между компьютерами. Объём сменных дисков - от сотен Мбайт до десятков Гигабайт.

#### 2.2.12. Устройства оптического хранения.

**Оптические устройства хранения** – это **CD-диски** (компакт-диски) и **DVD-диски** (цифровые видеодиски), устройства, в которых запись и считывание осуществляются на вращающийся диск с помощью лазерного луча, а не магнитного поля.

В некоторых устройствах (например, LS-120/LS-240 или SuperDisk) применяются магнитный и оптический способ записи и считывания информации. Такие устройства получили название магнитооптических. Стандарты компьютерных оптических технологий можно разделить на две основные группы:

- CD (CD-ROM, CD-R, CD-RW);
- DVD (DVD-ROM, DVD-RAM, DVD-RW, DVD-R, DVD+RW, DVD+R).

Дисководы CD-ROM и DVD получили широкое распространение благодаря возможности их использования в развлекательных целях. Например, устройства, созданные на основе стандарта CD, могут воспроизводить музыкальные компакт-диски, а дисководы DVD – цифровые видеодиски.

**CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory)** - это постоянное запоминающее устройство на основе компакт-диска. Компакт-диск представляет собой поликарбонатную пластину диаметром 120 мм и толщиной 1,2 мм, в центре которой расположено отверстие диаметром 15 мм. Штампованное или литое основание пластины физически содержит одну спиральную дорожку, которая начинается на внутренней и заканчивается на внешней части диска. Шаг этой дорожки, или разделение спирали, равен 1,6 микрона (1 микрон – миллионная часть метра или тысячная часть миллиметра). Компакт-диск, если смотреть на него со стороны считывания (снизу), вращается против часовой стрелки. Если рассмотреть спиральную дорожку под микроскопом, то станет видно, что она состоит из приподнятых участков, которые называются впадинами (pits), и плоских поверхностей между ними, называемых площадками (lands). Цифровая запись на компакт-диске отличается от записи на магнитных дисках очень высокой плотностью, стандартный компакт-диск может хранить примерно 700 Мбайт данных.

Основным недостатком стандартных дисководов CD-ROM является невозможность записи данных, но параллельно с ними существуют и устройства однократной записи CD-R (Compact Disk Recorder), и устройства многократной записи CD-RW. (Compact Disk ReWriter).

Основным параметром дисководов CD-ROM является скорость чтения данных. Она измеряется в кратных долях. За единицу измерения принята **скорость чтения** в первых серийных образцах, составлявшая 150 Кбайт/с. В настоящее время наибольшее распространение имеют устройства чтения CD-ROM с производительностью 32x - 52x. Современные образцы устройств однократной записи имеют производительность 8x-16x, а устройств многократной записи - 4x-10x. В действительности, реальная скорость считывания компакт-дисков, начиная с 16x несколько ниже номинальной.

**DVD (Digital Versatile Disc)** – это цифровой универсальный диск, или, проще говоря, компакт-диск высокой емкости. Фактически каждый накопитель DVD может читать как обычные компакт-диски, так и DVD. Цифровые универсальные диски используют ту же оптическую технологию, что и компакт-диски, и отличаются только более высокой плотностью записи. DVD могут содержать до 4,7 Гбайт (однослойный диск) или 8,5 байт (двухслойный диск) данных на каждой стороне, что примерно в 11,5 раза больше по сравнению со стандартными компакт-дисками.

### 2.2.13. Флэш-накопители

**USB-флэш-накопитель** (сленг. флешка, флэшка) — запоминающее устройство, используемое в качестве носителя флэш-память, и подключаемое к компьютеру или иному считывающему устройству по интерфейсу USB, пришедшее на замену флоппи-дискам. Флэш-накопители USB обычно являются съёмными и перезаписываемыми, и физически намного меньше, чем оптический диск. Большинство весит менее 30 грамм. USB-накопители часто используются для тех же целей, для которых когда-то использовались гибкие диски или компакт-диски; то есть для хранения, резервного копирования данных и передачи компьютерных файлов. Они меньше, быстрее, имеют гораздо большую ёмкость и более прочны и надёжны, потому что у них нет движущихся частей. Кроме того, они невосприимчивы к магнитным полям (в отличие от флоппи-дисков) и не подвергаются воздействию поверхностных царапин (в отличие от компакт-дисков).

## 2.3. Периферийные устройства

Периферийные устройства персонального компьютера подключаются к его интерфейсам, предназначены для выполнения вспомогательных операций. По назначению периферийные устройства подразделяются на:

- устройства ввода данных;
- устройства вывода данных;
- устройства хранения данных;
- устройства обмена данными.

Для подключения внешних устройств в ЭВМ имеются каналы.

Канал - аппаратура и программное обеспечение (программы), занимающиеся передачей сигналов между ЭВМ и внешним устройством, которое содержит контроллер. Контроллер - аппаратура и программное обеспечение, которое обрабатывает сигналы ЭВМ и подготавливает данные для устройства. Контроллер учитывает особенности работы своего внешнего устройства. Внешние устройства работают намного медленнее процессора. Для того, чтобы процессор не простаивал во время работы внешнего устройства, организуется параллельная работа процессора и внешнего устройства.

### 2.3.1. Клавиатура

Клавиатура - клавишное устройство управления персональным компьютером. Служит для ввода алфавитно-цифровых (знаковых) данных, а также команд управления. Комбинация монитора и клавиатуры обеспечивает простейший интерфейс пользователя.

**Принцип действия.** Клавиатура относится к стандартным средствам персонального компьютера. Ее основные функции не нуждаются в поддержке специальными системными программами (драйверами). Необходимое программное обеспечение для начала работы с компьютером уже имеется в микросхеме ПЗУ в составе *BIOS*, и потому компьютер реагирует на нажатия клавиш сразу после включения.

**Настройка клавиатуры.** Клавиатуры персональных компьютеров обладают *свойством повтора знаков*, которое используется для автоматизации процесса ввода. Оно состоит в том, что при длительном удержании клавиши начинается автоматический ввод связанного с ней кода. При этом настраиваемыми параметрами являются:

- интервал времени после нажатия, по истечении которого начнется автоматический повтор кода;
- темп повтора (количество знаков в секунду).

Средства настройки клавиатуры относятся к системным и обычно входят в состав опера-

ционной системы. Кроме параметров режима повтора настройке подлежат также используемые раскладки и органы управления, используемые для переключения раскладок.

По методу подключения к системному блоку различают *проводные* и *беспроводные* клавиатуры. Передача информации в беспроводных системах осуществляется инфракрасным лучом. Обычный радиус действия таких клавиатур составляет несколько метров.

### 2.3.2. Специальные манипуляторы

Кроме клавиатуры существуют различные дополнительные устройства ввода (иногда называемые «устройствами командного управления» или - манипуляторами). Они, как правило, предназначены либо для ограниченного управления наиболее часто используемыми системными и прикладными программами, либо для специфических программ (например, компьютерных игр).

**Мышь (mouse)** - устройство управления манипуляторного типа (плоская коробочка с двумя-тремя кнопками). Перемещение мыши по плоской поверхности синхронизировано с перемещением графического объекта (указателя мыши) на экране монитора.

**Принцип действия.** В отличие от рассмотренной ранее клавиатуры, мышь не является стандартным органом управления, и персональный компьютер не имеет для нее выделенного порта. Для мыши нет и постоянного выделенного прерывания, а BIOS не содержат программных средств для обработки прерываний мыши.

В связи с этим в первый момент после включения компьютера мышь не работает. Она нуждается в поддержке специальной системной программы - драйвера мыши. Драйвер устанавливается либо при первом подключении мыши, либо при установке операционной системы компьютера. Хотя мышь и не имеет выделенного порта на материнской плате, для работы с ней используют один из стандартных портов, имеющихся в составе BIOS. Драйвер мыши предназначен для интерпретации сигналов, поступающих через порт. Кроме того, он обеспечивает механизм передачи информации о положении и состоянии мыши операционной системе и работающим программам.

Компьютером управляют путем перемещения мыши по плоскости и кратковременными нажатиями правой и левой кнопок («щелчками» или «кликами»). Принцип управления мыши является событийным. Перемещения мыши и щелчки ее кнопок являются событиями с точки зрения программы-драйвера. Анализируя события, драйвер устанавливает, когда произошло событие, и в каком месте экрана в этот момент находился указатель. Эти данные передаются в прикладную программу, с которой работает пользователь в данный момент. По ним программа может определить команду, которую имел в виду пользователь, и приступить к ее исполнению.

Комбинация монитора и мыши обеспечивает наиболее современный тип интерфейса пользователя, который называется графическим.

К числу регулируемых параметров мыши относятся: чувствительность (величина перемещения указателя на экране при заданном линейном перемещении мыши), функции кнопок, а также чувствительность к двойному нажатию (максимальный интервал времени, при котором два щелчка кнопкой мыши расцениваются как один двойной щелчок). Программные средства, предназначенные для этих регулировок, обычно входят в системный комплект программного обеспечения.

Инфракрасная мышь отличается от обычной наличием устройства беспроводной связи с системным блоком.

Другие манипуляторы: трекбол, пенмаус, джойстик.

Трекбол в отличие от мыши устанавливается стационарно, его шарик приводится в движение ладонью руки. Преимущество трекбола состоит в том, что он не нуждается в гладкой рабочей поверхности, поэтому трекболы нашли широкое применение в портативных персо-

нальных компьютерах.

Пенмаус представляет собой аналог шариковой авторучки, на конце которой вместо пишущего узла установлен узел, регистрирующий величину перемещения.

Для компьютерных игр и в некоторых специализированных имитаторах применяют также манипуляторы рычажно-нажимного типа (джойстики) и аналогичные им джой-пады, геймпады и штурвально-педальные устройства.

### 2.3.3. Монитор

Монитор - устройство визуального представления данных. Мониторы можно условно классифицировать ряду признаков.

По типу воспроизводимой информации:

- алфавитно-цифровые (воспроизводят лишь текстовые данные, обладают ограниченными возможностями, но дешевы);
- графические.

По возможностям цветовоспроизведения:

- монохроматические (одноцветные). Как правило, активным цветом (на черном фоне) является белый, зеленый или желтый. Область применения ограничена, однако цена таких мониторов – невысока;
- цветные. Количество воспроизводимых цветов зависит от технологии изготовления монитора и ряда внешних факторов (видеоадаптера, программного обеспечения и пр.)

По используемой технологии:

- мониторы на основе электронно-лучевых трубок (ЭЛТ, CRT – Cathode Ray Tube);
- мониторы на основе жидкокристаллических индикаторов (ЖКИ, LCD – Liquid Crystal Display);
- плазменные мониторы.

#### **Мониторы на основе ЭЛТ**

Изображение на экране монитора на основе ЭЛТ получается в результате облучения люминофорного покрытия остронаправленным пучком электронов, разогнанных в вакуумной колбе. Для получения цветного изображения люминофорное покрытие имеет точки или полоски трех типов, светящиеся красным, зеленым и синим цветом. Чтобы на экране все три луча сходились строго в одну точку и, изображение было четким, перед люминофором ставят маску - панель с регулярно расположенными отверстиями или щелями. Часть мониторов оснащена маской из вертикальных проволочек, что усиливает яркость и насыщенность изображения. Чем меньше шаг между отверстиями или щелями (шаг маски), тем четче и точнее полученное изображение. Шаг маски измеряют в долях миллиметра. В настоящее время наиболее распространены мониторы с шагом маски 0,25-0,27 мм. Устаревшие мониторы могут иметь шаг маски до 0,43 мм, что негативно сказывается на органах зрения при работе с компьютером. Модели повышенной стоимости могут иметь значение менее 0,25 мм.

**Частота регенерации** (обновления) изображения показывает, сколько раз в течение секунды монитор может полностью сменить изображение (поэтому ее также называют частотой кадров). Этот параметр зависит не только от монитора, но и от свойств настроек видеоадаптера, хотя предельные возможности определяет монитор.

Частоту регенерации изображения измеряют в герцах (Гц). Чем она выше, тем четче и устойчивее изображение, тем меньше утомление глаз, тем больше времени можно работать с компьютером непрерывно. При частоте регенерации порядка 60 Гц мелкое мерцание изображения заметно невооруженным глазом. Минимальным считают значение 75 Гц, нормативным - 85 Гц и комфортным - 100 Гц и более.



### Жидкокристаллические мониторы

В основе жидкокристаллических (ЖК) мониторов жидкие кристаллы - особое состояние некоторых органических веществ, в котором они обладают текучестью и свойством образовывать пространственные структуры, подобные кристаллическим. Жидкие кристаллы могут изменять свою структуру и светооптические свойства под действием электрического напряжения. Меняя с помощью электрического поля ориентацию групп кристаллов и используя введённые в жидкокристаллический раствор вещества, способные излучать свет под воздействием электрического поля, можно создать высококачественные изображения, передающие более 15 миллионов цветовых оттенков.

Большинство ЖК-мониторов использует тонкую плёнку из жидких кристаллов, помещённую между двумя стеклянными пластинами. Заряды передаются через так называемую пассивную матрицу - сетку невидимых нитей, горизонтальных и вертикальных, создавая в месте пересечения нитей точку изображения (несколько размытого из-за того, что заряды проникают в соседние области жидкости). Активные матрицы вместо нитей используют прозрачный экран из транзисторов и обеспечивают яркое, практически не имеющее искажений изображение. Панель при этом разделена на независимые ячейки, каждая из которых состоит из четырех частей (для трёх основных цветов и одна резервная). Кристаллики меняют оттенки по схеме RGB: красный, зеленый, синий. Пассивная ЖК-матрица реагирует на электрические сигналы и отображает информацию на дисплее, активная TFT (сокращение от Thin Film Transistor - технология экранов с активной матрицей; это обыкновенный ЖК-экран, но на тонкопленочных транзисторах) – имеет элементы управления оттенком и яркостью. Таким образом, на экране создается совокупность точек, каждая из которых управляется собственным транзистором. Такие мониторы занимают в 2 – 3 раза меньше места, чем мониторы с ЭЛТ и во столько же раз легче; потребляют гораздо меньше электроэнергии и не излучают электромагнитных волн.

