

ФГОС

10



И. Г. Семакин
Т. Ю. Шеина
Л. В. Шестакова

ИНФОРМАТИКА

2

УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ



ИЗДАТЕЛЬСТВО

БИНОМ

ФГОС

**И. Г. Семакин, Т. Ю. Шеина,
Л. В. Шестакова**

ИНФОРМАТИКА

УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ

**Учебник для 10 класса
в 2-х частях**

Часть 2

Рекомендовано
Министерством образования и науки
Российской Федерации
к использованию в образовательном процессе
в имеющих государственную аккредитацию
и реализующих образовательные программы
общего образования образовательных учреждениях



Москва
БИНОМ. Лаборатория знаний
2014

УДК 004.9
ББК 32.97
С30

Семакин И. Г.

С30 Информатика. Углубленный уровень : учебник для 10 класса : в 2 ч. Ч. 2 / И. Г. Семакин, Т. Ю. Шеина, Л. В. Шестакова. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 232 с. : ил.

ISBN 978-5-9963-1812-4 (Ч. 2)

ISBN 978-5-9963-1797-4

Учебник предназначен для изучения курса информатики на углубленном уровне в 10 классах общеобразовательных учреждений. Содержание учебника опирается на изученный в 7–9 классах курс информатики для основной школы и разработано в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом для среднего (полного) образования 2012 г. Рассматриваются теоретические основы информатики, аппаратное и программное обеспечение компьютера, современные информационные и коммуникационные технологии.

Учебник входит в учебно-методический комплект, включающий также учебник для 11 класса, практикум и методическое пособие.

УДК 004.9
ББК 32.97

Учебное издание

Семакин Игорь Геннадьевич
Шеина Татьяна Юрьевна
Шестакова Лидия Валентиновна

ИНФОРМАТИКА.
УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ
Учебник для 10 класса

В двух частях

Часть вторая

Ведущий редактор *О. А. Полежаева*
Ведущие методисты: *И. Л. Сретенская, И. Ю. Хлобыстова*
Художники: *Н. А. Новак, Я. В. Соловцова, Ю. С. Белаш*

Технический редактор *Е. В. Денюкова*

Корректор *Е. Н. Клитина*

Компьютерная верстка: *В. А. Носенко*

Подписано в печать 18.03.14. Формат 70×100/16.

Усл. печ. л. 18,85. Тираж 15000 экз. Заказ 5633.

Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

Телефон: (499) 157-5272

e-mail: binom@Lbz.ru

<http://www.Lbz.ru>, <http://e-umk.Lbz.ru>, <http://metodist.Lbz.ru>



Отпечатано в ОАО «Можайский полиграфический комбинат».
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93.

www.ooompk.ru, www.ooompk.pf тел.: (495) 745-84-28, (49638) 20-685

ISBN 978-5-9963-1812-4 (Ч. 2)
ISBN 978-5-9963-1797-4

© БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014

Глава 2

КОМПЬЮТЕР

2.1. Логические основы компьютера



2.1.1. Логические элементы и переключательные схемы

В параграфе 1.6.3 описан способ представления логических формул в виде схем, в которых используются графические изображения логических операций И, ИЛИ, НЕ.

Логическая схема отображает процесс вычисления логической формулы, заключающийся в определенной последовательности выполнения логических операций. Каждый отдельный блок логической схемы, обозначающий логическую операцию, называется **логическим элементом**. Этим элементам присвоены следующие названия:

- логический элемент И — **конъюнктор**: осуществляет конъюнкцию — логическое умножение;
- логический элемент ИЛИ — **дизъюнктор**: осуществляет дизъюнкцию — логическое сложение;
- логический элемент НЕ — **инвертор**: осуществляет инверсию — логическое отрицание.

Развитие электротехники в начале XX века привело к созданию автоматических переключательных устройств. Основу их конструкции составляют перечисленные выше логические элементы, функции которых выполняют простые электрические цепи. Наличие электрического тока в некотором участке цепи можно рассматривать как сигнал, обозначающий логическую единицу (истину). Отсутствие тока — логический ноль (ложь).

Функцию конъюнктора могут выполнять два последовательно соединенных переключателя в электрической цепи. Переключатель может принимать два состояния: «включено», «выключено». На рисунке 2.1 показана такая цепь с источником тока и электрической лампочкой в качестве индикатора тока. Ток по цепи

будет проходить только тогда, когда оба переключателя находятся в положении «включено», что соответствует двум логическим единицам на входе. Во всех других случаях тока не будет.

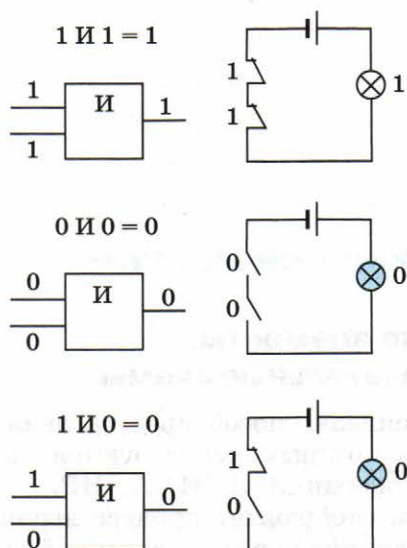


Рис. 2.1. Переключательная модель конъюнктора

Функцию дизъюнктора в электрической цепи выполняют два параллельных переключателя (рис. 2.2). Тока в цепи не будет только в том случае, если оба они выключены. Во всех других вариантах ток по цепи идет.

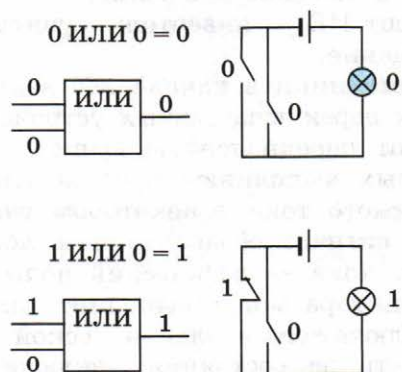


Рис. 2.2. Переключательная модель дизъюнктора

А как построить электрическую цепь, работающую по принципу инвертора? Идея простая: нужно переключатель поставить параллельно к участку цепи, на котором установлена лампочка (рис. 2.3). Тогда через лампочку пойдет ток, если переключатель разомкнут, и ток не пойдет, если переключатель замкнут (его сопротивление много меньше, чем сопротивление лампочки).

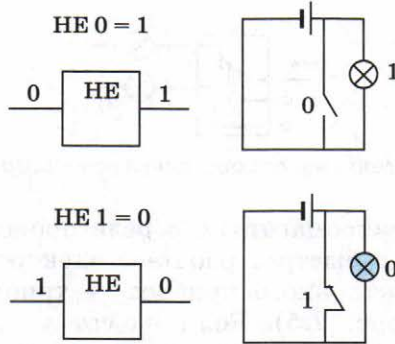
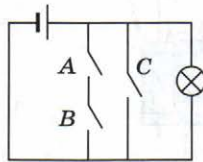


Рис. 2.3. Переключательная модель инвертора

Любая сложная логическая функция, представленная в нормальной форме (содержащая только операции И, ИЛИ, НЕ), может быть смоделирована с помощью электрической цепи, составленной из множества переключателей, соединенных по определенной схеме.

Пример. Нарисуем переключательную схему, которая будет моделировать следующую логическую формулу: $F = \neg(A \& B \vee C)$. Решением задачи является следующая схема:



Эволюция физической реализации переключателей

Рассмотренные переключательные (контактные) реализации логических элементов используются в автоматических устройствах. Одним из первых применений для таких устройств стали коммутаторы телефонных станций, где они использовались для соединения между собой различных абонентов телефонной сети. Ясно, что скорость работы такой системы существенно зависит от времени срабатывания переключателя.

Первые переключательные схемы создавались на основе электромагнитного (электромеханического) реле (рис. 2.4). К электромагниту при протекании тока через его обмотку притягивается контактный рычажок-переключатель, который замыкает электрическую цепь и переходит в состояние «включено». Когда ток не проходит через электромагнит, переключатель размыкает цепь.

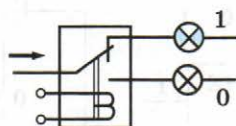


Рис. 2.4. Переключатель на основе электромагнитического реле

Срабатывание электромагнитного реле происходит примерно за 0,1 секунды. Гораздо быстрее работает электронное реле, построенное на основе электронного прибора — триода. Первые триоды были ламповыми (рис. 2.5). Если на сетку триода подается отрицательный потенциал, то ток через триод не проходит. Если потенциал положительный, то триод пропускает электрический ток. Электронные переключательные системы работают в тысячи раз быстрее электромеханических.

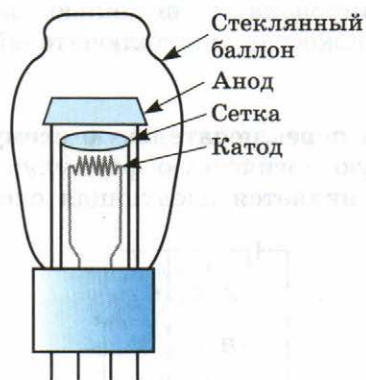


Рис. 2.5. Схема лампового триода

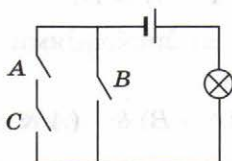
С изобретением полупроводниковых приборов на смену электронным лампам пришли транзисторы. Транзисторные схемы компактнее и надежнее в эксплуатации, чем ламповые. В 1970-х годах начинается выпуск микросхем. Современные технологии позволяют создавать микросхемы, помещающие в себе миллионы транзисторов.

Система основных понятий

Логические элементы и переключательные схемы		
Конъюнктор	Дизъюнктор	Инвертор
Реализует логическую операцию И	Реализует логическую операцию ИЛИ	Реализует логическую операцию НЕ
Последовательно соединенные переключатели	Параллельно соединенные переключатели	Переключатель, параллельный участку цепи
<i>Эволюция физической реализации переключательных схем</i>		
На основе электромагнитных реле	На основе лампового триода	На основе полупроводниковых приборов: транзисторов, микросхем

Вопросы и задания

1. Перечислите названия логических элементов, используемых в логических схемах. Дайте объяснение этим названиям.
2. Зачем в схемах на рис. 2.1, 2.2, 2.3 нужны лампочки? Как вы думаете, являются ли лампочки необходимым элементом в релейных автоматах?
3. Напишите логическую формулу, которую реализует следующая переключательная схема:



4. Нарисуйте переключательные схемы, реализующие следующие логические формулы: 1) $A \& B \& C \& D$; 2) $A \vee B \vee C$; 3) $A \& C \vee B$; 4) $\neg(A \& B)$; 5) $\neg(A \vee B)$.

2.1.2. Логические схемы элементов компьютера

Математический аппарат логики работает с двумя величинами: «истина» — логическая единица и «ложь» — логический ноль. В компьютере используется двоичное представление информации, а математические вычисления производятся в двоичной системе счисления. Эта аналогия приводит к идее поиска связи между двоичной арифметикой и алгеброй логики. Если вычисления в двоичной системе счисления можно свести к выполнению логических операций, а логические операции можно технически

реализовать с помощью переключательных схем, то и двоичную арифметику можно реализовать на переключательных схемах. Эта идея использована в устройстве компьютера. Рассмотрим логические схемы основных элементов, на базе которых строятся процессор и память компьютера.

Полусумматор

Рассмотрим таблицу сложения двух одноразрядных двоичных чисел: $A + B$ (табл. 2.1).

Результат суммирования представлен в виде двузначного двоичного числа, первая цифра которого обозначена буквой P , вторая — буквой S .

Таблица 2.1

Сложение одноразрядных двоичных чисел

A	B	P	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Легко увидеть, что значение P есть конъюнкция значений A и B , если 0 и 1 рассматривать как логические величины.

$$P = A \& B. \quad (1)$$

Значения S совпадают со значениями следующего логического выражения:

$$S = (A \vee B) \& \neg(A \& B). \quad (2)$$

Путем построения таблицы истинности данного логического выражения можно убедиться, что она соответствует приведенной выше таблице сложения.

Теперь построим логическую схему, на вход которой подаются значения A и B , а на выходе получаются P и S (рис. 2.6).

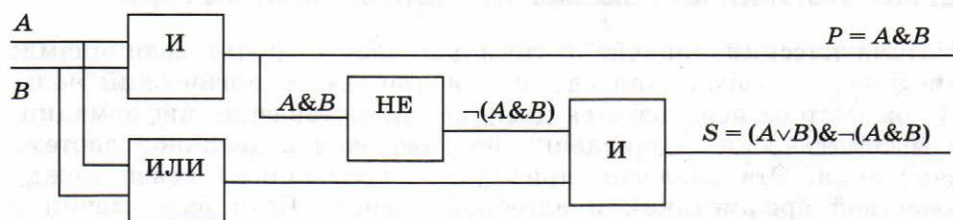
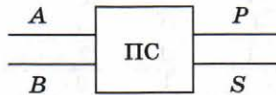


Рис. 2.6. Логическая схема полусумматора

Это схема **полусумматора** двоичных чисел. Полусумматор — это устройство с двумя логическими величинами на входе: A и B и двумя величинами на выходе: P и S . Без деталей внутреннего устройства будем обозначать полусумматор так:



Сумматор

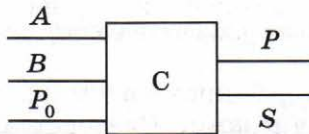
При суммировании многозначных двоичных чисел на значение каждого разряда в сумме влияют не только значения этого же разряда в слагаемых, но и переносимая единица, которая может возникнуть при сложении цифр в предыдущем разряде. Такой механизм суммирования проиллюстрирован на следующем примере:

$$\begin{array}{r}
 \\
 \\
 + \\
 \hline
 1
 \end{array}$$

Здесь в верхней строке единицы со стрелками обозначают переносимые единицы из результата сложения в предыдущем разряде.

Полусумматор производит сложение одноразрядных двоичных чисел, поэтому устройство полусумматора не учитывает переносимой единицы.

Одноразрядный сумматор устроен так, что он учитывает переносимую единицу. Поэтому на входе у него три величины, а на выходе — две. Схематически одноразрядный сумматор изобразим так:



Здесь A и B обозначают цифры в соответствующем разряде слагаемых, а P_0 — переносимая цифра, которая может быть нулем или единицей.

В таблице 2.2 представлены всевозможные варианты сложения одноразрядных двоичных чисел A , B и P_0 .

Таблица 2.2

Сложение трех одноразрядных двоичных чисел

A	B	P_0	P	S
0	0	0	0	0
0	1	0	0	1
1	0	0	0	1
1	1	0	1	0
0	0	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	1	1	0
1	1	1	1	1

Теперь задача состоит в том, чтобы найти две логические функции от трех логических аргументов: $P(A, B, P_0)$ и $S(A, B, P_0)$, значения которых совпадали бы со значениями в таблице. Вот как выглядят эти функции:

$$P = (A \& B) \vee (A \& P_0) \vee (B \& P_0); \quad (3)$$

$$S = (A \vee B \vee P_0) \& \neg P \vee (A \& B \& P_0). \quad (4)$$

Логическую схему, реализующую на выходе эти две функции, можно изобразить двумя способами. Первый способ — составить ее из логических элементов в соответствии с данными формулами. На входе такой схемы три величины A , B и P_0 , на выходе — P и S . Второй способ — составить схему сумматора как комбинацию двух полусумматоров и одного дизъюнктора. Приведем второй вариант логической схемы одноразрядного сумматора (рис. 2.7).

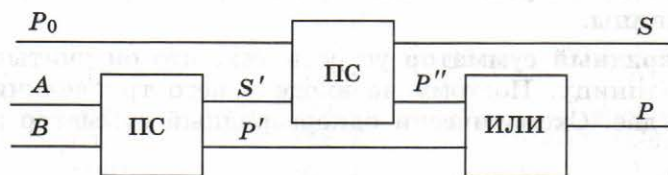


Рис. 2.7. Логическая схема одноразрядного сумматора

Процессор компьютера производит вычисления с многоразрядными двоичными числами. Следовательно, для выполнения сложения в процессоре должен использоваться **многоразрядный сумматор**. Его конструкция представляет собой цепочку одноразрядных сумматоров. Между ними должна быть организована связь по переносу единицы из одного разряда в другой. Например, в 32-разрядном процессоре такая цепочка содержит 32 сумматора. Схематически цепочка из 32 сумматоров изображена на рис. 2.8.

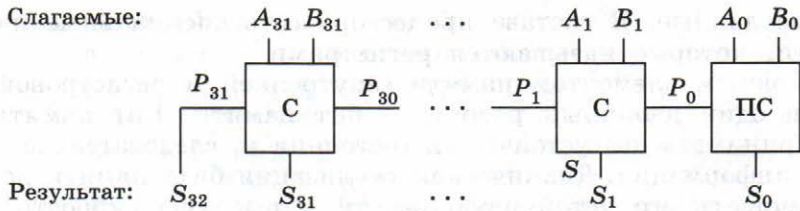


Рис. 2.8. Схема работы 32-разрядного сумматора

Слагаемые числа заносятся в специальные ячейки процессора, которые называются **регистрами**. Двоичные разряды регистра нумеруются справа налево, начиная с нуля. Поэтому схему на рис. 2.8 надо просматривать справа налево. A_0 обозначает нулевой двоичный разряд первого слагаемого, B_0 — нулевой двоичный разряд второго слагаемого, S_0 — нулевой разряд суммы. Соответственно A_1, B_1, S_1 — первые разряды слагаемых и суммы и т. д. Для сложения нулевых разрядов используется полусумматор, так как для него нет переносимой единицы. Далее следует цепочка одноразрядных сумматоров. Переносимый разряд P с предыдущего сумматора передается на вход следующего сумматора.

Последний двоичный разряд в регистре имеет номер 31; S_{31} — старшая цифра в слагаемом. Разряд переноса P_{31} оказывается в то же время 32-м разрядом суммы (результата) — S_{32} . Но поскольку такого разряда в регистре не существует, его значение не сохраняется. Если $S_{32} = 0$, то это роли не играет. Если же $S_{32} = 1$, то единица исчезает. Такая ситуация называется *целочисленным переполнением*. При этом процессор работы не прерывает. К этому вопросу мы вернемся немного позже, когда будем рассматривать представление целых чисел в памяти компьютера и особенности целочисленной арифметики в компьютере.

Многоразрядный сумматор является базовым элементом арифметико-логического устройства — вычислительного блока процессора. С его помощью выполняется не только сложение, но и вычитание чисел, которое сводится к сложению (подробнее об этом будет рассказано в параграфе 2.4.1). А поскольку умножение сводится к многократному сложению, а деление — к многократному вычитанию, эти операции тоже реализуются с помощью сумматора.

Триггер

Центральными устройствами компьютера являются процессор и внутренняя память. Сумматор — это устройство в составе процессора. С его помощью компьютер выполняет вычисления. Во *внутренней памяти* хранятся исполняемая программа и опера-

тивные данные. В составе процессора есть специальные ячейки памяти, которые называются **регистрами**.

Основным элементом памяти (внутренней и регистровой) является один двоичный разряд — бит памяти. Бит памяти может принимать два устойчивых состояния и, следовательно, несет 1 бит информации. Техническая реализация бита памяти должна обеспечивать его устойчивую работу и высокую скорость переключения из одного состояния в другое, т. е. переход от нуля к единице и обратно.

Элемент электронной схемы компьютера, реализующий бит регистровой памяти и статической внутренней памяти, называется триггером¹⁾. Триггер на основе лампового триода был изобретен в 1918 г. российским ученым-электротехником М. А. Бонч-Бруевичем. Впоследствии триггеры стали создавать на базе полупроводниковых транзисторов и микросхем.

На рисунке 2.9 приведена схема входов и выходов одного из самых распространенных типов триггера — *RS-триггера*. Она содержит два входа и один выход. На входы поочередно подаются *импульсные электрические сигналы*. С выхода снимается сигнал: 1 или 0. Триггер должен работать так: если на выходе 0, то при подаче на вход *S* сигнала (единицы), на выходе *Q* должна установиться 1. После прекращения подачи сигнала на вход *S* на выходе единица должна сохраняться.

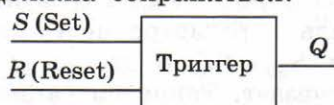


Рис. 2.9. Входы и выходы *RS-триггера*

Снятие единицы на выходе происходит только в результате подачи сигнала на вход *R*. После этого на выходе *Q* устанавливается 0 и сохраняется до тех пор, пока на *S* не будет подан сигнал, т. е. 1. Подача сигналов на входы *S* и *R* может производиться только по очереди. Одновременно сигналы на *S* и на *R* поданы быть не могут.

Логическая схема *RS-триггера* показана на рис. 2.10.

RS-триггер состоит из двух дизъюнкторов и двух инверторов. Кроме входов для управляющих сигналов *R* и *S* в устройстве триггера реализована еще *обратная связь*. Обратной связью называют подачу выходного сигнала на вход устройства. Из схемы видно, что обратная связь имеет перекрестный характер. Основным выходом является *Q*. Выход *Q* является дополнительным, используемым только для обратной связи. Логическое значение на выходе \bar{Q} всегда противоположно значению на выходе *Q*.

¹⁾ О типах внутренней памяти компьютера подробно рассказано в параграфе 2.5.4.

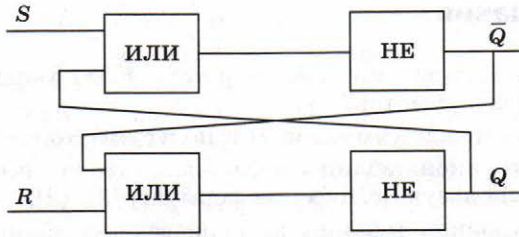


Рис. 2.10. Логическая схема RS-триггера

Устойчивым начальным состоянием триггера является: $S = 0$, $R = 0$, $Q = 0$, $\bar{Q} = 1$. После подачи сигнала на вход S установится устойчивое состояние: $S = 1$, $R = 0$, $Q = 1$, $\bar{Q} = 0$. После снятия сигнала с S (сигнал подается кратковременно) состояние триггера будет следующим: $S = 0$, $R = 0$, $Q = 1$, $\bar{Q} = 0$, т. е. на основном выходе останется 1.

Чтобы сбросить единицу на выходе, подается сигнал на вход R . Установится следующее состояние: $S = 0$, $R = 1$, $Q = 0$, $\bar{Q} = 1$. После прекращения действия этого сигнала ноль на выходе Q сохранится: $S = 0$, $R = 0$, $Q = 0$, $\bar{Q} = 1$. Вернулись в первоначальное состояние! В процессе работы компьютера такие переключения происходят многократно.

Система основных понятий



Логические схемы элементов компьютера		
Полусумматор	Сумматор	Триггер
Суммирует два одно-разрядных двоичных числа без учета единицы переноса разряда	Суммирует два одnorазрядных двоичных числа с учетом единицы переноса разряда	Реализует бит регистровой и статической внутренней памяти
<p>A и B — слагаемые двоичные цифры; S — младшая цифра суммы; P — старшая цифра суммы</p>	<p>A и B — слагаемые; двоичные цифры; P_0 — входной разряд переноса; S — младшая цифра суммы; P — разряд переноса</p>	<p>S — вход для включения; R — вход для выключения; Q — выходной бит</p>
N-разрядный сумматор		
Цепочка из одного полусумматора и $(N-1)$ сумматоров с передачей разряда переноса. Устройство в составе процессора		



Вопросы и задания

1. Логическими элементами какого устройства компьютера являются сумматор и полусумматор?
2. В чем разница между сумматором и полусумматором?
3. В среде электронной таблицы воспроизведите таблицу 2.1 для полусумматора, используя логические формулы (1), (2).
4. В среде электронной таблицы воспроизведите таблицу 2.2 для одно-разрядного сумматора, используя логические формулы (3), (4).
5. Смоделируйте в электронной таблице работу восьмиразрядного сумматора.
6. В чем состоит назначение триггера? В каких устройствах компьютера он используется?
7. Объясните, почему на входы S и R нельзя подавать сигналы одновременно.

Практикум. Раздел 6 «Устройство компьютера»

2.2. Эволюция устройства вычислительной машины

Аналитическая машина Бэббиджа



Чарльз Бэббидж
(1791–1871)

Мечта создать машину, которая сама могла бы выполнять математические вычисления без участия в этом процессе человека, давно волновала умы ученых. Впервые попытался реализовать эту мечту английский ученый-изобретатель Чарльз Бэббидж. Свое изобретение Бэббидж назвал Аналитической машиной. Демонстрация Аналитической машины состоялась в Лондоне в 1862 году.

Аналитическая машина Бэббиджа — это механическое устройство, умеющее выполнять все арифметические операции. В отличие от ранее изобретенного арифмометра (Б. Паскаль, Г. Лейбниц, В. Однер), управлением работой которого человек занимался вручную, Аналитическая машина работает автоматически под управлением программы, заранее составленной человеком. Именно с проекта Бэббиджа берет свое начало профессия программиста. А первым в истории программистом стала коллега Бэббиджа — Ада Лавлейс — дочь английского поэта Джорджа Байрона.

Середина XIX века — это эпоха больших достижений в области механики. Ни электротехники, ни тем более электроники в ту пору еще не было. Поэтому неудивительно, что вычислительная машина Бэббиджа была механической. Из-за большой сложности, а потому низкой надежности механизма проект Аналитической машины не был доведен до конца. Тем не менее бесспорна заслуга Бэббиджа в истории вычислительной техники, в продвижении науки к созданию автоматических вычислительных машин.

Бэббидж выдвинул ряд идей в конструкции вычислительной машины, которые нашли продолжение в будущих изобретениях. Он предложил **состав основных устройств**: *устройство памяти*; *арифметическое устройство*, осуществляющее вычисления; *устройство управления* работой машины; *устройства для ввода исходных данных и программы*; *устройство для вывода результатов*. Правда, называл их Бэббидж иначе. Он ассоциировал работу своей машины с работой предприятия, имеющего на входе сырье, а на выходе — готовые изделия. Поэтому память он называл *складом*, арифметическое устройство — *фабрикой*, устройство управления — *канторой*.

Для хранения программ использовались *перфокарты* — металлические пластины с отверстиями, расположение которых заключало в себе информацию о выполняемых машиной вычислительных операциях. Последовательность карт составляла *программу* вычислений. Еще в 1804 году перфокарты были изобретены французом Ж. М. Жаккардом и применялись в ткацких станках для управления их работой. В связи с этим будет справедливо отметить, что ткацкий станок был первым в истории техники программно управляемым устройством.

В составе Аналитической машины имелся блок, посредством которого машина последовательно «просматривала» программу на перфокартах и выполняла вычислительные операции в заданном порядке. Машина производила вычисления с 50-разрядными десятичными числами. Сложение и вычитание выполнялись за 1 секунду, умножение и деление — за 1 минуту. В системе команд Аналитической машины была команда условного перехода, позволяющая реализовать нелинейные алгоритмы.

Таким образом, наиболее значимые для будущего идеи Бэббиджа — *определение состава устройств вычислительной машины и реализация принципа программного управления*.

Релейные вычислительные машины

Следующим шагом в истории развития вычислительной техники стало создание машин на основе *электромеханических реле*. Вначале это были машины специализированного назначения,

т. е. каждая такая машина выполняла только один определенный вид обработки данных. Например, при обработке больших массивов числовых данных требовалось отсортировать эти данные в определенном порядке (задача сортировки), распечатать числовые таблицы на бумаге (задача табулирования); вычислить некоторые итоговые характеристики чисел: сумму, среднее значение и пр. (статистическая обработка).

Согласно идее Жаккара–Бэббиджа, исходные данные представлялись на перфокартах, на которые они наносились с помощью специального устройства — перфоратора. Сами же вычислительные машины назывались *счетно-перфорационными*. Первой в истории фирмой, занявшейся производством счетно-перфорационных машин, была американская компания IBM. Ее основал в 1897 году американский изобретатель Герман Холлерит.

На базе счетно-перфорационных машин уже в конце XIX века во многих странах появились *машиносчетные станции* для механизированной обработки информации, послужившие прообразом вычислительных центров (ВЦ), возникших в середине XX столетия. На таких станциях выполнялся широкий круг экономических и научно-технических расчетов. Большое распространение машиносчетные станции получают в 20–30-х годах прошлого века.

В 1940-х годах создаются *релейные вычислительные машины с программным управлением, обладающие алгоритмической универсальностью*. Это уже были прообразы будущих ЭВМ, на которых можно было выполнять сложные научно-технические расчеты. Скорость расчетов на таких машинах превышала на порядок скорость вычислений с помощью арифмометров с электроприводом.

Наиболее крупными проектами данного периода были машины Z1, Z2 и Z3, созданные немецким изобретателем Конрадом Цузе. В США созданием релейных машин занимается Говард Эйкен (машины MARK-1, 1944 г.; MARK-2, 1947 г.). Машины Цузе и Эйкена производили вычисления в двоичной системе счисления. Программы управления работой машин задавались с помощью *перфорированной ленты*. На машине MARK-1 операция сложения выполнялась за 0,3 секунды, умножение — за 5 секунд и деление — за 15 секунд.

Последней крупной разработкой релейной вычислительной техники стала машина PBM-1, построенная в 1957 году в Советском Союзе. Ее конструктор — Николай Иванович Бессонов. Машина проработала до конца 1964 года и в основном использовалась для решения экономических задач.

Первая электронная вычислительная машина

Хотя электронный триггер был изобретен еще в 1918 году М. А. Бонч-Бруевичем, однако его применение в вычислительных машинах долгое время оставалось нереальным по причине слишком высокой стоимости и громоздкости таких машин. Поэтому с 20-х по 40-е годы XX века основой элементной базы оставались электромеханические реле.

В 1940-х годах стало понятно, что двигаться по пути развития релейных машин дальше было некуда. Инерционность механического реле сильно ограничивала скорость вычислений. Прогресс был возможен только на пути применения *электронного реле* — *триггера*, в устройстве которого используются электронные лампы. Развитие радиотехнической промышленности сделало более доступным использование *электронных ламп*.

Поиски конструкции электронной вычислительной машины были начаты в 1937 году американским ученым Джоном Атанасовым. Работы Атанасова носили в большей степени исследовательский характер. Их результаты оказали сильное влияние на создателей *первой электронной вычислительной машины (ЭВМ)* — Джона Уильяма Мочли и Джона Преспера Эккерта. В 1945 году они построили ЭВМ, получившую название *ENIAC* (Electronic Numerical Integrator and Computer) — рис. 2.11. В основе ее конструкции использовались ламповые триггеры. Публичная демонстрация работы машины ENIAC состоялась 15 февраля 1946 года. Эта дата считается началом эры ЭВМ.

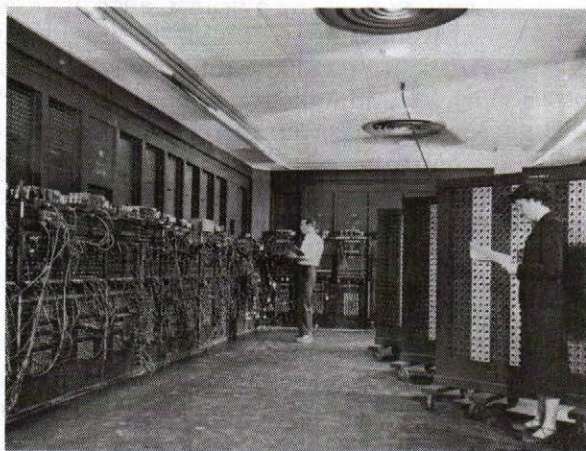


Рис. 2.11. ЭВМ ENIAC

Машина содержала в себе 18 тысяч электронных ламп. Ее масса составляла 30 тонн. Быстродействие было примерно в 1000 раз выше, чем у релейных машин. Операция сложения выполнялась за 0,2 миллисекунды (мс), умножения — за 2,8 мс.

В памяти машины хранились только числа. Программа задавалась путем коммутации (т. е. контактного соединения) триггеров на 40 наборных полях. На перепрограммирование машины требовались недели. Надежность машины была очень низкой. Поиск неисправностей мог занимать многие часы.

По своей структуре ЭВМ ENIAC напоминала механические вычислительные машины. Регистры памяти состояли из триггерных колец: на каждом кольце по 10 триггеров, как зубцов на шестерне механической машины. Нужная десятичная цифра запоминалась путем включения одного из триггеров кольца.

Базовые принципы устройства ЭВМ

Хотя первая ЭВМ ENIAC открыла эру электронных вычислительных машин, однако назвать ее прообразом будущих компьютеров нельзя.



Джон фон Нейман
(1903–1957)

В 1946 году публикуется статья американских авторов А. Беркса, Г. Гольдстейна, Джона фон Неймана «Предварительное рассмотрение логической конструкции электронного вычислительного устройства». В этой работе обобщался опыт всех предыдущих поисков конструкции автоматической вычислительной машины и предлагались новые идеи для дальнейшего развития в этой области. Изложенные в работе принципы устройства ЭВМ принято называть **принципами фон Неймана**. Опишем основные принципы.

Состав основных устройств ЭВМ. Универсальная вычислительная машина должна включать в себя устройство памяти, арифметическое устройство для выполнения вычислений, устройство управления и устройства для связи с оператором ЭВМ (устройства ввода/вывода).

Принцип двоичного кодирования. Данные и программы представляются в памяти машины в форме двоичного кода. Наименьшей частицей памяти является один двоичный разряд — бит памяти. Память дискретна.

Принцип хранимой программы. Во время выполнения расчетов числа и программа вычислений находятся в общей памяти

машины. Между ними нет разницы в том смысле, что и то, и другое — двоичные коды.