В качестве недостатков ЖК-мониторов до недавнего времени считались небольшой угол обзора (около 120° по горизонтали и 90° по вертикали), относительную хрупкость и несколько меньшую яркость и контрастность изображения в сравнении с ЭЛТ-мониторами.

TN - одна из самых простых технологий матрицы ЖК-мониторов. TN плюс film означает дополнительный слой, используемый для обеспечения обзора на 90-170 градусов по горизонтали и 65-160 – по вертикали. Слово film часто опускают в названии, называя просто – мониторы TN. Они наиболее бюджетные. Из-за того, что у таких экранов не идеальное изображение при просмотре под углом и цветопередача уступает мониторам на IPS, их не рекомендуют приобретать фоторедакторам или видеомонтажерам. TN матрицы обладают высокой скоростью отклика, что делает ее очень популярной среди любителей компьютерных игр. К тому же, мониторы TN экономичны в энергопотреблении и долговечны.

IPS, жидкокристаллическая матрица, была создана для ликвидации недостатков TN матрицы. Технология увеличила обзор до 178° по вертикали и горизонтали, ее характеризует высокий уровень контрастности и хорошая передача оттенков. Такая матрица позволяет создать яркую и четкую картинку. Оптимально подходит для экранов, которые используются для работы в интернете, просмотра кинолент, обработки фото.

Сегодня популярностью пользуются LED и OLED дисплеи. Подобные экраны используются во всех видах гаджетов: от навигаторов до ПК. При этом все они обладают собственным набором преимуществ и недостатков. Самый популярный тип подсветки в современных ЖК-мониторах – светодиодная (**LED**). Светодиоды отличаются низким энергопотреблением, минимальным уровнем нагрева и стойкостью к высоким нагрузкам. Именно по этим причинам технология быстро осваивалась производителями разнообразной техники и развивается в настоящее время. Нашла свое применение в экранах для TV и ПК.

**OLED** – монитор, в матрице которого основным элементом являются органические светодиоды. OLED мониторы (есть TV с ними, например, LG 55EG9A7V) не нуждаются в до-

полнительной подсветке, т.к. органические светодиоды излучают свет самостоятельно. Благодаря отсутствию подсветки такие устройства могут быть очень тонкими. Подобные изделия менее распространены из-за дороговизны.

### **Плазменные мониторы**

Такие крупнейшие производители, как Fujitsu, Matsushita, Mitsubishi, NEC, Pioneer и другие, уже выпускают плазменные мониторы (плазменные панели, PDP) с диагональю 40" и более. Работа плазменных мониторов напоминает работу неоновых ламп, которые сделаны в виде трубки, заполненной инертным газом низкого давления. Внутрь трубки помещена пара электродов, между которыми загорается электрический разряд и возникает свечение. Плазменные экраны создаются путем заполнения пространства между двумя стеклянными поверхностями инертным газом, например, аргоном или неоном. Затем на стеклянную поверхность помещают маленькие прозрачные электроды, на которые подается высокочастотное напряжение. Под действием этого напряжения в прилегающей к электроду газовой области возникает электрический разряд. Плазма газового разряда излучает свет в ультрафиолетовом диапазоне, который вызывает свечение частиц люминофора в диапазоне, видимом человеком. Фактически, каждый пиксель на экране работает, как обычная флуоресцентная лампа.

Плюсы плазменных панелей:

- плоский и очень яркий экран с минимальной толщиной;
- можно конструировать большие по размеру панели;
- широкие углы обзора экрана;
- изображение с суперконтрастностью;
- длительный срок службы мониторов (от 10 лет);
- дисплей не притягивает к себе пыль.

Среди недостатков плазмы – достаточно высокая стоимость и повышенное потребление электроэнергии.

#### **2.3.4. Устройства ввода графических данных**

Для ввода графической информации используют сканеры, графические планшеты (дигитайзеры) и цифровые фотокамеры. С помощью сканеров можно вводить и знаковую информацию. В этом случае исходный материал вводится в графическом виде, после чего обрабатывается специальными программными средствами.

Планшетные сканеры предназначены для ввода графической информации с прозрачного или непрозрачного листового материала. Принцип действия этих устройств состоит в том, что луч света, отраженный от поверхности материала (или прошедший сквозь прозрачный материал), фиксируется специальными элементами, называемыми приборами с зарядовой связью (ПЗС). Обычно элементы ПЗС конструктивно оформляют в виде линейки, располагаемой по ширине исходного материала. Перемещение линейки относительно листа бумаги выполняется механическим протягиванием линейки при неподвижной установке листа или протягиванием листа при неподвижной установке линейки.

Основными потребительскими параметрами планшетных сканеров являются:

- разрешающая способность;
- производительность;
- динамический диапазон;
- максимальный размер сканируемого материала.

Разрешающая способность планшетного сканера зависит от плотности размещения приборов ПЗС на линейке, а также от точности механического позиционирования линейки при сканировании. Типичный показатель для офисного применения: 600-1200 dpi (dpi — dots per inch - количество точек на дюйм). Для профессионального применения характерны показате-

ли 1200-3000 dpi.

Производительность сканера определяется продолжительностью сканирования листа бумаги стандартного формата и зависит как от совершенства механической части устройства, так и от типа интерфейса, использованного для сопряжения с компьютером.

Динамический диапазон определяется логарифмом отношения яркости наиболее светлых участков изображения к яркости наиболее темных участков. Типовой показатель для сканеров офисного применения составляет 1,8-2,0, а для сканеров профессионального применения - от 2,5 (для непрозрачных материалов) до 3,5 (для прозрачных материалов).

**Ручные сканеры.** Принцип действия ручных сканеров в основном соответствует планшетным. Разница в том, что протягивание линейки ПЗС в данном случае выполняется вручную. Равномерность и точность сканирования при этом обеспечиваются неудовлетворительно, и разрешающая способность ручного сканера составляет 150-300 dpi.

**Барабанные сканеры.** В сканерах этого типа исходный материал закрепляется на цилиндрической поверхности барабана, вращающегося с высокой скоростью. Устройства этого типа обеспечивают наивысшее разрешение (2400-5000 dpi) благодаря применению не ПЗС, а фотоэлектронных умножителей. Их используют для сканирования исходных изображений, имеющих высокое качество, но недостаточные линейные размеры (фотонегативов, слайдов и т. п.)

**Штрих-сканеры** предназначена для ввода данных, закодированных в виде штрих-кода. Имеют применение в розничной торговой сети.

**Графические планшеты (диджитайзеры)** предназначены для ввода художественной графической информации. Существует несколько различных принципов действия графических планшетов, но в основе всех их лежит фиксация перемещения специального пера относительно планшета. Такие устройства удобны для художников и иллюстраторов, поскольку позволяют им создавать экранные изображения привычными приемами, наработанными для традиционных инструментов (карандаш, перо, кисть).

**Цифровые фотокамеры.** Как и сканеры, эти устройства воспринимают графические данные с помощью приборов с зарядовой связью, объединенных в прямоугольную матрицу. Основным параметром цифровых фотоаппаратов является разрешающая способность, которая напрямую связана с количеством ячеек ПЗС в матрице. Хорошие потребительские модели в настоящее время имеют до 1 млн. ячеек ПЗС и обеспечивают разрешение изображения до 800\*1200 точек. У профессиональных моделей эти параметры выше.

### 2.3.5. Принтеры

В качестве устройств вывода данных используют печатающие устройства (принтеры), позволяющие получать копии документов на бумаге или прозрачном носителе. По принципу действия различают матричные, лазерные, светодиодные и струйные принтеры.

**Матричные принтеры.** Механизм матричного принтера (старейшего из применяемых сегодня типов печатающих устройств) был изобретен японцами еще в 1964 году. Это простейшие печатающие устройства. Данные выводятся на бумагу в виде оттиска, образующегося при ударе цилиндрических стержней («иглолок») через красящую ленту. Качество печати матричных принтеров напрямую зависит от количества иглолок в печатающей головке. Наибольшее распространение имеют 9-иглочатые и 24-иглочатые матричные принтеры. Последние позволяют получать оттиски документов, не уступающие по качеству документам, исполненным на пишущей машинке.

Обычными режимами работы матричных принтеров являются: draft - режим черновой печати, normal - режим обычной печати и режим NLQ (Near Letter Quality), который обеспечивает качество печати, близкое к качеству пишущей машинки. Производительность матричных принтеров невысока – от 30 до 150 секунд на страницу текста (в зависимости от сте-

пени заполнения текстом страницы и качества печати). Для вывода графической информации это время значительно выше. Матричные принтеры, хотя уже и вытеснены из офисной сферы более современными устройствами, все же используются в отдельных областях. Так, печать товарных чеков основана именно на таком принципе работы.

**Струйные принтеры.** В струйных печатающих устройствах изображение на бумаге формируется из пятен, образующихся при попадании капель красителя на бумагу. Выброс микрокапель красителя происходит под давлением, которое развивается в печатающей головке за счет парообразования. В некоторых моделях капля выбрасывается щелчком в результате пьезоэлектрического эффекта - этот метод позволяет обеспечить более стабильную форму капли, близкую к сферической.

Качество печати изображения во многом зависит от формы капли и ее размера (обычно ее диаметр около 25 микрон), а также от характера впитывания жидкого красителя поверхностью бумаги. Особую роль играют вязкостные свойства красителя и свойства бумаги.

По типу используемых чернил струйные принтеры можно разделить на:

- водные (используются в большинстве бытовых и офисных устройств);
- масляные (применяются для промышленной маркировки);
- пигментные (оптимальный вариант для получения изображений высокого качества – фото, например);
- сольвентные (используются для печати наружной рекламы, плакатов, стендов, так как стойки к воде);
- термотрансферные (с их помощью наносится изображение на одежду).

Применяются также спиртовые чернила, но они не получили широкого распространения, поскольку очень быстро высыхают на головке.

К положительным свойствам струйных печатающих устройств следует отнести относительно небольшое количество движущихся механических частей и, соответственно, простоту и надежность механической части устройства и его относительно низкую стоимость. Основным недостатком - нестабильность получаемого разрешения.

Струйные принтеры нашли очень широкое применение в цветной печати. Благодаря простоте конструкции они намного превосходят цветные лазерные принтеры по показателю качество/цена. При разрешении выше 600 dpi они позволяют получать цветные оттиски, превосходящие по качеству цветные отпечатки, получаемые фотохимическими методами.

Производительность струйных принтеров, как правило, чуть выше, чем у матричных.

**Лазерные принтеры.** Лазерная технология (а если быть точными, – электрографическая технология) появилась еще в 1938 году. Этот способ печати, называемый сначала электрографией, потом – ксерографией, а сегодня более известный как лазерная печать, отличается скоростью, экономичностью и высоким качеством отпечатка.

Главной деталью устройства является так называемый фотобарабан, который сохраняет на поверхности электрический заряд, причем он «свой» у каждой точки.

Лазерный луч, попадая на барабан, «засвечивает» отдельные точки барабана, снимая с них заряд. Управляя лучом, можно «рисовать» на барабане заряженными и незаряженными участками.

Частицы специального состава (тонер) просыпаются на барабан и прилипают только к заряженным точкам, формируя тем самым изображение. Оно и переносится на бумагу, «вплавляясь» в нее под действием высокой температуры и давления.

Такая технология дает очень хороший результат: скорость печати значительно выше, чем в струйном принтере - даже в персональном лазерном принтере – 10-20 страниц в минуту. Модели среднего класса обеспечивают разрешение печати до 600 dpi, а профессиональные модели — до 1200 dpi. Плюсом лазерного принтера является и его способность печатать практически на любой бумаге, не теряя при этом в качестве отпечатка.

**Светодиодные принтеры.** Принцип действия светодиодных принтеров похож в прин-

тип действия лазерных принтеров. Разница заключается в том, что источником света является не лазерная головка, а линейка светодиодов. Поскольку эта линейка расположена по всей ширине печатаемой страницы, отпадает необходимость в механизме формирования горизонтальной развертки и вся конструкция получается проще, надежнее и дешевле. Типичная величина разрешения печати для светодиодных принтеров составляет порядка 600 dpi.

**Плоттеры** иногда рассматриваются как разновидность принтеров специального назначения. Плоттеры используются для получения сложных конструкторских чертежей, архитектурных планов, географических и метеорологических карт, деловых схем. Плоттеры рисуют изображения с помощью пера.

**Роликовые плоттеры** прокручивают бумагу под пером, а **планшетные плоттеры** перемещают перо через всю поверхность горизонтально лежащей бумаги.

Основной характеристикой плоттеров является разрешение. Различают реальное и адресуемое разрешение. Реальное разрешение - это то, что обеспечивает струйная головка, адресуемое разрешение - это повышение плотности точек за счет нескольких проходов головок. В режиме "повышенного" разрешения плоттер будет управлять струйными головками так, чтобы увеличить плотность точек в 2-3 раза.

**Струйная система.** В плоттерах фирм Roland и Mutoh (а также у целого ряда других фирм) применяются пьезоструйные головки от принтера Epson Stylus 3000. В плоттерах Epsad применяются головки Lexmark/Encad. В последних моделях плоттеров этой фирмы в картриджи стали встраивать специальные чипы, в которых записывается информация о типе используемых чернил и, самое главное, о количестве израсходованных чернил. Информация о количестве израсходованных чернил помогает оценить себестоимость работ, а также определить оставшееся время жизни картриджа.

В плоттерах HP применяются, естественно, струйные головки HP. Наиболее совершенная головка применена в модели HP 1000 - она имеет 512 форсунок и за один проход печатает полосу шириной в один дюйм (25,4 мм). В плоттерах ColorSpan также применяются головки HP. В модели DisplayMaker XII применяется современная струйная головка HP, имеющая разрешение 600 dpi..

**Скорость печати.** В этом вопросе наблюдается наибольшая путаница, т.к. общих критериев для сравнительной оценки скорости плоттеров нет. Дело в том, что в практически любом плоттере имеется 5-8 режимов печати - одно- или двунаправленная печать, в 1, 2, 3, 4, 6 проходов, с "повышенным" или "пониженным" разрешением.

**Система подачи чернил.** Система подачи чернил является одним из основных элементов современного плоттера. Она позволяет обеспечить снижение себестоимости печати и повышение производительности за счет подачи чернил из емкостей большой емкости.

### 2.3.6. Устройства обмена данными

**Модем.** Устройство, предназначенное для обмена информацией между удаленными компьютерами по каналам связи, принято называть модемом (МОдулятор + ДЕМОдулятор). При этом под каналом связи понимают физические линии (проводные, оптоволоконные, кабельные, радиочастотные), способ их использования (коммутируемые и выделенные) и способ передачи данных (цифровые или аналоговые сигналы). В зависимости от типа канала связи устройства приема-передачи подразделяют на радиомодемы, кабельные модемы и прочие. Наиболее широкое применение нашли модемы, ориентированные на подключение к коммутируемым телефонным каналам связи.

Цифровые данные, поступающие в модем из компьютера, преобразуются в нем путем модуляции (по амплитуде, частоте, фазе) в соответствии с избранным стандартом (протоколом) и направляются в телефонную линию. Модем-приемник, понимающий данный протокол, осуществляет обратное преобразование (демодуляцию) и пересылает восстановленные

цифровые данные в свой компьютер. Таким образом обеспечивается удаленная связь между компьютерами и обмен данными между ними.

К основным потребительским параметрам модемов относятся:

- производительность (бит/с);
- поддерживаемые протоколы связи и коррекции ошибок;
- шинный интерфейс, если модем внутренний (*ISA* или *PCI*).

От производительности модема зависит объем данных, передаваемых в единицу времени. От поддерживаемых протоколов зависит эффективность взаимодействия данного модема с сопредельными модемами (вероятность того, что они вступят во взаимодействие друг с другом при оптимальных настройках). От шинного интерфейса в настоящее время пока зависит только простота установки и настройки модема (в дальнейшем при общем совершенствовании каналов связи шинный интерфейс начнет оказывать влияние и на производительность).

**ADSL - модем** – передает данные с использованием обычных телефонных линий.

**Оптический модем** - предназначен для передачи данных по оптическому волокну.

**Беспроводной модем** - это приёмопередатчик, использующий сети операторов мобильной связи для передачи и приёма информации. Как правило, служит для подключения к мобильным сетям ноутбуков и персональных компьютеров. Для ноутбуков популярны беспроводные **USB – модемы**, имеющие **USB-** интерфейс.

Для использования сети сотовой связи в модем обычно вставляется **SIM-карта** (**Subscriber Identification Module** — модуль идентификации абонента).

На сегодняшний день наиболее перспективными являются, вытеснившие технологии WiMAX, сети сотовой связи 3G/4G/5G, а единственное их ограничение состоит в отсутствии покрытия или уверенного приема.

Таким образом, наиболее популярными становятся **GSM- модемы**. Такие модемы имеют скорость приема данных в сети 3G до 7,2 Мбит/с и при отправке данных до 5,76 Мбит/с, а скорость приема данных в сетях EDGE/GPRS достигает 236 килобит в секунду. Содержит разъем для карт памяти micro SD до 16 Гб. Наиболее популярными фирмами беспроводных модемов в России являются Huawei и ZTE.

### 2.3.7. Ввод голосовой информации.

К устройствам ввода звуковой информации относятся микрофоны. Эти устройства преобразуют звуковые колебания в электрические. Микрофон используется для ввода звука в компьютер. Непрерывные электрические колебания, идущие от микрофона, преобразуются в числовую последовательность. Эту работу выполняет устройство, подключаемое к компьютеру, которое называется аудиоадаптером, или звуковой картой. Воспроизведение звука, записанного в компьютерную память, также происходит с помощью аудиоадаптера, преобразующего оцифрованный звук в аналоговый электрический сигнал звуковой частоты, поступающий на акустические колонки или стереонаушники.

## 2.4. Современные компьютерные устройства и системы

Мир современных компьютеров широк и многообразен. Персональные компьютеры давно стали многоядерными. Это относится в том числе к смартфонам и планшетным компьютерам.

На сегодняшний день особенную популярность приобрели, так называемые **мобильные компьютерные устройства** – ряд устройств, который включает в себя смартфоны, планшеты, электронные книги, телефоны, КПК и нетбуки, главной особенностью которых является размер, а также количество выполняемых ими функций. Смартфоны – устройства, важной особенностью которых является размер и способность к транспортированию, а также боль-

шой ряд функциональных возможностей. Интернет-планшеты оснащены большим экраном, и позволяют пользоваться интернетом, книгами, офисными пакетами, а также играми.

Электронные книги по характеру напоминают планшеты, однако они узко специализированы. Основной их задачей считается чтение книг и электронных файлов. Эти мобильные устройства основаны на матрице e-ink, которая по своим свойствам имитирует обычную бумагу, т.е. экран не имеет подсветки и на вид глазом воспринимается как обычный лист бумаги.

Время автономной работы электронных книг составляет от трех до десяти дней. Далее следуют смартфоны, которые работают автономно от одного до трех дней, а планшеты работают не более 10 часов в зависимости от интенсивности нагрузки.

На сегодняшний день существуют не только персональные компьютеры, но и значительно более нагруженные вычислительные системы. Например, огромное количество серверов поисковой системы Яндекс позволяют обеспечивать пользователей качественными сервисами в режиме 24x7 с высокой скоростью доступа.

Отдельно стоит выделить вычислительные системы, *называемые суперкомпьютерами*, способные решать научные задачи, производить вычисления, связанные с космическими телами, исследованиями микромира и др. *Суперкомпьютер* – вычислительная машина, значительно превосходящая по своим техническим параметрам большинство существующих компьютеров.

В июне 2020 года был составлен очередной TOP-500 суперкомпьютеров, отсортированный по пиковой производительности. *Пиковая производительность вычислительной системы* – максимальное количество операций, которое может быть выполнено системой за единицу времени. Из определений вытекает, что реальная и пиковая производительности системы есть суммы соответственно реальных и пиковых производительностей, составляющих систему процессоров. Пиковая производительность одного процессора вычисляется как произведение  $n \times f \times k$ , где  $n$  – количество операций с плавающей запятой, выполняемых за один такт,  $f$  – тактовая частота процессора,  $k$  – количество ядер в процессоре. Пиковую производительность еще называют теоретической производительностью. Такое название подчеркивает, что на реальной программе производительность не только не превысит, но никогда и не достигнет этого порога. Суперкомпьютер Fugaku показал в тесте High Performance Linpack (HPL) результат 415,5 петафлопса, в 2,8 раза опередив занимающую второе место американскую систему IBM Summit. Примечательно, что в Fugaku используются 48-ядерные однокристалльные системы Fujitsu A64FX SoC на архитектуре Arm. В операциях с одинарной или меньшей точностью, которые часто используются в задачах ИИ, включая машинное обучение, пиковая производительность Fugaku превышает 1 эксафлопс. В упомянутой выше системе IBM Summit используются 22-ядерные процессоры Power9 и ускорители Nvidia Tesla V100. Этот суперкомпьютер демонстрирует производительность 148,8 петафлопса. На третьем месте тоже находится американский суперкомпьютер — IBM Sierra, по архитектуре близкий к IBM Summit. Его результат равен 94,6 петафлопса. Китайская система Sunway TaihuLight на 260-ядерных процессорах Sunway SW26010 демонстрирует результат 93 петафлопса. Пятую позицию списка с результатом 61,4 петафлопса занимает китайский суперкомпьютер Tianhe-2A на процессорах Intel Xeon и сопроцессорах Matrix-2000. Далее следует итальянская система HPC5 на базе Intel Xeon Gold и Nvidia Tesla V100, построенная компанией Dell. Ее результат в тесте HPL равен 33,5 петафлопса. Седьмое место принадлежит американской системе Selene на процессорах AMD Epyc и ускорителях Nvidia Ampere A100. Ее результат — 27,58 петафлопса. В Америке же находится восьмая система из списка TOP500. Это суперкомпьютер Frontera на процессорах Intel Xeon, набирающий в тесте 23,5 петафлопса. Интересно, что на девятом месте находится вторая итальянская система из первой десятки. Это суперкомпьютер Marconi-100 на процессорах IBM Power9 и ускорителях Nvidia V100. Производительность Marconi-100 составляет 21,6 петафлопса. Замыкает десятку уста-

новленная в Швейцарии система Piz Daint производительностью 19,6 петафлопса. Это суперкомпьютер Cray XC50 на процессорах Intel Xeon и ускорителях Nvidia P100. В этой 55 редакции рейтинга Top500 российские компьютеры присутствуют, но не попадают не только в первую десятку, но также в первые двадцатку и тридцатку. Лучшая по состоянию на июнь 2020 г. российская система занимает в рейтинге лишь 36 место. Это суперкомпьютер «Кристофари», созданный Сбербанком (как сообщал CNews) в ноябре 2019 г. на основе готовых вычислительных узлов Nvidia DGX-2 специально для решения задач искусственного интеллекта. В Сбербанке его называют самым мощным в России.

На сегодняшний день, в том числе и в суперкомпьютерах используются так называемые параллельные и облачные вычисления. **Параллельные вычисления (параллельная обработка)** – это использование нескольких или многих вычислительных устройств для одновременного выполнения разных частей одной программы (одного проекта). При этом программы разрабатываются как набор взаимодействующих вычислительных процессов, работающих параллельно. Такие вычисления можно реализовать на многопроцессорных системах с использованием возможности одновременного выполнения многих действий, порождаемых процессом решения одной или многих задач (одного проекта). Основная цель параллельных вычислений – уменьшение времени решения задачи. Увеличение числа процессоров не обязательно приводит к уменьшению времени решения задачи. (Если небольшую яму попытаться рыть одновременно 10 человек, то они будут только мешать друг другу.)

Задача параллельных вычислений – создание **ресурса параллелизма** (получение параллельного алгоритма) в процессах решения задач и управление реализацией этого параллелизма с целью достижения наибольшей эффективности использования многопроцессорной вычислительной техники. Получить параллельный алгоритм решения задачи можно путем распараллеливания имеющегося последовательного алгоритма или путем разработки нового параллельного алгоритма. Возможно, для осуществления распараллеливания алгоритм решения задачи придется заменить или модифицировать (например, устранить некоторые зависимости между операциями).

Использование параллельной обработки данных – не единственный путь увеличить скорость вычислений. Другой подход – **увеличивать мощность процессорных устройств**. Ограничениями такого подхода являются:

1. Ограниченность скорости переключения. Даже при самых быстрых коммуникациях – оптических – скорость переключения не может превышать скорость света.
2. Ограниченность размеров переключателей. Чем меньше размер компонентов устройства, тем быстрее устройство может работать. Однако существует физический предел на размер компонентов, что связано с их молекулярным и атомным строением.
3. Экономические ограничения.

Для увеличения скорости процессора, плотности упаковки, числа слоев в кристалле приходится решать все усложняющиеся научные, инженерные, производственные проблемы. Вот почему каждое новое поколение процессоров дорого стоит. Всегда найдутся большие задачи, для решения которых потребуются мощности параллельного компьютера.

**Распределённые вычисления** – способ решения трудоёмких вычислительных задач с использованием нескольких компьютеров, объединённых в параллельную вычислительную систему. Слабосвязанные, гетерогенные вычислительные системы выделяют в отдельный класс распределённых систем – **Grid**. Или технология обработки данных, в которой большая задача распределяется для выполнения между множеством компьютеров, объединённых вычислительной сетью или интернетом.

**Облачные вычисления** – технология обработки данных, в которой компьютерные ресурсы и мощности предоставляются как интернет-сервис. Таким образом, распределённые и облачные вычисления являются частным случаем параллельных вычислений. Параллельные вычисления могут производиться как одним компьютером (суперкомпьютером или многоядер-



ном компьютере), так и на многих компьютерах. Распределенные и облачные вычисления на одном компьютере производиться не могут.

Технические характеристики электронной техники находятся вблизи предельных значений, а это означает необходимость новых технологических решений. Сегодня ведутся исследования в области нанотехнологий, квантовых и биологических компьютеров. Одна из задач вашего поколения — найти новые технологические решения для увеличения мощности компьютеров будущего.

### 2.5. Контрольные вопросы

1. Назовите и покажите основные блоки ПК.
2. Перечислите устройства, входящие в системный блок и их назначение.
3. Дайте определение понятию системной логики.
4. Какие микросхемы находятся на материнской плате, их назначение и основные характеристики.
5. Что такое накопители и носители информации?
6. Назначение и виды накопителей. Основная характеристика и единица измерения.
7. Принцип открытой архитектуры ПК, конфигурация ПК.
8. Как выбрать конфигурацию ПК при покупке?
9. Типовые конфигурации ПК.
10. Классификация внешних устройств.
11. Назовите основные периферийные устройства и их назначение.
12. Назовите дополнительные периферийные устройства по видам (манипуляторы, графические, звуковые устройства) и их назначение.
13. Классификация принтеров и принцип действия.
14. Классификация сканеров и принцип действия.
15. Назовите устройства передачи информации и их назначение.

## Часть 3. Программные средства информатики

### 3.2. Классификация программного обеспечения

Программное обеспечение (ПО) - неотъемлемая часть компьютерной системы, является логическим продолжением технических средств. Сфера применения конкретного компьютера определяется созданным для него ПО или установленным на него ПО.



Рисунок 11. Классификация программного обеспечения.

Классификация (или виды) программного обеспечения представлена на рис. 11. Таким образом, программное обеспечение (ПО) ЭВМ можно разделить на три основные группы:

- Системное ПО,
- Прикладное ПО,
- Системы программирования.

В настоящем пособии рассматриваются только системное и прикладное ПО.

### 3.2. Системное программное обеспечение

Традиционное системное ПО делят на операционные системы и сервисные (системные) программы. При этом операционные системы в свою очередь можно разделить на две части: размещенные в ПЗУ и в ОЗУ.