Принцип адресуемости памяти. Отдельные двоичные разряды памяти — биты объединяются в ячейки, каждая из которых имеет свой адрес. Адрес ячейки — это ее порядковый номер в памяти. Запись в память данных или чтение из памяти происходит по адресам. В первых компьютерах ячейка памяти хранила либо число, либо команду программы. Поэтому ячейки были большими — содержали десятки битов. Начиная с третьего поколения ЭВМ, в оперативной памяти стали адресоваться 8-разрядные ячейки — байты памяти. Для хранения данных или команд большей длины используются ячейки, состоящие из нескольких последовательных байтов (двух, четырех и более), которые называются машинными словами. Адрес машинного слова равен адресу младшего байта (имеющего наименьший номер).

Принцип программного управления. Работа ЭВМ происходит автоматически под управлением программы, помещенной в оперативную память. Программа — это последовательность команд. Команда содержит следующую информацию: какая операция должна выполняться, откуда (из каких ячеек памяти) извлекаются операнды, куда помещается результат операции. В некоторых командах указывается адрес следующей исполняемой команды. Команды выполняются по одной, друг за другом. Исполнение программы завершается по команде «останов». Управление последовательностью операций осуществляет устройство управления (УУ). Арифметические и логические операции выполняет арифметико-логическое устройство (АЛУ). УУ и АЛУ входят в состав процессора. На время выполнения команды она сама, а также операнды записываются в специальные ячейки памяти процессора — регистры. Адрес очередной исполняемой команды находится в счетчике команд — специальном регистре процессора.

Семейства ЭВМ и архитектура

Принципы фон Неймана оказались настолько фундаментальными, что уже более 60 лет они остаются основой для устройства электронных вычислительных машин. Первой в истории вычислительной машиной, созданной в соответствии с принципами фон Неймана, была английская ЭВМ EDSAC, построенная в 1949 году. Серийное производство ЭВМ началось в 1950-х годах.

Первой отечественной ЭВМ была МЭСМ (Малая Электронная Счетная Машина) конструкции Сергея Алексеевича Лебедева. Впоследствии под руководством Лебедева были созданы и



Сергей Алексеевич
Лебедев
(1902–1974)

серийно выпускались ламповая ЭВМ М-20, ее полупроводниковый аналог М-220, машины БЭСМ-3М, БЭСМ-4. Первой отечественной ЭВМ с быстродействием 1 миллион операций в секунду была БЭСМ-6, производство которой началось в 1967 году. Позже Лебедев руководил разработкой отечественного многопроцессорного вычислительного комплекса «Эльбрус».

С развитием серийного производства электронных вычислительных машин формируется понятие об **архитектуре ЭВМ** как о *совокупности базовых принципов устройства и функционирования, объединяющих семейство машин.*

Семейство ЭВМ — это множество различных моделей программно совместимых машин, т. е. машин, для которых возможна переносимость программ с одной модели на другую. Обычно здесь делают оговорку о совместимости «снизу вверх», т. е. программы, работающие на более простых моделях, обязательно должны работать на более сложных моделях. Обратный перенос не всегда возможен.

Для программной совместимости главными принципами является общность системы команд (одинаковые языки процессоров) и одинаковые форматы представления данных. Первыми отечественными семействами ЭВМ были: ламповые и полупроводниковые машины конструкции С. А. Лебедева (М-20, М-220, М-222, БЭСМ-3, БЭСМ-4); серия машин «Урал» (Урал-2, Урал-4, Урал-16); серия машин «Минск» (Минск-12, Минск-14, Минск-32). Первым семейством ЭВМ на интегральных схемах стала серия машин IBM-360, выпуск которой начался в США в 1964 году.

Примерно в то же время начинается выпуск серии ЭВМ PDP американской фирмы DEC. Это малые ЭВМ, способные работать в *режиме реального времени* и, благодаря этому, управлять работой различных технических устройств. Поэтому их еще называют управляющими машинами.

Архитектуру машин серии PDP называют архитектурой «общей шины». Позже такая архитектура стала использоваться в микроЭВМ и персональных компьютерах (ПК). Некоторые сведения об устройстве ПК вам известны из курса информатики 7–9 классов. Более подробные знания вы получите в следующих параграфах.

Система основных понятий



Эволюция устройства вычислительной машины	
Аналитическая машина Бэббиджа	Основа технического устройства: механическая передача
	Основные идеи: состав устройств (память, процессор, устройства ввода/вывода); принцип программного управления
Релейные вычислительные машины	Элементная база: электромеханические реле
	Специализированные счетно-перфорационные машины (Г. Холлерит)
	Универсальные вычислительные машины с программным управлением: Z1, Z2, Z3 (К. Цузе, Германия), MARK-1, MARK-2 (Г. Эйкен, США), PBM-1 (Н. И. Бессонов, СССР)
Первая ЭВМ ENIAC	Машина на электронных триггерных схемах. Д. У. Мочли, Д. П. Эккерт
	В памяти — числа; коммутируемая программа
Принципы Джона фон Неймана	<i>Базовые принципы устройства ЭВМ:</i> состав основных устройств ЭВМ; принцип двоичного кодирования; принцип хранимой программы; принцип адресуемости памяти; принцип программного управления
Семейства ЭВМ и архитектура	Архитектура: базовые принципы устройства и функционирования, объединяющие семейство ЭВМ
	Семейство ЭВМ: множество программно совместимых моделей компьютеров

Вопросы и задания



1. В чем состоит вклад Ч. Бэббиджа в историю вычислительной техники?
2. Для чего использовались счетно-перфорационные машины?
3. В чем главное отличие релейных вычислительных машин Z, MARK, PBM от счетно-перфорационных?
4. Как расшифровывается название первой ЭВМ?
5. Сформулируйте основные принципы устройства ЭВМ Джона фон Неймана. Какие из этих принципов не выполнялись в ЭВМ ENIAC?
6. Что такое семейство ЭВМ, архитектура ЭВМ?
7. Какие современные семейства ЭВМ вы знаете? Подготовьте презентацию.

2.3. Смена поколений ЭВМ

Серийное производство ЭВМ начинается в разных странах в 1950-х годах. Историю развития ЭВМ принято делить на поколения. Переход от одного поколения к другому связан со сменой элементной базы, на которой создавались машины, с изменением архитектуры ЭВМ, с развитием основных технических характеристик (скорости вычислений, объема памяти и др.), с изменением областей применения и способов эксплуатации машин.

В основе архитектуры ЭВМ разных поколений лежат принципы фон Неймана. Однако в процессе развития происходят некоторые отклонения от неймановской архитектуры.



К ЭВМ первого поколения относят **ламповые машины**, в которых основными элементами устройства были электронно-вакуумные лампы. Выпускались эти машины в 1950-х годах.

Архитектура машин первого поколения наиболее точно соответствовала основным принципам фон Неймана. В этих машинах один процессор управлял работой всех устройств: внутренней и внешней памяти, устройств ввода и вывода, как показано на рис. 2.12.



Рис. 2.12. Структура однопроцессорной ЭВМ. Сплошные стрелки — передача данных, пунктирные стрелки — управляющее воздействие

Примерами наиболее совершенных отечественных машин первого поколения являются: М-20, Урал-4, Минск-14. Скорость счета (быстродействие) этих машин находилась в пределах от 2000 оп./с (операций в секунду) (Минск-14) до 20 000 оп./с (М-20). Объем оперативной памяти (ОЗУ) составлял несколько тысяч ячеек. Например, в ЭВМ М-20 ОЗУ содержало 4096 45-разрядных ячеек. Приблизительно это равно 22 килобайтам.

В качестве устройств внешней памяти использовались накопители на *магнитной ленте (НМЛ)* и накопители на *магнитных барабанах (НМБ)*. Объем информации, помещавшейся на НМЛ, был примерно равен 1,5 Мб, а на НМБ — 60 Кб.

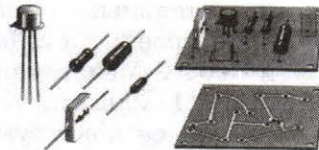
Ввод данных и программ осуществлялся с помощью перфорационных носителей: перфокарт или перфолент. Вывод производился с помощью печатающего устройства на бумагу.

На ЭВМ первого поколения программисты работали, главным образом, на *языках машинных команд*. Хотя уже в этот период появляются и развиваются языки программирования высокого уровня, создаются компиляторы: программы перевода с языков высокого уровня на язык машинных команд. Термин «компилятор» впервые ввела Грейс Хоппер в 1951 году. В то время она была капитаном ВМФ США (в дальнейшем — единственная женщина-адмирал ВМФ). Хоппер разработала компилятор с языка, упрощающего программирование математических вычислений. Эти работы были продолжены Джоном Бэкусом, который в 1957 году разработал *первый язык программирования высокого уровня ФОРТРАН*. Название расшифровывается как «транслятор формул». Язык был реализован впервые на американской ЭВМ IBM 704. Большое распространение в дальнейшем получила версия языка Фортран-60. Язык Фортран с того времени и до наших дней остается одним из основных языков для научных расчетов.

Ламповые ЭВМ были громоздкими, потребляли большое количество электроэнергии (сотни киловатт), часто требовали ремонта из-за выхода из строя деталей. Стоимость таких машин была очень высокой, обслуживающий персонал составлял десятки, а иногда и сотни человек.

Использование ЭВМ происходило в режиме прямого взаимодействия программиста или оператора ЭВМ с машиной. Через устройство ввода с перфоносителя (перфолент или перфокарт) вводилась программа и исходные данные. Затем шло исполнение программы, при этом программист (оператор) мог вмешиваться в ход ее выполнения с пульта управления машиной. Работа заканчивалась выводом результатов на печать. После этого начиналась работа со следующей программой. При таком режиме работы КПД использования ЭВМ был крайне низок.

ЭВМ второго поколения — это машины на базе **полупроводниковых элементов — транзисторов**. Транзистор — это полупроводниковый триод. В отличие от электронной лампы, которая требует некоторого времени для разогрева и по-



этому не сразу входит в рабочий режим, транзистор включается в работу мгновенно. Кроме того, транзисторы много реже выходят из строя, компактнее и дешевле электронных ламп. Все эти преимущества обусловили переход в 1960-х годах к производству машин второго поколения.

Некоторые модели машин второго поколения повторяли по своей архитектуре ЭВМ первого поколения и продолжали вместе с ними семейство программно совместимых машин. Так «транзисторным продолжением» отечественной машины М-20 стали М-220, М-222, БЭСМ-4. Их быстродействие было примерно таким же, как у М-20: 20–27 тысяч оп./с. Зато оперативная память в 4–8 раз больше.

В этот период появляются ЭВМ с новыми элементами в архитектуре. Например, в архитектуре американской машины CDC-6600, помимо центрального процессора, присутствовали периферийные процессоры, которые назывались каналами ввода/вывода (рис. 2.13). Их задача состояла в автономном управлении устройствами ввода/вывода и внешней памяти, что освобождало от этой работы центральный процессор. В результате КПД использования центрального процессора существенно возрос. Быстродействие CDC-6600 составляло 3 млн оп./с.

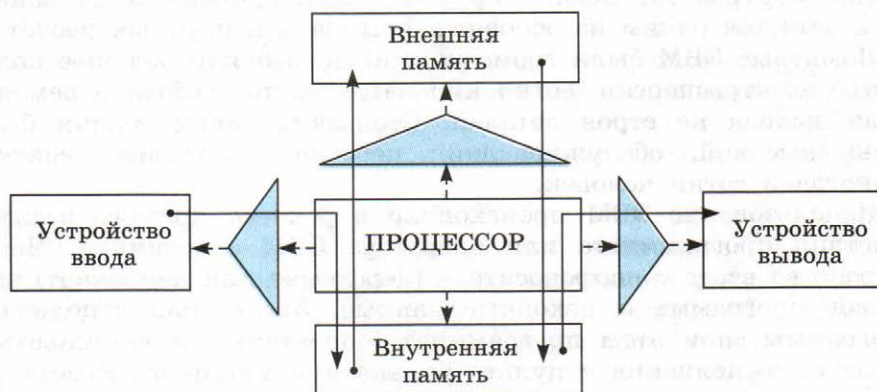


Рис. 2.13. Структура ЭВМ с одним центральным процессором и периферийными процессорами управления внешними устройствами (треугольники)

Значительным достижением отечественного электронного машиностроения стала ЭВМ БЭСМ-6 конструкции С. А. Лебедева и В. А. Мельникова (рис. 2.14). Эта машина имела быстродействие 1 млн оп./с. Оперативная память составляла от 192 до 768 Кб. В ее конструкции использовались 60 тысяч транзисторов и 200 тысяч полупроводниковых диодов. В архитектуре БЭСМ-6



Рис. 2.14. ЭВМ БЭСМ-6

были реализованы новые идеи, в том числе периферийные процессоры для управления внешними устройствами. Надежность работы машины была очень высокой. Выпуск БЭСМ-6 начался в 1968 году. Эксплуатация этих машин продолжалась около 20 лет.

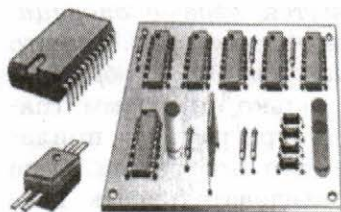
На машинах второго поколения появляются *первые операционные системы*. Изменился режим использования ЭВМ. Вместо режима прямого доступа внедряется *режим пакетной обработки заданий*. Суть его в следующем. Несколько программ (пакет) записываются на магнитную ленту. К программам прилагаются управляющие команды. Задание — это программа плюс управляющие команды, определяющие последовательность действий, выполняемых над программой: ввести программу, вызвать и запустить транслятор, ввести данные, запустить программу на исполнение и т. п.

Задания вводились в компьютер с магнитной ленты. После окончания выполнения одного задания сразу же начинало выполняться следующее задание. ЭВМ практически не простаивала. Результаты записывались на магнитную ленту. Работа заканчивалась выводом результатов на печать. Управление потоком заданий осуществляла системная программа, которая называлась *монитором (диспетчером) пакетной обработки заданий*.

В период второго поколения возникает и расширяется производство малых ЭВМ. Это более простые и дешевые машины по сравнению с большими ЭВМ. Среди отечественных малых ЭВМ второго поколения были машины: Проминь, Мир, Наири. У этих машин были свои оригинальные конструктивные решения. Например, на машине «Мир» использовался дисплей со световым пером, а также была реализована система аналитических вычислений под названием «язык Аналитик».

Большие результаты в этот период были достигнуты в области *автоматизации программирования*. В основном работа была направлена на *создание новых языков программирования высокого уровня и разработку трансляторов к ним, а также систем отладки программ и библиотек стандартных программ*. В европейских странах развивается и распространяется язык АЛГОЛ, в США — ФОРТРАН и КОБОЛ (специализированный язык для решения экономических задач, созданный Г. Хоппер). В 1964 году в США разрабатывается язык Бейсик, предназначенный для начинающих программистов, который позже нашел широкое применение на микроЭВМ и персональных компьютерах. Появляются новые непроцедурные языки, специализированные языки для определенных классов задач: ЛИСП — язык функционального программирования, СНОБОЛ — язык для обработки строк, СИМУЛА-1 — язык моделирования, АПЛ и др.

«Настоящая история электронной вычислительной техники и ее революционизирующего влияния на общество начинается с конца 1960-х годов, когда появились ЭВМ так называемого третьего поколения». (Академик Н. Н. Моисеев.)



Элементной базой ЭВМ третьего поколения стали **интегральные схемы (ИС)** — миниатюрные электронные приборы, объединявшие в себе сначала сотни, а затем тысячи элементов электронной схемы. Промышленное производство интегральных схем началось в 1962 году. В Америке их стали называть *чипами*. Пионером в производстве чипов была фирма Intel (INTEgrated ELEctronics — «интегральная электроника»).

В 1964 году компания IBM объявила о создании шести моделей ЭВМ нового поколения на интегральных схемах. Серия этих машин получила название IBM/360. Это были программно совместимые машины с общей архитектурой, но разной производительности, комплектации и стоимости. Быстродействие разных моделей машин находилось в диапазоне от нескольких десятков тысяч до нескольких миллионов операций в секунду.

В 1970 году начинается выпуск серии машин IBM/370. Они обладали программной совместимостью с IBM/360, но были более совершенными. Элементной базой для них стали большие интегральные схемы — БИС.

ЭВМ серии IBM/360/370 содержали в своей конструкции один центральный процессор и несколько периферийных процессоров для управления внешними устройствами, которые назывались каналами ввода/вывода. Это позволило реализовать *мультипро-*

граммный режим работы: пока одна программа занята вводом/выводом данных, другая программа занимает центральный процессор, выполняя вычисления.

Операционные системы ЭВМ третьего поколения могли реализовать функцию разделения ресурсов ЭВМ между несколькими выполняемыми программами. К разделяемым ресурсам, прежде всего, относятся время работы процессора и оперативная память. Задача ОС состоит в том, чтобы разные программы, выполняемые одновременно на ЭВМ, «не мешали» друг другу и чтобы КПД работы центрального процессора был максимальным, иначе говоря, чтобы центральный процессор не простаивал. ОС берет на себя также заботу о порядке использования несколькими программами общих внешних устройств: внешней памяти, устройств ввода/вывода.

На машинах третьего поколения стали широко использоваться *накопители на магнитных дисках (НМД)* — устройствах внешней памяти *прямого доступа* (в отличие от НМЛ — устройствах *последовательного доступа*). Задача операционной системы заключалась также в *управлении работой с файлами на магнитных дисках*.

Третья задача ОС — *обеспечение взаимодействия пользователя* (оператора ЭВМ, программиста) *с компьютером*. Это взаимодействие осуществляется на специальном командном языке операционной системы. Техническим средством такого взаимодействия (интерфейса) сначала были консоли — электрические пишущие машинки, а позже — мониторы с электронно-лучевым дисплеем.

Наиболее развитыми возможностями обладала операционная система OS/360. На ее основе был реализован многопользовательский режим работы ЭВМ. Несколько пользователей одновременно на одной машине могли исполнять свои программы, вводя их через *терминал — клавишное устройство с дисплеем*. Вернулся режим прямого взаимодействия пользователя (программиста) с компьютером, как во времена первого поколения ЭВМ. Но теперь появилась *возможность параллельной работы многих пользователей*. Помещения с терминалами — *терминальные залы* — располагались отдельно от машинного зала.

Основным средством работы на ЭВМ остаются языки программирования высокого уровня. Большое распространение получает язык PL-1 (в переводе — «язык программирования номер один»). Это первый универсальный язык, предназначенный для работы с любыми типами данных. Разрабатываются многочисленные *пакеты прикладных программ (ППП)* для различных областей производства, экономики, науки. ППП предназначены для их использования непрограммирующими пользователями через терминальную систему связи с ЭВМ.

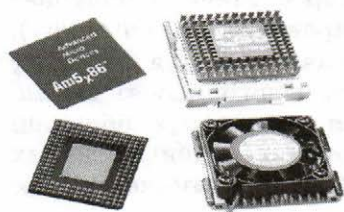
Архитектура ЭВМ серии IBM/360/370 фактически стала международным стандартом для больших машин третьего поколения. В ряде других стран в те же годы начинается выпуск серий машин, совместимых с IBM/360/370. Такие машины выпускались на предприятиях Великобритании, ФРГ, Японии, Голландии. В Советском Союзе совместно с европейскими социалистическими странами в 1970–1980-х годах выпускались машины Единой Серии ЭВМ — ЕС ЭВМ. Эти машины в своих конструктивных и программных решениях повторяли IBM/360/370.

В конце 1960-х годов начинается выпуск серии ЭВМ PDP американской фирмы DEC. Это малые ЭВМ, способные работать в режиме *реального времени* и благодаря этому управлять работой различных технических устройств. Поэтому их еще называют управляющими машинами.

В этой линии наиболее известной серией были мини-ЭВМ семейства PDP-11. Архитектуру машин этой серии называют архитектурой «общей шины». *Общая шина* — это *информационная магистраль*, к которой подключаются процессор, память и контроллеры внешних устройств. Позже такая архитектура стала использоваться в микроЭВМ и персональных компьютерах (ПК).

В основе программного обеспечения мини-ЭВМ лежали *операционные системы реального времени*. Они управляли не только распределением ресурсов машины в мультипрограммном режиме работы, но и временем реакции ЭВМ на внешнее воздействие при управлении техническими устройствами: промышленными установками, лабораторным оборудованием, транспортными средствами и пр. Мини-ЭВМ стали работать даже на бортах космических кораблей. На базе мини-ЭВМ на предприятиях создаются АСУ ТП — автоматизированные системы управления технологическими процессами.

Со временем стала стираться разница между эксплуатационными качествами малых и больших машин. В 1970–1980 годах в США выпускается серия малых ЭВМ VAX-11 с 32-разрядным процессором, миллионным быстродействием и гигабайтной памятью. По тем временам такие машины можно было относить к категории суперЭВМ.



Переход к **четвертому поколению ЭВМ** происходил *по двум направлениям*. Первое было связано с разработкой **суперкомпьютеров**, второе — с изобретением и использованием в ЭВМ **микропроцессоров**. И тот, и другой процессы берут свое начало в 1970-х годах.

Первый в истории микропроцессор появился в 1971 году. Тогда фирма Intel представила свой четырехразрядный микропроцессор Intel-4004, выполнявший 60 000 операций в секунду. Первая микроЭВМ на основе восьмиразрядного процессора Intel-8008 была создана в 1973 году.

Об истории микроЭВМ и персональных компьютеров будет рассказано подробно в следующем параграфе. А сейчас мы обсудим другую линию ЭВМ четвертого поколения: линию *суперкомпьютеров*.

Изобретатели ЭВМ понимали, что конструкция машины с одним центральным, «вычисляющим» процессором имеет естественный физический предел быстродействия. Он связан с двумя причинами: небесконечная величина скорости передачи сигнала между узлами компьютера и нарастающее тепловыделение при работе процессора на высоких значениях тактовой частоты. Причем второй фактор оказался наиболее существенным, поскольку процессор может попросту сгореть. Процессоры, работающие со скоростями, измеряемыми десятками миллионов операций в секунду, приближаются к такому пределу.

Поиски решения этой проблемы привели к отказу от фон-неймановской архитектуры ЭВМ с одним центральным процессором. Появились две фундаментальные идеи, лежащие в основе архитектуры суперкомпьютеров: принцип *конвейерной обработки* и принцип *векторной обработки*.

Сначала о **конвейерном методе**. Наверное, каждый из вас представляет себе производственный конвейер, например по сборке автомобилей. Сборка состоит из последовательных операций, каждую из которых выполняет один рабочий (или робот). Изделие в процессе перемещения по конвейеру постепенно приобретает свой окончательный вид. А теперь представьте себе, что все операции по сборке машины выполнял бы один универсальный рабочий-сборщик. При какой технологии производства завод будет выпускать больше машин за рабочий день? Конечно, при использовании конвейерной технологии!

В компьютере выполнение каждой операции (команды) разбивается на отдельные этапы. Процессорный конвейер — это цепочка процессоров, каждый из которых выполняет только один этап операции и передает результат следующему процессору в конвейере. После этого сразу же приступает к выполнению своего этапа следующей операции.

Пусть, для примера, выполнение каждой команды разбивается на 4 этапа и каждый процессор в конвейере выполняет свою работу за 1 единицу времени. Через 4 единицы времени с конвейера «сойдет» 1-я команда, через 5 единиц — 2-я команда и т. д.

Для выполнения N команд потребуется $N + 3$ единицы времени. Если бы команды последовательно выполнял один процессор, затрачивая 4 единицы времени на каждую, то N команд было бы выполнено за $4N$ единиц времени.

Конвейерный принцип работы используется не только в суперкомпьютерах, но и в обычных персональных компьютерах, начиная с процессора i80486. Подробнее об этом расскажем позже.

Векторная обработка предполагает использование множества процессорных элементов, которые могут работать параллельно, одновременно выполняя одну и ту же операцию над разными данными. Подобные вычисления часто выполняются при обработке массивов чисел — векторов. Например, при сложении двух одномерных массивов из 100 элементов $\{a_1, a_2, \dots, a_{100}\}$ и $\{b_1, b_2, \dots, b_{100}\}$ получается массив такого же размера, элементы которого вычисляются по формуле: $c_i = a_i + b_i, i = 1, \dots, 100$. Если эту задачу решает однопроцессорный компьютер, то сложения будут производиться последовательно и затраченное время на вычисления составит $100 \cdot \tau$ секунд, где τ — время выполнения операции сложения. Если же в компьютере имеются не менее 100 процессоров, то, работая параллельно, они затратят на эту работу всего τ с.

На применении конвейерного принципа работы при выполнении вычислений с векторами основаны **векторно-конвейерные ЭВМ**. **Матричные ЭВМ** работают по векторному принципу. При этом все процессорные элементы выполняют синхронно одну и ту же последовательность операций.

В **многопроцессорных ЭВМ** каждый процессорный элемент независимо от других работает по своей программе. Взаимодействие между ними происходит путем передачи данных. Эта передача осуществляется через память компьютера. Обеспечение быстрого обмена данными между параллельно работающими процессорами — узловая проблема многопроцессорных ЭВМ.

Первые суперкомпьютеры создаются в 1970-х годах. Большую известность имели машины, разработанные американским конструктором Сеймуром Крейем, основателем компании Cray Research по производству суперкомпьютеров. В 1976 году была выпущена ЭВМ CRAY-1 с производительностью 130 млн операций вещественной арифметики в секунду. В CRAY-1 использовалась *векторно-конвейерная технология* вычислений.

Одной из первых *матричных* суперЭВМ была машина ILLIAC-IV, разработанная в Иллинойском университете (1972 г.). Ее быстродействие составляло 200 млн оп./с.

В 1980-х годах Крей занимается разработкой многопроцессорных суперЭВМ. Модели CRAY-2 (рис. 2.15), CRAY-3 и др. достигают



Рис. 2.15. Суперкомпьютер CRAY-2

быстродействия в 10^9 – 10^{10} оп./с. Высокими темпами в этот период развивается производство суперЭВМ в Японии. Японский суперкомпьютер SX-3 имел максимальное быстродействие 20 млрд оп./с.

Многопроцессорные ЭВМ 1980–1990-х годов содержали от нескольких единиц до нескольких десятков процессоров. Современные многопроцессорные суперЭВМ на основе микропроцессоров содержат тысячи параллельно работающих процессоров. Их быстродействие исчисляется величинами порядка 10^{12} оп./с.

Многопроцессорные суперкомпьютеры имеют очень высокую стоимость. Более дешевым способом обеспечения параллельных вычислений является технология распределенных вычислений.

Распределенные вычисления — способ реализации параллельных вычислений путем использования множества компьютеров, объединенных в сеть. Такие вычислительные системы еще называют мультикомпьютерными системами.

Распределенные вычисления часто реализуются с помощью **компьютерных кластеров** — нескольких компьютеров, связанных в локальную сеть и объединенных специальным программным обеспечением, реализующим параллельный вычислительный процесс.

Кластерные системы на сегодняшний день являются самым дешевым способом организации параллельных вычислений, поскольку для них можно использовать уже имеющиеся у пользователя компьютеры. Однако возможности организации взаимодействия отдельных компьютеров по сравнению с организацией узлов в многопроцессорной системе невелики, равно как и скорости передачи данных. Это обстоятельство накладывает ограничения на классы задач, для решения которых целесообразно использование кластерных систем.

Зачем нужны сверхбыстрые компьютеры. Несмотря на стремительно нарастающую производительность компьютеров, которая каждые 4–5 лет по важнейшим показателям практически удваивается, всегда есть классы задач, для которых существующей производительности не хватает. Укажем некоторые из них.

1. Расчеты, лежащие в основе реализации математических моделей многих процессов в природе и технике. Гигантские вычислительные ресурсы необходимы для более надежного и долгосрочного прогноза погоды, для решения аэрокосмических задач, в том числе и оборонных, для решения многих инженерных задач и т. д.
2. Поиск информации в гигантских базах данных, достигающих по объему хранимой информации нескольких терабайтов (1 терабайт = 1024 Гбайт = 10^{12} байтов).
3. Моделирование интеллекта. При всех фантастических показателях объем оперативной памяти современных компьютеров составляет лишь малую долю объема памяти человека.

Система основных понятий

	Смена поколений ЭВМ			
	1 1950-е годы	2 1960-е годы	3 1970-е годы	4 (суперЭВМ) Начиная с 1970-х годов
<i>Элементная база:</i>	Электронные лампы	Транзисторы	Интегральные схемы (ИС) и большие интегральные схемы (БИС)	БИС, СВИС, микропроцессоры
<i>Максимальное быстродействие (оп./с):</i>	10–20 тыс.	100 тыс. – 3 млн	10 млн	10^9 – 10^{12}
<i>Максимальная емкость ОЗУ (Кбайт):</i>	100	1000	10 000	10^7
<i>Архитектура:</i>	фон-неймановская однопроцессорная	фон-неймановская однопроцессорная. Появление периферийных процессоров	Центральный процессор + каналы ввода/вывода. Шинная архитектура	Конвейерно-векторные, матричные, многопроцессорные. Мультикомпьютерные системы
<i>Примеры моделей и серий ЭВМ:</i>	М-20, Урал-4, Минск-14	М-220, БЭСМ-4, Минск-32, БЭСМ-6	IBM/360/370, PDP-11, ЕС ЭВМ	CRAY, ILLIAC IV, SX-3



Вопросы и задания

1. Расскажите о смене элементной базы компьютеров, происходившей при переходе от одного поколения к другому. Как при этом менялись основные характеристики ЭВМ? Подготовьте презентацию.
2. В чем состоял отход от архитектуры фон Неймана на ЭВМ второго и третьего поколений?
3. Что позволило реализовать мультипрограммный режим работы на ЭВМ третьего поколения?
4. Какие функции выполняли первые операционные системы?
5. В чем особенности мини-ЭВМ, отличавшие их от «больших» машин?
6. Назовите две линии в четвертом поколении ЭВМ.
7. Что такое суперкомпьютеры? Что такое конвейерная и векторная технологии?
8. Что представляют собой мультикомпьютерные системы?

2.4. Обработка чисел в компьютере

2.4.1. Представление и обработка целых чисел

Понятие числа в математике

Число — важнейшее математическое понятие. Первоначально математика оперировала лишь с целыми положительными (натуральными) числами. Понятие отрицательного числа вводится в работах Рене Декарта в XVII веке. В математике ряд целых чисел — это бесконечное дискретное множество (рис. 2.16).

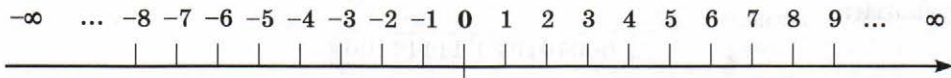


Рис. 2.16. Математическое множество целых чисел на числовой оси

Понятие вещественного (действительного) числа в математику ввел Исаак Ньютон в XVIII веке. С математической точки зрения, множество вещественных чисел бесконечно и непрерывно. Оно включает в себя бесконечное множество целых чисел и еще бесконечное множество нецелых чисел. Между двумя любыми точками на числовой оси лежит бесконечное множество вещественных чисел.

Целые числа в компьютере

Согласно принципу фон Неймана, числа в компьютере представляются и обрабатываются в двоичной системе счисления. С правилами представления целых чисел вы знакомились в курсе информатики 7–9 классов. Кратко повторим их.

Для хранения целых чисел могут использоваться ячейки разной длины: 1 байт, 2 байта, 4 байта. Далее для примера будем рассматривать двухбайтовое представление целых чисел.

Наименьшее по абсолютной величине число, хранимое в ячейке памяти, равно нулю (во всех разрядах — ноль). Самое большое положительное число имеет такое представление в памяти компьютера в двухбайтовой ячейке в двоичной форме:

01111111 11111111

Это же число в шестнадцатеричной форме:

7F FF

В десятичной системе это число равно $2^{15} - 1 = 32\,767$.

Если размер ячейки памяти равен N битов, то максимальное целое положительное число, хранимое в ячейке, равно $2^{N-1} - 1$.

Первый слева двоичный разряд хранит код знака числа. У положительных чисел в этом разряде ноль, у отрицательных — единица.

Как получить представление целого положительного числа в памяти, например числа 5628? Покажем это на примере. Сначала переведем число в шестнадцатеричную систему.

$$5628_{10} = 15FC_{16}$$

Используя двоично-шестнадцатеричную таблицу, можно расписать двоичное представление этого числа в двухбайтовой ячейке памяти:

00010101 11111100

Теперь рассмотрим представление целого отрицательного числа в памяти компьютера. Действует следующее правило.

Отрицательные целые числа представляются в **дополнительном двоичном коде**.

Получим представление в памяти числа -5628 . Для этого нужно выполнить следующую последовательность действий.

1. Получить двоичное представление для абсолютной величины (положительного значения) этого числа; оно представлено выше и выглядит так:

00010101 11111100

2. Инvertировать этот двоичный код путем замены в нем всех единиц на нули, а нулей на единицы:

11101010	00000011
----------	----------

3. К этому коду добавить единицу; получим дополнительный код числа:

11101010	00000100
----------	----------

Это и есть искомое представление числа -5628 . В шестнадцатеричной форме оно выглядит так: EA 04.

Представление в памяти максимального по абсолютной величине отрицательного числа, равного -2^{15} , в шестнадцатеричной форме имеет вид: 80 00. Попробуйте доказать это самостоятельно.

Может возникнуть вопрос: в чем смысл дополнительного кода? Зачем производить все перечисленные действия? Чтобы на него ответить, сложим двоичные коды чисел $+5628$ и -5628 :

	00010101	11111100
+	11101010	00000100
1	00000000	00000000

Единица в старшем разряде вышла за пределы ячейки. Помните: в параграфе 2.1.2 мы говорили об исчезновении разряда переноса. Сумма, полученная в ячейке, равна нулю. Но так и должно быть!