#### 3.2.1. Определение операционной системы

Операционная система - комплекс взаимосвязанных программ, предназначенных для управления ресурсами компьютера и организации взаимодействия с пользователем. Она в наибольшей степени определяет облик всей вычислительной системы в целом, но несмотря на это, пользователи зачастую испытывают затруднения при определении операционной системы. Частично это связано с тем, что ОС выполняет две по существу мало связанные функции: обеспечение пользователю-программисту удобств посредством предоставления для него расширенной машины и повышение эффективности использования компьютера путем рационального управления его ресурсами.

#### ***ОС как расширенная машина.***

Использование большинства компьютеров на уровне машинного языка затруднительно, особенно это касается ввода-вывода. Например, для организации чтения блока данных с гибкого диска программист может использовать 16 различных команд, каждая из которых требует 13 параметров, таких как номер блока на диске, номер сектора на дорожке и т. п. Когда выполнение операции с диском завершается, контроллер возвращает 23 значения, отражающих наличие и типы ошибок, которые, очевидно, надо анализировать. Ясно, что среди программистов нашлось бы не много желающих непосредственно заниматься программированием этих операций. При работе с диском программисту-пользователю достаточно представлять его в виде некоторого набора файлов, каждый из которых имеет имя. Работа с файлом заключается в его открытии, выполнении чтения или записи, а затем в закрытии файла. Вопросы подобные таким, как следует ли при записи использовать усовершенствованную частотную модуляцию или в каком состоянии сейчас находится двигатель механизма перемещения считывающих головок, не должны волновать пользователя. Программа, которая скрывает от программиста все реалии аппаратуры и предоставляет возможность простого, удобного просмотра указанных файлов, чтения или записи - это операционная система.

Кроме того, операционная система берет на себя все малоприятные дела, связанные с обработкой прерываний, управлением таймерами и оперативной памятью, а также другие низкоуровневые проблемы. В каждом случае та абстрактная, воображаемая машина, с которой, благодаря операционной системе, теперь может иметь дело пользователь, гораздо проще и удобнее в обращении, чем реальная аппаратура, лежащая в основе этой абстрактной машины.

С этой точки зрения функцией ОС является предоставление пользователю некоторой расширенной или виртуальной машины, которую легче программировать и с которой легче работать, чем непосредственно с аппаратурой, составляющей реальную машину.

#### ***ОС как система управления ресурсами.***

С другой стороны операционная система - это некоторый механизм, управляющий всеми частями сложной системы. В соответствии с этим подходом функцией ОС является распределение процессоров, памяти, устройств и данных между процессами, конкурирующими за эти ресурсы. ОС должна управлять всеми ресурсами вычислительной машины таким образом, чтобы обеспечить максимальную эффективность ее функционирования. Критерием эффективности может быть, например, пропускная способность или реактивность системы.

Управление ресурсами включает решение двух общих задач:

- планирование ресурса - то есть определение, кому, когда, а для делимых ресурсов и в

каком количестве, необходимо выделить данный ресурс;

- отслеживание состояния ресурса - то есть поддержание оперативной информации о том, занят или не занят ресурс, а для делимых ресурсов - какое количество ресурса уже распределено, а какое свободно.

Для решения этих общих задач управления ресурсами разные ОС используют различные алгоритмы, что в конечном счете и определяет их облик в целом, включая характеристики производительности, область применения и даже пользовательский интерфейс.

### 3.2.2. Классификация операционных систем

Операционные системы могут различаться особенностями реализации внутренних алгоритмов управления основными ресурсами компьютера (процессорами, памятью, устройствами), особенностями использованных методов проектирования, типами аппаратных платформ, областями использования и многими другими свойствами.

В разделе приведена классификация по нескольким основным признакам.

Поддержка многозадачности (по числу одновременно выполняемых задач):

- однозадачные (например, MS-DOS, MSX) и
- многозадачные (ОС ЕС, OS/2, UNIX, Windows).

Однозадачные ОС в основном выполняют функцию предоставления пользователю виртуальной машины. Однозадачные ОС включают средства управления периферийными устройствами, средства управления файлами, средства общения с пользователем.

Многозадачные ОС, кроме вышеперечисленных функций, управляют разделением совместно используемых ресурсов, таких как процессор, оперативная память, файлы и внешние устройства.

Поддержка многопользовательского режима (по числу одновременно работающих пользователей ОС):

- однопользовательские (MS-DOS, Windows 3.x, ранние версии OS/2);
- многопользовательские (UNIX, Windows NT).

Главным отличием многопользовательских систем от однопользовательских является наличие средств защиты информации каждого пользователя от несанкционированного доступа других пользователей.

Вытесняющая и невытесняющая многозадачность.

Важнейшим разделяемым ресурсом является процессорное время. Способ распределения процессорного времени между несколькими одновременно существующими в системе процессами (или нитями) во многом определяет специфику ОС.

Среди множества существующих вариантов реализации многозадачности можно выделить две группы алгоритмов:

- невытесняющая многозадачность (NetWare, Windows 3.x);
- вытесняющая многозадачность (Windows NT, OS/2, UNIX).

Основным различием между вытесняющим и невытесняющим вариантами многозадачности является степень централизации механизма планирования процессов. В первом случае механизм планирования процессов целиком сосредоточен в операционной системе, а во втором - распределен между системой и прикладными программами. При невытесняющей многозадачности активный процесс выполняется до тех пор, пока он сам, по собственной инициативе, не отдаст управление операционной системе для того, чтобы та выбрала из очереди другой готовый к выполнению процесс. При вытесняющей многозадачности решение о переключении процессора с одного процесса на другой принимается операционной системой, а не самим активным процессом.

Многопроцессорная обработка.

Другим важным свойством ОС является отсутствие или наличие в ней средств поддержки многопроцессорной обработки - мультипроцессирование. Мультипроцессирование при-

водит к усложнению всех алгоритмов управления ресурсами. В настоящее время введение в ОС функций поддержки многопроцессорной обработки данных становится стандартом.

Такие функции имеются в операционных системах Solaris 2.x фирмы Sun, Open Server 3.x компании Santa Crus Operations, OS/2 фирмы IBM, Windows NT фирмы Microsoft и NetWare 4.1 фирмы Novell.

#### Особенности аппаратных платформ.

На свойства операционной системы непосредственное влияние оказывают аппаратные средства, на которые она ориентирована. По типу аппаратуры различают операционные системы персональных компьютеров, мини-компьютеров, мейнфреймов, кластеров и сетей ЭВМ, смартфонов, что отражается на специфике операционных систем.

Очевидно, что ОС большой машины является более сложной и функциональной, чем ОС персонального компьютера. Так в ОС больших машин функции по планированию потока выполняемых задач, очевидно, реализуются путем использования сложных приоритетных дисциплин и требуют большей вычислительной мощности, чем в ОС персональных компьютеров. Аналогично обстоит дело и с другими функциями.

#### Особенности областей использования.

Многозадачные ОС подразделяются на три типа в соответствии с использованными при их разработке критериями эффективности:

- системы пакетной обработки (например, ОС ЕС),
- системы разделения времени (UNIX, VMS),
- системы реального времени (QNX, RT/11).

**Системы пакетной обработки** предназначались для решения задач в основном вычислительного характера, не требующих быстрого получения результатов. Главной целью и критерием эффективности систем пакетной обработки является максимальная пропускная способность, то есть решение максимального числа задач в единицу времени. Для достижения этой цели в системах пакетной обработки используется следующая схема функционирования: в начале работы формируется пакет заданий, каждое задание содержит требование к системным ресурсам; из этого пакета заданий формируется множество одновременно выполняемых задач. Для одновременного выполнения выбираются задачи, предъявляющие отличающиеся требования к ресурсам, так, чтобы обеспечивалась сбалансированная загрузка всех устройств вычислительной машины. Взаимодействие пользователя с вычислительной машиной, на которой установлена система пакетной обработки, сводится к тому, что он приносит задание, отдает его диспетчеру-оператору, а в конце дня после выполнения всего пакета заданий получает результат. Очевидно, что такой порядок снижает эффективность работы пользователя.

**В системах разделения времени** каждому пользователю системы предоставляется терминал, с которого он может вести диалог со своей программой. Так как в системах разделения времени каждой задаче выделяется только квант процессорного времени, ни одна задача не занимает процессор надолго, и время ответа оказывается приемлемым. Если квант выбран достаточно небольшим, то у всех пользователей, одновременно работающих на одной и той же машине, складывается впечатление, что каждый из них единолично использует машину. Системы разделения времени обладают меньшей пропускной способностью, чем системы пакетной обработки, так как на выполнение принимается каждая запущенная пользователем задача, а не та, которая "выгодна" системе, и, кроме того, имеются накладные расходы вычислительной мощности на более частое переключение процессора с задачи на задачу.

**Системы реального времени** применяются для управления различными техническими объектами, такими, например, как станок, спутник, научная экспериментальная установка или технологическими процессами, такими, как гальваническая линия, доменный процесс и т.п. Во всех этих случаях существует предельно допустимое время, в течение которого должна быть выполнена та или иная программа, управляющая объектом, в противном случае

может произойти авария. Таким образом, критерием эффективности для систем реального времени является их способность выдерживать заранее заданные интервалы времени между запуском программы и получением результата. Это время называется временем реакции системы, а соответствующее свойство системы - реактивностью.

### 3.2.3. Операционная система MS DOS

MS-DOS была одной из первых ОС, предназначенных для ПК. Она появилась в 1981 году вместе с первыми компьютерами фирмы IBM. И в настоящее время имеет скорее историческое значение. Поэтому рассмотрим только ту информацию, которая остается актуальной до настоящего времени (или на ней базируется актуальная).

BIOS – одна из основных частей MS-DOS, базовая система ввода-вывода, находящаяся в постоянной памяти (ОЗУ, ПЗУ) компьютера. Она содержит также тест функционирования компьютера, проверяющий работу памяти и устройств компьютера при включении его электропитания. Кроме того BIOS содержит программу вызова операционной системы.

Загрузчик операционной системы. Эта короткая программа, предназначенная для считывания в память модулей MS-DOS, которые завершают процесс загрузки системы.

Командный процессор COMMAND.COM обрабатывает команды, вводимые пользователем. Команды TYPE, DIR или COPY командный процессор выполняет сам. Для остальных (внешних) команд пользователя командный процессор ищет программу с соответствующим именем. По окончании работы программы командный процессор удаляет программу из памяти и выводит сообщение о готовности к выполнению команд (приглашение DOS).

Внешние команды DOS - это программы, поставляемые вместе с операционной системой в виде отдельных файлов, выполняющие действия обслуживающего характера: форматирование дискет, проверка дисков и т.д. То, что сейчас называют сервисным ПО.

Драйверы устройств - это специальные программы, которые дополняют систему ввода-вывода DOS и обеспечивают обслуживание новых устройств или нестандартное использование имеющихся устройств. Драйверы заносятся в память компьютера при загрузке ОС, их имена указываются в специальном файле. Такая схема облегчает добавление новых устройств, не затрагивая системные файлы.

Основным механизмом функционирования MS DOS является система прерываний.

Прерывания - это процедуры, которые компьютер вызывает для выполнения определенной задачи. Существуют аппаратные, логические и программные прерывания.

Аппаратные прерывания инициируются аппаратурой, например сигналом от принтера, нажатием клавиши на клавиатуре, сигналом от таймера и другими причинами.

Логические прерывания возникают при нестандартных ситуациях в работе микропроцессора, например деление на нуль, переполнение регистров и др.

Программные прерывания инициируются программами, т.е. появляются, когда одна программа хочет получить сервис со стороны другой программы, например доступ к определенным аппаратным средствам.

Каждое прерывание имеет уникальный номер, и с ним связана определенная подпрограмма. Когда вызывается прерывание, процессор оставляет свою работу и выполняет прерывание. Затем загружается адрес программы обработки прерывания и ей передается управление. После окончания ее работы управление передается основной программе, которая была прервана. Аппаратные прерывания относятся к прерываниям низшего уровня, им присвоены младшие номера, и обслуживает их базовая система ввода-вывода. Логические и программные прерывания относят к верхнему уровню, они имеют большие номера, и их обслуживает в основном базовый модуль DOS.

BIOS имеет ограничения:

- должен работать в 16-битном режиме процессора,

- он может загружаться только с жёстких дисков объёмом не более 2,1 Тб.
- ему доступен всего 1 Мб памяти,
- Проблемы с одновременной инициализацией нескольких устройств.

**BIOS** в настоящее время практически не используется. Ему на смену пришел UEFI, который заменяет традиционный BIOS на PC. На существующем PC никак нельзя поменять BIOS на UEFI. Нужно покупать аппаратное обеспечение, поддерживающее UEFI. Большинство версий UEFI поддерживают эмуляцию BIOS, чтобы можно было установить и работать со старой ОС, ожидающей наличия BIOS вместо UEFI—обратная совместимость у них есть.

Первая спецификация EFI была разработана Intel, позднее от первого названия отказались и последняя версия стандарта носит название Unified Extensible Firmware Interface (UEFI). В настоящее время разработкой UEFI занимается Unified EFI Forum. Extensible Firmware Interface (EFI) («интерфейс расширяемой прошивки») — интерфейс между операционной системой и микропрограммами, управляющими низкоуровневыми функциями оборудования, его основное предназначение: корректно инициализировать оборудование при включении системы и передать управление загрузчику операционной системы.

Для обращения к файловой системе прикладная программа должна использовать специально предназначенные для этого функции прерывания DOS. Эти функции выполняют все файловые операции - создание, удаление файлов и каталогов, запись или чтение, получение справочной информации о состоянии файловой системы и другие.

Файловая система работает с дисками через драйверы. Драйверы, в свою очередь, пользуются сервисом BIOS.