Теперь можно объяснить смысл понятия «дополнительный код». Если X — двоичное положительное целое число, а \hat{X} — его дополнительный код, то $X + \hat{X} = 2^{16}$. В общем случае для N -разрядной ячейки выполняется: $X + \hat{X} = 2^N$. Следовательно, \hat{X} дополняет X до значения 2^N .

Максимальное по абсолютной величине отрицательное целое число, представляемое в N -разрядной ячейке памяти, равно -2^{N-1} .

Арифметическое устройство компьютера умеет выполнять операцию сложения, но не умеет выполнять вычитание. Вычитание в компьютере сводится к сложению первого слагаемого с дополнительным кодом второго слагаемого. Это одна из конструкторских «хитростей», позволяющая оптимизировать устройство процессора компьютера.

Рассмотренное представление целых чисел называется **представлением в формате с фиксированной запятой**.

Мы рассмотрели **формат представления целых чисел со знаком**, т. е. положительных и отрицательных. Бывает, что нужно работать только с положительными целыми числами. В таком



случае используется **формат представления целых чисел без знака**. В этом формате самое маленькое число — ноль (все биты — нули), а самое большое число для 16-разрядной ячейки:

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

В десятичной системе это $2^{16} - 1 = 65\,535$. По модулю это в два раза больше, чем в представлении со знаком.

Из всего сказанного делаем вывод:

Целые числа в памяти компьютера — это дискретное ограниченное множество.

Границы этого множества зависят от размера выделяемой ячейки памяти под целое число, а также от формата: «со знаком» или «без знака». Шаг в компьютерной последовательности целых чисел, как и в математической, остается равным единице.

Особенности целочисленной машинной арифметики

Числовые расчеты могут производиться на множестве целых чисел или на множестве вещественных чисел. С математической точки зрения, целые числа являются подмножеством множества вещественных чисел. Поэтому, казалось бы, можно было и не разделять в компьютере числа на целые и вещественные и иметь дело только с вещественным числовым типом данных.

Однако целочисленная арифметика в компьютере имеет три очень существенных преимущества по сравнению с вещественной арифметикой:

- 1) целые числа всегда представимы своими точными значениями;
- 2) операции целочисленной арифметики дают точные результаты;
- 3) операции целочисленной арифметики выполняются быстрее, чем операции вещественной арифметики.

Недостатком целого типа данных является сравнительно узкий диапазон допустимых значений (для типа `integer` от $-32\,768$ до $32\,767$). При исполнении программы автоматически не контролируется выход значения целой величины за эти границы. Выход числового значения за допустимый в компьютере диапазон называется *эффектом переполнения*. *Переполнение при работе с целыми числами не вызывает прерывания работы процессора*. В таком случае получается ошибочный результат. Если такая опасность есть, то программист должен сам предусматривать в своей программе предупреждение целочисленного переполнения. Чаще всего целый тип используется для представления счетчиков, номеров, индексов и других целочисленных величин.

Пример. Определим, каким окажется результат вычисления произведения $20000 \cdot 2$, если числа представляются в формате с фиксированной запятой в двухбайтовой ячейке памяти.

Переведем число 20000 в двоичную систему счисления:

$$20000 = 4E20_{16} = 100\ 1110\ 0010\ 0000_2.$$

Умножим это число на $2 = 10_2$:

$$(0100\ 1110\ 0010\ 0000 \cdot 10)_2 = 1001\ 1100\ 0100\ 0000_2.$$

Запишем результат в двухбайтовую ячейку:

1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

В формате с фиксированной запятой это отрицательное число, поскольку в 15-м разряде стоит единица. Определим, какому десятичному числу соответствует такой код. Для этого выполним последовательность преобразований из этого дополнительного кода в абсолютную величину числа. Это будут преобразования, обратные рассмотренным выше при получении кода отрицательного целого числа.

$$\begin{aligned} 1001\ 1100\ 0100\ 0000 &\rightarrow 1001\ 1100\ 0011\ 1111 \rightarrow \\ &\rightarrow 0110\ 0011\ 1100\ 0000 \rightarrow 63C0_{16} = 25536_{10}. \end{aligned}$$

Следовательно, результат умножения оказался таким: $20000 \cdot 2 = -25536$, что неверно. Правильный результат: $20000 \cdot 2 = 40000 > 32767$, он выходит за диапазон допустимых значений и вызывает переполнение. Но прерывания работы процессора при этом не произойдет.

Система основных понятий

Представление и обработка целых чисел	
Формат представления целых чисел с фиксированной запятой	
<i>Положительные числа</i>	<i>Отрицательные числа</i>
В N -разрядном двоичном коде	В дополнительном N -разрядном коде $\hat{X} = 2^N - X$
Максимальное значение: $2^{N-1} - 1$	Максимальное по модулю значение: -2^{N-1}
Особенности целочисленной машинной арифметики:	
1) целые числа всегда представимы своими точными значениями;	
2) операции целочисленной арифметики дают точные результаты;	
3) операции целочисленной арифметики выполняются быстрее, чем операции вещественной арифметики;	
4) целочисленное переполнение не вызывает прерывания работы процессора	



Вопросы и задания

1. Почему множество целых чисел, представимых в памяти компьютера, дискретно и ограничено?
2. Определите диапазон целых чисел, хранящихся в 1 байте памяти, в двух вариантах: со знаком и без знака.
3. Получите представление в памяти компьютера числа 157 в 8-разрядной ячейке памяти в формате «со знаком».
4. Получите представление в памяти компьютера числа -157 в 8-разрядной ячейке памяти в формате «со знаком».
5. Получите представление в 16-разрядной ячейке памяти следующих целых десятичных чисел: а) 35, б) -35 , в) 967, г) -967 .
6. Определите, каким целым десятичным числам соответствуют следующие 16-ричные представления в памяти компьютера с двухбайтовой ячейкой: а) 7FFF, б) 016B, в) BFF5, г) FFFA.
7. Определите результат вычисления суммы целых десятичных чисел: $25000 + 30000$ в формате с фиксированной запятой для 16-разрядной ячейки.



2.4.2. Представление и обработка вещественных чисел

Первые микропроцессоры, которые применялись в персональных компьютерах, были приспособлены только для выполнения команд целочисленной арифметики (процессоры i8086, i80286, i80386). С дробными числами они работать не умели. В то же время решение многих задач научного и экономического содержания требует выполнения расчетов с нецелыми числами. В математике все множество целых и дробных чисел называется действительными числами, в программировании обычно их называют вещественными числами.

Существуют два пути решения этой проблемы. Первый путь — программная реализация операций над вещественными числами в рамках системы команд целочисленной арифметики. Например, операцию сложения вещественных чисел можно реализовать подпрограммой, состоящей из множества команд обработки целых чисел. По этой причине сложение вещественных чисел на компьютере будет происходить гораздо медленнее, чем сложение целых чисел.

Второй путь — использование специального процессора, в котором арифметические операции над вещественными числами реализованы аппаратно в его арифметическом устройстве. В этом случае разница между скоростью выполнения операций над целыми и над вещественными числами становится значительно меньше.

Такой процессор называется **математическим сопроцессором**. Он работает с вещественными числами, представленными в формате с плавающей запятой. В настоящее время в современных моделях компьютеров функции сопроцессора интегрированы в центральный процессор.

Формат с плавающей запятой

Формат с плавающей запятой использует представление вещественного числа R в виде произведения **мантиссы** m на основание системы счисления n в некоторой целой степени p , которую называют **порядком**: $R = m \cdot n^p$.

Представление числа в форме с плавающей запятой неоднозначно. Например, для десятичных чисел справедливы следующие равенства:

$$2,5324 = 0,25324 \cdot 10^1 = 0,0025324 \cdot 10^3 = 2532,4 \cdot 10^{-3} \text{ и т. п.}$$

Чтобы не было неоднозначности, в компьютере используют **нормализованное представление числа в формате с плавающей запятой**. Мантисса в нормализованном представлении должна удовлетворять условию: $0,1_n \leq m < 1_n$. Иначе говоря, мантисса должна быть меньше единицы и первая значащая цифра не должна быть нулем.

В памяти компьютера мантисса представляется как целое число, содержащее только значащие цифры (0 целых и запятая не хранятся). Представление вещественного числа в памяти сводится к представлению пары целых чисел: мантиссы и порядка.

В разных типах компьютеров применяются различные варианты представления чисел в формате с плавающей запятой. Для примера рассмотрим один из вариантов представления в памяти вещественного числа в четырехбайтовой ячейке памяти.

В ячейке должна содержаться следующая информация о числе: знак числа, порядок и значащие цифры мантиссы.

±	машинный порядок	М А Н Т И С С А			
1-й байт	2-й байт	3-й байт	4-й байт		

В старшем бите 1-го байта хранится знак числа: 0 обозначает плюс, 1 — минус. Оставшиеся 7 битов первого байта содержат **машинный порядок**. В следующих трех байтах хранятся значащие цифры мантиссы (24 разряда).

В семи двоичных разрядах помещаются двоичные числа в диапазоне от 0000000 до 1111111. Значит, машинный порядок изме-

няется в диапазоне от 0 до 127 (в десятичной системе счисления). Всего 128 значений. Но порядок может быть как положительным, так и отрицательным. Разумно эти 128 значений разделить поровну между положительными и отрицательными значениями порядка: от -64 до 63.

Машинный порядок смещен относительно математического и имеет только положительные значения. Смещение выбирается так, чтобы минимальному математическому значению порядка соответствовал ноль.

Связь между машинным порядком (Mp) и математическим (p) в рассматриваемом случае выражается формулой: $Mp = p + 64$.

Полученная формула записана в десятичной системе счисления. В двоичной системе формула имеет вид: $Mp_2 = p_2 + 100\ 0000_2$.

Для записи представления в памяти вещественного числа необходимо:

- 1) перевести модуль данного числа в двоичную систему счисления с 24 значащими цифрами;
- 2) нормализовать двоичное число;
- 3) найти машинный порядок в двоичной системе счисления;
- 4) учитывая знак числа, выписать представление числа в четырехбайтовом машинном слове.

Пример 1. Записать внутреннее представление числа 250,1875 в формате с плавающей запятой.

Решение

1. Переведем число в двоичную систему счисления с 24 значащими цифрами: $250,1875_{10} = 11111010,0011000000000000_2$.
2. Запишем его в форме нормализованного двоичного числа с плавающей запятой: $0,111110100011000000000000 \cdot 10^{1000}$. Здесь мантисса, основание системы счисления ($2_{10} = 10_2$) и порядок ($8_{10} = 1000_2$) записаны в двоичной системе.
3. Вычислим машинный порядок в двоичной системе счисления: $Mp_2 = 1000 + 100\ 0000 = 100\ 1000$.
4. Запишем представление числа в четырехбайтовой ячейке памяти с учетом знака числа. Цифры сверху указывают номера разрядов в ячейке:

31	30	24	23	16	15	8	7	0
0	1001000	11111010	00110000	00000000				

В шестнадцатеричной форме этот код имеет вид: 48FA3000.

Пример 2. По шестнадцатеричной форме представления числа в памяти компьютера в формате с плавающей запятой C9811000 восстановить десятичное число.

Решение

1. Перейдем к двоичному представлению числа в четырехбайтовой ячейке, заменив каждую шестнадцатеричную цифру четырьмя двоичными цифрами:

C9	81	10	00
1100 1001	1000 0001	0001 0000	0000 0000

2. Заметим, что получен код отрицательного числа, поскольку в старшем разряде с номером 31 записана 1. Получим порядок числа: $p = 1001001_2 - 1000000_2 = 1001_2 = 9_{10}$.
3. Запишем число в формате нормализованного двоичного числа с плавающей запятой с учетом знака числа: $-0,100000010001000000000000 \cdot 10^{1001}$.
4. Число в двоичной системе счисления имеет вид: $-100000010,001_2$.
5. Переведем число в десятичную систему счисления: $-100000010,001_2 = -(1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^{-3}) = -258,125_{10}$.

Диапазон вещественных чисел значительно шире диапазона целых чисел. Положительные и отрицательные числа расположены симметрично относительно нуля. Следовательно, максимальное и минимальное числа равны между собой по модулю.

Наименьшее по абсолютной величине число равно нулю. Наибольшее по абсолютной величине число в формате с плавающей запятой — это число с самой большой мантиссой и самым большим порядком.

Для четырехбайтового машинного слова таким числом будет:

$$0,111111111111111111111111 \cdot 10_2^{1111111}.$$

После перевода в десятичную систему счисления получим: $(1 - 2^{-24}) \cdot 2^{63} \approx 10^{19}$.

Множество вещественных чисел, представимых в памяти компьютера в формате с плавающей запятой, является ограниченным и дискретным.

Количество математических действительных чисел, точно представимых в памяти компьютера, вычисляется по формуле:

$$N = 2^t \cdot (U - L + 1) + 1.$$

Здесь t — количество двоичных разрядов мантииссы; U — максимальное значение математического порядка; L — минимальное значение математического порядка. Для рассмотренного нами варианта ($t = 24$, $U = 63$, $L = -64$) получается: $N = 2\ 147\ 483\ 649$.

Особенности вещественной машинной арифметики

В языках программирования (в том числе в Паскале) целый тип данных относится к *порядковым типам*. Вспомним, что это значит:

- величины этого типа принимают конечное множество значений, которые могут быть пронумерованы;
- на множестве значений данного типа работают понятия: «предыдущий элемент», «последующий элемент».

Почему же вещественный тип данных не является порядковым?

Вещественные числа в памяти компьютера представляются в формате с плавающей запятой, т. е. в виде совокупности пары чисел: целого порядка и нормализованной мантииссы. Поскольку размер ячейки памяти ограничен, в большинстве случаев мантиисса оказывается «обрезанной», т. е. приближенной. Точное представление в памяти компьютера имеет лишь дискретное конечное множество вещественных значений. Поэтому множество вещественных чисел в машинном представлении есть дискретное, конечное множество, хотя оно и является отражением континуума действительных чисел.

На рисунке 2.17 изображена положительная часть действительной числовой оси, на которой штрихами отмечены значения, точно представимые в вещественном типе данных. Эта картина симметрично отражается на отрицательную полуось.

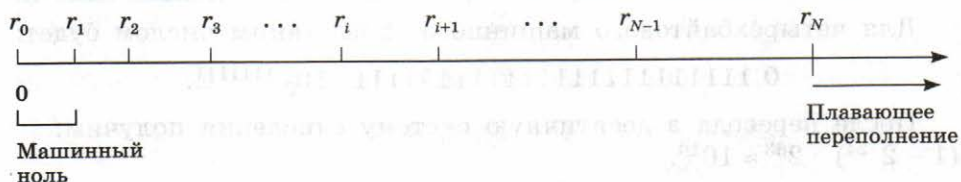


Рис. 2.17. Ряд точно представимых вещественных чисел

С ростом абсолютного значения числа интервал между соседними точками растет. Он равен (при двоичной нормализованной форме с плавающей запятой) $2^{-t} \cdot 2^p = 2^{p-t}$, где p — порядок числа, а t — количество двоичных разрядов в мантииссе. Ясно, что с ростом абсолютной величины числа его порядок (p) растет и, следовательно, растет шаг между двумя соседними значениями.

Минимальный шаг $\Delta r_{\min} = |r_1 - r_0| = 2^{p_{\min} - t}$; максимальный шаг: $\Delta r_{\max} = |r_N - r_{N-1}| = 2^{p_{\max} - t}$. Например, если $p_{\min} = -64$; $p_{\max} = 63$; $t = 24$, то имеем $\Delta r_{\min} = 2^{-88}$; $\Delta r_{\max} = 2^{39}$.

Казалось бы, значения множества точно представимых вещественных чисел можно пронумеровать и, таким образом, определить на нем понятия «следующий», «предыдущий». Однако расстояние между двумя последовательными значениями на этом множестве оказывается величиной «субъективной», в частности зависящей от размера ячейки памяти, в которой хранится число. Например, если под мантиссу выделяется 3 байта, то «следующее» значение получается путем прибавления к мантиссе величины 2^{-24} ; если 5 байтов, то 2^{-40} .

Если число X из бесконечного множества действительных чисел попадает между двумя точно представимыми значениями r_i и r_{i+1} , то оно заменяется на значение меньшего по модулю числа из этой пары. Следовательно, в общем случае, действительные числа хранятся в памяти приближенно, т. е. несут в себе погрешность, которая называется *погрешностью машинного округления*.

Из сказанного следует, что если два действительных числа X и Y удовлетворяют условиям $r_i < X < r_{i+1}$; $r_i < Y < r_{i+1}$, но $X \neq Y$, то в машинном представлении они неразличимы.

Если в процессе вычисления порядок результата превышает максимально допустимый, то такая ситуация называется *переполнением порядка*. В этом случае процессор прерывает работу.

Диапазон значений $0 \leq r < r_1$, где r_1 — минимальное, не равное нулю значение, представимое в памяти машины, называется *машинным нулем*. Это значит, что любое число, лежащее в этом диапазоне, в компьютере представляется нулем.

Разность между вещественной единицей и ближайшим к ней числом, представимым в памяти машины, называется *машинным эpsilon* — ε . Иначе говоря, если $r_i = 1$, то $r_{i+1} = 1 + \varepsilon$. Легко понять, что величина машинного ε связана только с разрядностью мантиссы в представлении вещественных чисел на данном компьютере.

Для определения величины машинного ε можно использовать следующую программу:

```

Program Epsilon;
Var Eps: Real;
begin Eps:=1/2;
  while 1.0 + Eps > 1.0 Do
    begin
      Eps:=Eps/2;
      WriteLn(Eps)
    end
end.

```



Программа будет выводить на экран последовательность отрицательных степеней двойки: 2^{-2} , 2^{-3} , 2^{-4} , Последнее выведенное число будет равно машинному эпсилон. Вычисления, выполненные на компьютере автора, дали следующий результат:

$$\varepsilon = 2^{-41} \approx 4,55 \cdot 10^{-13}.$$

Система основных понятий

Представление и обработка вещественных чисел															
Представление вещественных чисел															
<i>Формат с плавающей запятой:</i>	$R = m \cdot n^p$ <i>m</i> — мантисса, <i>n</i> — основание системы счисления; <i>p</i> — порядок. $0,1 \leq m \leq 1$ — условие нормализации														
<i>Размещение в 32-разрядной ячейке памяти:</i>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 10%;">31</td> <td style="width: 10%;">30</td> <td style="width: 10%;">24</td> <td style="width: 10%;">16</td> <td style="width: 10%;">8</td> <td style="width: 10%;">0</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">±</td> <td colspan="2" style="border: 1px solid black;">М П</td> <td colspan="2" style="border: 1px solid black;">М А</td> <td colspan="2" style="border: 1px solid black;">Н Т И С С А</td> </tr> </table> <p><i>МП</i> — машинный порядок: математический порядок + смещение; $МП \geq 0$</p>		31	30	24	16	8	0	±	М П		М А		Н Т И С С А	
	31	30	24	16	8	0									
±	М П		М А		Н Т И С С А										
Особенности вещественной машинной арифметики: 1) ограниченное дискретное множество значений; диапазон шире, чем у целых чисел; 2) приближенные вычисления; 3) вычисления происходят медленнее, чем для целых чисел; 4) переполнение порядка приводит к прерыванию работы процессора															

Вопросы и задания

1. Почему множество действительных (вещественных) чисел, представимых в памяти компьютера, дискретно и ограничено?
2. Из каких двух частей состоит представление числа в формате с плавающей запятой?
3. Во сколько раз увеличится диапазон представления вещественных чисел в компьютере, если вместо одного байта под порядок числа будет выделено 2 байта?
4. Получите два варианта представления положительного десятичного числа 5: в формате с фиксированной запятой и в формате с плавающей запятой в четырехбайтовой ячейке.
5. Получите два варианта представления отрицательного десятичного числа -5: в формате с фиксированной запятой и в формате с плавающей запятой в четырехбайтовой ячейке.



6. В некотором компьютере для представления вещественного числа отводится 2 байта. Порядок занимает 7 битов. Сколько различных действительных чисел точно представимы в памяти такого компьютера?
7. Получите шестнадцатеричную форму внутреннего представления отрицательного числа $-123,125$ в формате с плавающей запятой в четырехбайтовой ячейке.

Практикум. Раздел 6 «Устройство компьютера»

2.5. Персональный компьютер и его устройство

2.5.1. История и архитектура персональных компьютеров

Первые микроЭВМ

Первыми электронными вычислительными машинами (ЭВМ) могли пользоваться только сотрудники крупных лабораторий и научно-исследовательских центров. Это было связано не только с их высокой стоимостью, но и с относительно большими размерами самих ЭВМ. И то, что в современном мире компьютеры можно встретить в офисах, школах, детских садах, квартирах, стало возможным благодаря разработке **микропроцессора**, который позволил значительно уменьшить размеры компьютера, сделав его действительно персональным устройством.

В 1969 году фирма Intel получила от японской компании Busicom заказ на разработку набора из 12 микросхем для семейства программируемых калькуляторов. В то время все микросхемы, выполняющие вычисления, разрабатывались специально под продукт заказчика. Однако сотрудники Intel Тед Хофф, Федерико Феджин и Стен Мэйзор предложили спроектировать единую универсальную микросхему — центральный процессор ЭВМ общего назначения, который взял бы на себя все функции отдельных микросхем. Главная особенность этого процессора заключалась в том, что в нем несколько интегральных микросхем размещались на одном кристалле кремния. Хофф разработал архитектуру микропроцессора, Мэйзор — систему команд, а Феджин спроектировал саму микросхему.

15 ноября 1971 года фирма Intel представила миру первый четырехразрядный микропроцессор, названный **i4004** (рис. 2.18). Характеристики первого микропроцессора: 4-разрядный, коли-

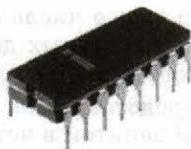


Рис. 2.18.

Первый микропроцессор

чество транзисторов 2300, тактовая частота 108 кГц. Появление i4004 стало первым шагом на пути развития персональных компьютеров, доступных не только специалистам в области вычислительной техники, но и обычным людям.

МикроЭВМ — это компьютер, построенный на базе микропроцессора. В апреле 1972 года фирма Intel выпустила 8-разрядный процессор **i8008** с тактовой частотой 0,5 МГц. На базе этого процессора в 1973 году создается первая микроЭВМ Intellec-8 (фирма Intel).

Первые микроЭВМ особого успеха у потенциальных пользователей не имели. Для их использования требовалось знание программирования. Стоимость первых микроЭВМ была достаточно велика (до \$2500). Чтобы снизить цену своей продукции, производители решили опробовать идею «компьютера-конструктора». Пользователь покупал набор деталей и инструкцию по сборке, после чего должен был самостоятельно паять и тестировать собранные узлы. В этих компьютерах не было ни клавиатуры, ни дисплея, ни долговременной памяти. Программы вводились переключением тумблеров на передней панели, а результаты считывались со светодиодных индикаторов. К компьютерам-конструкторам относятся **Micral, SCELBI-8H, MARK 8**. Стоимость таких компьютеров была около \$500–600. Но даже подобный маркетинговый ход не привлек большого количества покупателей.



Рис. 2.19. Компьютер «Altair-8800»

Первым микрокомпьютером, который привлек внимание потребителей, стал **Altair 8800** (рис. 2.19) фирмы MITS (1975 г.). В компьютере использовался процессор i8080 фирмы Intel. Разработчик Altair 8800 Эд Робертс решил использовать в компьютере системную плату с гнездами, куда подключались процессор, память и другие необходимые

устройства. Подобная открытая архитектурная концепция была названа S-100 Bus.

Персональные компьютеры

Появление понятия «персональный компьютер» (ПК) связано с именами американских специалистов Стива Джобса и Стива Возняка и основанной ими компании Apple. В 1976 году создается ПК Apple-1, а в 1977 году — Apple-2 (рис. 2.20).

Главное отличие персональных компьютеров от микрокомпьютеров заключалось в том, что работать с ними могли не только специалисты по вычислительной технике и программисты, но и люди других профессий, а также школьники и студенты. В состав устройств ПК включаются графический дисплей, удобная клавиатура, принтеры. В 1978–1979 годах появляется прикладное программное обеспечение: текстовый редактор WordStar и табличный процессор VisiCalc.

Популярность персональных компьютеров привела к некоторому снижению спроса на большие компьютеры и мини-компьютеры (мини-ЭВМ). Это вызвало серьезное беспокойство у ведущей компании по производству компьютеров — фирмы IBM. В 1979 году IBM решила также выйти на рынок персональных компьютеров. Чтобы сэкономить деньги, руководство фирмы разрешило подразделению, ответственному за разработку персонального компьютера, при конструировании использовать блоки, изготовленные другими фирмами, что и было реализовано. Таким образом, в компьютерном мире окончательно сложился принцип *открытой архитектуры* персонального компьютера, заложенный еще разработчиками Altair 8800.



Рис. 2.20.
Персональный компьютер Apple-2

Открытая архитектура персонального компьютера — это архитектура, предусматривающая модульное построение компьютера с возможностью добавления и замены отдельных устройств благодаря наличию опубликованной документации на эти устройства.

Первый персональный компьютер фирмы IBM был выпущен в 1981 году и назван **IBM PC model 5150**. Он использовал процессор **i8088** фирмы Intel с тактовой частотой 4,77 МГц. Объем оперативной памяти составлял 64 Кбайт. Устройства долговременной памяти отсутствовали. Для этого процессора фирмой Microsoft была разработана новая операционная система **MS-DOS**.

Принцип открытой архитектуры привел к тому, что очень скоро компания IBM оказалась лишь одной из множества фирм, разрабатывающих и продающих персональные компьютеры. В 1983 году IBM выпустила модернизированный PC model 5160, который предусматривал возможность установки жесткого диска объемом 10 или 20 Мб. В 1984 году была выпущена следующая модель, названная PC AT (Advanced Technology — усовершенствованная

технология). В этой модели использовался новый 16-разрядный процессор Intel 80286 (**i80286**) с тактовой частотой до 20 МГц. На этом лидерство компании закончилось. Первый «IBM-совместимый» компьютер на базе процессора Intel 80386 был изготовлен компанией Compaq Computers. Это был первый 32-разрядный процессор, который положил начало семейству процессоров IA-32 (32-bit Intel Architecture).



Рис. 2.21.
Первый компьютер
Macintosh

В 1984 году фирма Apple выпустила первый персональный компьютер, в котором был графический интерфейс пользователя вместо стандартного на тот момент интерфейса командной строки. Для работы с этим интерфейсом впервые стало массово применяться новое устройство — мышь. Компьютер был назван **Macintosh** (рис. 2.21). Первоначально компьютеры Macintosh создавались на базе процессоров Motorola, которые позже были заменены более мощным процессором IBM PowerPC. В 2006 году Apple перешла на процессоры Intel. В отличие от своих конкурентов фирма Apple полностью самостоятельно разрабатывает операционную систему для своих компьютеров (**Mac OS**).

Эволюция микропроцессоров

Фирма Intel со времени выпуска самого первого процессора и по сей день является одним из ведущих разработчиков микропроцессоров. Чуть позже конкуренцию Intel составила фирма AMD. В настоящее время Intel и AMD являются ведущими производителями процессоров для персональных компьютеров. Некоторое время конкуренцию им составляли также фирмы **Apple Computer**, **IBM** и **Motorola**, разработавшие процессор **Power PC**, речь о котором уже шла выше.

Важным этапом в развитии микропроцессорной техники стал процессор **i80486**. Он был выпущен в 1989 году. Первое новшество заключалось в том, что впервые в центральный процессор стал интегрироваться *математический сопроцессор*, предназначенный для выполнения арифметических вычислений с плавающей запятой. Кроме того, в этом процессоре была реализован *конвейер*, применяемый ранее в суперЭВМ.

В марте 1993 года был выпущен процессор **Pentium**, в котором впервые появляется *предсказание переходов*. Суть предсказания переходов заключается в том, что при выполнении команды условного перехода (например, при выполнении команды ветвле-

ния) специальный блок микропроцессора определяет наиболее вероятное направление перехода, не дожидаясь окончания анализа условия. Процессор начинает выбирать из памяти и выполнять команды по предсказанной ветви программы. Так как направление перехода может быть предсказано неверно, получаемые результаты не записываются в память или регистры, а накапливаются в специальном буфере результатов. Если после анализа условия оказывается, что направление перехода было выбрано верно, все полученные результаты переписываются из буфера по месту назначения, а выполнение программы продолжается в обычном порядке. Если направление перехода предсказано неверно, то буфер результатов очищается и аннулируются результаты всех уже выполненных этапов этих команд конвейера. Конвейер начинает загружаться с первой команды другой ветви программы.

Для обеспечения оптимальной производительности переходы должны предсказываться максимально точно, иначе будет постоянно складываться ситуация, когда после выполнения перехода будет выясняться, что считалось совсем не то, что нужно. Максимальная эффективность предсказаний для Pentium составляла примерно 80%. Для современных процессоров точность предсказаний переходов составляет более 95%.

В конце 1993 года фирмы Apple Computer, IBM и Motorola совместно разработали микропроцессор **Power PC**. В 1994 году он стал использоваться в компьютерах **Macintosh**. В этом процессоре была реализована суперскалярная обработка, позволяющая выполнять в каждом такте 3 команды. Это стало возможным благодаря использованию архитектуры команд **RISC** (сокращенный набор команд постоянной длины). Все команды архитектуры **RISC** имеют одинаковую длину (что облегчает их выборку из памяти) и выполняются процессором за один такт. Все предыдущие процессоры либо использовали сложный набор команд **CISC** (расширенный набор команд переменной длины), либо относились к разряду **CISC**-процессоров с **RISC**-ядром. Процессорам, использующим архитектуру **CISC**, приходилось тратить дополнительное время на декодирование команд, так как их длина могла меняться от 8 до 108 битов.

Важным преимуществом процессоров **PowerPC** (начиная с моделей 603 и 604) была пониженная потребляемая мощность. В целях энергосбережения любой незагруженный исполнительный блок отключался, а при необходимости автоматически включался.

Однако в начале 2000-х годов развитие платформы **PowerPC** зашло в тупик. Создание новой архитектуры потребовало бы огромного количества времени и средств, поэтому в 2006 году фирма Apple решила перевести компьютеры **Macintosh** на процессоры **Intel**.

В марте 2000 года фирма AMD выпустила первый процессор с тактовой частотой, превышающей 1 ГГц, который назывался **Athlon K7**. Это позволило значительно укрепить позиции фирмы на рынке микропроцессорной техники.

В сентябре 2003 года AMD представила первые 64-разрядные процессоры для персональных компьютеров (**Athlon 64**).

Самым значимым событием 2005 года в области микропроцессоров стало появление в продаже CPU (центрального процессора) с двумя ядрами. Ядро представляет собой часть микропроцессора, содержащую его основные функциональные блоки и осуществляющую выполнение одного потока команд. О причинах перехода к многоядерным процессорам будет сказано в следующем параграфе. Первыми двухъядерными процессорами стали процессоры **Pentium D** фирмы Intel и **Athlon64 X2** фирмы AMD. Одними из наиболее революционных многоядерных процессоров стали процессоры линейки **Core 2 Duo** фирмы Intel.

В настоящее время основу рынка микропроцессоров составляют многоядерные процессоры, использующие в своем составе от 2 до 8 ядер, к каковым относятся процессоры **Intel Core 2 Quad**, **Phenom X3** и **X4** (фирмы AMD) и другие.

Система основных понятий

История и архитектура персональных компьютеров

1971 — создание первого микропроцессора i4004 (фирма Intel)

1975 — создание микроЭВМ Altair 8800 (фирма MITS)

1976 — концепция персонального компьютера, фирма Apple, ПК Apple-1

1981 — появление первого персонального компьютера фирмы IBM PC с окончательно сложившимся принципом открытой архитектуры

Открытая архитектура персонального компьютера — это архитектура, предусматривающая модульное построение компьютера с возможностью добавления и замены отдельных устройств благодаря наличию опубликованной документации на эти устройства

1984 — появление первого персонального компьютера Macintosh фирмы Apple с графическим интерфейсом пользователя

Наиболее важные этапы в развитии микропроцессоров:

i80486 (1989) — встроенный сопроцессор, появление конвейерной обработки данных;

Pentium (1993) — предсказание переходов;

Power PC (1993) — использование архитектуры команд RISC;

Athlon K7 (2000) — тактовая частота процессора впервые превысила 1 ГГц;

Athlon 64 (2003) — первый 64-разрядный процессор;

Pentium D (2005) — первый двухъядерный процессор

Вопросы и задания

1. Кто и когда разработал первый микропроцессор?
2. Во сколько раз тактовая частота первого микропроцессора была ниже максимальной тактовой частоты процессора Pentium IV (3800 МГц)?
3. В чем причина популярности персонального компьютера Altair 8800?
4. Что означает принцип открытой архитектуры? В каком компьютере были заложены основы этого принципа?
5. В чем особенности компьютера Macintosh?
6. В чем суть предсказания переходов?
7. Когда впервые в компьютерах стали применяться жесткие диски?
8. В какой модели процессора тактовая частота впервые превысила 1 ГГц?
9. В какой модели персонального компьютера стало массово использоваться устройство «мышь»?
10. В чем различие архитектуры команд RISC и CISC?
11. Какая фирма впервые выпустила 64-разрядные процессоры?

2.5.2. Микропроцессор: основные элементы и характеристики

Одним из важнейших устройств компьютера является **центральный процессор (CPU** — англ. *central processing unit*, что переводится как «центральное вычислительное устройство»). Именно от типа процессора и его характеристик в первую очередь зависит производительность компьютерной системы в целом.

Центральный процессор — это устройство компьютера, предназначенное для выполнения арифметических и логических операций над данными, а также координации работы всех устройств компьютера.

Состав микропроцессора

Современные центральные процессоры для персональных компьютеров выполняются в виде отдельных микросхем и называются **микропроцессорами**. В дальнейшем будем считать понятия «микропроцессор» и «процессор» равнозначными.

Схема состава микропроцессора показана на рис. 2.22.

Основным элементом микропроцессора является **ядро**, от которого зависит большинство характеристик самого процессора. Ядро представляет собой часть микропроцессора, содержащую его основные функциональные блоки и осуществляющую выполнение одного потока команд.

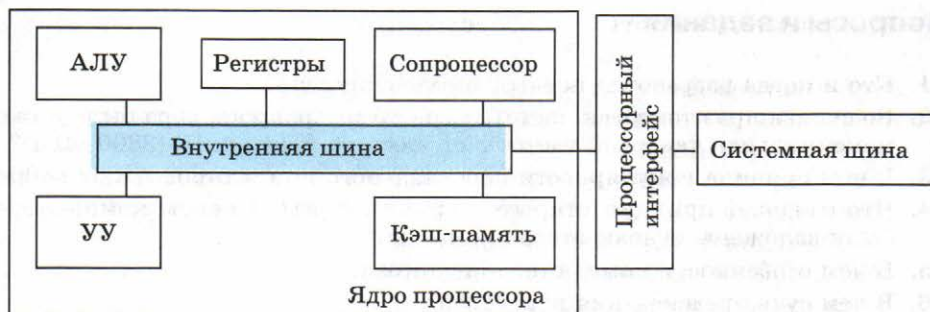


Рис. 2.22. Схема состава микропроцессора

Современные процессоры могут иметь более одного ядра, т. е. могут быть **многоядерными** (рис. 2.23). Многоядерные процессоры способны выполнять одновременно несколько потоков команд. Основная причина перехода к многоядерным процессорам была вызвана тем, что повышение производительности микропроцессоров путем дальнейшего наращивания тактовой частоты достигло физического предела в связи с очень высоким уровнем тепловыделения и энергопотребления. Производительность многоядерного процессора увеличивается за счет распараллеливания обработки данных между несколькими ядрами.



Рис. 2.23. Трехъядерный процессор AMD Phenom X3

Ядро процессора помещается в **корпус** (пластмассовый или керамический) и соединяется проводками с металлическими ножками (выводами), с помощью которых процессор присоединяется к системной плате компьютера. Количество выводов и их расположение определяют тип **процессорного интерфейса (разъема)**. Каждая системная плата ориентирована на один определенный тип разъема.



1. **Арифметико-логическое устройство (АЛУ)** выполняет все математические и логические операции.

2. **Управляющее устройство (УУ)** обеспечивает выполнение процессором последовательности команд программы.

3. **Набор регистров** — ячейки памяти внутри процессора, используемые для размещения команд программы и обрабатываемых данных.

4. **Кэш-память (кэш)** — сверхбыстрая память, хранящая содержимое наиболее часто используемых ячеек оперативной памяти, а также части программы, к которым процессор обратится с наибольшей долей вероятности. Процессор в первую очередь пытается найти нужные данные именно в кэш-памяти, а если их там не оказывается, обращается к более медленной оперативной памяти. Кэш-память делится на два или три уровня, которые обозначаются L1, L2 и L3 (чаще всего уровнем два).

5. **Сопроцессор** — элемент процессора, выполняющий действия над числами с плавающей запятой.

Характеристики микропроцессора

Тактовая частота. Для каждой выполняемой процессором команды требуется строго определенное количество единиц времени (тактов). Тактовые импульсы формируются генератором тактовой частоты, установленным на системной плате. Чем чаще они генерируются, тем больше команд процессор выполняет за единицу времени, т. е. тем выше его быстродействие. Тактовая частота обычно выражается в мегагерцах. 1 МГц равен 1 миллиону тактов в секунду. Первые модели процессоров Intel (i8008x) работали с тактовыми частотами, меньшими 5 МГц. Сегодня тактовая частота последних процессоров превышает 3 ГГц (1 ГГц = 1000 МГц). Внутренняя архитектура процессора, как и тактовая частота, также влияет на работу процессора, поэтому два CPU с одинаковой тактовой частотой не обязательно будут тратить одинаковое время на выполнение одной команды. Если, например, микропроцессору Intel 80286 требовалось 20 тактов, чтобы выполнить команду умножения двух чисел, то Intel 80486 или старше мог выполнить это же действие за один такт. Некоторые процессоры способны выполнять более одной команды за 1 такт. Их называют *суперскалярными*.

Различают внутреннюю и внешнюю тактовую частоту.

Внешняя тактовая частота — это частота, с которой процессор обменивается данными с оперативной памятью компьютера. Как уже было сказано выше, она формируется генератором тактовых импульсов (кварцевым резонатором).

Внутренняя тактовая частота — это частота, с которой происходит работа внутри процессора. Именно это значение указывается в прайс-листах фирм, продающих процессоры.

Первые процессоры имели одинаковую внутреннюю и внешнюю частоту, но, начиная с процессора i80486, для определения внутренней частоты стал применяться *коэффициент умножения*. Этот коэффициент определяется подачей напряжения на определенные контакты центрального процессора. Таким образом, для современных процессоров справедлива формула:

$$\begin{aligned} \text{Внутренняя тактовая частота} &= \\ &= \text{внешняя тактовая частота} \times \text{коэффициент.} \end{aligned}$$

Например, если внешняя тактовая частота 133 МГц, а коэффициент умножения равен 10, то внутренняя тактовая частота равна $133 \cdot 10 = 1330$ МГц.

Разрядность процессора определяет количество битов данных, которые он может принять и обработать одновременно. Первые процессоры были 8-разрядные и 16-разрядные. Современные процессоры имеют разрядность 32 или 64 бита.

Объем кэш-памяти. Как уже было сказано, при поиске нужной информации процессор в первую очередь обращается к кэш-памяти. Поэтому чем выше ее объем, тем больше вероятность, что необходимые данные будут найдены именно там.

Технологические нормы. Технологические нормы определяют расстояние между соседними транзисторами. Чем меньше расстояние, тем короче каналы транзисторов и тем больше их быстродействие. Кроме того, уменьшение расстояния понижает уровень мощности тепловыделения. В настоящее время все процессоры производятся с технологическими нормами 0,09 микрона, 0,065 микрона и 0,045 микрона (1 микрон = 10^{-6} метров). Иногда технологические нормы указывают в нанометрах (1 нм = 10^{-9} м).

Количество ядер. Большинство современных процессоров выпускаются с несколькими ядрами (обычно их два или четыре). Благодаря наличию нескольких ядер процессор может одновременно обрабатывать несколько потоков программных команд, т. е. решать параллельно несколько задач в режиме реального времени.

Для определения основных характеристик процессора можно воспользоваться специальными сервисными программами. Примером такой программы является CPU-Z (рис. 2.24). Ее можно бесплатно скачать из Интернета.

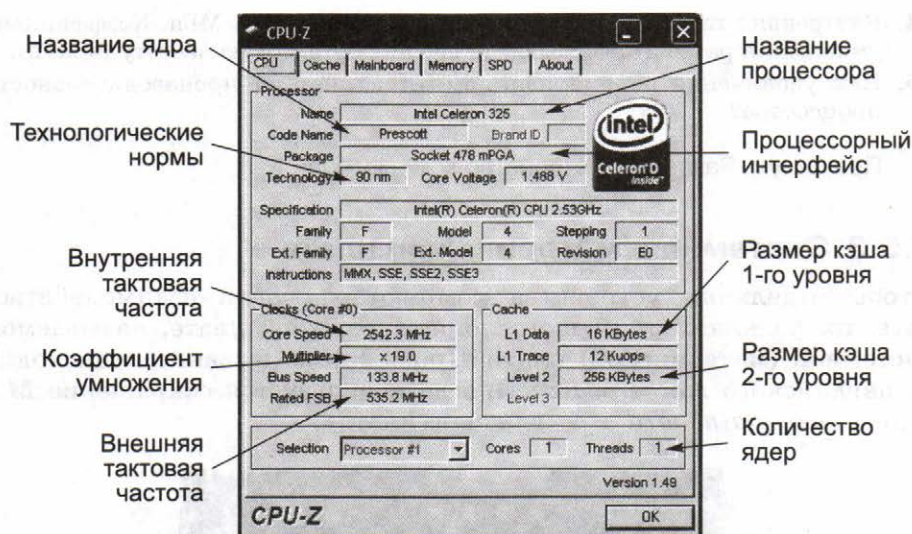


Рис. 2.24. Интерфейс программы CPU-Z

Система основных понятий

Микропроцессор: основные элементы и характеристики

Центральный процессор — это элемент компьютера, предназначенный для выполнения арифметических и логических операций над данными, а также координации работы всех устройств компьютера

Основные элементы ядра процессора

Арифметико-логическое устройство	Управляющее устройство	Набор регистров	Кэш-память	Сопроцессор
----------------------------------	------------------------	-----------------	------------	-------------

Основные характеристики процессора

Тактовая частота	Разрядность	Объем кэш-памяти	Технологические нормы	Количество ядер
------------------	-------------	------------------	-----------------------	-----------------

$$\text{Внутренняя тактовая частота} = \text{внешняя тактовая частота} \times \text{коэффициент}$$

Вопросы и задания

1. Какие функции выполняет центральный процессор?
2. Чем был вызван переход к многоядерным процессорам?
3. В чем причина использования сопроцессора?

4. Внутренняя тактовая частота процессора равна 2394 МГц. Коэффициент умножения равен 18. Определите внешнюю тактовую частоту (в МГц).
5. Как увеличение объема кэш-памяти влияет на производительность процессора?

Практикум. Раздел 6 «Устройство компьютера»

2.5.3. Системная (материнская) плата

Чтобы отдельные устройства компьютера могли взаимодействовать, их подключают к многослойной печатной плате, называемой **системной (материнской) платой** (рис. 2.25). Название происходит от английского *motherboard*. Иногда используется сокращение *МВ* или слово *mainboard* — «главная плата».

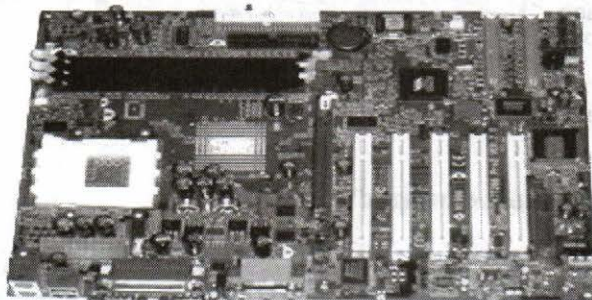


Рис. 2.25. Системная плата

Чипсет

Основой системной платы является набор ключевых микросхем, называемый **набором системной логики**, или **чипсетом** (chipset). Набор микросхем управляет соединениями процессора с различными компонентами компьютера. Именно он определяет тип и быстродействие используемого процессора, скорость, тип и объем оперативной памяти, а также потенциальные возможности компьютерной системы в целом.

Набор системной логики (чипсет) — это набор микросхем, обеспечивающий взаимодействие процессора с остальными компонентами компьютера.

Обычно чипсет состоит из двух компонентов, показанных на рис. 2.26. Называются эти компоненты *Северный мост* (North Bridge или MCH — Memory Controller Hub) и *Южный мост*

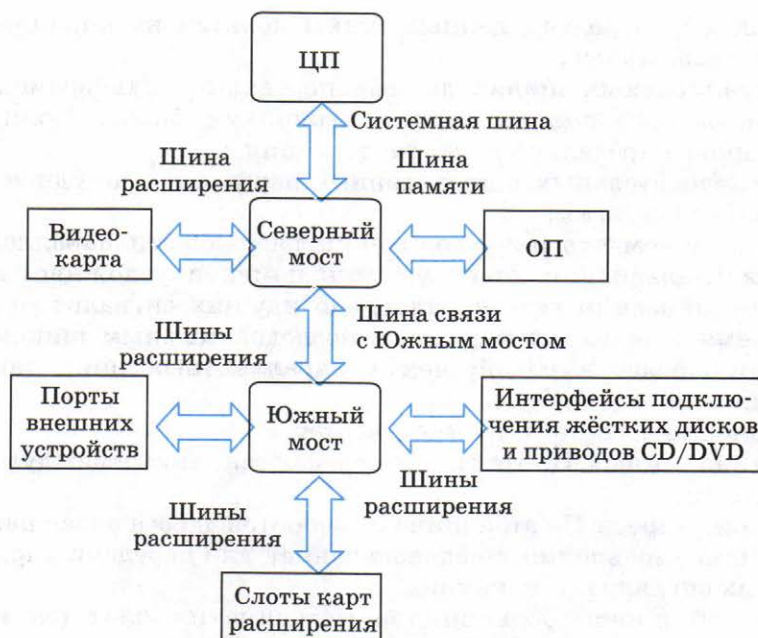


Рис. 2.26. Пример взаимосвязи основных компонентов материнской платы

(South Bridge или ICH — I/O Controller Hub). Северный мост работает с самыми скоростными устройствами, обеспечивая быструю и надежную связь процессора с оперативной памятью и видеоадаптером (видеокартой). Южный мост работает с более медленными устройствами, такими как жесткие диски, звуковые карты, приводы CD/DVD, сетевые карты, устройства USB и т. д. Южный мост также обеспечивает работу системных часов. Существуют модели чипсетов, в которых Северный и Южный мосты объединены в одну микросхему.

Шины

Для передачи информации между отдельными устройствами используются несколько видов шин.

Шины — это каналы связи, применяемые для передачи данных между отдельными устройствами компьютера и представляющие собой совокупность проводников, которые имеют определенные электрические характеристики.

По способу передачи данных шины делятся на *параллельные* и *последовательные*.

В **параллельных шинах** данные передаются одновременно по нескольким проводникам целыми группами битов. Количество проводников определяет *разрядность* шины.

В **последовательных шинах** данные передаются по одному проводнику бит за битом.

В связи с тем что при увеличении разрядности параллельных шин значительно возрастает уровень помех и усложняется процесс синхронизации всех параллельно идущих сигналов, в настоящее время происходит переход к последовательным шинам. Они работают с более высокой, чем у параллельных шин, тактовой частотой.

Любая шина состоит из трех частей.

1. **Шина данных.** По этой шине передаются данные между устройствами.
2. **Шина адреса.** По этой шине передаются адреса ячеек памяти.
3. **Шина управления,** предназначенная для передачи управляющих сигналов, т. е. команд.

Основной шиной большинства материнских плат (за исключением последних решений с отсутствующим Северным мостом) является **системная шина**. Системная шина работает в качестве канала связи между процессором и Северным мостом чипсета. Одной из важнейших характеристик системной шины является *тактовая частота*, которая в конечном счете определяет скорость передачи информации между двумя основными компонентами компьютера: процессором и чипсетом.

Шина памяти используется для передачи данных между процессором и оперативной памятью. Эта шина соединена с Северным мостом чипсета, и ее разрядность совпадает с разрядностью системной шины. Существуют модели процессоров, работающих с оперативной памятью напрямую, без участия Северного моста.

Шины расширения — это шины, используемые для подключения к материнской плате периферийных устройств.

Интерфейсы материнской платы и карты расширения

Подключение устройств к шинам осуществляется через интерфейсы.

Интерфейс — это элемент для соединения нескольких устройств.

На материнской плате многие интерфейсы представлены в виде специальных разъемов. Некоторые разъемы используются для подключения карт расширения и называются **слотами**.

Карта расширения (адаптер) — это печатная плата, которую подключают к материнской плате компьютерной системы с целью добавления дополнительных функций.

Через слоты подключаются такие карты расширения, как звуковые и сетевые карты, а также видеоадаптеры (видеокарты).

Видеоадаптер — это устройство, преобразующее код изображения, находящийся в памяти компьютера, в видеосигнал для монитора.

Звуковая карта — это устройство, позволяющее воспроизводить и записывать звук.

Сетевая плата (сетевая карта, Ethernet-адаптер) — печатная плата, позволяющая компьютерам взаимодействовать посредством локальной сети.

Для подключения к материнской плате периферийных устройств (таких как принтер, модем, клавиатура, мышь, сканер и т. п.) используются специальные интерфейсы, называемые **портами**.

Порт — это интерфейс для подключения периферийных устройств.

Рассмотрим основные порты материнской платы.

USB. Этот последовательный интерфейс служит для подключения различных внешних устройств. В настоящее время с интерфейсом USB выпускаются мыши, клавиатуры, принтеры, сканеры, флеш-накопители, жесткие диски (с помощью специального кабеля), модемы, джойстики.

LPT-порт (устаревший). Практически единственным широко распространенным внешним устройством с параллельным интерфейсом LPT является принтер.

COM-порт (устаревший) — последовательный порт, используемый ранее для подключения различных манипуляторов (мышь, трекбол), а также внешних модемов.

PS/2 — интерфейсы для подключения мыши и клавиатуры.

RJ-45 — порт для подключения сетевого кабеля.

AUDIO — разъемы для подключения звуковых устройств.



Система основных понятий

Системная (материнская) плата		
Взаимодействие отдельных устройств компьютера осуществляется с помощью многослойной печатной платы, называемой системной (материнской) платой		
Набор системной логики (чипсет) — это набор микросхем, обеспечивающий взаимодействие процессора с остальными компонентами компьютера		
<i>Северный мост</i>	<i>Южный мост</i>	
Шины — это каналы связи, применяемые для передачи данных между отдельными устройствами компьютера и представляющие собой совокупность проводников, которые имеют определенные электрические характеристики		
Состав шины		
<i>Шина адреса</i>	<i>Шина данных</i>	<i>Шина управления</i>
Типы шин по способу передачи данных		
<i>Последовательные шины</i>	<i>Параллельные шины</i>	
Интерфейс представлен на системной плате в виде разъема для подключения какого-либо устройства		
Порт — это интерфейс для подключения периферийных устройств		
Карта расширения (адаптер) — это печатная плата, которую подключают к материнской плате компьютерной системы с целью добавления дополнительных функций		
Слот — это интерфейс для подключения карт расширения к материнской плате		



Вопросы и задания

1. От какого элемента материнской платы зависит тип поддерживаемого процессора?
2. Какие устройства связывает системная шина?
3. В чем различие последовательных и параллельных шин? Почему дальнейшее развитие параллельных шин является неперспективным?
4. Что такое шины расширения?
5. Какие устройства подключаются через слоты расширения?
6. Какие устройства подключаются через порты?
7. Из каких трех частей состоит любая шина?
8. Через какие интерфейсы подключается (или могла подключаться ранее) мышь?



Практикум. Раздел 6 «Устройство компьютера»

2.5.4. Системная (внутренняя) память компьютера

Для реализации функции хранения информации в компьютере используются следующие **основные типы памяти**: *кэш-память*, *ПЗУ*, *оперативная память (ОЗУ)*, *долговременная (внешняя) память*. Первые три типа памяти образуют **внутреннюю (системную) память** компьютера. Основными характеристиками любого типа памяти являются объем, время доступа и плотность записи информации.

Объем памяти — это максимальное количество информации, которое может быть помещено в эту память. Объем памяти измеряется в килобайтах, мегабайтах, гигабайтах.

Время доступа к памяти — это минимальное время, достаточное для размещения в памяти единицы информации. Время доступа обычно измеряется в наносекундах (наносекунда — это одна миллиардная часть секунды).

Плотность записи информации представляет собой количество информации, записанной на единице поверхности носителя.

Кэш-память

Кэш-память является элементом микропроцессора. О ее назначении было сказано в параграфе 2.5.2. Физически кэш-память основана на микросхемах **статической памяти SRAM (Static Random Access Memory)**. Для создания ячейки статической памяти используется от 4 до 8 транзисторов, которые в совокупности образуют *триггер*. Статическая память работает гораздо быстрее динамической (речь о динамической памяти пойдет дальше), но к ее недостаткам относятся высокая стоимость и низкая плотность хранения информации. Эти два недостатка не позволяют использовать статическую память в качестве ОЗУ.

Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ)

ПЗУ (постоянное запоминающее устройство) — энергонезависимая память, используемая только для чтения.

Данный вид памяти используется для хранения только такой информации, которая обычно не меняется в ходе эксплуатации компьютера. Типичным примером использования ПЗУ является хранение в нем базового программного обеспечения, используемого при загрузке компьютера (BIOS). Микросхемы ПЗУ (рис. 2.27) располагаются на материнской плате.



Рис. 2.27. Микросхема ПЗУ

Из всех трех типов системной памяти ПЗУ имеет самое большое время доступа, т. е. является наиболее медленной. Ее объем обычно равен 128 или 256 Кбайт.

Оперативное запоминающее устройство

ОЗУ (оперативное запоминающее устройство) — энергозависимая память, применяемая для временного хранения команд и данных, необходимых процессору для выполнения текущих операций.

Как вы уже знаете, наименьшей частицей памяти является бит, в котором хранится либо 0, либо 1. Отдельные биты объединяются в **ячейки**, каждая из которых имеет свой адрес, поэтому процессор при необходимости может обратиться к любой ячейке за одну операцию. Минимальной адресуемой ячейкой оперативной памяти является байт. Для выбора нужной ячейки используется ее адрес, передаваемый по адресной шине. Адресация байтов начинается с нуля.

Несмотря на то что минимальной адресуемой ячейкой оперативной памяти является байт, физически по шине передаются не отдельные байты, а **машинные слова**. Размер машинного слова зависит от разрядности процессора. То есть размер машинного слова определяется количеством битов, к которым процессор имеет одновременный доступ. Например, для 16-разрядного процессора размер машинного слова будет равен 2 байтам. Адрес машинного слова равен адресу младшего байта, входящего в состав это слова. Например, для 32-разрядного процессора адресация машинных слов будет выглядеть следующим образом:

Машинное слово	Байты			
	0	1	2	3
0	0	1	2	3
4	4	5	6	7
8	8	9	10	11
...				

Физически ОЗУ строится на микросхемах **динамической памяти DRAM** (*Dynamic Random Access Memory*). В динамической памяти ячейки построены на основе областей с накоплением зарядов (конденсаторов), занимающих гораздо меньшую площадь, чем триггеры, и практически не потребляющих энергии при хранении. При записи бита в такую ячейку в ней формируется электрический заряд, сохраняющийся в течение 2–4 миллисекунд. Но для сохранения заряда ячейки необходимо постоянно регенерировать (перезаписывать) ее содержимое. В связи с этим скорость доступа к ячейкам ОЗУ ниже, чем к статической памяти. Для

создания ячейки динамической памяти достаточно всего одного транзистора и одного конденсатора, поэтому она дешевле статической памяти и имеет большую плотность упаковки.

Оперативная память изготавливается в виде небольших печатных плат с рядами контактов, на которых размещаются интегральные схемы памяти (модули памяти, рис. 2.28). Модули памяти различаются по размеру и количеству контактов (в зависимости от типа используемой памяти), а также по быстродействию и объему. Объемы оперативной памяти современных компьютеров могут измеряться несколькими гигабайтами (в среднем от 1 до 4 Гбайт).



Рис. 2.28. Модуль оперативной памяти

Система основных понятий

Системная (внутренняя) память компьютера		
Системная память компьютера		
Кэш-память	Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ)	Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ)
ПЗУ — энергонезависимая память, используемая только для чтения.		
ОЗУ (оперативное запоминающее устройство) — энергозависимая память, применяемая для временного хранения команд и данных, необходимых процессору для выполнения текущих операций		
Байт — минимальная адресуемая ячейка оперативной памяти. Адресация байтов начинается с нуля		
Машинное слово — это последовательность байтов, рассматриваемая при передаче данных по шине как единое целое. Размер машинного слова зависит от разрядности процессора. Адрес машинного слова совпадает с адресом младшего байта		

Вопросы и задания

1. Запишите названия всех трех типов системной памяти в порядке возрастания объема, а затем — в порядке убывания времени доступа.
2. Почему статическая память не используется в качестве оперативной памяти?
3. Почему для динамической памяти требуется постоянная регенерация?
4. Байты с какими номерами (адресами) входят в 32-разрядное машинное слово с адресом 18 (адрес слова дан в шестнадцатеричной системе счисления)?
5. Что хранится в ПЗУ?

Практикум. Раздел 6 «Устройство компьютера»

2.5.5. Долговременная (внешняя) память компьютера

Долговременная (внешняя) память — это энергонезависимая память, предназначенная для длительного хранения информации.

Процессор не имеет прямого доступа к содержимому внешней памяти. Чтобы процессор мог обработать данные из долговременной памяти, они должны быть сначала загружены в оперативную память. В настоящее время к основным устройствам долговременной памяти относятся жесткие магнитные диски, накопители на оптических дисках, устройства флеш-памяти. Ранее для длительного хранения информации использовались также магнитные ленты, дискеты, магнито-оптические диски.

Жесткий магнитный диск

Основным устройством внешней памяти является **жесткий магнитный диск**.

Внутри жесткого диска находятся одна или несколько пластин, насаженных на общий шпиндель. Данные обычно записываются на обеих сторонах каждой пластины, хотя в некоторых жестких дисках производители наряду с двухсторонними пластинами могут использовать и односторонние. Запись и чтение информации осуществляются с помощью головок чтения/записи. Под пластинами располагается двигатель, который вращает их с достаточно большой скоростью. Скорость вращения пластин измеряется в оборотах в минуту (rpm). Первые жесткие диски имели скорость вращения 3600 rpm. В современных жестких дисках скорость вращения возросла до 7200, 10 000 и 15 000 оборотов в минуту.

В процессе записи цифровая информация, хранящаяся в оперативной памяти, преобразуется в переменный электрический ток, который поступает на магнитную головку, а затем передается на магнитный диск, но уже в виде магнитного поля. После прекращения действия внешнего поля на поверхности диска образуются зоны остаточной намагниченности.

Перед использованием жесткого диска необходимо выполнить операцию его форматирования. Форматирование включает в себя три этапа.

1. **Низкоуровневое форматирование диска.** При этом процессе на жестком диске создаются *физические структуры: дорожки, секторы, управляющая информация*. Этот процесс выполняется заводом-изготовителем на пластинах, которые не содержат еще никакой информации.

2. **Разбиение на разделы.** Этот процесс разбивает жесткий диск на *логические диски* (C:, D: и т. д.). Эту функцию выполняет операционная система.
3. **Высокоуровневое форматирование.** Этот процесс также выполняется операционной системой и зависит от ее типа. При высокоуровневом форматировании создаются логические структуры, ответственные за правильное хранение файлов, а также, в некоторых случаях, системные загрузочные файлы в начале диска.

Рассмотрим подробнее, что происходит с диском при низкоуровневом форматировании. Как уже было сказано выше, пластины жесткого диска делятся на **дорожки** и **секторы**. Каждая из дорожек представляет собой кольцо. На пересечении дорожек и секторов образуются **блоки** (рис. 2.29). Обычно объем одного блока составляет 512 байтов. Одинаково расположенные дорожки на всех сторонах пластин образуют **цилиндр** (рис. 2.30).

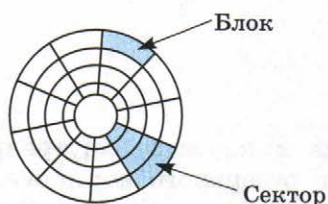


Рис. 2.29. Секторы и блоки жесткого диска

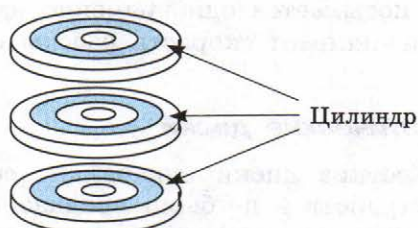


Рис. 2.30. Цилиндры жесткого диска

Ранее для разметки жестких дисков использовалось стандартное форматирование, при котором количество блоков на всех дорожках пластины было одинаковым. В современных жестких дисках используется **зонная запись**. При зонной записи по мере продвижения к внешнему краю диска дорожки разбиваются на всё большее число секторов. Дорожки с одинаковым количеством секторов образуют **зону** (рис. 2.31). Метод зонной записи позволил значительно увеличить емкость жестких дисков.

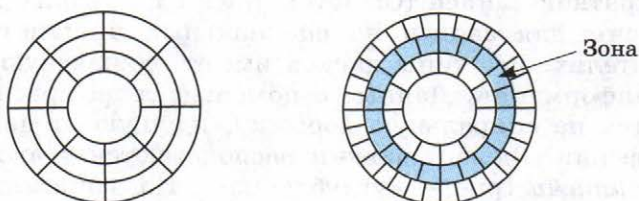


Рис. 2.31. Стандартное форматирование (слева) и зонная запись (справа)

Емкость современных жестких дисков измеряется сотнями гигабайтов. Существуют жесткие диски объемом 1 терабайт (1 терабайт = 1024 гигабайта) и более.

Для повышения надежности хранения данных, а также для повышения скорости чтения/записи информации при работе с большими объемами данных используются массивы из нескольких дисков, управляемых контроллером и воспринимаемых компьютерной системой как единое целое — **RAID-массивы**. Существуют несколько уровней RAID-массивов, отличающихся друг от друга способом записи информации. Например, в массивах RAID 1 используется идея зеркалирования, заключающаяся в том, что все данные одновременно записываются на два жестких диска. Это значительно повышает надежность хранения информации. В массивах RAID 0 используется идея чередования, когда чтение и запись параллельно ведутся на несколько жестких дисков. Записываемый файл разбивается на части определенного размера и посылается одновременно на все имеющиеся накопители. Это увеличивает скорость работы с диском.

Оптические диски

Жесткие диски изначально создавались в качестве внутренних устройств и не были предназначены для резервного копирования и переноса информации с одного компьютера на другой. Около 10–15 лет назад самым распространенным устройством, предназначенным для этих целей, были дискеты (**гибкие магнитные диски**). Однако их емкость по современным меркам была очень мала (1,44 Мбайт), поэтому на смену им пришли **оптические диски CD (компакт-диски)**, позволяющие хранить достаточно большие объемы информации (650–800 Мбайт) и намного превосходящие дискеты по степени надежности. Для работы с компакт-дисками на компьютере необходимо наличие специального привода (оптического накопителя).

Различают диски «только для чтения» (**CD-ROM**), изготавливаемые промышленным способом, для однократной записи (**CD-R**) и для **многократной записи (CD-RW)**. Диски последних двух типов предназначены для записи на специальных пишущих оптических накопителях. Все типы дисков имеют одинаковую структуру хранения информации. Данные с помощью луча красного лазера записываются на спиральную дорожку, идущую от центра диска к его периферии. Вдоль дорожки располагаются углубления, называемые *питами* (pit — «углубление»). На записываемых дисках питы имитируются темными пятнами специального регист-

рирующего слоя, получившимися в результате нагрева нужного участка лазером. Чередованием углублений и промежутков между ними и кодируется любая информация.

Диски DVD имеют более высокую плотность записи данных, чем CD-диски. Существуют диски, на которых запись информации производится в два слоя. В зависимости от указанных выше параметров DVD-диски могут иметь объем 4,7 Гб или 8,5 Гб.

Все компакт-диски (и CD, и DVD) имеют одинаковую структуру хранения информации. Скорость чтения/записи оптических приводов измеряется в единицах, кратных базовой скорости (обозначается 16x, 24x, 48x и т. д.). Для приводов CD базовая скорость равна 150 Кб/с, для DVD — 1,385 Мб/с.

Blu-ray (Blu-ray Disc) является названием формата оптического диска следующего поколения. В Blu-Ray для записи и чтения данных вместо красного лазера, который используется в DVD и CD-ROM, применен синий лазер. У синего лазера длина волны значительно меньше длины волны красного лазера. Это позволяет сделать толщину дорожки данных тоньше, что приводит к значительному увеличению емкости носителя. Формат был разработан для обеспечения возможности записи, перезаписи и воспроизведения видео высокого разрешения (HD-video), а также для хранения больших объемов данных. Емкость нового формата — от 25 до 50 Гб.

Флеш-память

По устройству флеш-память (flash-память) напоминает микросхему динамической энергозависимой памяти, в которой вместо конденсаторов в ячейках памяти установлены транзисторы. При подаче напряжения транзистор принимает одно из фиксированных положений — закрытое или открытое. Он остается в этом положении до тех пор, пока на него не будет подан новый электрический заряд, изменяющий его состояние. Таким образом, последовательность логических нулей и единиц формируется в этом типе памяти подобно статической памяти: закрытые для прохождения электрического тока ячейки распознаются как логические единицы, открытые — как логические нули. Можно сказать, что флеш-память объединяет в себе качества статической и динамической памяти: она позволяет сравнительно быстро записывать и считывать данные и хранит их даже после выключения питания. Эта особенность позволяет использовать микросхемы флеш-памяти в качестве альтернативы компакт-дискам и жестким дискам.



Рис. 2.32.

USB flash drive темпами.

USB flash drive (флеш-накопитель, рис. 2.32) — устройство на основе флеш-памяти для хранения и переноса данных с одного компьютера на другой. Флеш-память заключена в корпус, напоминающий по внешнему виду брелок. Интерфейс подключения к компьютеру — USB. Емкость современных флеш-накопителей достигает 16–32 Гб и продолжает расти быстрыми

Система основных понятий

Долговременная (внешняя) память компьютера						
Внешняя (долговременная) память — это энергонезависимая память, предназначенная для долговременного хранения информации						
Основные устройства внешней памяти						
<i>Жесткие магнитные диски</i>	<i>Накопители на оптических дисках CD и DVD</i>			<i>Флеш-накопители</i>		
В процессе низкоуровневого форматирования происходит разметка пластин жесткого диска на дорожки и секторы. При высокоуровневом форматировании создаются логические структуры, ответственные за правильное хранение файлов						
Цилиндр — это одинаково расположенные дорожки на всех сторонах пластин жесткого диска						
Основные типы оптических дисков						
CD-ROM	CD-R	CD-RW	DVD-ROM	DVD-R	DVD-RW	Blu-ray
USB flash drive — устройство для хранения и переноса данных с одного компьютера на другой, основанное на использовании флеш-памяти.						