На уровне BIOS выполняются элементарные операции с диском, такие как чтение/запись секторов, форматирование и т.п. Этот низкий уровень доступен и прикладной программе, но обычно она пользуется функциями прерывания DOS, выполняющими все необходимые действия по обслуживанию каталогов и таблицы размещения файлов (File Allocation Table - FAT). Программы защиты от несанкционированного доступа или копирования вынуждены обращаться к средствам более низкого уровня, вызывая прерывания BIOS, или даже работать с контроллером дисковода через порты ввода/вывода.

Используя подсистему DOS, отвечающую за связь с драйверами, прикладные программы могут также выполнять элементарные операции с диском, такие как форматирование.

Рассмотрим отдельно файловую подсистему DOS, которая является одной из важнейших любой операционной системы.

### ***Файловая структура.***

В основе любой операционной системы лежит принцип организации работы внешнего устройства хранения информации. Внешняя память может быть технически реализована на разных материальных носителях (магнитного диска, магнитной ленты), но их определяет принятый в операционной системе принцип организации хранения логически связанных наборов информации в виде файлов.

**Файл** - логически связанная совокупность данных или программ, для размещения которой во внешней памяти выделяется именованная область.

Файл служит учетной единицей информации в операционной системе. Любые действия с информацией в MS DOS осуществляются над файлами: запись на диск, вывод на экран, ввод с клавиатуры, печать, считывание информации CD-ROM и пр.

На диске файл не требует для своего размещения непрерывного пространства, обычно он занимает свободные кластеры в разных частях диска. Сведения о номерах этих кластеров хранятся в специальной FAT- таблице. Кластер является минимальной единицей пространства диска, которое может быть отведено файлу. Самый маленький файл занимает один кластер, большие файлы - несколько десятков кластеров.

В файлах могут храниться разнообразные виды и формы представления информации:

тексты, рисунки, чертежи, программы, таблицы и. Особенности конкретных файлов определяется их форматом. Под форматом понимается элемент языка, в символическом виде описывающий представления информации в файле. Текстовая информация хранится в файле в кодах ASCII, в так называемом текстовом формате. Содержимое текстовых файлов можно посмотреть на экране дисплея с помощью разных программных средств, в том числе и в MS DOS.

Любой другой файл с нетекстовой информацией просмотреть теми же средствами, что и текстовый файл, не удастся. При просмотре на экран будут выводиться абсолютно непонятные символы.

Для характеристики файла используются следующие параметры:

- полное имя файла;
- объем файла в байтах;
- дата создания файла;
- время создания файла;
- специальные атрибуты файла: R(Read only) - только для чтения, H(Hidden) - скрытый файл, S(System) - системный файл, A(Archive) - архивированный файл.

С понятием файла в MS DOS тесно связано понятие логического диска, который создается и управляется специальной программой (драйвером). Он имеет уникальное имя в виде одной латинской буквы, например C, D, E, F и т.д. Логический диск может реализоваться на жестком диске, на гибком диске, на CD-ROM, в оперативной памяти (электронный диск) и т.п. На одном физическом диске может быть создано несколько логических дисков.

К файлу можно обращаться с помощью имени, полного имени, спецификации. Для того чтобы воспользоваться одним из этих вариантов, надо знать ряд правил и соглашений, позволяющих унифицировать в операционной системе процедуру обращения к файлу. Рассмотрим эти варианты.

Имя файла всегда уникально и служит для отличия одного файла от другого. Имя файла образуется не более чем из восьми символов, причем используются только латинские буквы.

При образовании имени нельзя использовать русские буквы и символы \*?;, <=>пробел.

По имени к файлу обращаются редко, обычно только в тех прикладных программах, когда это специально предусмотрено, а также при вводе имени файла, где хранится команда операционной системы.

В качестве имени файла можно использовать символьное имя устройства:

- PRN или LPT 1(2,3) - принтер или любое устройство, подключенное к параллельному порту;
- CON- консоль(клавиатура при вводе и дисплей при выводе);
- COM 1(2,3,4)-внешнее устройство, подключенное к последовательному порту;
- NUL-фиктивное устройство, вывод в файл NUL никуда не направляется.

Обычно к файлу обращаются с помощью полного имени. Полное имя файла более подробно характеризует файл и образуется из имени файла и типа (расширение), разделенных точкой. Тип файла служит для характеристики хранящейся в файле информации и образуется в DOS не более чем из трех символов, причем используется, как и при образовании имени, только буквы латинского алфавита.

В полном имени недопустимы пробелы между именем и типом.

При обращении к файлу типа BAT, COM, EXE достаточно задать только его имя, тип не указывается. При одинаковых именах приоритет - в порядке, указанном выше.

Часто возникает ситуация, когда надо работать с группой файлов (например, при копировании группы). Эти операции достаточно легко выполнить, пользуясь шаблоном.

Шаблон имени файла - специальная форма, в которой в полях имени и типа файла используются символы \* или ?. Символ \* служит для замены любой последовательности сим-

волов. В шаблоне может быть использовано в поле имени и типа по одному символу \*. Символ ? служит для замены одного символа.

**Структура каталога.** Способ хранения файлов на диске и организация к нему доступа похожа на организацию хранения книг в библиотеке и соответственно процедуру поиска нужной книги по ее шифру из каталога.

**Доступ** - процедура установления связи с памятью и размещенным в ней файлом для записи и чтения данных.

Имя логического диска, стоящее перед именем файла спецификации, указывает логический диск, на котором следует искать файл. На этом же диске организован каталог, в котором хранятся полные имена файлов, а также их характеристики: время и дата создания; объем (в байтах); специальные атрибуты.

**Каталог** - справочник файлов с указанием месторасположения на диске. Различают два состояния каталога - текущие (активное) и пассивное. MS DOS помнит текущий каталог на каждом логическом диске. **Текущий (активный) каталог**- каталог, в котором работа пользователя производится в текущее машинное время. **Пассивный каталог** - каталог, с которым в данный момент не имеется связи.

В операционной системе MS DOS принята иерархическая структура организации каталогов. На каждом диске всегда имеется единственный главный (корневой) каталог. Он находится на 0-м уровне иерархической структуры и обозначается символом "\". Корневой каталог создается при форматировании (инициализации, разметке) диска, имеет ограниченный размер и не может быть удален средствами DOS.

**Родительский каталог** - каталог, имеющий подкаталоги.

**Подкаталог** - каталог, который входит в другой каталог.

Т.е. любой каталог, содержащий каталоги нижнего уровня, может быть, с одной стороны, по отношению к ним родительским, а с другой стороны, подчиненным по отношению каталога верхнего уровня. Как правило, если это не вызывает путаницы, употребляют термин "каталог", подразумевая или каталог, или родительский каталог в зависимости от контекста.

Каталоги на дисках организованы как системные файлы. Исключение - корневой каталог, для которого отведено фиксированное место на диске. Доступ к каталогам можно получить, как к обыкновенному файлу.

Правила наименования подкаталогов такие же, как и правила наименование файлов. Однако, обычно подкаталогом присваивают только имена, хотя можно добавить и тип по тем же правилам, что и для файлов.

Доступ к содержимому файла организован из главного каталога, через цепочку соподчиненных каталогов n-ого уровня. В каталоге любого уровня могут храниться записи о файлах и о каталогах нижнего уровня.

Под файловой структурой диска понимают, как размещаются на диске: главный каталог, подкаталоги, файлы, операционная система, а также какие для них выделены объемы секторов, кластеров, дорожек.

**Путь** - цепочка соподчиненных каталогов, который необходимо пройти по иерархической структуре каталогов, где зарегистрированы искомые файлы. При задании пути имена каталогов записываются в порядке следования и отделяются друг от друга символом \.

**Форматы программных файлов.**

Оператор может запустить два типа программ (если не считать командных файлов, которые, вообще говоря, не являются программами, состоящими из машинных кодов) - программы, имеющие расширение имени .COM и .EXE. Эти файлы имеют различный формат и загружаются по-разному, однако, когда загрузка завершена, в памяти компьютера эти два типа программ выглядят совершенно одинаково.

**СОМ-файл** - это двоичный образ программы, состоящий из кода и данных. То есть это файл, содержащий программу в "чистом" виде. Такая программа (как и EXE-программа) мо-



жет загружаться в любое место памяти. DOS выполняет ее привязку к физическим адресам при загрузке с помощью установки сегментных регистров. Существенным ограничением СОМ-программы является то, что она не может занимать больше одного сегмента (соответственно, файл .COM не может быть по длине больше 64К).

**Программа в формате EXE** может иметь любой размер. В самом начале файла программы содержится заголовок (у СОМ-файла заголовка нет). Этот заголовок используется операционной системой в процессе загрузки программы в память для правильной установки сегментных регистров. Заголовок EXE-файла нужен только при загрузке; когда программа загружена и готова к работе, самого заголовка уже нет в памяти.

### 3.2.4. Операционная система Windows

Windows - операционная система, внутренняя структура которой связана с особенностями процессоров, совместимых с Intel 80386. Появилась 10 ноября 1983 года с версии Windows 1.

Семейство операционных систем Windows компании Microsoft - первое по популярности в мире, захватившее 90% рынка подобного ПО. Для каждого периода выходила своя операционная система, а иногда и параллельно использовались несколько операционных систем. И в настоящее время может возникнуть необходимость использования как Windows XP, так и Windows 8, Windows 10, а также сетевые варианты. К общим характеристикам операционных систем Windows можно отнести наличие графического интерфейса.

При включении компьютера начинается процесс загрузки ОС (курсор мыши при этом имеет форму песочных часов). В процессе загрузки необходимо читать и соответственно реагировать на запросы ОС, во время которых окончательная загрузка системы может приостанавливаться для ожидания действий пользователя (например, для ввода пароля или нажатия на кнопку входа в систему). При завершении процесса появляется изображение с ярлыками, полосами, индикаторами, курсор мыши принимает форму стрелки. Это обозначает, что ОС загрузилась и можно видеть рабочий стол пользователя.

#### **Файловая структура Windows**

Главной особенностью файловой системы Windows для пользователя явилось то, что максимальная длина имени файла в Windows может достигать 256 символов, включая пробелы. Ограничением длины имени файла служит путь к файлу: суммарная длина пути и имени файла не может превышать 260 символов.

При создании файла ему присваиваются сразу два имени — длинное и короткое, в стиле MS-DOS. Короткое имя образуется из длинного путем удаления из него пробелов и следующих символов: \ : \* ? • о |

Для 8-буквенного имени файла используются первые шесть (не более) оставшихся символов длинного имени файла, символ «~» и порядковый номер. Для 3-буквенного расширения используются первые три символа после последней точки в длинном имени файла.

Для приложений, выполняемых под Windows 9х, унифицирован доступ к файлам, находящимся на обычных локальных, на компакт-дисках и на сетевых дисках. Посредником между различными файловыми системами и приложениями Windows служит диспетчер устанавливаемых файловых систем (Installable File Systems Manager), впервые примененный в Windows 3.11 for Workgroups.

Устанавливаемыми файловыми системами в Windows являются VFAT («виртуализованная» FAT), CDFS (CD-ROM File System, файловая система компакт-дисков, заменяющая MS-DOS MSCDEX) и сетевая система переадресации.

#### **Функции операционной системы**

Встроенные функции операционной системы Windows находятся в DLL - динамически загружаемых модулях (dynamic-link library). Модули DLL - это разделяемые библиотеки

процедур, к которым по мере необходимости обращаются исполняемые программы.

Основой кода Windows, выполняемого в третьем кольце защиты процессора, служат модули Kernel, User и GDI. Каждый из них состоит из двух частей - 32-разрядной и 16-разрядной. Windows использует 16-разрядный код, когда он необходим для обеспечения совместимости или если 32-разрядное кодирование нецелесообразно, поскольку увеличило бы расход памяти без заметного увеличения производительности.

### **Виртуальные машины**

Прикладные программы выполняются в виртуальных машинах, которые для них создают операционная система Windows и процессор.

Виртуальная машина представляет собой среду, имитирующую отдельный («виртуальный») компьютер со всеми его системными и периферийными устройствами. Процессор при этом решает задачу эмуляции отдельного процессора для каждой виртуальной машины, а операционная система дополняет картину виртуальными устройствами. Благодаря системе виртуальных машин разработчикам программного обеспечения не приходится беспокоиться о том, чтобы их программы отслеживали использование ресурсов компьютера другими программами, поскольку память и наборы ресурсов каждой виртуальной машины изолированы от памяти и ресурсов других виртуальных машин.

Когда загружается Windows, всегда создается системная виртуальная машина, в пределах которой выделяется отдельное адресное пространство для ядра системы — модулей Kernel, GDI и User. Каждому запущенному 32-разрядному приложению Windows (их называют приложениями Win32) также выделяется отдельное пространство адресов в пределах системной виртуальной машины. Для всех 16-разрядных приложений Windows (приложения Win16) система Windows использует общее адресное пространство в пределах системной виртуальной машины (в отличие от Windows NT, которая создает отдельную виртуальную машину для каждого приложения Win16). Каждое приложение DOS выполняется в собственной виртуальной машине в режиме V86.

### 3.2.5. Операционная система Linux

Linux — многозадачная и многопользовательская операционная система для бизнеса, образования и индивидуального программирования. Linux принадлежит семейству UNIX-подобных операционных систем. Linux поддерживает широкий спектр программных пакетов от TeX до X Windows, компиляторов GNU C/C++, протоколов TCP/IP.

Linux – это ядро операционной системы, оно быстрое и надёжное, но работать только с ядром невозможно, поэтому операционная система состоит ещё из системных утилит, различных программ и оконных менеджеров. Всё это вместе называется операционной системой, а в случае с Linux'ом – дистрибутивом.

Существует большое количество дистрибутивов Linux. Здесь представлен список лучших дистрибутивов Linux на начало 2020 года (по рейтингу целого ряда источников):

- Elementary OS,
- Ubuntu,
- Manjaro,
- Mint,
- Kubuntu,
- Deepin,
- ROSA Desktop Fresh,
- Ubuntu Studio.

Существует ряд дистрибутивов для домашнего применения. К лучшим можно отнести:

- Fedora,
- Debian,

— Antergos.