Вопросы и задания

1. Какие устройства долговременной памяти используются на вашем рабочем компьютере?
2. Назовите основные элементы жесткого диска.
3. Что такое цилиндр жесткого диска?
4. Подумайте, почему использование зонной записи позволило увеличить объем жесткого диска.
5. За счет чего производители могут увеличивать объемы жестких дисков?
6. В чем различие дисков CD-ROM и CD-R?
7. Какой объем могут иметь диски DVD? От чего он зависит?

8. Диск CD-R имеет скорость чтения 48х, диск DVD-R — 16х. Какой из дисков будет быстрее считывать информацию и почему?
9. Имеется комбинированный привод CD/RW—DVD/ROM. Можно ли с помощью него: а) записывать диски DVD; б) читать диски blu-ray; в) записывать диски CD-R?
10. Где используется флеш-память?
11. Каков объем жесткого диска со следующими параметрами: количество головок — 16, количество цилиндров — 1024, количество секторов — 63, объем блока — 512 байтов (считать, что используется стандартное форматирование)?

Практикум. Раздел 6 «Устройство компьютера»

2.5.6. Устройства ввода и вывода информации

Устройства ввода предназначены для ввода информации в компьютер.

К устройствам ввода относятся клавиатура, мышь, сканер, микрофон, джойстик, световое перо, web-камера и ряд других устройств.

Клавиатура

Основным устройством ввода символьной информации является **клавиатура**. Нажатие клавиш замыкает определенные электрические контакты клавиатуры, и, в зависимости от нажатой клавиши или их комбинации, в память компьютера передается специальный скан-код или их последовательность. Преобразование скан-кода в код ASCII выполняют соответствующие модули базовой системы ввода/вывода (BIOS).

Для пользователей, много времени проводящих за клавиатурой, важную роль может играть ее эргономичность. **Эргономичность** означает оптимальную приспособленность определенного устройства к физиологии человека. Эргономичные клавиатуры (рис. 2.33) обладают некоторыми дополнительными свойствами. Например, имеют развернутые под небольшим углом вертикальные ряды клавиш, относящиеся к зонам действия рук, или подставку для кистей рук.

Существуют беспроводные клавиатуры, которые для связи с компьютером используют радиоканал.



Рис. 2.33. Эргономичная клавиатура Microsoft

Мышь

Компьютерная мышь относится к устройствам ввода, обеспечивающим интерфейс пользователя с компьютером. С помощью мыши пользователь указывает на те или иные объекты на экране монитора, а также выбирает действие, которое необходимо выполнить с этими объектами. Кроме того, компьютерные мыши используются для рисования объектов в графических редакторах.

Современные мыши (**оптические**) определяют свое месторасположение путем высокоскоростного сканирования поверхности, на которой они находятся. Снизу мыши расположен светодиод, освещающий поверхность, по которой перемещается мышь. Рядом размещена маленькая камера, которая порядка тысячи раз в секунду сканирует поверхность под мышью. Данные передаются в специальный цифровой сигнальный процессор (DSP), вычисляющий расстояние, на которое должен переместиться указатель мыши на экране, а также направление перемещения.

Существуют **беспроводные мыши** с радио- и инфракрасными передатчиками.

Сканер

Сканером (рис. 2.34) называется устройство для ввода в компьютер изображений, нанесенных на плоскую поверхность. Сканер



Рис. 2.34. Сканер

позволяет вводить в компьютер изображения текстов, рисунков, слайдов, фотографий, чертежей и другой графической информации. В основе принципа работы сканера лежит отражение от объекта или прохождение через объект света. Свет от яркой лампы, располагающейся внутри устройства, отражается от сканируемого объекта. Сам объект предварительно размещается на стекле сканера изображением вниз. Приемник света фиксирует яркость и цвет отражения от каждой точки, а затем преобразует световые импульсы в электрический сигнал.

Прочие устройства ввода информации

Графический планшет — устройство для ввода рисунков от руки непосредственно в компьютер. Состоит из пера и плоского планшета, чувствительного к нажатию пера.

Микрофон — устройство для преобразования звука в электрический сигнал.

Web-камера — цифровое устройство, производящее видеосъемку, оцифровку, сжатие и передачу цифрового видео по компью-

терным сетям. В последние годы web-камеры находят очень широкое применение для проведения видеоконференций, а также для организации системы видеонаблюдения.

Джойстик — устройство управления в компьютерных играх. Представляет собой рычаг на подставке, который можно отклонять в двух плоскостях. На рычаге могут быть различные гашетки, кнопки и переключатели.

Устройства вывода предназначены для передачи информации от компьютера к пользователю.

Основными устройствами вывода являются монитор, принтер, акустические колонки, наушники, плоттер.

Мониторы

Монитор — это устройство для визуального отображения (вывода) текстовой и графической информации.

Самым распространенным в настоящее время типом мониторов являются жидкокристаллические мониторы LCD. Однако еще достаточно большое число пользователей применяют устаревшие мониторы с электронно-лучевой трубкой (CRT-мониторы). Существуют также газоплазменные мониторы, которые пока являются достаточно большой редкостью ввиду их высокой цены.

CRT-мониторы (*Cathode Ray Tube* — «катодно-лучевая трубка», рис. 2.35). В основе этих мониторов лежит катодно-лучевая или электронно-лучевая трубка (ЭЛТ). Внутри этой трубки вакуум. С передней стороны монитора внутренняя часть трубки покрыта слоем люминофора, который светится при бомбардировке его заряженными частицами, испускаемыми тремя электронными пушками. Люминофор наносится в виде наборов точек трех основных цветов — красного (Red), зеленого (Green) и синего (Blue). Сочетаниями этих цветов с различной степенью интенсивности можно представить все то многообразие цветов, которое поддерживается современными видеокартами (более 16 млн цветов).

Наборы точек люминофора располагаются по треугольным триадам. Такую триаду точек называют *пикселем*. Из пикселей формируется изображение на экране монитора. Расстояние между центрами пикселей по диагонали называется **размером зерна (пикселя)**. Чем меньше размер зерна, тем выше четкость изображения.



Рис. 2.35. CRT-монитор

Важной характеристикой мониторов является **разрешающая способность**, которая определяется количеством пикселей, размещающихся по горизонтали и вертикали монитора. Современные мониторы должны обеспечивать разрешающую способность не менее 1024×768 пикселей.

Жидкокристаллические (ЖК) мониторы (LCD — Liquid Crystal Display, рис. 2.36) используют так называемые жидкие



Рис. 2.36.
LCD-монитор

кристаллы, которые могут изменять свою структуру и прозрачность под действием электрического напряжения. Когда нет электрического заряда, жидкие кристаллы находятся в аморфном состоянии и пропускают свет. Количеством света, проходящего через жидкие кристаллы, можно управлять с помощью электрических зарядов. Лампы подсветки LCD-монитора освещают экран, а жидкие кристаллы для каждой ячейки пропускают только ту часть света, которая необходима для придания ячейке нужной яркости. Большинство жидкокристаллических мониторов используют тонкую пленку из жидких кристаллов, помещенную между двумя стеклянными пластинами.

Каждому пикселю изображения соответствуют три ячейки для отображения красной, зеленой и синей точек.

Преимуществами жидкокристаллических мониторов являются их компактность, низкое энергопотребление, отсутствие электромагнитного излучения, высокие уровни яркости. Однако, в отличие от CRT-мониторов, у LCD-мониторов есть такая характеристика, как стандартное разрешение. Только в стандартном разрешении ЖК-монитор воспроизводит изображение наиболее качественно. Разрешение больше стандартного нельзя установить в принципе. При уменьшении разрешения изображение становится нечетким, с «зазубринами». Также, по сравнению с мониторами ЭЛТ, у жидкокристаллических мониторов хуже точность цветопередачи. Существенным недостатком является зависимость контрастности от угла обзора.

Принтеры

Принтер — это устройство для вывода цифровой информации на бумагу.

Существуют три основных типа принтеров: матричные, струйные и лазерные.

Матричные принтеры формируют изображение построчно с помощью печатающей головки, которая ударяет по бумаге через

красящую ленту. Головка содержит ряд иголок (pin), от количества которых зависит качество изображения. В настоящее время этот тип принтеров устарел из-за большого количества недостатков, таких как низкая скорость печати, высокий уровень шума при работе, низкое качество изображения. К плюсам можно отнести невысокую стоимость расходных материалов и возможность печати на бумаге практически любого качества.

Струйные принтеры (рис. 2.37) печатают путем набрызгивания чернил на бумагу через мелкие сопла в печатающей головке. В черно-белых принтерах используется один цвет краски (черный), в цветных принтерах — голубой, пурпурный и желтый. В более дорогих моделях цветных принтеров к трем базовым цветам добавляется черный, так как чисто черный цвет с помощью трех базовых цветов получить невозможно. Стоимость самих струйных принтеров обычно невысока, но зато очень высока стоимость расходных материалов (картриджей, наполненных чернилами). Кроме того, для струйного принтера нужна бумага высокого качества, иначе краска будет расплываться. Скорость печати струйных принтеров (особенно цветных) очень невысока. Но, несмотря на все недостатки, струйные принтеры широко распространены, так как они обеспечивают достаточно высокое качество печати.

В лазерных принтерах изображение создается путем переноса на бумагу специального порошка (тонера). Источник света (лазер) освещает предварительно заряженную поверхность фотобарабана. На тех местах, куда попал свет, меняется заряд, и к ним притягивается тонер. Затем тонер за счет электростатики переносится на бумагу, после чего попадает в печку, где и закрепляется под действием высокой температуры. Качество такого изображения очень высокое. Так как лазерные принтеры формируют изображение постранично, а не построчно (как матричные и струйные принтеры), то и скорость их работы достаточно высока. Скорость работы лазерных принтеров измеряется в страницах в минуту. Современные принтеры обеспечивают скорость печати 20–40 страниц в минуту.

Лазерные принтеры могут быть монохромными или цветными, однако цветные принтеры очень дороги. Основным недостатком лазерных принтеров является высокая стоимость. К достоинствам (помимо высокого качества печати и скорости) можно отнести



Рис. 2.37. Струйный принтер Epson

ти низкий уровень шума, долговечность полученных отпечатков, невысокую стоимость расходных материалов. Картриджа для лазерного принтера хватает на достаточно большое количество отпечатков.

Графопостроитель

Графопостроитель (плоттер) — устройство для вывода данных в графической форме на бумагу, пластик, фоточувствительный материал или иной носитель путем черчения.

Устройства ввода и вывода звуковой информации

Микрофон — устройство для *ввода* звуковой информации в компьютер. Микрофон преобразовывает звуковые колебания в колебания электрического тока.

Компьютерные колонки и наушники — устройства для *вывода* оцифрованного звука.

Компьютерные колонки (динамики) бывают разного качества: от недорогих пластиковых до дорогих стереосистем с высококачественным звуком. Усилитель в компьютерных колонках встроен прямо в них и не нуждается в отдельном подключении. Часто применяется система из нескольких (двух, четырех или пяти) колонок с сабвуфером, который усиливает звучание низких частот, плохо воспринимаемых человеческим ухом.

Система основных понятий

Устройства ввода и вывода информации					
Устройства ввода предназначены для передачи информации от пользователя к компьютеру					
Основные устройства ввода информации					
Клавиатура	Мышь	Сканер	Джойстик	Микрофон	Web-камера
Устройства вывода предназначены для передачи информации от компьютера к пользователю					
Основные устройства вывода информации					
Монитор	Принтер	Плоттер	Колонки	Наушники	

Вопросы и задания

1. Какие устройства можно использовать для ввода в память компьютера графической информации?
2. Что означает эргономичность клавиатуры?

3. Возможен ли ввод текстовой информации с помощью мыши? Обоснуйте свой ответ.
4. Где вы встречались с использованием web-камер?
5. Каких три базовых цвета используются при выводе изображения на экран монитора? Как формируются все остальные цвета спектра?
6. Назовите основные характеристики любого монитора.
7. В чем преимущества мониторов с электронно-лучевой трубкой по сравнению с LCD-мониторами?
8. Можно ли изменить стандартное разрешение LCD-монитора? Если можно, то как это повлияет на качество изображения?
9. В чем заключаются недостатки струйных принтеров?
10. Какие базовые цвета используются для печати цветного изображения?
11. Какой тип принтеров удобнее использовать при необходимости печати большого количества документов? Почему?

2.6. Программное обеспечение ПК

2.6.1. Виды программного обеспечения

Современный компьютер представляет собой единую систему, в которую входят аппаратное обеспечение (*hardware*) и программное обеспечение (*software*).

Программное обеспечение (ПО) — это совокупность программ, используемых при работе на компьютере и обеспечивающих функционирование его аппаратных средств, выполнение различных задач пользователя, а также разработку и отладку новых программ.

Классификация программного обеспечения

Существует несколько вариантов классификации программного обеспечения по типам. Чаще всего можно встретить следующий вариант.

1. **Системное ПО** — комплекс программ, обеспечивающих работу компьютера и компьютерных сетей в целом. Основу системного ПО составляют операционные системы.
2. **Прикладное ПО** — программы, предназначенные для решения определенного круга задач в различных областях человеческой деятельности (офисные пакеты, бухгалтерские программы, графические пакеты, системы управления базами данных и т. д.).

3. **Инструментальное ПО** — средства для разработки и отладки программ. Все системное и прикладное программное обеспечение создается программистами с помощью инструментального ПО.

Системное программное обеспечение

Системное программное обеспечение, в свою очередь, можно разделить на две части:

- 1) базовое ПО,
- 2) сервисные программы (утилиты).

В состав **базового ПО** входят операционные системы, сетевые программные средства, а также драйверы устройств¹⁾. Без базового программного обеспечения работа компьютера и компьютерных сетей в принципе невозможна.

Сервисные программы (утилиты) — это вспомогательные компьютерные программы, расширяющие возможности операционной системы. К ним относятся файловые менеджеры, архиваторы, антивирусные программы, средства диагностики системы и некоторые другие.

Файловые менеджеры — это программы, обеспечивающие удобный и наглядный интерфейс для работы с файлами. Любая операционная система содержит в своем составе некоторый файловый менеджер (например, Проводник для Windows). Однако некоторые пользователи предпочитают использовать для работы с файлами программы от сторонних производителей. К числу наиболее популярных файловых менеджеров в ОС Windows относятся Windows Commander (рис. 2.38), Far Manager, Total Commander. Для ОС Linux используются такие файловые менеджеры, как BeeSoft Commander, Midnight Commander, Gentoo, Nautilus и др.

Архиваторы — это программы, позволяющие с помощью специальных алгоритмов сжатия данных уменьшить размер файлов и выполнить упаковку одного или нескольких файлов в один архив. Существуют различные алгоритмы сжатия, в соответствии с которыми создаются архивные файлы различных форматов (ZIP, RAR, ARJ и т. д.). Обычно одна программа архивации позволяет использовать несколько различных форматов. Для операционной системы Windows самыми популярными являются архиваторы WinRAR, WinZip, 7-Zip. В ОС Linux наиболее часто применяется совокупность двух программ: tar (которая объединяет несколько файлов в один) и gzip (которая выполняет непосредственно сжатие).

¹⁾ Более подробно речь об операционных системах будет идти в параграфе 2.6.2, а о сетевых программных средствах — в главе 4.

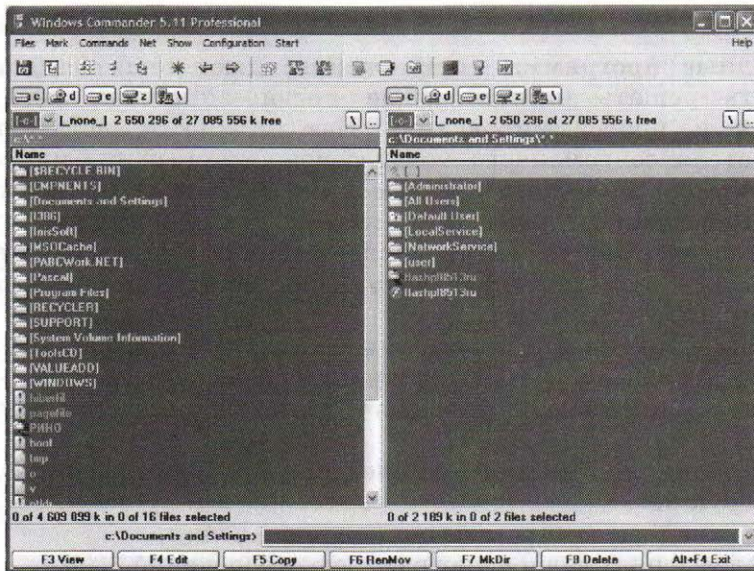


Рис. 2.38. Файловый менеджер Windows Commander

Антивирусные программы — это программы для обнаружения вредоносных программ и лечения зараженных файлов. Вредоносное программное обеспечение — это класс программ, предназначенных для выполнения различных несанкционированных пользователем действий, чаще всего направленных на причинение ущерба (уничтожение или повреждение данных, замедление работы компьютерной системы, перехват секретной информации и т. д.). К вредоносным программам относятся компьютерные вирусы, троянские программы, сетевые черви, шпионские программы (spyware), программы для навязывания рекламы (adware), перехватчики клавиатуры (keylogger) и другие. Многие антивирусные программы способны не только вылечить зараженные файлы, но и предотвратить заражение компьютера. Для этого в памяти компьютера должна постоянно находиться программа, которая контролирует любые действия с файлами. Она называется *монитором*. Современные антивирусы способны также проверять на наличие вредоносного ПО не только файлы, но и электронную почту, а также страницы, загружаемые из Интернета. К наиболее популярным антивирусным программам относятся Антивирус Касперского, NOD32, Dr.Web, Panda Antivirus.

К **средствам диагностики системы** относятся программы сканирования и дефрагментации жестких дисков, программы сбора сведений о системе и др.

Прикладное программное обеспечение

Прикладные программы (приложения) дают пользователю возможность решать разнообразные информационные задачи, не прибегая к программированию. Невозможно представить себе пользователя современного компьютера, который бы ни разу не применял для подготовки документов текстовые редакторы, не играл бы в компьютерные игры или не пользовался различными медиаплеерами для просмотра видеофильмов или прослушивания музыки. Все перечисленные выше программы относятся к прикладному ПО.

Многие прикладные программы входят в состав **пакетов прикладных программ (ППП)**, которые позволяют решать целый комплекс взаимосвязанных задач для конкретной предметной области.

Прикладное программное обеспечение можно условно разделить на две группы:

- 1) прикладные программы общего назначения;
- 2) целевое прикладное программное обеспечение.

Прикладные программы общего назначения предназначены для широкого круга пользователей и применяются одновременно во многих областях человеческой деятельности. К данному типу прикладного ПО относятся:

- текстовые процессоры;
- графические пакеты;
- системы управления базами данных;
- средства для создания презентаций;
- браузеры;
- программы для работы с электронной почтой;
- органайзеры;
- компьютерные игры и т. д.

Очень часто несколько программных продуктов, функционально дополняющих друг друга, объединяются в **интегрированный пакет прикладных программ**. В качестве примеров можно привести пакеты прикладных программ Microsoft Office и OpenOffice.org (рис. 2.39), включающие в своем составе текстовый процессор, табличный процессор, систему управления базами данных, средство для создания презентаций и некоторые другие программы. Пользователи интегрированных пакетов получают однотипный интерфейс для работы с различными частями пакета, общие сервисы (словарь и средства проверки правописания, построитель диаграмм, конвертер данных и т. д.), а также возможность создания документов, интегрирующих в себе возможности различных программ, входящих в состав интегрированного пакета.

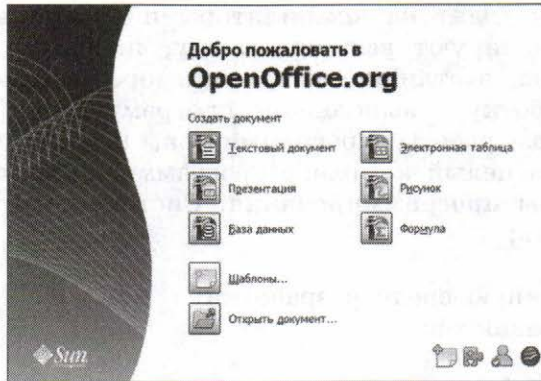


Рис. 2.39. Интегрированный пакет прикладных программ OpenOffice.org

К целевому прикладному программному обеспечению относятся пакеты, учитывающие специфику поддерживаемых задач пользователя и имеющие более узкое применение. К ним относятся:

- пакеты программ для проведения научных и статистических расчетов;
- программы для автоматизации бухгалтерского учета;
- настольные издательские системы;
- системы автоматизированного проектирования;
- системы управления персоналом и др.

Инструментальное программное обеспечение

Инструментальное программное обеспечение включает средства для разработки программ и предназначено для программистов. Все типы программного обеспечения (включая и инструментальное) создается с помощью данного типа ПО.

Программы для первых ЭВМ писались на языке машинных кодов, что было очень трудоемким и сложным для человека процессом. Поэтому еще в 50-х годах прошлого века появились первые языки программирования высокого уровня (Фортран, Кобол), позволяющие упростить труд программиста. Позже появилось огромное количество других языков программирования (более 8 тысяч). К наиболее известным языкам программирования относятся Basic, Pascal, C++, C#, Fortran, JAVA, PHP, Perl. Для того чтобы компьютер мог понимать программы, написанные на этих языках программирования высокого уровня, для каждого из них используются программы — трансляторы с этих языков.

Транслятор — это программа, которая преобразует программу, написанную на одном из языков высокого уровня, в программу, состоящую из машинных команд.



Трансляторы делят на компиляторы и интерпретаторы. **Компиляторы** транслируют всю программу, но без ее выполнения. **Интерпретаторы**, в отличие от компиляторов, выполняют пооператорную обработку и выполнение программы.

Для удобства работы программистов, помимо трансляторов, разрабатывается целый комплекс программных средств, объединяемых в **системы программирования**. Система программирования может включать:

- транслятор;
- интегрированную среду разработки;
- текстовый редактор;
- отладчик;
- набор библиотек (возможно, с исходными текстами программ);
- справочные системы и т. п.

Очень часто для одного и того же языка программирования разрабатывается несколько различных систем программирования, отличающихся друг от друга версиями языка, трансляторами, интерфейсом работы, а также отдельными компонентами, входящими в состав системы. Например, для языка Паскаль существуют такие системы программирования, как Borland Pascal, Turbo Pascal, Free Pascal, PascalABC (рис. 2.40) и некоторые другие.

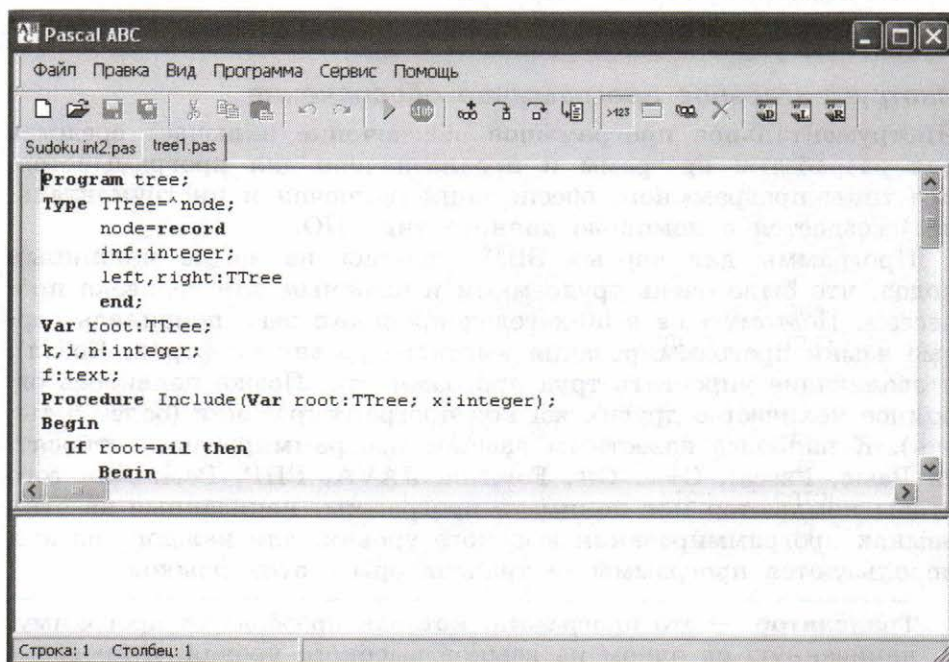


Рис. 2.40. Система программирования PascalABC

О профессиях: системный администратор



В наше время практически невозможно представить себе офис, фирму или любое другое учреждение, в котором рабочие места сотрудников не были бы оснащены персональными компьютерами. Это позволяет, с одной стороны, значительно ускорить выполнение сотрудниками своих должностных обязанностей, но, с другой стороны, часто ставит ряд достаточно серьезных проблем. Появляется большая зависимость от компьютерной техники, которая не застрахована от поломок и различных сбоев как в аппаратной части, так и в программном обеспечении. Для решения всех проблем, связанных с неполадками и нестандартными ситуациями, требуется помощь профессионала. Этим профессионалом является системный администратор.

Системный администратор — сотрудник, в обязанности которого входит создание оптимальной работоспособности компьютеров и программного обеспечения для пользователей.

В круг типовых задач системного администратора обычно входят:

- установка и конфигурирование нового аппаратного и программного обеспечения;
- устранение неполадок в системе;
- создание пользовательских учетных записей;
- установка необходимых обновлений для операционной системы и используемых программ;
- обеспечение информационной безопасности в компании;
- подготовка и сохранение резервных копий данных;
- поддержка работоспособности локальной сети;
- консультирование пользователей и т. п.

В различных учреждениях круг обязанностей системного администратора может очень сильно различаться. В небольших организациях один системный администратор отвечает за все: закупку оборудования, установку программного обеспечения, мелкий ремонт оборудования, настройку и поддержку локальной сети, консультирование пользователей, информационную безопасность и т. д. В крупных организациях обычно работает сразу несколько системных администраторов, у каждого из которых свой участок работы.

Системных администраторов можно разделить на несколько категорий.

- **Системный администратор малой компании** (от 5 до 50 рабочих мест) — занимается поддержанием работоспособности небольшой сети.
- **Администратор сети** — занимается разработкой и обслуживанием локальных сетей.
- **Системный инженер** — занимается установкой аппаратной инфраструктуры (серверов и систем хранения данных), операционных систем, а также поддержкой их функционирования.
- **Администратор безопасности сети** — занимается проблемами информационной безопасности.

Приведенный выше список можно расширить, включив в него администраторов почтовых серверов, баз данных, web-серверов, консультантов пользователей и т. д.

Работа системного администратора требует:

- технического склада ума;
- логического мышления;
- высокой степени ответственности;
- умения самостоятельно решать сложные технические вопросы;
- постоянного повышения своей квалификации;
- стрессоустойчивости.



Система основных понятий

Классификация ПО					
Программное обеспечение (ПО) — это совокупность программ, используемых при работе на компьютере и обеспечивающих функционирование его аппаратных средств, выполнение различных задач пользователя, а также разработку и отладку новых программ					
Типы программного обеспечения					
Системное ПО		Прикладное ПО		Инструментальное ПО	
Типы системного ПО					
Базовое ПО		Утилиты			
Операционные системы (ОС)	Драйверы устройств	Файловые менеджеры	Архиваторы	Антивирусные программы	Средства диагностики
Сервисные программы (утилиты) — это вспомогательные компьютерные программы, расширяющие возможности операционной системы					
Типы прикладного ПО					
Программное обеспечение общего назначения			Целевое программное обеспечение		
Пакеты прикладных программ (ППП) — это комплекс взаимосвязанных программ для решения задач конкретной предметной области					
Интегрированные пакеты прикладных программ — это набор нескольких программных продуктов, функционально дополняющих друг друга					
Инструментальное ПО					
Инструментальное программное обеспечение включает средства для разработки программ и предназначено для программистов					
Транслятор — это программа, которая преобразует программу, написанную на одном из языков высокого уровня, в программу, состоящую из машинных команд					

Вопросы и задания

1. Что такое программное обеспечение?
2. Что входит в состав базового программного обеспечения?
3. Для чего используются файловые менеджеры?
4. Какую функцию выполняют архиваторы?
5. Перечислите список прикладного ПО, установленного на вашем компьютере.
6. В чем особенности интегрированных пакетов программ? Приведите примеры таких пакетов и перечислите их компоненты.
7. Какие программы относятся к целевому программному ПО? Приведите примеры.
8. К какому типу ПО относятся приведенные ниже программы:
 - программа обмена сообщениями;
 - операционная система Linux;
 - архиватор;
 - обучающая программа;
 - антивирусная программа;
 - транслятор с языка Паскаль;
 - программа-переводчик?
9. Почему необходимо использование трансляторов?
10. Что может входить в состав системы программирования?

Практикум. Раздел 7 «Программное обеспечение»

2.6.2. Функции операционной системы

Операционная система — это комплекс программ, обеспечивающих управление заданиями и распределение ресурсов компьютера, предоставляющих интерфейс для работы с пользователем, а также организующих работу с файлами.

Рассмотрим подробнее основные функции операционной системы.

Управление заданиями и распределение ресурсов

ЭВМ первого поколения не имели операционной системы как таковой. Поэтому общение между пользователем (точнее говоря, программистом) и компьютером велось на языке машинных кодов. Труд программиста облегчали лишь различные библиотеки наиболее часто используемых подпрограмм, а также некоторые служебные программы, которые упрощали работу оператора с оборудованием.

В 1950-х годах появляются первые алгоритмические языки и трансляторы к ним. Для выполнения программы требовалось исполнение целого ряда управляющих действий со стороны оператора ЭВМ: запуск транслятора, ввод программы в оперативную память, загрузка библиотечных подпрограмм, запуск оттранслированной программы на исполнение, включение устройства вывода на печать и пр. Выполнение всех этих действий оператором вручную существенно снижало производительность ЭВМ. Поэтому для более эффективного использования достаточно дорогого машинного времени были разработаны первые системы *пакетной обработки*, которые автоматизировали работу оператора по *управлению отдельными заданиями*. Они, по сути дела, стали предшественниками современных операционных систем. Первой такой системой считается General Motors Operating System (монитор обработки данных в пакетном режиме), разработанная в 1955 году.

В конце 1960-х годов происходит переход к поколению компьютеров, работающих на интегральных микросхемах, что позволило создавать машины с гораздо более сложной архитектурой. Одним из наиболее значительных достижений того времени стала реализация возможности одновременной загрузки в память компьютера нескольких программ и их попеременного выполнения одним процессором (мультипрограммирование). В результате появились первые **мультипрограммные системы** пакетной обработки, которые распределяли процессорное время и память между несколькими заданиями. Недостатком таких систем стало отсутствие для программиста возможности взаимодействия со своей программой во время ее исполнения, поскольку все действия по запуску пакета заданий осуществляли операторы ЭВМ.

Эта проблема была решена благодаря появлению таких устройств ввода/вывода, как клавиатуры и терминалы с электронно-лучевыми дисплеями, что привело к разработке мультипрограммных **систем разделения времени**. В таких системах один центральный процессор и блок оперативной памяти взаимодействуют с множеством терминалов, за каждым из которых работает отдельный пользователь. Каждому пользователю выделялся определенный интервал процессорного времени и некоторый объем памяти на выполнение его задания. Если выделенного времени не хватает для завершения задания, то происходит прерывание выполнения задания, а затем, когда это задание снова получит свою порцию процессорного времени, его исполнение продолжается с того состояния, в котором оно было прервано. В числе первых мультипрограммных многопользовательских операционных систем разделения времени, разработанных в середине 1960-х годов, были

TSS/360 (IBM), CTSS (Массачусетский технологический институт) и MULTICS (компания American Telegraph&Telephone Bell Labs).

В начале 1970-х годов появляются сетевые операционные системы, которые предназначены для организации распределенного хранения и обработки данных между несколькими компьютерами, соединенными каналами связи.

Основными ресурсами современных компьютеров являются процессорное время, оперативная память, дисковая память, устройства ввода/вывода данных. Распределение ресурсов компьютера происходит между *процессами*.

Процесс — это объект, который возникает в операционной системе после того, как пользователь или сама система запустили программу на выполнение. При этом одна и та же программа может породить несколько процессов (например, если на одном компьютере какая-либо программа будет запущена от имени нескольких разных пользователей).

Управление ресурсами включает решение следующих задач:

- определение, какому процессу, когда и в каком объеме следует выделить данный ресурс;
- отслеживание состояния и учет использования ресурса;
- разрешение конфликтов между процессами.

От эффективности алгоритмов управления ресурсами компьютера во многом зависит производительность всей компьютерной системы в целом. В зависимости от особенностей управления ресурсами операционные системы делят на следующие типы:

- *многозадачные* (допускается одновременное выполнение нескольких пользовательских программ) и *однозадачные* (допускается выполнение только одной пользовательской программы);
- *многопользовательские* (допускается одновременный запуск программ от имени нескольких пользователей) и *однопользовательские* (допускается запуск программ только от имени одного пользователя);
- *многопроцессорные* (допускается использование на компьютерах с несколькими процессорами) и *однопроцессорные* (допускается использование на компьютерах только с одним процессором).

Предоставление интерфейса работы для пользователя

Чтобы успешно решать свои задачи, пользователь не обязан знать подробности аппаратного устройства компьютера. Операционная система скрывает от него большую часть особенностей архитектуры и предоставляет возможность простой и удобной работы с файлами и аппаратными средствами (принтерами, сканерами,

дисками и т. д.). Если бы пользователь работал с компьютером без участия ОС, то, например, для организации чтения блока данных с диска ему пришлось бы использовать более десятка команд с указанием множества параметров: номера блока на диске, номера сектора на дорожке и т. д.

В *пакетных операционных системах* (речь о которых шла выше) общение с ОС осуществлялось оператором, а сам программист был лишен возможности ведения диалога. В системах разделения времени появился **командный интерфейс** работы пользователя, и общение между пользователем и компьютером велось посредством набора специальных команд. Каждая операционная система имела свой подобный набор команд. Примерами ОС с командным интерфейсом работы являются CP/M, UNIX, MS-DOS (рис. 2.41).

```

13.08.2009 23:29 <DIR>      tmp
22.12.2008 20:19 <DIR>      Unreal Commander
29.07.2009 00:18 <DIR>      WebServers
15.11.2008 01:10 <DIR>      vnccmd
09.10.2009 22:28 <DIR>      WINDOWS
13.04.2009 10:43 <DIR>      work
          3 файлов          32 байт
          11 папок       70 930 042 880 байт свободно

C:\>cd tmp
C:\tmp>dir
Том в устройстве C не имеет имени.
Серийный номер тома: 180C-B498

Содержимое папки C:\tmp
13.08.2009 23:29 <DIR>
13.08.2009 23:29 <DIR>
          0 файлов          0 байт
          2 папки       70 930 042 880 байт свободно

C:\tmp>cd ..
C:\>

```

Рис. 2.41. Командный интерфейс ОС MS-DOS

Для удобства работы пользователей в некоторых ОС были разработаны специальные **программы-оболочки**, позволяющие работать с файлами с помощью меню. Это избавляло от необходимости вводить команды с клавиатуры. Примером такой оболочки является программа Norton Commander, разработанная для ОС MS-DOS.

В начале 1980-х годов появляются первые цветные графические мониторы, что послужило толчком для создания **операционных систем с графическим интерфейсом** работы для пользователя. В 1984 году для компьютеров Macintosh фирмы Apple была разработана первая операционная система с графическим интерфейсом MacOS (рис. 2.42). Пользователи получили возможность управлять своим компьютером с помощью нового устройства, названного *мышью*. Операционная система MacOS использовала

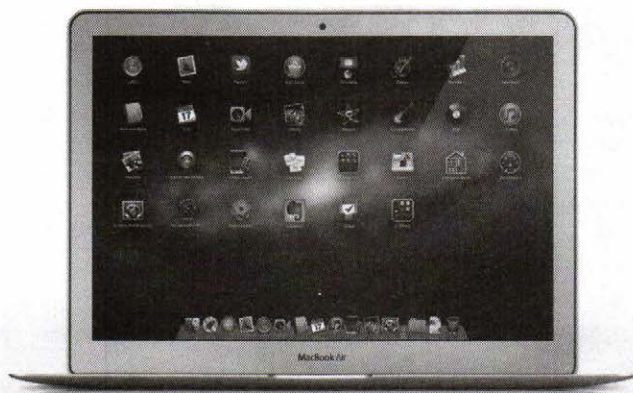


Рис. 2.42. Графический интерфейс операционной системы MacOS

оконный интерфейс для представления и организации информации.

Графический интерфейс работы имеют многие современные операционные системы (Windows, Linux, MacOS), используемые на персональных компьютерах.

Организация работы с файлами

Переход от носителей данных с последовательным доступом (перфолент, перфокарт и магнитных лент) к накопителям с произвольным доступом — магнитным дискам привел к необходимости разработки системных программных средств для организации хранения и поиска данных на таких носителях. В состав ОС были включены *файловые системы*.

Файловая система определяет способ организации данных на внешнем носителе; выполняет преобразование символьных имен файлов, с которыми работает пользователь, в физические адреса данных на диске; организует совместный доступ к файлам; защищает их от несанкционированного доступа и т. д.

Как известно, информация на диске хранится в секторах и само устройство может выполнять лишь команды «считать/записать информацию в определенный сектор на диске». Файловая система предоставляет возможность пользователю работать с более удобным для него понятием «**файл**». Для идентификации файлов используются имена. Файловые системы обычно имеют иерархическую структуру, в которой файлы организуются в каталоги нескольких уровней (рис. 2.43).

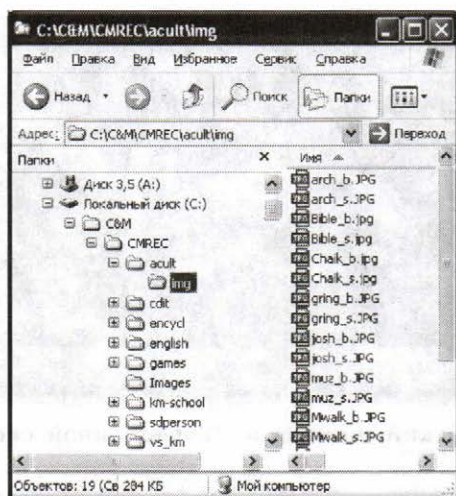


Рис. 2.43. Иерархическая файловая структура

Различие между файловыми системами заключается в основном в способах распределения между файлами пространства на диске и организации на диске служебных областей.

Файловая система состоит из следующих компонентов:

- совокупности всех файлов на диске;
- наборов служебных структур данных, используемых для управления файлами (например, каталогов файлов);
- комплекса системных программных средств, реализующих управление файлами.

Современные операционные системы стремятся обычно при установке выбирать одну из нескольких файловых систем. В ОС Windows используются файловые системы FAT32 и NTFS, в ОС Linux применяется достаточно большое количество файловых систем, из которых наиболее распространены ext2/ext3.

Так как файловая система активно использует устройства ввода/вывода, она должна поддерживать работу с *драйверами* устройств.

Драйвер — это программа управления работой внешнего устройства компьютера.

Драйверы бывают стандартными и загружаемыми. *Стандартные драйверы* управляют работой стандартных устройств (монитор, клавиатура, диски, принтеры), записываются в ПЗУ и образуют в совокупности «базовую систему ввода/вывода» — BIOS. *Загружаемые драйверы* используются для управления

дополнительными внешними устройствами ПК. Часть загружаемых драйверов входит в состав операционной системы, часть драйверов необходимо устанавливать дополнительно с дисков, которые обычно прилагаются в поставке с каждым устройством. При необходимости драйверы можно скачать из Интернета с сайтов разработчиков устройств.

Система основных понятий



Операционные системы		
<p>Операционная система — это комплекс программ, обеспечивающих управление заданиями и распределение ресурсов компьютера, предоставляющих интерфейс для работы с пользователем, организующих работу с файлами</p>		
Функции операционной системы		
<p><i>Управление заданиями и распределение ресурсов</i> Задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определение, какому процессу, когда и в каком объеме следует выделить данный ресурс; • отслеживание состояния и учет использования ресурса; • разрешение конфликтов между процессами 	<p><i>Предоставление интерфейса работы пользователю</i> Типы интерфейса:</p> <ul style="list-style-type: none"> • командный; • графический 	<p><i>Организация работы с файлами (файловая система)</i> Компоненты:</p> <ul style="list-style-type: none"> • совокупность всех файлов на диске; • наборы служебных структур данных, используемых для управления файлами; • комплекс системных программных средств, реализующих управление файлами
<p>Процесс — это объект, который возникает в операционной системе после того, как пользователь или сама система запустили программу на выполнение</p>		
<p>Файловая система определяет способ организации данных на внешнем носителе; выполняет преобразование символьных имен файлов, с которыми работает пользователь, в физические адреса данных на диске; организует совместный доступ к файлам; защищает их от несанкционированного доступа и т. д.</p>		
<p>Драйвер — это программа управления работой внешних устройств компьютера</p>		
<p><i>Стандартные драйверы</i> управляют работой стандартных устройств, записываются в ПЗУ и образуют в совокупности «базовую систему ввода/вывода», называемую BIOS</p>	<p><i>Загружаемые драйверы</i> используются для управления дополнительными внешними устройствами ПК. Часть загружаемых драйверов входит в состав операционной системы</p>	



Вопросы и задания

1. Что такое операционная система? В чем необходимость ее использования?
2. Какие действия позволяли автоматизировать системы пакетной обработки? С чем связано появление этих систем?
3. Какие типы операционных систем появились в конце 1960-х годов?
4. Что такое многозадачная операционная система?
5. Почему возникла потребность в разработке файловых систем?
6. В чем суть работы операционных систем разделения времени?
7. Что такое процесс? В чем его отличие от программы?
8. Что понимается под понятием «ресурс компьютера»?
9. Перечислите основные задачи ОС по управлению ресурсами.
10. Чем был вызван переход к ОС с графическим интерфейсом работы?
11. За что отвечает файловая система?
12. Перечислите компоненты файловой системы.
13. Как называется программа, управляющая работой отдельного внешнего устройства компьютера?
14. В чем различие стандартных и загружаемых драйверов?



Практикум. Раздел 7 «Программное обеспечение ПК»

2.6.3. Операционные системы для ПК

Понятие о разрядности операционной системы

Помимо рассмотренных в предыдущем параграфе типов ОС (многозадачные и однозадачные, многопользовательские и однопользовательские и т. п.), существует также деление операционных систем на 8-, 16-, 32- и 64-разрядные.

Разрядность ОС — это количество битов в адресе оперативной памяти, к которому она может напрямую обратиться. От разрядности ОС зависит, например, максимальная длина имени файла, количество вложенных папок и ряд других характеристик. Разрядность операционной системы говорит также о том, с какими прикладными программами она сможет работать (например, 16-разрядная ОС не сможет работать с 32-разрядными приложениями). Разрядность операционной системы не может превышать разрядности процессора.

История развития ОС для персональных компьютеров

В середине 1970-х годов появились первые персональные компьютеры, которые нуждались в собственной операционной системе. Первой ОС для персональных ЭВМ стала CP/M, разработанная в 1974 году. Она была установлена на многие 8-разрядные компьютеры (в том числе на Apple-1). Размер ее программного кода составлял всего 4 килобайта.

В начале 1980-х годов в мире начинается массовое использование персональных компьютеров, что потребовало разработки для них новых операционных систем. Первой популярной ОС стала 16-разрядная операционная система MS-DOS, разработанная компанией Microsoft. Это была однозадачная однопользовательская ОС с командным интерфейсом работы. Запуск MS-DOS мог осуществляться как с жесткого диска, так и с дискеты. Разработчики первых ОС для персональных компьютеров считали, что при индивидуальном использовании компьютера нет смысла в поддержке мультипрограммирования и многопользовательского режима работы. Для удобства работы с файлами для MS-DOS была разработана специальная оболочка Norton Commander (речь о ней шла в предыдущем параграфе).

В 1984 году для компьютеров Macintosh фирмы Apple была разработана первая операционная система с графическим интерфейсом MacOS (см. предыдущий параграф).

В 1985 году фирма Microsoft разработала первую версию многозадачной операционной системы с графическим интерфейсом Windows 1.0 (рис. 2.44). Но настоящий переворот в сфере операционных систем был совершен в 1990 году, когда вышла версия Windows 3.0. Для обмена данными между приложениями использовался буфер обмена, был реализован полноэкранный

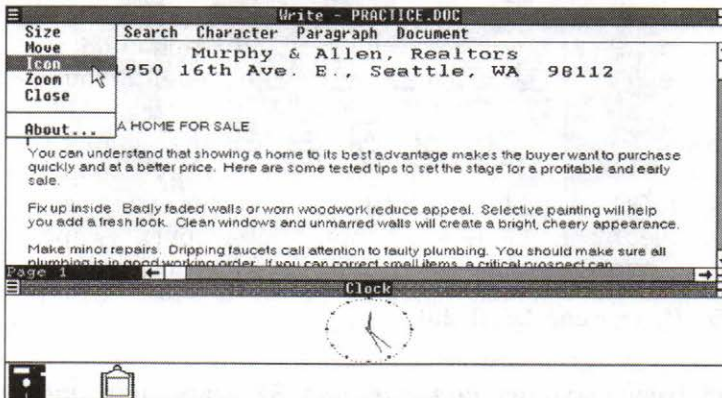


Рис. 2.44. Интерфейс ОС Windows 1.0

режим работы для DOS-приложений, появилось понятие виртуальной памяти, что позволило запускать приложения, размер которых превышал размер оперативной памяти. В Windows 3.1 была поддержка шрифтов True Type, а также технология Drag&Drop (перенос мышью файлов и директорий). Однако все эти версии Windows нельзя было назвать полноценными операционными системами, так как их графический интерфейс был интегрирован «поверх» операционной системы MS-DOS. Но стоит заметить, что, несмотря на это, исполняемые файлы Windows имели другой формат (т. е. приложения, написанные для Windows, нельзя было запускать из MS-DOS). Помимо этого, Windows имела собственную систему распределения памяти, а также в ее состав был включен ряд новых драйверов.

В апреле 1987 года компании IBM и Microsoft объявили о совместных планах по созданию новой операционной системы OS/2 (читается как «ОС пополам»). Однако спустя несколько лет фирма Microsoft полностью переключилась на Windows. OS/2, в отличие от первых версий Windows, была полноценной многозадачной операционной системой с графическим интерфейсом (рис. 2.45). В 1993 году появилась первая 32-разрядная операционная система OS/2 2.1. Она могла выполнять приложения, созданные для ОС Windows, и содержала большое количество драйверов для периферийных устройств.

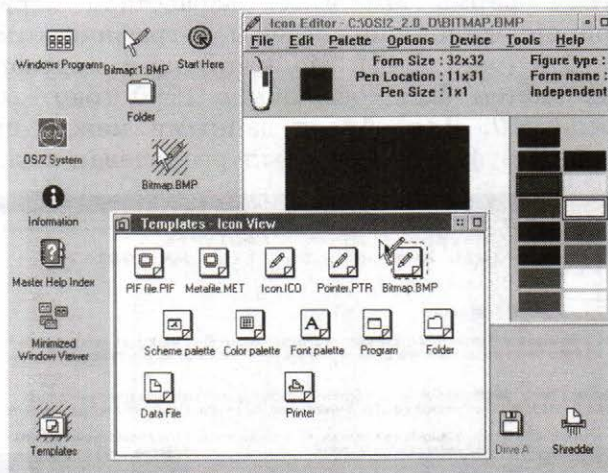


Рис. 2.45. Интерфейс OS/2 2.0

В 1995 году выходит полноценная 32-разрядная операционная система *Windows'95*, интерфейс которой существенно отличался

от предыдущих версий Windows. Появились такие объекты, как Панель задач, Рабочий стол и Главное меню. Далее все последующие операционные системы семейства Windows (Windows'98, Windows 2000, Windows XP, Windows Vista и т. д.) стали использовать подобный вариант интерфейса. ОС Windows Vista стала первой 64-разрядной ОС в семействе Windows.

Важным событием в мире операционных систем стала разработка *операционной системы UNIX*. В 1969 году сотрудник Bell Labs Кен Томпсон разрабатывает на языке ассемблера первую версию операционной системы UNIX для мини-ЭВМ PDP-7, создав для нее собственную файловую систему, простой командный интерпретатор, подсистему управления памятью, а также ряд дополнительных утилит. В 1973 году Деннис Ритчи специально для разработки UNIX создает новый язык программирования C (Си). Очередная версия UNIX была написана на языке C, благодаря чему стало возможным переносить UNIX на компьютеры других типов, в том числе и на ПК. В 1991 году выходит свободно распространяемая версия UNIX, разработанная Линусом Торвалдсом из Хельсинки (Финляндия). Называлась она *Linux*. В обсуждении разработки этой операционной системы принимали участие программисты со всего мира, используя группы новостей USENET. Каждый мог внести свои предложения и усовершенствования. Благодаря этому в настоящее время существует огромное количество дистрибутивов¹⁾ Linux, среди которых Mandriva Linux (рис. 2.46), Fedora Core, Knoppix, Debain и ряд других.



Рис. 2.46. Интерфейс Linux Mandriva

¹⁾ *Дистрибутив* — это набор файлов, приспособленный для установки программного обеспечения.

Сравнение ОС Windows и Linux

В настоящее время наиболее распространенными ОС для персональных компьютеров на базе Intel-совместимых процессоров являются операционные системы семейств Windows и Linux. Проведем краткое сравнение этих двух семейств ОС.

И Windows, и Linux являются многопользовательскими многозадачными операционными системами. В обеих ОС применяется система идентификации пользователей с возможностью разграничения прав доступа к файлам и каталогам, а также к другим ресурсам компьютера (дискам, принтерам, сканерам и т. д.). И Windows, и Linux имеют встроенные средства для работы пользователей в сети. Подавляющее большинство современных версий Linux поддерживает графический интерфейс работы пользователя, который близок к интерфейсу Windows.

Теперь о различиях этих двух операционных систем. Первое различие, которое лежит на поверхности, заключается в том, что Linux относится к числу свободно распространяемых ОС, т. е. дистрибутивы Linux можно свободно скачать из Интернета или приобрести в магазине по доступным ценам, в отличие от Windows, которая является полностью коммерческой программой.

Второе различие заключается в доступности исходных кодов дистрибутивов Linux, что дает возможность любому заинтересованному программисту внести в них свои изменения и создать на их основе свой собственный вариант дистрибутива.

Следующее различие — модульность установки Linux. В отличие от ОС Windows, которая в своем составе содержит довольно скромный набор приложений (Блокнот, Paint, Калькулятор и некоторые другие), любой дистрибутив Linux включает достаточно широкий спектр прикладного и инструментального ПО. Поэтому уже при установке данной ОС пользователь может сразу же выбрать нужный ему набор отдельных приложений или их модулей (офисные программы, мультимедиа, игры, графические оболочки и т. д.). Достаточно большое разнообразие дистрибутивов Linux (около сотни) позволяет каждому пользователю найти именно тот, который устроит его с точки зрения набора необходимых компонентов.

В отличие от Windows, которая позволяет работать только с двумя типами файловых систем (FAT и NTFS), Linux поддерживает большое количество файловых систем (в том числе и тех, которые применяются в Windows). Это дает возможность пользователю непосредственно из Linux обращаться к тем разделам

жесткого диска, которые используются другими операционными системами. Основными файловыми системами самой Linux являются ext2 и ext3. Разница между ними заключается в том, что ext3 является полностью журналируемой, т. е. в ней предусмотрена автоматическая запись данных, позволяющих восстановить файловую систему при сбоях в работе компьютера. В отличие от файловых систем, используемых в Windows, в Linux не существует понятия логического диска, а сама файловая структура имеет четкую иерархию, содержащую точно определенный набор каталогов. В частности, каталог `/boot` содержит файлы, необходимые при загрузке системы, `/home` — домашние директории пользователей и т. д. Причем для работы с отдельными устройствами используются так называемые «файлы-дырки», с помощью которых происходит обращение к этим устройствам. Сами устройства регистрируются в каталоге `/dev`.

В Linux хорошо развиты консольный интерфейс работы и командный язык. Многие действия по администрированию операционной системы возможно выполнить только через командную строку.

В Linux существует только один администратор системы — пользователь с именем `root`. Все действия, связанные с администрированием и настройкой системы, должны выполняться только от его имени.

Для ОС Windows существует гораздо большее количество драйверов различных устройств, поэтому при работе с Linux возможна ситуация, когда устройство будет неработоспособно из-за отсутствия для него нужного драйвера даже на сайте производителя.

Во многих версиях Linux существует достаточно сложная процедура установки новых пакетов (приложений). Очень часто можно встретить ситуацию, когда один пакет не может быть установлен по причине отсутствия какого-либо другого пакета, содержащего необходимую библиотеку. В отличие от этого дистрибутивы приложений Windows содержат весь набор необходимых библиотек.

Понятие о BIOS.

Порядок загрузки компьютера

Чтобы понять порядок загрузки компьютера и операционной системы, рассмотрим подробнее, что такое BIOS. В компьютере существует особый тип системной памяти: ПЗУ — **постоянное запоминающее устройство**, в которой хранится программа BIOS —

базовая система ввода/вывода. Назначение этого небольшого (256 Кб) программного кода — поиск, тестирование и установка некоторых параметров устройств компьютера. После включения компьютера счетчик команд процессора устанавливается на начальный адрес ПЗУ и стартует выполнение программы BIOS. Таким образом, на первоначальном этапе ищется и тестируется установленное оборудование. Современные компьютеры в основном используют внешние устройства *«plug and play»* («включи и работай»), которые способны сообщить процессору свои основные характеристики и условия работы, что и происходит во время работы BIOS.

Если все оборудование функционирует нормально, происходит переход к следующему этапу — поиску главной загрузочной записи (MBR — Master Boot Record). Она может находиться на жестком диске, на компакт-диске, на устройстве флеш-памяти или быть получена с помощью сетевой платы. Компьютер опрашивает перечисленные устройства по очереди в том порядке, в котором это указано в параметрах BIOS. Эти параметры можно менять с помощью программы SETUP, вызов которой осуществляется в первые несколько секунд загрузки компьютера.

Главная загрузочная запись содержит *таблицу разделов* (Partition Table), в которой хранится информация обо всех разделах, определенных на диске. Кроме таблицы разделов диска MBR содержит небольшой объем исполняемого кода. Исполняемый код читает таблицу разделов, определяет системный раздел (раздел, где установлена ОС), находит его начало и загружает в память *загрузочный сектор раздела* (Partition Boot Sector), после чего и начинается непосредственная загрузка самой операционной системы. Главная загрузочная запись не зависит от операционной системы. Что касается загрузочного сектора раздела, то он зависит как от операционной системы, так и от применяемой на данном томе файловой системы.

Возможна ситуация, когда на компьютере установлено несколько операционных систем, т. е. существует несколько системных разделов. В этом случае пользователю будет предложено выбрать нужную ОС для загрузки из списка. В противном случае будет загружаться операционная система, заданная по умолчанию.

Система основных понятий



Операционные системы для ПК					
Разрядность ОС — это количество битов в адресе оперативной памяти, к которому она может напрямую обратиться					
Основные ОС для ПК					
CP/M 8-разрядная	MS-DOS 16-разрядная	OS/2 32-разрядная	MacOS 16-,32-,64-разрядная	Windows 16-,32-,64-разрядная	Linux 32-,64-разрядная
Сравнительные характеристики Windows и Linux					
Характеристика	Windows		Linux		
Условия распространения	Коммерческая		Свободно распространяемая		
Доступность исходного кода	Нет		Да		
Поддерживаемые файловые системы	FAT, NTFS		Ext2, Ext3, Fat, NTFS и ряд других		
Интерфейс работы	Графический		Командный, графический		
Состав дистрибутива	ОС + небольшой набор прикладных программ		ОС + большое количество прикладных пакетов и средств программирования		
Система идентификации пользователей	Есть		Есть		
Поддержка работы в сети	Есть		Есть		
Администратор системы	Произвольное количество		Единственный с именем root		
Структура корневого каталога	Несколько стандартных каталогов + произвольное количество пользовательских папок		Жестко закрепленная		
Сложность установки дополнительных приложений	Простая		Сложная		
BIOS — это программный код, хранящийся в ПЗУ, предназначенный для поиска, тестирования и установки некоторых параметров устройств компьютера					

**Вопросы и задания**

1. Что такое разрядность ОС? На какие характеристики компьютерной системы в целом она влияет?
2. Назовите известные вам 32-разрядные операционные системы.
3. Почему первые версии Windows нельзя назвать полноценными операционными системами?
4. Перечислите недостатки ОС Linux.
5. Перечислите недостатки ОС Windows.
6. Может ли пользователь root создавать собственные каталоги в корневом каталоге Linux?
7. На компьютере установлено две ОС: Windows XP (в разделе C: жесткого диска) и Linux Mandriva (в разделе D: жесткого диска). Можно ли, загрузившись в ОС Windows, прочитать файлы с диска D? Почему?
8. Какую функцию выполняет BIOS?
9. Где может находиться MBR? Как изменить порядок ее поиска?
10. Может ли на одном компьютере быть несколько загрузочных секторов? Если да, то при каких условиях?

Практикум. Раздел 7 «Программное обеспечение ПК»

ЭОР к главе 2 на сайте ФЦИОР (<http://fcior.edu.ru>)

2.1

- Логические элементы
- Логические ИС
- Сумматор двоичных чисел

2.2–2.3

- Архитектура компьютера
- Архитектура машин пятого поколения

2.4

- Число и его компьютерный код
- Числа с фиксированной и плавающей запятой

2.5

- Процессор
- Внутренняя память компьютера. Внешняя память компьютера. Типы накопителей информации
- Устройства ввода информации
- Устройства вывода информации

2.6

- Классификация ПО
- Основные функции и состав операционной системы
- Основные элементы интерфейса и управления



www

Глава 3

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

3.1. Технологии обработки текстов

3.1.1. Текстовые редакторы и процессоры

Одним из самых массовых видов информационных технологий являются технологии обработки текстов. С появлением письменности стало возможным сохранение информации на каком-либо материальном носителе с целью последующего ее распространения во времени и пространстве. В результате появилась документированная информация. Слово «документ» происходит от латинского *documentum* (свидетельство). В России термин «документ» был введен Петром I как обозначение письменного свидетельства, заверенного подписью и печатью. Есть еще одна разновидность документов — носитель ретроспективной информации, т. е. исторический документ. Это летописи, хроники, записи, свидетельствующие о каком-либо историческом событии, лице, эпохе.

С распространением персональных компьютеров как основных инструментов создания и обработки текстов появилось новое значение термина «документ». Понятие «**текстовый документ**» мы будем трактовать следующим образом: это *текст, созданный на компьютере и сохраненный в файле*. Документ, созданный на компьютере, помимо текста, может включать в себя формулы, диаграммы, рисунки, таблицы, колонтитулы и пр. В тексте могут использоваться разнообразные шрифты, меняться размеры полей. Принято говорить, что такой документ *отформатирован* определенным образом. Примерами документов, с которыми нам придется иметь дело в повседневной жизни, могут служить письма, заявления, объявления, приказы, инструкции, статьи, рассказы и пр. Применяемые для целей создания и обработки документов прикладные программы называются **текстовыми редакторами** и **текстовыми процессорами**.

В чем отличие текстового редактора от текстового процессора? Эти программы имеют различные функциональные возможности.

В текстовых редакторах реализованы **базовые функции создания и редактирования текстов**: ввод, копирование, перемещение, удаление, поиск и замена фрагментов текста, сохранение документа во внешней памяти, печать документа. Таким образом, текстовый редактор позволяет «набрать» некоторый текст, без его оформления. Текст, не содержащий в себе информацию по его оформлению, называют «plain text» («только текст», «плоский», простой текст). Распространенными текстовыми редакторами являются: Блокнот (ОС Windows), Vi, Emacs (ОС Linux).

Возможности текстовых процессоров выходят за рамки базовых функций. Текстовый процессор предоставляет пользователю возможность автоматизированного создания алфавитных и предметных указателей, оглавлений, сносок, управление печатью. В текст можно включать рисунки, таблицы, формулы и пр. Можно форматировать текст.

Форматирование определяет внешний вид текста, а не его содержание. Отметим, что одно с другим часто бывает связано. Например, при составлении официального заявления на чье-либо имя реквизиты адресата записываются в правом верхнем углу. Многие документы представляются в форме таблиц. Заголовки разделов документа принято выделять жирным шрифтом или подчеркиванием, располагать посередине строки.

Файл с отформатированным текстом включает в себя как содержание текста, так и данные по его форматированию при выводе на экран или на печать.

Популярным текстовым процессором является Microsoft Word, входящий в состав пакета Microsoft Office. В настоящее время все большую популярность получает текстовый процессор OpenOffice.org Writer, входящий в состав универсального офисного пакета OpenOffice.org, работающего на разных операционных платформах. Этот пакет относится к свободно распространяемому программному обеспечению.

Развитие текстовых процессоров идет по пути повышения их интеллектуальных возможностей, к числу которых относятся автоматическая проверка правописания и перевод текста с одного языка на другой.

Проверка правописания

Под проверкой правописания следует понимать проверку орфографии, грамматики и стилистики. Проверка правописания может быть произведена только для текста, введенного на одном из языков, которые текстовый процессор поддерживает. Чаще всего текстовый процессор сам определяет язык текста.

Проверка орфографии возможна при наличии встроенных словарей. Во время орфографической проверки все слова текстового документа сравниваются со словами, содержащимися в словаре. Точнее сказать, происходит сравнение кодов проверяемого символа в слове с его образцовым написанием из словаря. Отсюда возникает проблема совместимости кодов символов. Для правильного проведения орфографической проверки в документах, созданных на разных компьютерах, в разных ОС, необходима единая система кодирования национальных символов. Решает проблему использование международной системы кодирования Unicode (Юникод), стандарт которой был принят в 1991 году. Применение этого стандарта кодирования позволяет объединять в одном документе тексты на различных языках, использовать дополнительные символы. Подробнее о стандарте Unicode рассказывалось в параграфе 1.4.2.

Какой должен быть объем словаря, как определить его оптимальные размеры? Ответ на этот вопрос неоднозначен. Увеличение объема словаря не гарантирует пользователя от возможных ошибок в проверяемых текстах. Более важным является алгоритм анализа и обнаружения ошибок. Если в тексте документа содержится слово, отсутствующее в словарях, то текстовый процессор помечает его как содержащее орфографическую ошибку. Следует обратить внимание, что текстовый процессор пропускает слова, которые написаны правильно с точки зрения орфографии, однако неверно используются в контексте. Например: «березовая почка», «березовая печка», «березовая точка».

Текстовые процессоры предоставляют пользователю возможность создавать собственные словари, редактировать существующие (добавлять и удалять слова). Пользовательские словари используются для хранения правильно написанных слов, отсутствующих в основном словаре. Чаще всего они создаются при работе с узкоспециализированными текстами, например техническими или научными. В текстовом процессоре Microsoft Word существует основной словарь CUSTOM.dic. Все пользовательские словари и основной словарь сохраняются по умолчанию в папке Documents and Settings. Файлы словарей имеют расширение dic, однако являются обычными текстовыми файлами и с ними можно работать, например в текстовом редакторе Блокнот.

Проверка грамматики выявляет такие ошибки, как неправильное использование предлогов, нарушение согласования слов в предложении и т. д. Грамматическая проверка производится на основе фиксированного набора правил. Набором используемых правил можно управлять, по мере надобности подключая или отключая определенные правила.

Проверка стилистики позволяет выявлять в документе малоупотребимые, просторечные слова и выражения.

Параметрами проверки правописания (орфографии, грамматики, стиля) можно управлять (настраивать). Например, в текстовом процессоре Microsoft Word эту возможность можно реализовать, выполнив команду **Сервис** → **Параметры** и переключившись на вкладку **Правописание** (рис. 3.1). По умолчанию установлены оптимальные для большинства случаев параметры проверки правописания.

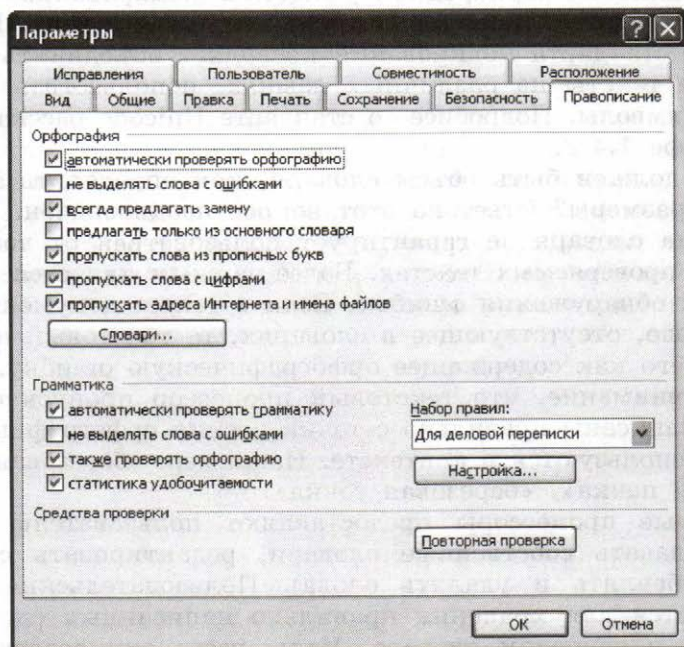


Рис. 3.1. Вкладка **Правописание**, позволяющая настраивать параметры правописания

Автоматический перевод

Современные текстовые процессоры позволяют автоматизировать *перевод текста* с одного естественного языка на другой. В частности, текстовый процессор Microsoft Word при наличии подключения к Интернету дает возможность перевода отдельных слов и даже фраз с помощью программы WorldLingvo. Для этого следует выделить слово или фразу и воспользоваться командой **Перевод** из контекстного меню.

Задача автоматизации перевода текста с одного языка на другой чрезвычайно сложна, так как при переводе необходимо не только правильно подобрать слово, но и учесть грамматические и культурные особенности языков. Для автоматизации перевода используются программы-словари, например *Abby Lingvo* (разработчик — фирма *Abby*), *Multilex* (разработчик — ЗАО *МедиаЛингва*), и программы-переводчики, например *Prompt* (разработчик — ЗАО *ПРОектМТ*), позволяющие создавать полный перевод текста документа, а не отдельных слов.

Программы-переводчики используют электронные словари как вспомогательные компоненты. Словари могут быть разбиты на тематические группы. Интеллектуальный анализатор, входящий в состав программы-переводчика, в процессе перевода автоматически определяет тематику текста и использует значения из соответствующей тематической группы словарей, что значительно повышает качество перевода. В состав переводчиков включаются текстовые редакторы, позволяющие вводить исходные тексты, редактировать перевод, сохранять результаты перевода, пересылать тексты по электронной почте, переводить тексты «с листа», т. е. тексты, считываемые с помощью сканера.