Выделяют также дистрибутивы для разработчиков ПО.

Многие пользователи считают дистрибутивы Linux одними из лучших операционных систем. В отличие от Windows и macOS они имеют гибкий диапазон настроек, позволяют полностью персонализировать ОС, а также в немалой степени сэкономить на использовании ПО. Именно поэтому с каждым годом все больше пользователей выбирает ОС на базе Linux, ведь они имеют неоспоримо больше плюсов в сравнении с конкурентами.

Современный дистрибутив Linux включает:

- Средства поддержки файловой системы,
- Средства создания и администрирования учетных записей пользователей,
- Средства сетевого администрирования.

В настоящее время основным интерфейсом взаимодействия пользователя и настольной операционной системой является графический интерфейс пользователя (Graphic User Interface - GUI), имея множество достоинств он, тем не менее, не способствует изучению основных принципов управления операционной системой (OS) и файловой подсистемой, поскольку в GUI эти принципы сокрыты под множеством дополнительных слоев программного обеспечения (ПО). В свою очередь текстовый интерфейс пользователя (Text User Interface - TUI) располагается "ближе" к ОС и позволяет более легко освоить основные элементы, из которых состоит операционная система, при этом, TUI позволяет значительно ускорить выполнение обычных пользовательских и административных задач, даже таких простых как копирование файлов и каталогов.

Многие современные дистрибутивы GNU/Linux (особенно ориентированные на конечных пользователей) при загрузке автоматически запускают графическую подсистему. Несмотря на то, что в GUI также возможна работа с текстовым интерфейсом, в данном пособии предполагается работа в истинно текстовом режиме работы. Переход в текстовый режим возможен в любой момент и осуществляется по нажатию комбинации Ctrl+Alt+F(1-6), при этом будет произведено переключение на другую виртуальную консоль (связку монитора и клавиатуры).

Виртуальная консоль понимается в том смысле, что реальные монитор и клавиатура присутствуют только в единственном числе, но на разных консолях может отображаться различная информация и команды, вводимые с клавиатуры, отображаются только в текущей активной консоли. Данный инструмент является отголоском тех лет, когда к вычислительным мейнфреймам подключалось одновременно по несколько клавиатур и мониторов или алфавитно-цифровых терминалов, которые обеспечивали одновременную работу нескольких пользователей. В современных дистрибутивах GNU/Linux номера текстовых консолей с 1 по 6, с номера 7 и далее идут графические консоли, которых также может быть несколько.

### 3.2.6. Сервисные программы

#### *Архиваторы*

Архиватор - программа, которая сжимает данные. Архивный файл представляет собой набор из одного или нескольких файлов, помещенных в сжатом виде в единый файл, из которого их при необходимости можно извлечь в первоначальном виде. Архив содержит оглавление, позволяющее узнать, какие файлы содержатся в архиве.

Сжатие - это процесс обработки символов некоторого сообщения и перевода этого символа в некоторые коды. При просмотре обрабатываемого сообщения алгоритм сжатия реализует два почти независимых процесса:

1. поддерживает модель обрабатываемых сообщений;
2. на основании модели кодирует очередной фрагмент.

В данный момент существует несколько подходов к сжатию информации со 100% восстановлением (алгоритмы сжатия без потерь):

- RLE (Run length encode) (кодирование длин серий),
- Хаффман метод (алгоритм Хаффмана),
- алгоритмы семейства LZ ,
- арифметическое кодирование.

Необходимо отметить, в развитие каждого подхода разработано большое число различных алгоритмов и кроме того, заметим, что каждый алгоритм работает особенно хорошо на специфических потоках данных. И, кроме того, первые три метода можно считать частными случаями алгоритма арифметического кодирования.

RLE-кодирование. Самый старый из известных алгоритмов. Имеет очень простую реализацию, но благодаря этому до сих пор активно используется в программах (BMP-файлы). Существует несчетное число реализаций этого метода.

Основная идея такова: поток символов заменяется на символ и количество его повторений. Выглядит это так:

исходный поток ААААВВВВББББААААБАБВВВБД = 25 байт

выходной поток А4В3Б3А5Б1А1Б1В2Б2Д1 = 20 байт

**Хаффмановское кодирование** появилось в 1952 году. Главное его предназначение заключалось в упаковке текстовых файлов. Имеет довольно простую реализацию.

Частота появления символов в обычных текстах различна и поэтому нерационально для кодирования каждого бита тратить одно и то же число бит (обычно 8), лучше будет потратить на менее часто встречаемые символы больше, но потом это окупится тем, что на более встречаемые символы тратится меньше бит. Идея алгоритма кодирования: зная вероятность вхождения символов, можно описать процедуру построения кодов переменной. Символу, имеющему большую вероятность, присваиваются более короткие коды.

Классический алгоритм Хаффмана имеет на входе таблицу частот появления символов и, зная ее основание, строится так называемое дерево Хаффмана. Классический алгоритм Хаффмана имеет один недостаток: для восстановления содержимого сжатого сообщения декодер должен знать таблицу частот появления символов, которая должна высылаться впереди данных.

**Алгоритмы семейства LZ.** Самый обширный на данный момент контингент алгоритмов благодаря творению двух израильских математиков Лемпеля и Зива (Lempel and Ziv - LZ). Данный метод описывает такие алгоритмы, которым присущи следующие черты: пусть у нас есть фраза «the cat at the flat»- 19 байт, а теперь возьмем и заменим все вновь встречаемые фразы ссылками на предыдущие, получим вроде (все зависит от конкретного LZ-алгоритма) @,\$ - ссылки: «the c@ @ \$ fl@» - 14 байт.

Впоследствии Велч (Welch) алгоритм усовершенствовал, улучшив соотношение качество\_упаковки/затраты, алгоритм получил название LZW.

В настоящее время алгоритм LZW является самым популярным алгоритмом и используется практически во всех упаковщиках, таких как RAR и т.п.

**Арифметическое кодирование.** Данный способ является одним из фундаментальных выводов из теории информации. Приведем интуитивно-понятный пример. Пусть у нас есть текст: «быть или не быть...» - какова вероятность что после «б» в осмысленном тексте будет «ь»? Вот в этом то и состоит принцип арифметического кодирования - вероятность (а, следовательно, и количество затрачиваемых бит) можно определить заранее по предыдущим символам. Главным недостатком этого метода являются очень серьезные требования к производительности компьютера. Но со временем должен занять доминирующее положение над LZ-алгоритмами.

**Сжатие с потерями.** Все, что рассматривается до этого - это алгоритмы сжатия без потерь, т.е. существует 100% гарантия, что после распаковки информация будет такой же, что и

до упаковки. Но во многих случаях зачастую не требуется 100% точности оригинала и копии - фотографии, ксерокопия, видеофильмы, звуки. Поэтому можно использовать огромный математический аппарат, и создать действительно очень хитроумные алгоритмы для сжатия данных с частичной потерей точности:

- DCT (Discrete Cosinus Transform) - упрощенная версия преобразований Фурье,
- Wavelet Transform - волновое преобразование,
- Fractal –фракталы.

Наиболее распространенные программы архивации файлов имеют приблизительно одинаковые возможности, и ни одна из них не превосходит другие по всем параметрам. Даже если сравнивать по степени сжатия, нельзя выделить лидера. Файлы разных типов архиваторы сжимают по-разному. Наиболее популярные архиваторы:

- 7-Zip,
- Bandizip,
- PeaZip,
- WinRAR,
- WinZip.

### ***Антивирусные программы***

Компьютерный вирус – это специально написанная программа, приписывающая или встраивающая себя в другие программы и обладающая деструктивными возможностями. Термин также часто применяется в широких кругах этот термин применяется по отношению ко всему вредоносному ПО. Поэтому правильнее было бы говорить не о вирусах, а о вредоносных атаках, к которым можно отнести:

- Вирусы. Программы, которые способны самостоятельно проникнуть в компьютер и добавить вредоносный код, или, иными словами, “заразить” файл, программу или всю систему. Результатом заражения вирусом может быть сбой работы системы за счет нарушения структуры размещения данных или даже полное удаление операционной системы.
- Трояны, или троянские программы, которые злоумышленники маскируют их под видом полезного ПО, которое устанавливает сам пользователь. Трояны помимо удаления системных и личных файлов способны красть конфиденциальную информацию.
- Черви - вредоносные программы, которые опаснее вирусов и троянов из-за высокой скорости распространения с использованием сетевых ресурсов. Мгновенно вычисляя сетевые адреса, черви проникают в другие компьютеры, создают на системных дисках рабочие папки и тем самым приводят к подвисанию системы.
- Шпионские программы - это ПО используется для сбора конфиденциальной информации об определенном пользователе путем тотального сканирования системных и рабочих папок его компьютера. Они функционируют на чужом ПК незаметно, не оказывая видимой нагрузки на операционную систему. Они могут применяться также для удаленного контроля чужого компьютера.
- Шифровальщики – это программы, цель которых - проникнуть в компьютер, получить доступ к личным данным (медиафайлам) и зашифровать их с целью вымогательства финансовых средств за их расшифровку.
- Спам - отдельный вид вредоносных атак, представляющий собой массовую рассылку почтовых писем финансового, политического и агитационного характера. Цели использования спама разные - от выманивания из адресата крупной суммы денег до нагрузки на почтовые сервера, приводящей к потере важных данных.

Способы противодействия компьютерным вирусам можно разделить на несколько групп:

1. профилактика вирусного заражения и уменьшение предполагаемого ущерба от

- такого заражения;
2. методика использования антивирусных программ, в том числе обезвреживание и удаление известного вируса;
  3. способы обнаружения и удаления неизвестного вируса.

Единственным эффективным средством борьбы с вредоносным ПО многие годы является антивирус, который обеспечивает комплексное противостояние угрозам. Однако, не существует антивирусов, гарантирующих стопроцентную защиту от вирусов, поскольку на любой алгоритм антивируса всегда можно предложить контр-алгоритм вируса, невидимого для этого антивируса (обратное, к счастью, тоже верно). Рассмотрим типы антивирусных программ:

- Детекторные программы.
- Лечебные программы (доктора), или фаги.
- Программы для ревизии (ревизоры).
- Программы фильтрации (фильтры).
- Программы вакцинации, или программы иммунизации.

Детекторные программы ищут характерные для данного типа вирусов признаки в оперативной памяти и в файлах, а при нахождении вируса информируют об этом пользователя специальным сообщением. К недостаткам этого типа антивирусов следует отнести то, что они способны обнаружить лишь известные данной программе вирусы.

Лечебные программы, или доктора, а также программы вакцинации, способны обнаруживать заражение файлов и вылечивать их, то есть удалять из тела файла вирусную программу, предавая «больному» файлу первоначальный вид. Предварительно они производят поиск заражений в оперативной памяти, очищают её от вирусов и лишь потом приступают к работе с фалами. Среди «докторов» можно выделить полифаги (антивирусные программы для обнаружения и ликвидации большого числа вирусных заражений). Самые распространённые из них, это: Kaspersky Antivirus, Norton AntiVirus, Doctor Web. Детекторы и доктора довольно быстро стареют, поскольку новые разновидности вирусов обнаруживаются регулярно, а значит их необходимо периодически обновлять антивирус.

Программы – ревизоры являются одними из самых надёжных антивирусных средств. Ревизоры помнят начальное состояние приложений, каталогов и системных программ на диске в «здоровом» состоянии компьютера. В дальнейшем, по мере необходимости, производится сравнение текущего состояния компьютера с начальным. Если найдены какие-либо существенные отличия, то они отображаются на экране дисплея. Обычно, сравнение состояний выполняется непосредственно после запуска операционной системы. Процедура сравнения заключается в проверке длины файла и его контрольной суммы, проверке даты и времени модификаций, других характеристик. У программ с функцией ревизора присутствуют очень непростые алгоритмы работы, которые могут обнаружить и «невидимые» (стелс) вирусы, и способны увидеть отличия, внесённые вирусом в проверяемую программу.

Программы фильтрации являются относительно маленькими резидентными программами, которые предназначены для выявления неадекватных операций в работе компьютера, что характерно при заражениях. К таким операциям можно отнести, например, попытку корректировать файлы с расширениями COM и EXE; операции, корректирующие атрибуты файла, и т.п. Если обнаружено, что какая-то программа пытается выполнить неадекватное действие, то антивирус выдаёт эту информацию в виде сообщения и запрашивает у пользователя варианты дальнейшей работы. Такие программы очень хороши тем, что могут выявить заражения на ранних стадиях, то есть до размножения вируса. Но они не могут вылечить.

Программы вакцинации - резидентные программы, которые предотвращают проникновение вирусов в файлы. Вакцины используют, когда нет программ лечения (доктора), способной вылечить от данного вируса. Выполнить вакцинацию можно только от уже известного вируса. Вакцинация изменяет программу или диск так, что это не влияет на их работоспособность, но вирус считает это заражением и уже не выполняет проникновение в

объект. На сегодняшний день антивирусы типа вакцин находят достаточно небольшое использование.

### 3.2. Прикладное программное обеспечение

#### 3.2.1. Офисные программы

Программы офисного назначения – это те программы, которые применяются практически во всех деловых применениях компьютера. Это редакторы текстов, табличные процессоры, программы подготовки презентаций, органайзеры рабочего времени и т.п.

##### *Текстовые процессоры*

Текстовый процессор (или редактор текста) – программное средство для подготовки исходных программ, документации и прочей текстовой информации, обеспечивающее ввод, редактирование и преобразование текста, а также его форматирование и вывод на устройства отображения. Это наиболее широко используемый тип программ.

Процессоры позволяют использовать различные шрифты символов, абзацы произвольной формы, автоматически переносят на другую строку, позволяют делать сноски, включать рисунки, автоматически нумеруют страницы. Более мощные проверяют правописание. Позволяют выполнять набор текста в несколько столбцов, строить оглавления, предметные указатели, таблицы и диаграммы.