Словари синонимов и тезаурусы

При создании текстового документа нежелательно допускать повторное использование одних и тех же слов, речевые штампы, жаргонные выражения. Решить эту задачу поможет словарь синонимов (близких по смыслу слов). В текстовом процессоре *Microsoft Word* получить список синонимов к какому-либо слову можно с помощью контекстного меню, выбрав пункт меню **Синонимы**. Синонимов может быть несколько, а может и не быть совсем.

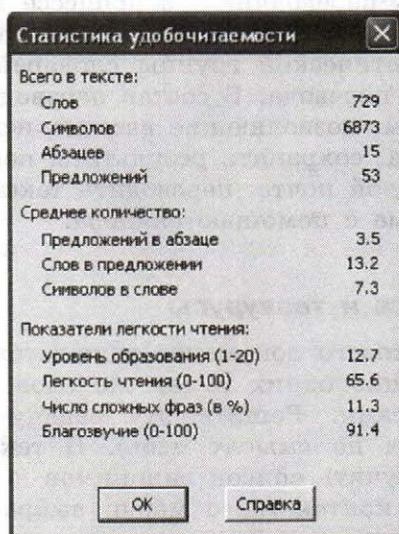
Чтобы просмотреть полный список синонимов, антонимов (слов, противоположных по смыслу), а также перечень разных значений слова и связанных слов, надо воспользоваться пунктом контекстного меню **Тезаурус**. Это название произошло от греческого слова *thesaurus*, что означает «сокровище». Тезаурус — особый вид словаря, в котором слова связываются на основе лексических отношений, например слова являются синонимами или антонимами. Этот вид словаря оказывает помощь при подготовке документов с ярким и выразительным языком. Но более важное применение состоит в том, что тезаурус отражает смысл слов посредством соотнесения слова с другими понятиями и поэтому может использоваться в системах искусственного интеллекта.

Статистический анализ текста

Текстовый процессор Microsoft Word при запуске проверки правописания во всем документе позволяет получить статистику удобочитаемости. Для этого на вкладке **Правописание** в разделе **Грамматика** должен быть установлен соответствующий флажок (см. рис. 3.1).

Статистический отчет (рис. 3.2) содержит показатели, распределенные по двум группам:

- общие характеристики документа (количество абзацев, предложений, слов, символов);
- показатели легкости чтения.



Статистика удобочитаемости	
Всего в тексте:	
Слов	729
Символов	6873
Абзацев	15
Предложений	53
Среднее количество:	
Предложений в абзаце	3.5
Слов в предложении	13.2
Символов в слове	7.3
Показатели легкости чтения:	
Уровень образования (1-20)	12.7
Легкость чтения (0-100)	65.6
Число сложных фраз (в %)	11.3
Благозвучие (0-100)	91.4

Рис. 3.2. Статистический отчет легкости чтения

Рассмотрим вторую группу показателей.

- **Уровень образования** показывает, каким уровнем образования должен обладать читатель проверяемого документа. Подсчет показателя производится на основе вычисления среднего числа слогов в слове и слов в предложении. Значение показателя варьируется от 0 до 20. Значения этого параметра от 0 до 10 соответствует классу средней школы, от 11 до 15 — курсу высшего учебного заведения, следующие пять значений относятся к научным текстам.

- **Легкость чтения** также подсчитывается по среднему числу слогов в слове и слов в предложении и варьируется от 0 до 100. Чем выше значение показателя, тем легче прочесть текст и тем большему числу читателей он будет понятен. Рекомендуемый интервал значений для обычного текста — от 60 до 70.
- **Число сложных фраз** — процент сложных фраз в тексте. Сложными считаются фразы с относительно большим количеством знаков препинания, перегруженные союзами, местоимениями, прилагательными и т. д. Нормальным количеством сложных фраз можно считать 10–20%.
- **Благозвучие** указывает на удобочитаемость текста с фонетической (звуковой, голосовой) точки зрения. Подсчет показателя основан на вычислении среднего количества шипящих и свистящих согласных. Интервал изменения показателя — от 0 до 100. Рекомендуемый диапазон значений — от 80 до 100.

Оптическое распознавание текстов

Сканер позволяет вводить графическую информацию с листа бумаги. В настоящее время существует потребность переноса текстовой информации с бумажных носителей (книги, журналы, газеты) в память компьютера и сохранения этой информации в текстовых файлах. Это во многом связано с созданием электронных библиотек, куда кроме современных изданий помещаются и издания, вышедшие в свет много лет назад и поэтому не имеющие электронной версии. После **сканирования** вся информация, в том числе и текстовая, представлена как изображение. Такой текст можно просмотреть, распечатать, а редактировать только с помощью графического редактора, который не обладает удобными средствами для работы с текстовой информацией.

Для преобразования изображения в текстовый документ предназначены специальные программы **оптического распознавания текстов**. Наиболее известной и часто используемой является программа Fine Reader (разработчик — фирма Abby). Можно сказать, что с помощью программ распознавания компьютер учится «читать» печатные и рукописные документы.

Система основных понятий

Прикладные программы, применяемые для создания и обработки текстовых документов, называются **текстовыми редакторами** и **текстовыми процессорами**

Функциональные возможности

текстовых редакторов:

Базовые функции: ввод, копирование, перемещение, удаление, поиск и замена фрагментов текста, сохранение документа во внешней памяти, печать документа

текстовых процессоров:

Базовые функции, развитые возможности форматирования, внедрение объектов, интеллектуальные функции

Интеллектуальные функции текстовых процессоров

Проверка правописания текстовых документов возможна при наличии встроенных словарей

Перевод текста с одного языка на другой может осуществляться с помощью программ-словарей и программ-переводчиков

Программы оптического распознавания текстов служат для переноса текстовой информации с бумажных носителей (книги, журналы, газеты) в память компьютера и сохранения этой информации в текстовых файлах

Вопросы и задания

1. Назовите базовые функции текстового редактора.
2. В чем состоит различие текстового редактора и текстового процессора?
3. Что такое форматирование текста?
4. Что такое «plain text»?
5. Что такое текстовый документ?
6. Перечислите интеллектуальные функции текстового процессора.
7. Как производится проверка орфографии?
8. Проведите проверку правописания какого-либо документа. Получите статистический отчет об удобочитаемости этого документа.
9. Создайте свой словарь из 10 математических терминов.
10. Для чего используется тезаурус?
11. Создайте таблицу синонимов и антонимов для слов «компетентность», «уязвимость», «корректность», «посредственность», «непосредственный».
12. В чем различие программ-словарей и программ-переводчиков?
13. Для чего применяются программы оптического распознавания текстов?

Практикум. Раздел 8 «Технологии подготовки текстов»

3.1.2. Специальные тексты

При подготовке учебных, научных и технических текстов возникает необходимость включать в них формулы, специфические обозначения, сложные схемы. Такие текстовые документы будем называть **специальными текстами**. Для создания таких текстов могут быть использованы как современные текстовые процессоры, так и специализированные программы.

Внедрение математических формул в текстовый документ

Современные текстовые процессоры поддерживают **технология связывания и внедрения объектов**, которая называется OLE-технологией (OLE — Object Linking and Embedding). Данная технология позволяет создавать составные документы. Составной документ является своеобразным контейнером OLE-объектов, которые могут быть внедрены в этот документ или связаны с ним. Приложение, с помощью которого создаются объекты для внедрения и связывания, называется **OLE-сервером**. Приложение, в котором создается составной документ, называется **OLE-клиентом**. Текстовый процессор Microsoft Word (OLE-клиент) предоставляет возможность внедрения объектов-формул, созданных с помощью редактора математических формул Microsoft Equation (OLE-сервер). Такой способ создания специальных текстов позволяет интегрировать в одном документе разные объекты. Однако редактирование объектов возможно только в том случае, если на компьютере установлено соответствующее приложение-сервер.

Для запуска редактора формул в Microsoft Word необходимо выполнить команду **Вставка** → **Объект** и в списке **Тип объекта** выбрать пункт **Microsoft Equation 3.0**. После запуска приложения-сервера откроется окно редактора формул (рис. 3.3).

Область, в которую вводится формула, очерчивается прямоугольной рамкой. В позицию, указанную курсором, можно ввести числа, переменные и другие символы с клавиатуры. Например,

чтобы ввести формулу $S = \sum_{k=0}^N \frac{x^k}{k!}$, необходимо установить курсор

в область ввода и набрать на клавиатуре: S=, а затем воспользоваться шаблонами сумм, дробей, верхних и нижних индексов.

$$S = \sum_{k=0}^N \frac{x^k}{k!}$$

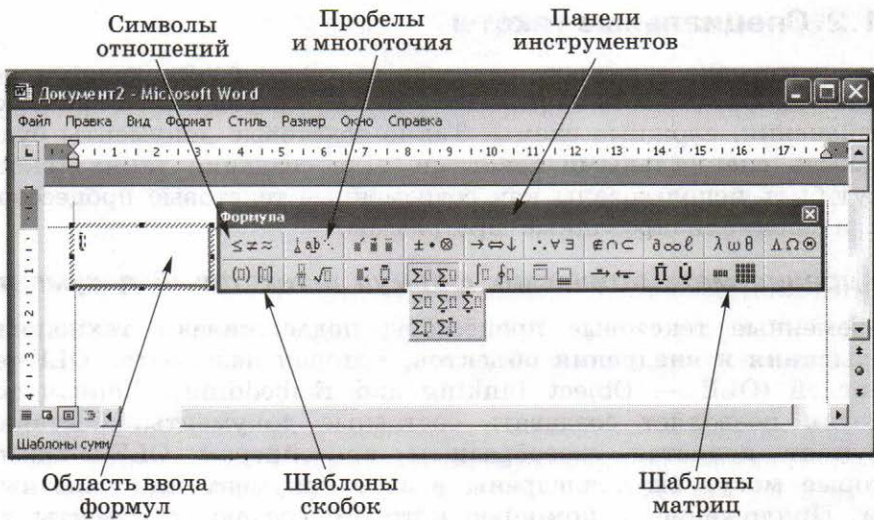


Рис. 3.3. Окно редактора формул Microsoft Equation

Текстовый процессор OpenOffice.org Writer также предоставляет пользователю возможность внедрения объектов-формул в текстовый документ. Запуск редактора формул OpenOffice.org Math осуществляется командой **Вставка** → **Объект** → **Формула**, после чего будет открыто окно редактора (рис. 3.4).

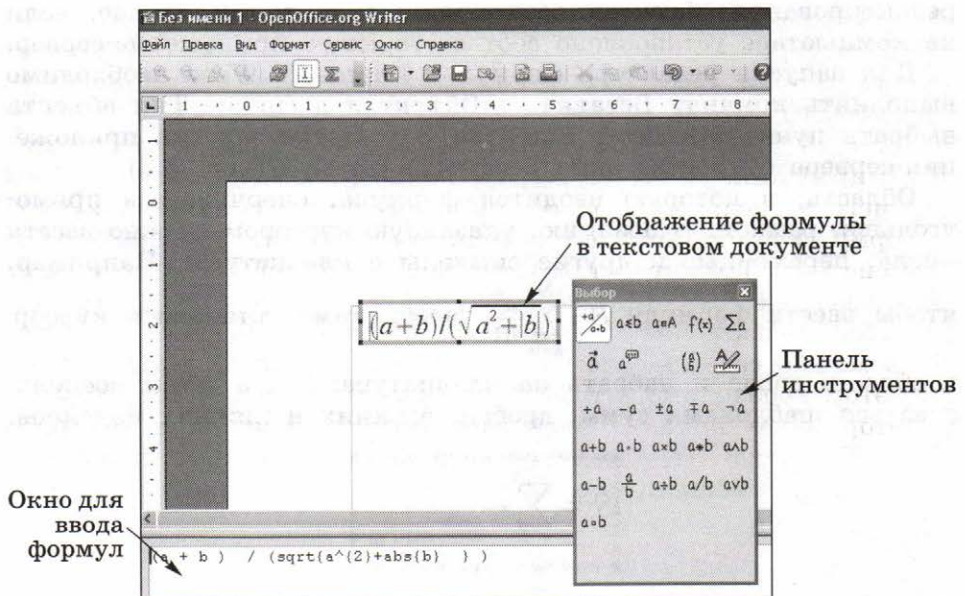


Рис. 3.4. Окно редактора формул OpenOffice.org Math

Отображение формулы в текстовом документе не совпадает с ее отображением в окне ввода. Это объясняется тем, что редактор формул OpenOffice.org Math использует язык разметки для представления формул. Например, `%beta` создает греческий символ β , а `a over b` отображается как дробь: $\frac{a}{b}$. Разметка, соответствующая символу арифметической или логической операции и пр., вставляется в окно ввода с помощью панели инструментов **Выбор**.

Специализированные программы по созданию специальных текстов

Наиболее широкими возможностями по созданию специальных текстов обладают специализированные программы. Примером такой программы является система научных публикаций **Т_EX**, разработанная американским математиком и программистом Дональдом Кнутом — автором широко известной книги «Искусство программирования для ЭВМ». Первый том этой книги был выпущен в 1969 году. В тот период в полиграфии применялись старые технологии, которые делали проблематичным внесение изменений в текст при переиздании книги. С целью оперативного переиздания своей книги Кнут разработал свою оригинальную систему подготовки научных текстов, включающих еще и формулы, рисунки, таблицы.

Название программы **Т_EX** произошло от греческого слова $\tau\epsilon\chi\nu\eta$, что означает «искусство», «мастерство». Профессионалы считают **Т_EX** лучшей системой для набора сложных математических формул. Программа **Т_EX** популярна в академических кругах, особенно среди математиков и физиков.

Система **Т_EX** базируется на специализированном языке программирования. Кнут не только придумал язык, но и написал для него транслятор. При использовании этой системы документ с формулами описывается на языке разметки. Исходный файл для системы **Т_EX** представляет собой текст документа вместе со *спецсимволами* и *командами*, с помощью которых системе передается информация о форматировании научного текста. Этот файл можно создать с помощью любого текстового редактора, но при этом необходимо, чтобы в итоге получился текстовый файл, в котором нет никаких элементов форматирования, т. е. «plain text». Это означает, что текст не должен содержать шрифтовых выделений, разбивки на страницы и пр. Исходные файлы, имеющие расширение *tex*, транслируются специальной программой в файлы с расширением *dvi* (device independent — «независимые от устройства»), которые в дальнейшем могут быть отображены на экране или напечатаны.

Существуют расширения стандартного T_EX'a (наборы шаблонов, стилей и т. д.). Примерами таких расширений служат пакеты AMST_EX, ХумT_EX (пакет для оформления химических формул), L_AT_EX.

Пакет AMST_EX ориентирован на важный, но узкий круг задач: верстку статей для математических журналов и книг, издаваемых Американским математическим обществом.

Пакет расширения L_AT_EX позволяет превратить разросшуюся статью в книгу изменением только одного слова в исходном файле, вставить оглавление одной командой, не задумываясь о нумерации разделов, теорем, рисунков.

Исходный L_AT_EX-файл должен начинаться с команды `\documentclass`, задающей стиль оформления документа, например `\documentclass{book}`. Слово `{book}` в фигурных скобках указывает, что документ будет оформлен как книга. Для оформления статей и деловых писем используются стили (классы) `article` и `letter` соответственно. Далее должна идти команда `\begin{document}`. Только после этой команды может идти собственно текст документа. Исходный текст документа не должен содержать переносов (L_AT_EX сделает их сам). Слова надо отделять друг от друга пробелами, а абзацы — пустыми строками. Заканчиваться файл должен командой `\end{document}`.

```
\documentclass{article}
```

```
\begin{document}
```

Здесь должен находиться текст статьи.

```
\end{document}
```

Формулы в L_AT_EX'e набираются с помощью специальных команд. Например, строке

```
\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)
```

будет соответствовать формула:

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right).$$

L_AT_EX позволяет вставлять в формулу цветные символы. Если надо выделить, например, синим цветом греческую букву π в приведенной выше формуле, необходимо внести изменения (выделены жирным шрифтом) в строку:

```
\frac{1}{\sigma\sqrt{2\color{Blue}\pi}}\exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)
```

Преимуществом $\text{T}_\text{E}_\text{X}$ 'а и его расширений является независимость от платформы (операционной системы) и то, что их можно приобретать через систему свободного распространения.

Среди специализированных программ для подготовки научной документации следует выделить **текстовый процессор Scientific Word** (рис. 3.5), разработанный американской фирмой MacKichan Software, Inc. в 2001 году. Он может быть использован как автономно, так и в составе пакета Scientific WorkPlace, включающего в себя, помимо текстового процессора, еще два математических процессора Maple V и MuPAD.

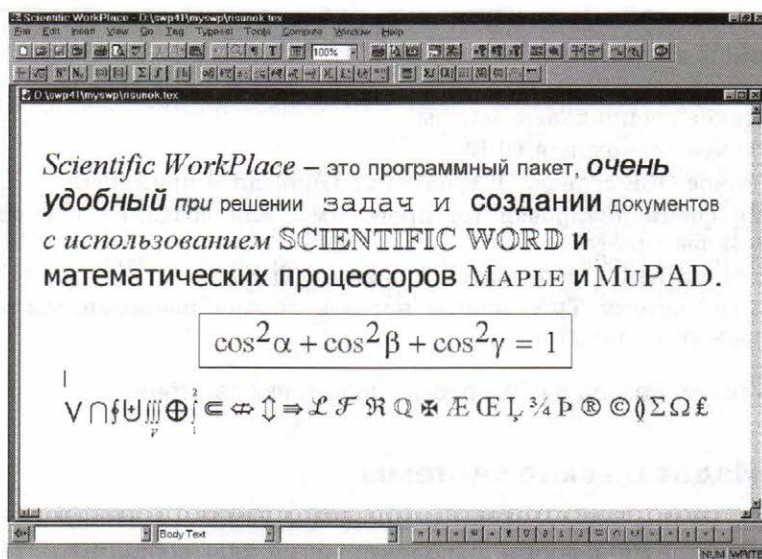


Рис. 3.5. Окно текстового процессора Scientific Word

Scientific Word автоматически сохраняет документы в формате $\text{LaT}_\text{E}_\text{X}$. При подготовке научного текста с помощью Scientific Word нет необходимости знать язык разметки, применяемый в системе $\text{LaT}_\text{E}_\text{X}$, так как набор формул, форматирование текста осуществляются через панели инструментов.

Особенно широко используется Scientific Word в научной среде, где предъявляются высокие требования к качеству построения формул сложной структуры и подготовки текстов, насыщенных научной символикой.

Система основных понятий

Текстовые документы, содержащие формулы, специфические обозначения, сложные схемы будем называть **специальными текстами**

Программное обеспечение для создания специальных текстов

Текстовые процессоры, поддерживающие OLE-технология вставки и связывания объектов (объектов-формул)

Специализированные программы для создания научных текстов: $\text{T}_\text{E}\text{X}$ и его пакеты расширения $\text{L}_\text{A}\text{T}_\text{E}\text{X}$, $\text{A}_\text{M}\text{S}\text{T}_\text{E}\text{X}$, $\text{X}_\text{y}\text{T}_\text{E}\text{X}$.
Программа Scientific Word, в основу которой положен $\text{L}_\text{A}\text{T}_\text{E}\text{X}$

Вопросы и задания

1. Что такое специальные тексты?
2. Что такое технология OLE?
3. Что такое OLE-сервер, OLE-клиент? Приведите примеры.
4. Какие специализированные программы для создания специальных текстов вы знаете?
5. Для каких целей используется система $\text{T}_\text{E}\text{X}$?
6. Почему систему $\text{T}_\text{E}\text{X}$ можно назвать специализированным языком программирования?

Практикум. Раздел 8 «Технологии подготовки текстов»

3.1.3. Издательские системы

Основной целью издательского процесса является тиражирование, т. е. многократное воспроизведение однажды созданных текстов. Главные задачи издательского процесса заключаются в следующем:

- создание текста и графических материалов к нему;
- перевод их в форму, удобную для тиражирования;
- собственно тиражирование.

Компьютерные программы, называемые **настольными издательскими системами**, предоставляют средства автоматизации издательского труда для допечатной подготовки издания.

Допечатная подготовка начинается с создания **макета**, отражающего «внешний вид» будущего издания. На этом этапе осуществляется выбор формата страниц, их ориентации и полей, элементов дизайна, задаются места размещения текста, иллюстраций, заголовков.

Создание страниц издания на основе разработанного макета, т. е. размещение на странице текста, изображений, заголовков, логотипов и других элементов дизайна, называется **версткой**.

Текстовые и графические материалы, объединенные в едином макете, каждая страница которого полностью совпадает с соответствующей страницей будущего издания, называется **оригинал-макетом**.

Заметим, что в современных текстовых процессорах реализованы многие функции, характерные и для издательских систем: форматирование текста, разметка страниц, автоматизированное создание алфавитных и предметных указателей, оглавлений, управление печатью. В чем же состоит различие текстового процессора и издательской системы?

Текстовые процессоры обладают ограниченными возможностями макетирования¹⁾. Текстовый процессор может использоваться лишь как вспомогательный инструмент при подготовке текстового материала для верстки. Дело в том, что издательская система предназначена не для набора больших объемов текста, а для верстки издания по сложному макету из текстовых и графических блоков. Предполагается, что блоки — набранный текст, фотографии, рисунки — создаются в отдельных приложениях (текстовых и графических редакторах), обладающих специальными функциями для их создания и обработки. Поэтому важно, чтобы издательская система была способна импортировать широкий диапазон файловых форматов. Издательские системы ориентированы на типографское воспроизведение создаваемых документов. Поэтому в издательских системах реализованы полиграфические настройки, такие как контроль цвета, тонкие настройки характеристик шрифта, спуск полос²⁾ и пр.

На рисунке 3.6 представлен внешний вид экрана издательской системы Adobe PageMaker после выполнения команды **Файл → Новый (File → New)**. Его содержимое можно условно разделить на две части — монтажный стол, на котором производится вся работа с материалами публикации, и интерфейсную часть системы, включающую в себя, например, инструментарий. В центре монтажного стола находится пустая страница новой публикации. Подготовка оригинал-макета заключается в том, чтобы постепенно заполнять расположенную на монтажном столе страницу нужными материалами (блоками). Блоки могут быть сдвинуты на

¹⁾ К инструментам макетирования текстовых процессоров относится возможность использования шаблонов документов.

²⁾ Спуск полос — это процесс расположения страниц издания на печатном листе в определенном порядке, который обеспечивает последующую печать брошюры или книги в соответствии с техническими требованиями к печати.

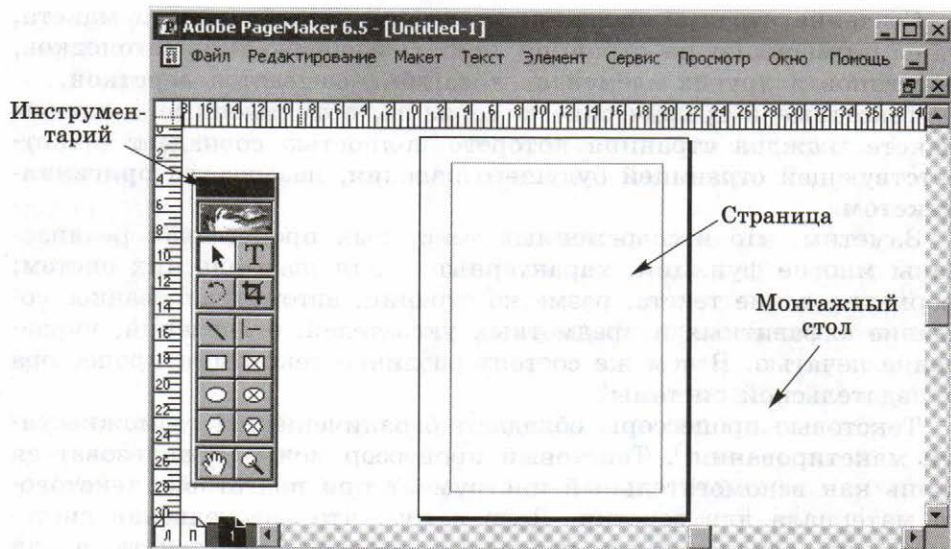


Рис. 3.6. Окно издательской системы Adobe PageMaker

поверхность монтажного стола. Их можно передвигать, удалять, накладывать друг на друга, как будто вы раскладываете вырезки с текстами и картинками, добавляя геометрические элементы оформления — линии, обводки и др.

Популярными издательскими системами, начиная с 1990-х годов, стали Adobe PageMaker, Adobe FrameMaker, Corel Ventura и QuarkXPress, а в настоящее время и Adobe InDesign.

В таблице 3.1 приведены сведения об издательских системах, разработчиках и сферах применения.

Таблица 3.1

Примеры издательских систем

Название издательской системы	Разработчик	Сфера применения
QuarkXpress	Фирма Quark	Подготовка рекламных буклетов, газет, журналов
PageMaker	Фирма Adobe	
FrameMaker	Фирма Adobe	Подготовка книг
Ventura	Фирма Corel	
LaTeX	Лесли Лэмпорт	Подготовка технических журналов и книг
InDesign	Фирма Adobe	Подготовка печатной продукции широкого профиля от одностраничных буклетов до толстых книг

Современная издательская система в широком смысле — это не только компьютерная программа, но и аппаратные средства: компьютер, устройства оптического ввода (сканер, цифровая камера), различные принтеры.

Благодаря развитию компьютерных технологий и применению издательских систем возникла возможность коренным образом изменить весь издательский процесс — сделать его менее трудоемким, более творческим, оперативным и экономичным.

Система основных понятий

Издательские системы	
Издательские системы — это специализированные программы, позволяющие выполнить допечатную подготовку издания	
Аппаратное обеспечение издательских систем: компьютер, устройства оптического ввода, принтеры	
Основное назначение	
<i>текстовых процессоров и редакторов:</i>	<i>издательских систем:</i>
ввод и редактирование текста	допечатная подготовка изданий посредством макетирования и верстки

Вопросы и задания

1. Что такое издательская система?
2. Что такое макет издания?
3. Что такое верстка?
4. Что такое оригинал-макет издания?
5. В чем состоит различие текстовых процессоров и издательских систем?
6. В чем состоит основное назначение издательских систем?
7. Перечислите аппаратное обеспечение издательских систем.
8. Перечислите известные издательские системы и сферы их применения.

3.2. Технологии обработки изображения и звука

3.2.1. Основы графических технологий

Компьютерной графикой называют область информационных технологий, в которой компьютер используется как инструмент для синтеза изображений, а также для обработки визуальной информации, полученной из реального мира. Часто словами «компьютерная графика» называют также и продукты такой деятельности: созданные с помощью компьютера анимационные фильмы, рекламные ролики, игры и пр.

История компьютерной графики

Первые упоминания о работе компьютера с графическими изображениями относятся к 1950-м годам. Тогда по заказу Министерства обороны США была создана система «Вихрь», позволявшая с помощью компьютера визуализировать данные, получаемые от радаров системы противовоздушной обороны.

Первые практически значимые результаты невоенного назначения по созданию систем графического ввода и вывода относятся к 1960-м годам. В 1964 году компания General Motors представила разработанную совместно с IBM систему DAC-1, которая могла создавать чертежи проектируемых устройств. С этого начиналась современная технология САПР — систем автоматизации проектирования.

Автоматический ввод графических объектов был реализован в программно-аппаратном комплексе Sketchpad, разработанном Айвеном Сазерлендом (США) в 1963 году. Это был первый графический редактор, который позволял использовать устройство «световое перо» для рисования на экране электронно-лучевой трубки. Система позволяла рисовать точки, линии и окружности, а также выполнять некоторые манипуляции с этими объектами: копирование, перемещение и др.

В 1968 году советскими программистами была разработана программа для отечественной ЭВМ БЭСМ-4, с помощью которой был создан компьютерный мультфильм «Кошечка». Кадры фильма распечатывались на алфавитно-цифровом принтере¹⁾.

В конце 1970-х годов создаются растровые дисплеи, вначале монохромные, а затем и цветные. Появление персональных компьютеров, оснащенных растровыми дисплеями, открыло боль-

¹⁾ Посмотреть этот фильм можно в Интернете по адресу:
<http://www.youtube.com/watch?v=JWiWYqvPOBU>

шие перспективы для развития компьютерной графики. Первым ПК с растровым графическим дисплеем был Apple II (1977 г.). А в 1984 году был выпущен ПК Apple Macintosh, на котором впервые был реализован графический интерфейс пользователя.

Дискретная структура изображения

Из курса информатики 7 класса вы знакомы с основными понятиями графических технологий. Напомним, что любое изображение при выводе на экран монитора или на бумагу при печати составляется из дискретных точечных элементов. Точечный элемент изображения называется **пикселем**. Сетка пикселей на экране монитора называется **растром**. Растр состоит из N строк и M столбцов. Произведение вида $M \times N$ называют **линейным разрешением монитора**. Чем большее число точек раstra приходится на единицу площади поверхности экрана, тем выше качество изображения. Высококачественное изображение на мониторах персональных компьютеров получается при линейном разрешении 1280×1024 .

В параграфе 1.4.3 рассказывалось о кодировании монохромного (черно-белого) изображения в компьютере. Количество битов, используемых для кодирования оттенков базового (черного) цвета, называется **битовой глубиной цвета**. Для цветного изображения **битовая глубина цвета** — двоичный код размером b битов определяет цвет и оттенок каждого отдельного пикселя. Информационный объем изображения, выводимого на экран монитора с линейным разрешением $M \times N$, равен: $b \cdot M \cdot N$ битов.

Цветовые модели

Современные мониторы и принтеры позволяют получать цветные изображения с богатой палитрой красок. Разнообразие цветов получается путем смешивания нескольких одноцветных компонентов в разных пропорциях. Набор компонентов и способ образования из них разнообразных цветов и оттенков называются **цветовой моделью**.

В курсе информатики 7 класса вы познакомились с моделью, которая называется RGB — Red, Green, Blue (красный, зеленый, синий). Ее называют **аддитивной цветовой моделью** от английского слова «add» — «сложение». Аддитивная модель применяется для излучаемого изображения, каковым является изображение на экране монитора. Цвет каждого пикселя складывается из излучений трех источников — красного, зеленого и синего, яркость (интенсивность) которых может меняться. Если складываются все три составляющие с одинаковой максимальной яркостью, то

получается белый цвет. При полном отсутствии базовых цветов получается черный цвет.

Если изображения, полученные по модели RGB, печатать с помощью цветного принтера или цветной типографской машины, то цвета на бумаге будут не такими, как на экране монитора. Этот эффект искажения цветов объясняется следующей причиной: с экрана мы воспринимаем излучаемое изображение, а с печатного листа — отраженное изображение. Белый свет, освещающий лист бумаги, отражается от разных элементов цветной картинки. При этом одни составляющие спектра белого света поглощаются, а другие отражаются. Например, чтобы отразилась красная компонента белого света, нужно, чтобы краска на листе поглотила все остальные составляющие спектра белого цвета. Оказывается, такую краску можно получить смешиванием двух цветов: желтого и пурпурного. Аналогично синий цвет получается путем вычитания из белого голубого и пурпурного цветов, а зеленый цвет — вычитанием из белого желтого и голубого. Такой «принцип дополнительности» цветов схематически отражен на рис. 3.7, который называется цветовым кругом.

Для цветной печати используется цветовая модель, которая называется CMYK. Эта аббревиатура происходит от слов:

Cyan — голубой;

Magenta — пурпурный;

Yellow — желтый;

black — черный.

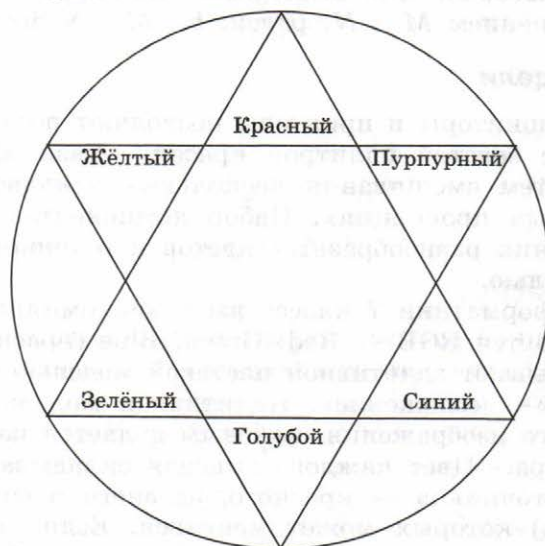


Рис. 3.7. Цветовой круг

Модель CMYK называется **субтрактивной цветовой моделью**, от английского слова *subtract* — «вычитание». Если из белого света вычесть голубой, пурпурный и желтый, то получим черный цвет. Иначе говоря, в субтрактивной модели: голубой + пурпурный + желтый = черный. Однако на практике таким способом черный цвет получается недостаточно качественным. Поэтому в модель еще добавили четвертую компоненту «black» для калибровки черного цвета. А если все эти поглощающие цвета отсутствуют, то получается белый цвет.

Цветовой круг на рис. 3.7 наглядно отображает связь между компонентами аддитивной и субтрактивной моделей цвета: у каждого цвета RGB-модели есть два соседних цвета — из CMYK-модели, которые при вычитании из белого в результате отражения дают этот RGB-цвет.

На бумаге базовые цвета модели CMYK наносятся в виде близко расположенных точек, которые по отдельности человеческий глаз не различает (рис. 3.8). Как и для излучаемого цвета от экрана, смешивание цветов, отражаемых от печатного изображения, происходит в наших органах зрения.

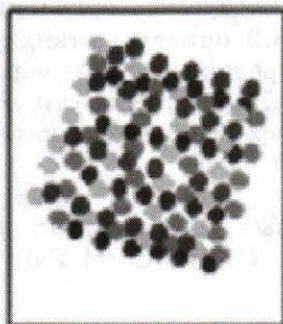


Рис. 3.8. Увеличенный точечный элемент раstra при четырехцветной печати

Растровая графика

Растровой графикой называют технологию получения или обработки изображения, при которой элементами воздействия являются отдельные точки раstra.