Существует несколько сотен редакторов текстов. При работе в Windows обычно используются редакторы WordPad, входящий в стандартный комплект поставки, и мощные процессоры Microsoft Word, OpenOffice, LibreOffice. По возможностям эти процессоры лишь немного уступают профессиональным издательским системам. Кроме того, они содержат множество средств автоматизации делопроизводства: рассылку стандартных писем, заполнение бланков по шаблонам и т.п.

##### *Табличные процессоры*

Табличный процессор обеспечивает работу с большими таблицами чисел. При работе с табличным процессором на экран выводится прямоугольная таблица, в клетках (ячейках) которой могут находиться числа, пояснительные тексты и формулы для расчета значений в клетке по имеющимся данным. То есть программные средства для проектирования электронных таблиц называют табличными процессорами. Они позволяют не только создавать таблицы, но и автоматизировать обработку табличных данных. С помощью электронных таблиц можно выполнять различные экономические, бухгалтерские и инженерные расчеты, а также строить разного рода диаграммы, проводить сложный экономический анализ, моделировать и оптимизировать решение различных хозяйственных ситуаций и т.д.

Функции табличных процессоров весьма разнообразны:

- создание и редактирование электронных таблиц;
- создание многотабличных документов;
- оформление и печать электронных таблиц;
- построение диаграмм, их модификация и решение экономических задач графическими методами;
- создание многотабличных документов, объединенных формулами;
- работа с электронными таблицами как с базами данных: сортировка таблиц, выборка данных по запросам;
- создание итоговых и сводных таблиц;
- использование при построении таблиц информации из внешних баз данных;
- создание слайд-шоу;
- решение оптимизационных задач;
- решение экономических задач типа “что – если” путем подбора параметров;

- разработка макрокоманд, настройка среды под потребности пользователя и т.д.

Наиболее популярными электронными таблицами для персональных компьютеров являются табличные процессоры Microsoft Excel, LibreOffice Calc или Google Sheets

#### ***Программы подготовки презентаций.***

Компьютерные мультимедиа-приложения используются для создания игр, видеоклипов, рекламных и презентационных роликов, энциклопедий и пр. Одно из главных направлений – создание мультимедиа-презентаций – современного способа предоставления информации.

Различают три типа презентаций: со сценарием, интерактивные, непрерывно выполняющиеся. Первый, как правило, используется для программ-презентаций, последний – видеоклипы, рекламные ролики и т.п. Наибольшая часть мультимедиа приложений – интерактивные, использующиеся практически для приложений любого назначения.

Программы подготовки презентаций используют для оформления слайдов для презентаций, помещая туда красивые рисунки и диаграммы, после чего их можно напечатать или показывать с помощью компьютера. При этом можно управлять презентацией, выбирая те или иные варианты ее продолжения (переходы по ссылкам), использовать анимационные и звуковые эффекты, закольцовывать презентацию.

Наиболее популярные программы для создания презентаций - Microsoft PowerPoint, LibreOffice Impress, а также целый ряд довольно интересных отечественных продуктов. Более сложные программы для производства презентаций могут иметь даже собственный язык программирования, а также для создания видеопрезентаций: iSpring Suite, Prezi, Moovly и целый ряд других.

### 3.2.2. Пакеты математических расчетов

#### ***Характеристика пакетов математических расчетов***

В настоящее время разработано и используется множество различных математических систем: Maple, Matlab, Mathcad, Mathematica, Reduce, Derive, Theorist, Macsyma и др. Каждая из них имеет свои преимущества, недостатки и области применения.

В Reduce, Macsyma, Derive, Maple, Mathematica, Theorist преобладают целочисленное представление и символьная обработка данных.

Система Matlab ориентирована в основном на работу с массивами.

Mathcad – это универсальный инструмент для решения математических задач. В Mathcad к численным решениям математических задач интегрированы инструменты символьной математики из системы Maple.

Структуру математических пакетов составляют:

- Ядро, которое непосредственно осуществляет все вычисления;
- Интерфейс, который обеспечивает взаимодействие пользователя с системой;
- Встроенный язык программирования, который позволяет создавать пакеты прикладных программ;
- Текстовый редактор;
- Графический редактор.

Рассмотрим некоторые чуть подробнее:

**MATLAB** - это высокоэффективный язык инженерных и научных вычислений. Он поддерживает математические вычисления, визуализацию научной графики и программирование с использованием легко осваиваемого операционного окружения, когда задачи и их решения могут быть представлены в нотации, близкой к математической. Фундаментальные основы системы MATLAB – это матрицы, дифференциальные уравнения, массивы данных, графики. Система MATLAB - это одновременно и операционная среда и язык программирования. Одна из наиболее сильных сторон системы состоит в том, что на языке MATLAB могут быть написаны программы для многократного использования. Пользователь может сам



написать специализированные функции и программы, которые оформляются в виде М-файлов. По мере увеличения количества созданных программ возникают проблемы их классификации и тогда можно попытаться собрать родственные функции в специальные папки. Это приводит к концепции пакетов прикладных программ (ППП), которые представляют собой коллекции М-файлов для решения определенной задачи или проблемы.

**Mathcad** - программное средство, среда для выполнения на компьютере разнообразных математических и технических расчетов, снабженная простым в освоении и в работе графическим интерфейсом, которая предоставляет пользователю инструменты для работы с формулами, числами, графиками и текстами. В среде Mathcad доступны более сотни операторов и логических функций, предназначенных для численного и символьного решения математических задач различной сложности. Mathcad оперирует также комплексными числами: переменные Mathcad могут принимать комплексные значения, и большинство встроенных функций определено для комплексных аргументов.

**Maple** - одна из наиболее популярных систем символьных вычислений, обладающая научной графикой. Maple может оперировать не только приближенными числами, но и точными целыми и рациональными числами. Это позволяет получить ответ с высокой, в идеале с бесконечной, точностью.

В системе **Mathematica** реализованы сотни специальных функций, используемых в чистой и прикладной математике, различные алгоритмы. Mathematica содержит самую большую в мире коллекцию вычислительных алгоритмов.

**STATISTICA** - современный пакет статистического анализа, в котором реализованы все новейшие компьютерные и математические методы анализа данных. В системе имеются специализированные модули, например, для проведения социологических или биомедицинских исследований, решения технических и, что очень важно, промышленных задач: карты контроля качества, анализ процессов и планирование эксперимента. Работа со всеми модулями происходит в рамках единого программного пакета, для которого можно выбирать один из нескольких предложенных интерфейсов пользователя.

### 3.2.3. Пакеты прикладных программ

Пакет прикладных программ (ППП) – система прикладных программ, предназначенная для решения задач определенного класса. При этом ППП общего назначения ориентирован на решение задач широкого круга пользователей.

ППП можно классифицировать на:

1. Проблемно-ориентированные пакеты;
2. Методо-ориентированные пакеты;
3. Общего назначения;
4. Автоматизированного проектирования;
5. Офисные ПП;
6. Программные средства мультимедиа;
7. Настольные издательские системы;
8. Интеллектуальные системы;

### 3.2.4. Базы данных

База данных - совокупность взаимосвязанных хранящихся вместе данных при наличии такой минимальной избыточности, которая допускает их использование оптимальным образом. Данные запоминаются так, чтобы они были независимы от программ, их использующих. Для добавления новых и модификации существующих данных применяется общий управляемый способ.

Наиболее естественный способ представления - двумерная таблица. На ее основе созда-

ются наиболее распространенные в настоящее время реляционные базы данных.

Свойства двумерной таблицы:

- каждый элемент таблицы - один элемент данных, повторяющиеся группы отсутствуют;
- все столбцы в таблице однородные;
- столбцам присваиваются однозначные имена;
- в таблице нет двух одинаковых строк;
- при выполнении операций с таблицей ее строки и столбцы можно обрабатывать в любом порядке безотносительно к их информационному содержанию.

Связь между таблицами осуществляется с использованием первичного ключа (уникального первичного поля, обеспечивающего уникальность записей в таблицах), который включается в связанную таблицу в качестве дополнительного поля - внешнего ключа.

Создавать базы данных и проводить над ними различные операции (обновлять, удалять, выбирать, редактировать и т. д.) можно с помощью СУБД (системы управления базами данных) - комплекс ПО. СУБД гарантирует сохранность, целостность, безопасность хранения данных и позволяет выдавать доступ к администрированию БД. Одна из наиболее популярных простейших СУБД - Microsoft Access, входящая в состав пакета Microsoft Office.

### 3.2.5. Системы искусственного интеллекта

Термин интеллект (intelligence) происходит от латинского intellectus - что означает ум, рассудок, разум; мыслительные способности человека. Соответственно искусственный интеллект (artificial intelligence) - ИИ (AI) обычно понимается как свойство автоматических систем брать на себя отдельные функции интеллекта человека, например, выбирать и принимать оптимальные решения на основе ранее полученного опыта и рационального анализа внешних воздействий. Исторически сложились три основных направления в моделировании искусственного интеллекта.

В рамках первого подхода объектом исследований являются структура и механизмы работы мозга человека, а конечная цель заключается в раскрытии тайн мышления. Второй подход в качестве объекта исследования рассматривает ИИ. Здесь речь идет о моделировании интеллектуальной деятельности с помощью вычислительных машин. Целью работ в этом направлении является создание алгоритмического и программного обеспечения вычислительных машин, позволяющего решать интеллектуальные задачи не хуже человека.

Наконец, третий подход ориентирован на создание смешанных человеко-машинных (интерактивных) интеллектуальных систем, на объединение возможностей естественного и искусственного интеллекта. Важнейшими проблемами в этих исследованиях является оптимальное распределение функций между естественным и искусственным интеллектом и организация диалога между человеком и машиной.

## Раздел 3.3. Программные системы компьютерной графики

Компьютерная графика – одна из современных технологий создания различных изображений с помощью аппаратных и программных средств компьютера, отображения их на экране монитора и затем сохранения в файле или печати на принтере. Существует два основных способа представления графических изображений: растровый и векторный. Соответственно различают растровый и векторный форматы графических файлов, а также программные системы, предназначенные для обработки этих видов изображений. Растровые форматы используют для изображений со сложными гаммами цветов, оттенков и форм (фотографии, картины и т.п.), векторные - для чертежей, схем и рисунков с простыми формами.

Классификация программ машинной графики общего назначения:

- графические редакторы;
- издательские системы,

- программы для анимации;
- программы для создания компьютерного видео.  
Можно выделить следующие разновидности **графические редакторов**:
- Простейшие редакторы, в которых предоставляются возможности рисования линий, кривых, раскраски областей экрана, создания надписей различными шрифтами и т.д. Ярким представителем является Microsoft Paint.
- Редакторы, предназначенные для обработки растровых изображений, применяются художниками, дизайнерами и т.д. Они предоставляют различные возможности по преобразованию изображений, настройке яркости и контрастности изображения или отдельных его частей. Наиболее популярные: Adobe Photoshop, Corel Photo-Paint, GIMP, Krita.
- Редакторы векторной (объектной) графики работают с изображением, состоящим из объектов. Каждый объект имеет свои свойства - расположение, размер, толщину и цвет линии, вид заполнения. Следует отметить наиболее популярные коммерческие редакторы: Adobe Illustrator и CorelDRAW, а также редакторы свободного распространения: Inkscape, Skencil, sK1 и Xara Xtreme for Linux.
- Редакторы для создания трехмерных изображений позволяют определять трехмерные объекты, закрашивать их, указывать расположение источников света и т.д., получая реалистическое трехмерное изображение. Наиболее известные редакторы: Autodesk 3DS Max, Maya, ZBrush, Newtek Lightwave. Все более популярными становятся бесплатные: Blender и Wings3D.

На практике при создании изображений редакторы растровой, объектной и трехмерной графики часто комбинируются.

Специальные **издательские системы** используются для подготовки рекламных буклетов, оформления газет, журналов и книг. В отличие от редакторов документов, издательские системы ориентированы на верстку, т.е. размещение текста по страницам документа, вставку рисунков, использование различных изобразительных эффектов и т.п. Давно известны Corel Ventura, Adobe FrameMaker, QuarkXPress, PageStream.

С помощью **анимационных программ** можно создавать двумерные и трехмерные движущиеся модели объектов и, управляя ими и комбинируя их, получать несложные анимационные фильмы. Почти все 3D редакторы имеют анимационные возможности.

С помощью программ для создания компьютерного видео можно производить линейный и нелинейный монтаж видеофильмов. Уже долгие годы одним из лучших редакторов считается Adobe Premiere Pro.

### 3.4. Контрольные вопросы

1. Классификация программного обеспечения.
2. Классификация системного программного обеспечения
3. Системное программное обеспечение. Определение, функциональность, примеры.
4. Прикладное программное обеспечение. Определение, функциональность, примеры.
5. Классификация служебных программных средств.
6. Для чего необходимы средства диагностики?
7. Базовый уровень программного обеспечения.
8. Служебный уровень программного обеспечения.
9. Системный уровень программного обеспечения.
10. Прикладной уровень программного обеспечения.
11. Классификация и виды служебных программных средств.
12. Классификация и виды прикладного программного обеспечения.
13. Способы представления графической информации.
14. Виды графических программ.

## **Часть 4. Информационная безопасность**

### **4.1. Общие положения**

Информационная безопасность – это сохранение и защита информации, а также ее важнейших элементов, в том числе системы и оборудование, предназначенные для использования, сбережения и передачи этой информации. Другими словами, это набор технологий, стандартов и методов управления, которые необходимы для защиты информационной безопасности. Цель обеспечения информационной безопасности – защитить информационные данные и поддерживающую инфраструктуру от случайного или преднамеренного вмешательства, что может стать причиной потери или несанкционированного изменения данных.

Для успешного внедрения систем информационной безопасности необходимо придерживаться трех главных принципов:

1. Конфиденциальность, которая обеспечивается в первую очередь организационными методами.
2. Целостность, которая гарантирует предотвращение искажения информации.
3. Доступность. Доступность обеспечивает надежный и эффективный доступ к информации лиц, которым она предназначена. Сетевая среда должна вести себя предсказуемым образом с целью получить доступ к информации и данным, когда это необходимо. Восстановление системы по причине сбоя является важным фактором, когда речь идет о доступности информации, и такое восстановление также должно быть обеспечено таким образом, чтобы это мешало работе.

Выбор и внедрение подходящих видов контроля безопасности на предприятии поможет снизить риск до приемлемых уровней. Выделяют следующие виды контроля:

- Административный - использование утвержденных процедур, стандартов и принципов. Законы и нормативные акты, созданные государственными органами, также являются одним из видов административного контроля. Другие примеры административного контроля включают политику корпоративной безопасности, паролей и т.п.
- Логический. Логические средства управления (еще называемые техническими средствами контроля) базируются на защите доступа к информационным системам, программном обеспечении, паролях, брандмауэрах, информации для мониторинга и контроле доступа к системам информации.
- Физический - контроль среды рабочего места и вычислительных средств (отопление и кондиционирование воздуха, дымовые и пожарные сигнализации, замки, двери и пр.).

Угрозы информационной безопасности можно разделить на:

- Естественные (независящие от человека: пожары, ураганы, наводнение и т.д.).
- Искусственные, которые также делятся непреднамеренные (совершаются людьми по неосторожности или незнанию) и преднамеренные (хакерские атаки, противоправные действия конкурентов, месть сотрудников и пр.).
- Внутренние (источники угрозы, которые находятся внутри системы).
- Внешние (источники угроз за пределами системы).

Так как угрозы могут по-разному воздействовать на информационную систему, их делят на пассивные и активные (т.е. те, которые не изменяют структуру и содержание информации и которые меняют).

Средства защиты информационной безопасности — это набор технических приспособлений, устройств, приборов различного характера, которые препятствуют утечке информации и выполняют функцию ее защиты. Средства защиты информации можно разделить на:

- Организационные. Это совокупность организационно-технических (обеспечение компьютерными помещениями, настройка кабельной системы и пр.) и организационно-правовых (законодательная база, статут конкретной организации) средств.
- Программные - программы, которые помогают контролировать, хранить и защищать

информацию и доступ к ней.

- Технические (аппаратные) - виды устройств, которые защищают информацию от проникновения и утечки.
- Смешанные аппаратно-программные.

В связи со стремительным развитием ИТ, все более частыми кибератаками, компьютерными вирусами и другими появляющимися угрозами наиболее распространенными и востребованными на сегодняшний день являются программные средства защиты информации.

Виды средств защиты информации:

- антивирусные программы;
- криптографические системы – программы шифрования/дешифрования информации;
- межсетевые экраны (брандмауэры или файрволы) - устройства контроля доступа в сеть, предназначенные для блокировки и фильтрации сетевого трафика;
- проху-server (прокси-сервер) – это определенный компьютер или компьютерная программа, которая является связывающим звеном между двумя устройствами, например, такими как компьютер и другой сервер.

#### **4.2. Контрольные вопросы**

1. Что такое информационная безопасность?
2. Назовите принципы системы информационной безопасности.
3. Назовите угрозы информационной безопасности.
4. Какие существуют виды средств защиты информации?
5. Назовите средства защиты информационной безопасности.
6. Что такое межсетевой экран?
7. Что такое прокси-сервер?

### **Часть 5. Компьютерные сети**

#### **5.1. Компьютерные сети. Основные понятия.**

Компьютерные сети — это системы компьютеров, объединенных каналами передачи данных, обеспечивающие эффективное предоставление различных информационно-вычислительных услуг пользователям посредством реализации удобного и надежного доступа к ресурсам сети.

Компьютерные сети, в зависимости от охватываемой территории, подразделяются на:

- локальные (ЛВС, LAN — Local Area Network);
- региональные (РВС, MAN — Metropolitan Area Network);
- глобальные (ГВС, WAN — Wide Area Network).

В локальной сети абоненты находятся на небольшом (до 10-15 км) расстоянии друг от друга. К ЛВС относятся сети отдельных предприятий, фирм, банков, офисов, корпораций и т.д. РВС связывают абонентов города, района, области, расстояния между абонентами РВС составляют сотни километров. Глобальные сети соединяют абонентов, удаленных друг от друга на значительное расстояние, часто расположенных в разных странах/континентах.

По способам передачи данных компьютерные сети можно разделить на: последовательные и широковещательные. В последовательных сетях передача данных осуществляется последовательно от одного узла к другому. Каждый узел ретранслирует принятые данные дальше. В широковещательных сетях в конкретный момент времени передачу может вести только один узел, остальные узлы могут только принимать информацию.

Топология компьютерной сети - это физическое расположение сетевых компонентов (компьютеров, кабелей и пр.). Выбором топологии определяется состав сетевого оборудования, возможности расширения сети, способ управления сетью.

Существуют следующие топологии компьютерных сетей:

- шинные ("шина", линейные, bus);
- кольцевые ("кольцо", петлевые, ring);
- радиальные ("звезда", звездообразные, star);
- смешанные (гибридные).

В топологии "шина", или "линейная шина", используется один кабель, именуемый магистралью или сегментом, к которому подключены все компьютеры сети. Так как данные в сеть передаются лишь одним компьютером, производительность сети зависит от количества компьютеров, подключенных к шине. Чем больше компьютеров, тем медленнее сеть. Кроме того, на быстродействие сети влияет множество других факторов: тип аппаратного обеспечения, частота передачи данных, тип сетевых приложений, тип сетевого кабеля, расстояние между компьютерами в сети. "Шина" является пассивной топологией — компьютеры только "слушают" передаваемые по сети данные, но не передают их от отправителя к получателю. Выход из строя какого-либо компьютера не оказывает влияния на работу всей сети.

Основой сети с топологией "звезда" является специальный компьютер — сервер, к которому подключаются рабочие станции, каждая по своей линии связи. Вся информация передается через сервер, в задачи которого входит ретрансляция, переключение и маршрутизация информационных потоков в сети. Недостатками такой сети являются: высокие требования к вычислительным ресурсам центральной аппаратуры, потеря работоспособности сети при отказе центральной аппаратуры, большая протяженность линий связи, отсутствие гибкости в выборе пути передачи информации. Если выйдет из строя рабочая станция (или кабель, соединяющий ее с концентратором), то лишь эта станция не сможет передавать или принимать данные по сети. На остальные рабочие станции в сети этот сбой не повлияет.

При использовании топологии "кольцо" компьютеры подключаются к кабелю, замкнутому в кольцо. Сигналы передаются в одном направлении и проходят через каждый компьютер. Каждый компьютер является повторителем, усиливая сигналы и передавая их следующему компьютеру. Если выйдет из строя один компьютер, прекращает функционировать вся сеть. Способ передачи данных по кольцевой сети называется передачей маркера. Маркер последовательно, от компьютера к компьютеру, передается до тех пор, пока его не получит тот компьютер, который должен передать данные. Передающий компьютер добавляет к маркеру данные и адрес получателя и отправляет его дальше по кольцу. Данные передаются через каждый компьютер, пока не окажутся у того, чей адрес совпадает с адресом получателя. Далее принимающий компьютер посылает передающему сообщение-подтверждение о приеме.

Техническое обеспечение компьютерных сетей включает следующие компоненты:

- сервер (предназначенный для обработки запросов от всех рабочих станций сети многопользовательский компьютер, предоставляющий этим станциям доступ к общим системным ресурсам),
- сервер приложений (работающий в сети компьютер большой мощности, имеющий программное обеспечение, с которым могут работать клиенты сети – рабочие станции),
- рабочие станции (компьютеры, через которые пользователи получают доступ к ресурсам сети);
- каналы передачи данных;
- интерфейсные платы и устройства преобразования сигналов;
- маршрутизаторы и коммутационное оборудование.

## **5.2. Сеть Интернет. Службы.**

Интернет (Internet) — всемирная информационная система связи, представляющая собой множество компьютерных сетей на всей планете объединенных между собой. Служба — это пара программ, взаимодействующих между собой согласно определенным протоколам (правилам). Одна из этих программ называется сервером, а вторая — клиентом.

Электронная почта (e-mail) является одной из наиболее ранних служб Интернета. Ее обеспечением занимаются специальные почтовые серверы. Они получают сообщения от клиентов и пересылают их по цепочке к почтовым серверам адресатов, где эти сообщения накапливаются. При установлении соединения между адресатом и его почтовым сервером происходит автоматическая передача поступивших сообщений на компьютер адресата. Почтовая служба использует два прикладных протокола: SMTP и POP3. Первый определяет порядок отправки корреспонденции с компьютера на сервер, а второй — порядок приема.

Служба World Wide Web (WWW) - самая популярная служба современной сети Интернет. Ее основу составляют три технологии: гипертекст, язык разметки гипертекста — HTML (Hypertext Markup Language), универсальный адрес ресурса.

Служба WWW представляет собой миллионы связанных между собой документов — Web-страниц.

Web-страница — это документ, размеченный с помощью специальных элементов html-тегов. Такие страницы часто называют html-страницами. Они имеют расширение .html или .htm. Например: about.html или about.htm. Специальные программы — браузеры служат для интерпретации html-тегов и отображения содержимого Web-страниц. На экран html-теги не выводятся, они только указывают браузеру (встроенному интерпретатор языка HTML), как отображать содержимое документа.

Для просмотра html-кода в браузере необходимо в верхнем меню браузера Internet Explorer найти пункт Вид/Просмотр HTML-кода. Интерпретаторы, встроенные в различные браузеры, работают неодинаково, и одна и та же html-страница может отображаться в них по-разному.

Гипертекст — это организация текстовой информации, при которой текст представляет собой множество фрагментов с явно указанными ассоциативными связями между этими фрагментами. Основная идея гипертекстовых технологий заключается в том, что поиск документальной информации происходит с учетом множества взаимосвязей.

Доступ к информации осуществляется не путем последовательного просмотра текста, как в обычных информационно-поисковых системах, а путем движения от одного фрагмента к другому.

http — протокол передачи гипертекста, используемый для доступа. В подавляющем большинстве случаев в WWW используется именно гипертекстовый протокол. При доступе по другому протоколу, например через службы FTP или Gopher, указываются соответственно ftp:// или gopher://.

Указывается путь к интересующему нас файлу в файловой системе компьютера и имя этого файла. В этой части адреса может быть помещена и другая информация, отражающая, например, параметры запроса пользователя и обрабатывающей запрос программы. Если спецификация файла не указана, то пользователю будет выдан файл, по умолчанию назначенный для представления сервера (сайта).

Служба передачи файлов (FTP) используется при необходимости в пересылке крупных документов, передаче файлов программ, особенно больших по объему.

### 5.3. Контрольные вопросы

1. Что такое Служба сети Интернет?
2. Назовите известные Вам службы.
3. Что такое гипертекст?
4. Что такое http?
5. Каково назначение программы — браузера?
6. Что такое Web-страница?
7. Что такое язык разметки гипертекста?

## Заключение

Говоря о перспективах развития вычислительной техники, легко прогнозировать, что число выпускаемых ЭВМ будет увеличиваться, а сферы их использования - расширяться. И очевидно, что будущее вычислительной техники связано с глобальными сетями.

И сами ЭВМ будут меняться. К технологиям, способным значительно увеличивать мощность компьютеров, следует отнести молекулярные или атомные технологии; ДНК и другие биологические материалы; трехмерные технологии; технологии, основанные на фотонах вместо электронов; квантовые технологии, в которых используются элементарные частицы. Если на всех этих направлениях удастся добиться существенного успеха, то компьютеры распределятся по разным нишам: квантовые компьютеры будут специализироваться на шифровании и поиске в крупных массивах данных, молекулярные - на управлении производственными процессами, а оптические - на средствах связи.

Возможности современного производства пока не позволяют наладить недорогое массовое изготовление подобных устройств. Однако многие ученые уверены в том, что решение будет найдено. Уже есть свидетельства определенных достижений при обмене технологиями. Например, эффективность "генетических чипов" удалось повысить и снизить стоимость благодаря использованию других чипов, содержащих полмиллиона маленьких зеркал, - первоначально они предназначались для оптических систем связи. Микромашины (micro-electro-mechanical systems, MEMS) изготавливаются с применением технологии травления, разработанной для производства электронных микросхем. В этих устройствах датчики сочетаются с микроприводами, что позволяет им выполнять физические действия. Возможно даже, что MEMS помогут в создании компьютеров атомных размеров, необходимых для квантовых вычислений.

Вычислительная техника сольется не только со средствами связи и машиностроения, но и с биологическими процессами, что откроет такие возможности, как создание искусственных имплантантов, интеллектуальных тканей, разумных машин, "живых" компьютеров и человеко-машинных гибридов. Прогнозируется, что к 2060 году компьютер сравняется по силе разума со всем человечеством.

## Литература

1. Балдин, К.В. Информатика для ВУЗов: Учебник / К.В. Балдин, В.Б. Уткин. - М.: Дашков и К, 2016. - 395 с.
2. Васильков, А.В. Информатика: Учебное пособие / А.В. Васильков, А.А. Васильков, И.А. Васильков. - М.: Форум, 2017. - 528 с.
3. Велихов, А. С. Основы информатики и компьютерной техники: учебное пособие / А. С. Велихов. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2017. – 539 с.
4. Горбачев А.Г., Котлеев Д., Microsoft Excel. Работайте с электронными таблицами в 10 раз быстрее, М.: ДМК Пресс 2012
5. Гуда Н. и др. Информатика. Общий курс: Учебник -4-е изд.–М., 2011.
6. Егорова А.А. Программные и аппаратные средства информатики. Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ для студентов 1-го курса напр. 01.03.04 М.: МГТУ ГА, 2017
7. Информатика. Базовый курс: учебное пособие для высших технических учебных заведений / [С. В. Симонович и др.]. – Санкт-Петербург: Питер, 2017. – 639 с.
8. Иопа Н. И. Информатика: (для технических специальностей): учебное пособие / Н. И. Иопа. – Москва: КноРус, 2016. – 469 с.
9. Петцольд Ч. Код. – М.: Издательско-торговый дом «Русская редакция», 2001 – 512 с.–ил.