Растровый код изображения хранит данные о цвете каждого пикселя. При создании или редактировании растрового изображения с помощью графических растровых редакторов воздействию подвергается каждый пиксель рисунка. Такая технология позволяет получать изображения высокого качества, в том числе объемные реалистические картины. Растровая технология является

универсальной. Графический интерфейс операционных систем и других программ создается средствами растровой графики. Однако чаще всего растровая графика используется не для рисования, а для редактирования фотографических или сканированных изображений.

Изображения, представленные в **растровых форматах**, плохо приспособлены к геометрическим преобразованиям: растяжениям, сжатиям, поворотам и пр. При их выполнении возникают искажения, например гладкая непрерывная линия становится ступенчатой, круг превращается в овал.

Основной проблемой растровой графики является большой объем графической информации. Например, для представления на экране с линейным разрешением 1280×1024 и при глубине цвета 24 бита изображение потребует около 4 Мб памяти компьютера. Для хранения такой информации используются разнообразные **методы сжатия**. При этом допускается сжатие с потерей информации (см. параграф 1.4.5). Различные графические форматы отличаются алгоритмами сжатия данных.

Существуют стандартные графические форматы, а также собственные форматы, используемые отдельными графическими редакторами. В таблице 3.2 описаны стандартные форматы¹⁾.

Обычно графические редакторы позволяют сохранять изображение в разных форматах. В зависимости от характерных особенностей изображения эффективность сжатия в разных форматах может оказаться разной.

Примерами растровых графических редакторов являются: Paint, Adobe Photoshop, GIMP, Corel Painter.

Векторная графика

Векторная графика — технология создания изображения, составленного из отдельных графических элементов (графических примитивов): линий, овалов, многоугольников и пр. Каждый элемент является геометрическим объектом, заданным в экранной системе координат своими параметрами: координатами вершин, радиусом кривизны, длиной диагонали и др. Поэтому рисунок в **векторном формате** представляется последовательностью команд рисования графических элементов, назначения цветов линий, выполнения цветowych заливок отдельных областей и т. п.

¹⁾ Таблицы 3.2 и 3.3 взяты из книги: *Залогова Л. А. Практикум по компьютерной графике. Элективный курс: учебное пособие.* — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.

Таблица 3.2

Растровые форматы графических файлов

Название формата	Программы, которые могут открывать файлы	Сжатие
BMP Windows Device Independent Bitmap	Все программы Windows, которые используют растровую графику	RLE (по желанию)
PCX Z-Soft PaintBrush	Почти все графические приложения для PC	RLE (всегда)
GIF Graphic Interchange Format	Почти все редакторы растровой графики; большинство издательских систем; редакторы векторной графики, поддерживающие растровые объекты	LZW (всегда)
TIFF Tagged Image File Format	Большинство редакторов растровой графики и настольных издательских систем; редакторы векторной графики, поддерживающие растровые объекты	LZW (по желанию) и др.
TGA TrueVision Targa	Редакторы растровой графики; редакторы векторной графики, поддерживающие растровые объекты	RLE (по желанию)
IMG Digital Research GEM Bitmap	Некоторые настольные издательские системы и графические редакторы Windows	RLE (всегда)
JPEG Joint Photographic Experts Group	Редакторы растровой графики; редакторы векторной графики, поддерживающие растровые объекты	JPEG (можно выбрать степень сжатия)
PNG Portable Network Graphics	Почти все редакторы растровой графики; большинство издательских систем; редакторы векторной графики, поддерживающие растровые объекты	Сжатие без потерь, сходное с LZW

Для примера приведем две векторные команды в формате WMF (формат см. в табл. 3.3).

MOVETO 300, 400 Установить текущую позицию для рисования в точке с координатами $X = 300$, $Y = 400$.

LINETO 500, 400 Нарисовать линию от текущей позиции до точки с координатами $X = 500$, $Y = 400$

В результате будет нарисован горизонтальный отрезок прямой, длиной 200 шагов растровой сетки. Характеристики линии: цвет, толщина, тип (сплошная, пунктирная и пр.) — устанавливаются ранее специальными командами.

Векторная графика — удобная технология для создания рисованных изображений. Каждый графический элемент рисунка является самостоятельным объектом, который можно удалять, копировать, вставлять, поворачивать, деформировать, изменять цвета и параметры линий. Из нескольких элементов путем группировки можно создать один сложный элемент.

Всякие изменения отдельных элементов или всего изображения в векторном формате (сжатия, растяжения, повороты), выполняемые пользователем вручную в окне векторного редактора, приводят к изменениям числовых параметров векторных команд. Это практически не отражается на объеме файла, в котором хранится код рисунка. Векторная графика — удобный инструмент для создания технических чертежей. Эта технология активно используется в САПР — системах автоматизированного проектирования.

Файлы, хранящие изображения в векторной форме, имеют небольшие объемы по сравнению с растровыми файлами. Поэтому для них нет проблемы сжатия. Различные векторные форматы отличаются набором команд рисования и способом их кодирования. В таблице 3.3 представлены некоторые векторные форматы графических файлов.

Таблица 3.3

Векторные форматы графических файлов

Название формата	Программы, которые могут открывать файлы
WMF Windows MetaFile	Большинство приложений Windows
EPS Encapsulated PostScript	Большинство настольных издательских систем и редакторов векторной графики, некоторые редакторы растровой графики
DXF Drawing Interchange Format	Все программы САПР, многие редакторы векторной графики, некоторые настольные издательские системы
CGM Computer Graphics Metafile	Большинство редакторов векторной графики, САПР и издательские системы

Популярными векторными графическими редакторами являются: CorelDraw, Adobe Illustrator, OpenOffice.org Draw, Inkscape.

Пользователь, работая с векторным редактором, создает на экране рисунок с помощью набора инструментов, при этом в памяти компьютера формируется последовательность векторных команд. Затем она сохраняется в файле. Поскольку на современных компьютерах используются растровые мониторы, при выводе на экран изображение, сохраненное в векторном формате, подвергается преобразованию в растровую форму, передается в видеопамять и отражается на экране. Эта процедура называется **растеризацией**. При этом достигается максимально возможное качество изображения.

Система основных понятий

Основы графических технологий		
Пиксель	Растр	Битовая глубина цвета
Точечный элемент изображения	Сетка пикселей на экране размером $M \times N$	Размер двоичного кода цвета (оттенка) пикселя
Цветовые модели		
RGB (красный, зеленый, синий) — аддитивная модель для излучаемого цвета	СМΥК (голубой, пурпурный, желтый, черный) — субтрактивная модель для отраженного цвета	
Графические технологии		
Растровая графика	Векторная графика	
Код изображения — совокупность кодов цветов всех пикселей раstra. Требуется сжатие. Формат файла определяется алгоритмом сжатия. Применяется для редактирования оцифрованных изображений и для создания растровых рисунков	Код изображения — совокупность векторных команд создания рисунка. При выводе на экран производится растеризация. Применяется для создания векторных изображений: чертежей, схем, карт, рисунков	

Вопросы и задания

1. В чем заключается основной принцип растровой графики?
2. Какая информация сохраняется в растровом файле?
3. Почему растровую графику называют универсальной графической технологией?
4. Какой объем памяти требуется для хранения растрового файла, если размер графической сетки — 1024×768 , а количество используемых цветов — 16 777 216?

5. В чем состоит основной принцип векторной графики?
6. Какая информация сохраняется в векторном файле?
7. Что происходит с данными в векторном файле при сжатиях, растяжениях, поворотах и прочих манипуляциях с векторным изображением?
8. Для решения каких задач используются редакторы растровой графики?
9. Для решения каких задач используются редакторы векторной графики?
10. Познакомьтесь самостоятельно с векторным редактором Inkscape, с растровым редактором Gimp.

3.2.2. Трехмерная графика

Трехмерной графикой называют технологию, позволяющую получать на устройствах вывода компьютера изображения объемных сцен. **Сцена** — это область трехмерного пространства и расположенные в ней объекты изображения — объемные тела и поверхности. Эту технологию называют также **3D-графикой**, от английского *3-Dimensional*. Широкое применение 3D-графика находит в архитектурном и техническом проектировании, рекламе, кинематографии, различных тренажерных системах, играх.

Заметим, что речь не идет о получении пространственного трехмерного изображения, которое создается на плоской поверхности листа бумаги или экрана. На рисунке 3.9 показан компьютерный рисунок, полученный с использованием технологии трехмерной графики¹⁾.



Рис. 3.9. Рисунок, созданный в 3D-технологии

¹⁾ Пример взят с сайта <http://mart-dvp.ru/>

Получение трехмерного изображения происходит в два этапа, которые называются так:

- 1) моделирование трехмерной сцены;
- 2) рендеринг (визуализация) — проекция объемной сцены в плоское растровое изображение.

Моделирование

Задача данного этапа — *получение математической модели сцены.*

1. Первый шаг моделирования — **описание геометрии сцены.** Это делается путем математического описания формы объектов сцены в трехмерной системе координат. Положение каждой точки задается тремя числами: (x, y, z) . Отрезок прямой в трехмерном пространстве определяется координатами его концов: (x_1, y_1, z_1) , (x_2, y_2, z_2) . Треугольник задается координатами трех его вершин, т. е. девятью числами. А поверхность сферы радиуса R с центром в точке (x_0, y_0, z_0) описывается уравнением:

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2 = R^2.$$

Такие аналитические способы описания существуют для канонических фигур: сфер, цилиндров, конусов, пирамид и некоторых других. Они являются **объемными примитивами**, которые используются в 3D-редакторах для составления сцен.

Однако чаще всего изображаемые трехмерные объекты не являются простыми цилиндрами, конусами и т. п. Например, если нужно изобразить фигуру человека, космическую станцию, горный рельеф и другие сложные формы, то для их описания используют **векторные полигональные модели.**

Полигонами называют многоугольники, которые задаются координатами своих вершин, лежащих на поверхности тел. Простейший полигон — треугольник. Применяются также полигоны и с большим числом сторон. Для гладкого сопряжения полигонов используется математический метод, который называется **В-сплайнами**. Полигональная поверхность похожа на проволочный каркас, обтягивающий фигуру. На рисунке 3.10 показан пример полигональной поверхности человеческой головы с ее лицевой стороны¹⁾. Здесь использованы четырехугольные полигоны.

Получение каркаса — это *геометрическая часть моделирования.*

¹⁾ Пример взят с сайта <http://sensi.org/~svo/garson/blender/headtute/head-win.html>

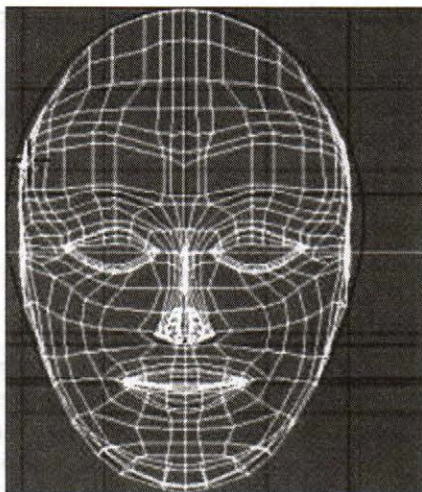


Рис. 3.10. Полигональная поверхность

2. Следующий этап — **наложение текстуры** на поверхность каркаса. Чтобы объект выглядел реалистично, должен быть воспроизведен внешний вид (текстура) материала, из которого образована его поверхность. Это может быть дерево, металл, ткань, кирпич, кожа человека и пр. Набор таких текстур предоставляется художнику системой 3D-графики. Подбор текстуры определяет визуальные свойства модели: цвет, способность к отражению света, преломление света для прозрачных материалов. Таким образом, на этапе наложения текстуры устанавливаются *оптические параметры модели*.

3. Визуальное восприятие объекта зависит от его освещения. Поэтому необходимым элементом моделирования сцены является **описание расположения источников света и их характеристик**: направленности светового потока, мощности излучения, спектрального состава.

4. Последний этап моделирования: **определение положения и оптических характеристик виртуальной камеры**. Здесь имитируется процесс съемки на камеру (фотографирования). Итоговое изображение — это фотография трехмерной сцены, полученная с помощью камеры, расположенной в определенной точке сцены и обладающей определенными оптическими характеристиками: направлением и углом съемки, фокусным расстоянием объектива. Если формируется статическое трехмерное изображение, то на этом заканчивается этап моделирования.

Визуализация

На этапе **визуализации (рендеринга)** объемная векторная математическая модель преобразуется в плоское растровое изображение. При этом нужно определить цвет каждого пикселя и сохранить его код в файле растрового формата. Существуют различные алгоритмы визуализации, в которых реализуются сложные вычисления, основанные на законах геометрической и физической оптики, использующие аппарат высшей математики. Чем точнее мы хотим отразить в таких расчетах все факторы влияния на цвет каждой точки изображения, тем сложнее алгоритм и тем больше времени будут занимать вычисления.

В процессе визуализации требуется удалить невидимые с позиции камеры поверхности, учесть все источники освещения каждой точки, в том числе отраженный свет и тени, учесть оптические свойства материала (цвет, прозрачность, свойства к отражению и поглощению света). От положения виртуальной камеры зависит вид проекции, от фокусного расстояния объектива — степень увеличения изображения.

На рисунке 3.11 показаны результаты визуализации одной и той же трехмерной модели вентиля, выполненные из разных положений виртуальной камеры.

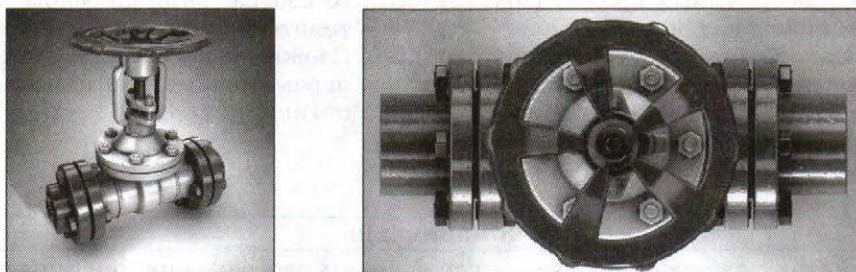


Рис. 3.11. Результат визуализации трехмерного объекта в двух проекциях

Трехмерная анимация

Слово «анимация» означает «оживление». Многие современные анимационные фильмы создаются в технологии трехмерной графики. В некоторых игровых фильмах наряду с «живыми» артистами и реальными декорациями участвуют персонажи, созданные на компьютере. Одним из первых известных фильмов такого рода был фильм «Звездные войны». Многие компьютерные игры построены в технологии 3D-анимации.

Эффект движения получается за счет быстрой смены изображения сцены, на которой происходит изменение обстановки. В кинопроизводстве принят стандарт частоты смены кадров, равный 24 кадрам в секунду. В компьютерных играх, в тренажерах пересчет модели и визуализация динамических сцен должны происходить в режиме реального времени.

В начале появления 3D-анимации такая задача была по силам только суперкомпьютерам. Позже для персональных компьютеров были разработаны устройства под названием 3D-акселераторы (ускорители трехмерной графики). На современных ПК эти устройства входят в состав видеокарт и, таким образом, делают доступными для пользователей ПК трехмерные игры.

Примеры программ работы с трехмерной графикой: Maya, 3D Studio MAX, Blender.



Система основных понятий

Трехмерная графика	
Этапы создания 3D-изображения	
Моделирование сцены	Визуализация
1. Моделирование геометрии: использование объемных примитивов, векторных полигональных моделей. 2. Наложение текстуры: установка оптических параметров модели. 3. Расположение источников света: определение параметров освещения. 4. Определение положения виртуальной камеры	Получение плоского растрового изображения на основе математической модели сцены. Сложные расчеты с учетом параметров модели и законов оптики
3D-анимация	
Имитация движения за счет быстрой смены изображения динамически изменяющейся сцены. 3D-акселераторы используются для ускорения расчетов динамической трехмерной графики	



Вопросы и задания

1. Назовите этапы создания трехмерного изображения.
2. Что такое сцена?
3. Какие задачи решаются на этапе моделирования?
4. Как вы думаете, какими параметрами задается математическая модель цилиндра; конуса?
5. Что такое полигональная поверхность?
6. Для чего используются текстуры? Какие параметры модели они определяют?

7. Почему в модели необходимо учитывать источники света?
8. Для каких целей используется виртуальная камера?
9. Что означает термин «визуализация»?
10. Каким образом достигается анимация изображений?

Практикум. Раздел 9 «Графические технологии»



3.2.3. Технологии работы с цифровым видео

Кодирование видеoinформации

Цифровым видео называют компьютерную технологию хранения, воспроизведения и обработки динамических изображений, снятых с помощью кино- или видеокамер, а также принятых по каналам телевидения или интернет-каналам и сохраненных в виде фильма в цифровом формате на компьютерных носителях. Это могут быть записи кинофильмов, телевизионных программ, видеолекций и пр. Обычно с кадрами видеофильма связано звуковое сопровождение.

При кодировании видео решается задача не только дискретизации изображения, но и его синхронизации со звуковым сопровождением, которое также подвергается оцифровке. Видеофильм состоит из отдельных кадров, которые при воспроизведении на экране меняются с определенной частотой. Ранее уже говорилось, что в стандарте кино используется частота 24 кадра в секунду. Каждый кадр видеофильма — это растровая картинка.

Однако если все кадры фильма хранить как полноформатные растровые изображения, то видеофильм будет занимать слишком большой объем памяти. Например, одна секунда записи в стандарте системы PAL (разрешение 768×576 точек) займет 25 Мб, а одна минута — уже 1,5 Гб. Поэтому на практике применяются различные алгоритмы сжатия.

Если использовать сжатие без потерь¹⁾, то самые эффективные алгоритмы позволяют уменьшить объем данных не более чем в два раза. Поэтому для более существенного снижения объема видеокода используют различные алгоритмы сжатия с потерями.

Одним из основных методов сжатия в цифровом видео является стандарт MPEG. Основная идея алгоритма сжатия исходит из того факта, что несколько последовательных кадров фильма обычно мало отличаются друг от друга. Поэтому можно сохранить один кадр, который называют ключевым, а для последующих кадров сохранять только изменения, отличающие их от ключевого кадра. Новый ключевой кадр обычно формируется

¹⁾ О сжатии без потерь см. в параграфе 1.4.5.

через 10–15 кадров. В результате при использовании MPEG можно добиться уменьшения объема информации более чем в 200 раз, хотя это и приводит к некоторой потере качества. К настоящему времени было разработано три варианта стандарта MPEG.

MPEG-1. Был разработан в 1992 году. Используется для хранения видео на компакт-дисках с качеством VHS (бытовой видеокассеты). Разрешение кадра составляет 352×288 пикселей, частота воспроизведения — 25 кадров в секунду. Полнометражный фильм, записанный в этом формате, занимает два компакт-диска в стандарте VideoCD.

MPEG-2. Появился в 1995 году. Используется в цифровом, спутниковом телевидении и для записи дисков DVD. Типичное разрешение кадра для DVD-фильма в видеостандарте PAL/SECAM составляет 720×576 пикселей, частота воспроизведения — 25 кадров в секунду. По сравнению с MPEG-1, в аудиочасти добавлена поддержка многоканального звука.

MPEG-4. Был официально представлен в декабре 1999 года. MPEG-4 разрабатывался как способ передачи потоковых медиаданных (в первую очередь, видео) по каналам с низкой пропускной способностью. Применение более сложных алгоритмов компрессии позволило размещать полнометражные фильмы длительностью полтора-два часа в приемлемом качестве всего на одном компакт-диске. Однако использование новых алгоритмов сжатия повлекло за собой и существенное увеличение требований к вычислительным ресурсам компьютера, необходимым для качественной декомпрессии изображения из этого формата.

Следует заметить, что сами стандарты MPEG не регламентируют конкретные алгоритмы сжатия видеосигнала, а только определяют, как в конечном счете должен выглядеть битовый поток кодированного видеосигнала. Конкретные алгоритмы сжатия реализуются с помощью видеокодеков (см. ниже).

Аппаратные средства работы с видео

До появления цифровых видеокамер для сохранения и обработки видео на компьютере приходилось устанавливать специальную плату видеозахвата, которая выполняла функции аналого-цифрового преобразователя при вводе видеоинформации с аналоговых устройств: видеокамер, телевизора, видеомагнитофона. Кроме того, эти платы имели в своем составе специальные средства для сжатия видеоинформации.

В настоящее время отпала необходимость наличия платы видеозахвата. Достаточно, чтобы компьютер был оборудован звуковой платой, а также имел необходимые порты для подключе-

ния цифровой видеокамеры (обычно USB или IEEE1394). Следует также учитывать, что один час видео хорошего качества в упакованном виде занимает на диске несколько десятков гигабайтов информации, поэтому необходимо выбирать жесткие диски большого объема и высокой производительности, а лучше для хранения видеоданных иметь отдельный жесткий диск.

В качестве носителей информации в **цифровых видеокамерах** используются специальная кассета с магнитной лентой (Mini-DV), набор микросхем памяти, жесткий диск, диск DVD-RW. Благодаря тому что информация хранится в цифровом виде, ее можно легко переносить в компьютер, после чего выполняется ее кодирование (упаковка) с помощью специальных программ.

Популярными аналоговыми видеоустройствами до сих пор остаются **телевизионные тюнеры**, которые позволяют просматривать на экране компьютера телепередачи или видеофильмы. При этом тюнер работает как обычный телевизор, только в качестве экрана используется монитор компьютера. Данное устройство представляет собой плату расширения, вставляемую внутрь компьютера и содержащую ряд разъемов.

Web-камеры предназначены для передачи видеоизображения через Интернет. Они передают закодированный видеосигнал в компьютер, где он или отображается на экране, или сохраняется на диске. Однако качество получаемого изображения пока невысокое.

Программное обеспечение для работы с видео

Проигрыватель (плеер) — это программа, с помощью которой осуществляется просмотр видеофильмов и управление просмотром (изменение скорости просмотра, перемотка на нужную позицию в фильме, регулировка громкости звука и т. д.). Операционная система Windows имеет встроенный стандартный проигрыватель Windows Media Player, который будет загружаться в первую очередь при запуске фильма, если вы не установили иной проигрыватель. Кроме стандартного существует множество других проигрывателей, таких как BSPlayer, ZoomPlayer, WinDVD и т. д.

Для просмотра фильмов также требуется набор видекодеков.

Видеокодек — это программный компонент, который осуществляет декодирование (распаковку) видео и звука во время просмотра фильма. Каждый проигрыватель запускает этот компонент автоматически при запуске фильма, если данный кодек присутствует на компьютере. Отсутствующий кодек достаточно установить лишь один раз, после чего он будет использоваться при каждом просмотре видеофильмов. Рекомендуется использовать самые новые версии кодеков, поскольку обычно старые версии кодеков не

годятся для просмотра фильмов, сжатых с помощью более новых версий. В большинстве случаев кодеки, нужные для просмотра фильма, будут устанавливаться автоматически, если подключиться к Интернету и запустить фильм, например, в стандартном проигрывателе Windows Media Player. Наиболее популярными являются кодеки DivX и XVID.

DivX — кодек для стандарта MPEG4. Начиная с 5-й версии, стал платным.

XVID — свободно распространяемый кодек для стандарта MPEG4.

Для редактирования видеофильмов требуется специальное программное обеспечение.

Видеомонтаж — это объединение в один фильм разных фрагментов из одного или нескольких источников, а также выполнение над видеоданными различных действий: копирования, удаления и переноса фрагментов, создания видеопереходов между кадрами, добавления титров, записи музыкального сопровождения и др.

Для простейшего видеомонтажа можно использовать встроенную в Windows программу Windows Movie Maker (рис. 3.12). Для более сложного видеомонтажа необходимо пользоваться про-

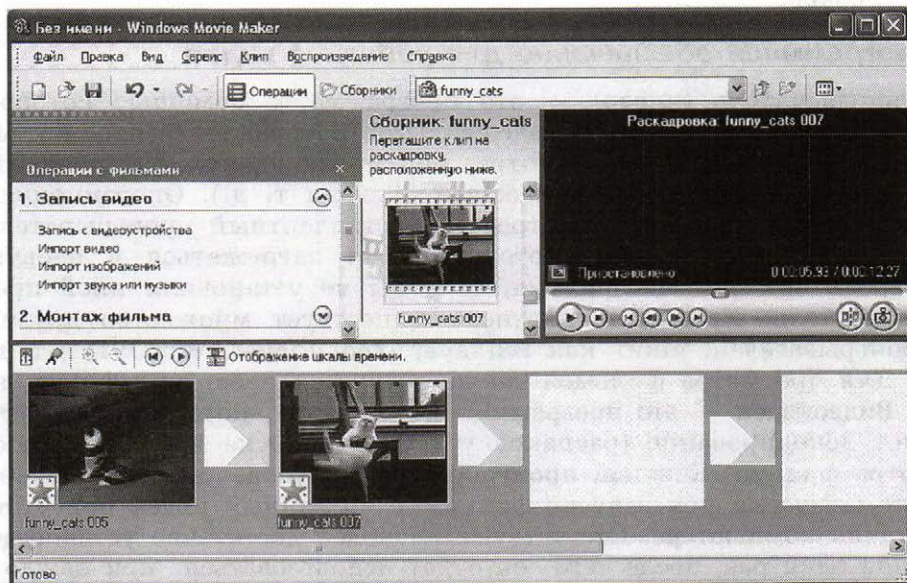


Рис. 3.12. Интерфейс программы Windows Movie Maker

фессиональными программами: Ulead Media Studio Pro, Pinnacle Studio, Adobe Premiere и др. Данные программы позволяют как работать с готовыми видеофайлами, так и осуществлять работу с цифровыми видеокамерами (ввод информации с камеры в компьютер), а также выполнять различные варианты упаковки смонтированного видеоматериала и сохранять файлы в разных форматах.

Процесс передачи видеоданных на устройство вывода во время демонстрации фильма называется **видеопотоком**. Видеопоток характеризуется показателем, называемым **битрейтом** — количеством битов, передаваемых за одну секунду воспроизведения. Чем больше битрейт, тем больше места на диске занимают данные.

Форматы видеофайлов

Одним из наиболее распространенных форматов представления видеоданных является формат **AVI** (Audio Video Interleave — чередование аудио и видео). Файл AVI может содержать видео/аудиоданные, разделенные на блоки, каждый из которых может быть сжат с использованием различных кодеков. Таким образом, AVI-файлы могут существенно отличаться друг от друга. Внутри одного файла AVI может содержаться один видеопоток и несколько потоков аудио.

MPG — формат файлов, содержащих видео, закодированное на основе одного из стандартов MPEG.

Формат **QuickTime** (файлы с расширениями mov, mpeg или qt) первоначально возник на компьютерах Apple. Отличительной особенностью QuickTime является возможность формировать изображение на новой дорожке путем ссылок на кадры, имеющиеся на других дорожках.

FLV (Flash Video) — формат файлов, используемый для передачи видео через Интернет. Файлы в формате FLV можно просматривать в большинстве операционных систем, поскольку он использует широко распространенную программу Adobe Flash и плагины (т. е. вспомогательные программы) к большинству браузеров. Этот формат поддерживается многими *видеоплеерами* (MPlayer, VLC media player, Media Player Classic).

Система основных понятий

Технологии работы с цифровым видео			
Основные стандарты кодирования			
MPEG-1. Для хранения видео на компакт-дисках с качеством VHS (бытовой видеокассеты)	MPEG-2. Используется в цифровом, спутниковом телевидении и для записи дисков DVD	MPEG-4. Используется для передачи потоковых медиаданных по каналам с низкой пропускной способностью	
Аппаратные средства работы с видео			
<i>Плата видеозахвата</i> выполняет функции АЦП при вводе видеoinформации с аналоговых устройств	<i>Цифровая видеокамера</i> — устройство для съемки фильма в цифровом формате	<i>Телевизионные тюнеры</i> — устройства для просмотра на экране компьютера телепередач или видеофильмов в аналоговом формате	<i>Web-камеры</i> предназначены для передачи видеоизображения через Интернет
Проигрыватель (плеер) — программа, с помощью которой осуществляется просмотр видеоизображения и управление просмотром			
Видекодек — программный компонент, который осуществляет декодирование (распаковку) видео и звука во время просмотра фильма			
Видеомонтаж — объединение в один фильм разных фрагментов из одного или нескольких источников, а также выполнение над видеоданными различных преобразований			
Форматы видеофайлов			
AVI содержит видео/аудиоданные, разделенные на блоки, каждый из которых может быть сжат с использованием разных кодеков	MPG — формат файлов, содержащих видео, закодированное на основе одного из стандартов MPEG	QuickTime предоставляет возможность формировать изображение на новой дорожке путем ссылок на кадры, имеющиеся на других дорожках	FLV — формат файлов, используемый для передачи видео через Интернет

Вопросы и задания

1. С чем связана необходимость использования алгоритмов сжатия с потерями при кодировании видео?
2. Какой стандарт MPEG применяется для кодирования фильмов в формате DVD?
3. Для каких целей разработан стандарт MPEG-4?
4. Какие устройства компьютера необходимы для работы с видео?
5. Какие носители информации используются в цифровых видеокамерах?
6. Какой тип программ необходим для просмотра видеофайлов?
7. Какую функцию реализуют видеокодеки?
8. Для чего предназначены программы видеомонтажа?
9. Какие видеоплееры вы используете сами для просмотра фильмов?
10. В чем особенность формата FLV?
11. Что такое битрейт? Какая связь между этим показателем и объемом видеофайла?

Практикум. Раздел 10 «Мультимедиа»

3.2.4. Технологии работы со звуком

Цифровой и синтезированный звук

Устройство в составе компьютера, позволяющее воспроизводить и записывать звук, называется **звуковой картой**. Для воспроизведения звука к разъемам звуковой карты подключаются **колонки** или **наушники**. А для ввода звука в компьютер необходимо подключение к нему **микрофона** или другого источника звука.

Любая звуковая карта может работать с двумя основными форматами компьютерного звука: *цифровым* (WAV-формат) и *синтезированным* (MIDI). Для работы с этими форматами в состав звуковой карты включены следующие элементы:

- 1) цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП);
- 2) аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- 3) синтезатор (секвенсор).

Цифровой звук — это двоичный код музыки, человеческой речи или любого другого звука. В параграфе 1.4.4 вы уже познакомились с основными принципами записи и воспроизведения цифрового звука. Напомним, что основным устройством для цифровой записи является **аналогово-цифровой преобразователь (АЦП)**, который регистрирует значение идущего от микрофона электрического сигнала, пропорциональное амплитуде звуковой



волны, и преобразует его в двоичное число, которое записывается в компьютерную память. Частота измерения звукового сигнала называется **частотой дискретизации**. Чем выше частота дискретизации, тем лучше качество записанного звука.

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) выполняет обратное действие: переводит цифровой код звука в аналоговый электрический сигнал звуковой частоты. К выходам звуковой карты подключаются акустические устройства, которые преобразуют этот сигнал в звук.

Цифровой код отражает звук с меньшей точностью, чем аналоговый электрический сигнал. Однако неизбежные потери, которые возникают при оцифровке звука, компенсируются рядом преимуществ цифровой формы представления. Цифровые данные можно копировать любое количество раз без каких-либо потерь, их можно записывать на компакт-диск, редактировать с помощью специальных программ.

Синтезированный звук (MIDI) получается с помощью аналогового электрического сигнала звуковой частоты, сгенерированного непосредственно звуковой картой. При воспроизведении файлов MIDI на звуковую карту поступает набор команд, определяющий, какую ноту нужно воспроизвести и с помощью какого музыкального инструмента. За формирование синтезированного звука отвечает специальный элемент звуковой карты — **секвенсор (синтезатор)**. Существуют два основных метода воспроизведения MIDI-звука: частотный синтез (FM) и «волновая таблица» (Wavetable).

Частотный синтез (FM) — это получение звука при помощи нескольких генераторов сигнала (операторов). В операторе можно выделить два основных элемента: фазовый модулятор и генератор огибающей. Фазовый модулятор определяет частоту (высоту) звука, а генератор огибающей — его амплитуду (громкость). Чтобы воспроизвести голос одного инструмента, достаточно двух операторов: первый генерирует основной тон звучания, а второй — обертоном¹⁾. При этом операторы, например, могут суммировать свои сигналы или использовать другие способы повышения качества звучания. Но при частотном синтезе звук получается несколько неестественным. Достоинства метода — отсутствие заранее записанных звуков и необходимости выделения памяти для них, а также большое разнообразие получаемых звучаний.

«Волновая таблица» (WaveTable, WT, таблица волн, табличный синтез) — воспроизведение синтезированной звуковой композиции как совокупности заранее записанных в цифровом виде

¹⁾ Обертон — призвук, дополнительный тон, придающий основному тону особый оттенок или качество звучания; тембр.

образцов звучаний определенных музыкальных инструментов — **сэмплов (samples)**. Таблица этих образцов хранится в ПЗУ звуковой карты и при необходимости загружается в оперативную память компьютера. С помощью специальных алгоритмов по сэмплу отдельного инструмента можно воспроизвести любой другой звук в исполнении этого же инструмента. Чем больше размер таблицы, тем больше сэмплов она содержит. Современные звуковые карты позволяют использовать таблицы объемом 32 мегабайта и более.

WT-синтез обеспечивает гораздо более естественное качество звучания по сравнению с FM-синтезом, поэтому во всех современных звуковых картах используется только этот способ. Недостатки метода — наличие ограниченного набора инструментов, большие объемы памяти для хранения сэмплов (иногда до одного мегабайта на один инструмент), различия в звучаниях разных синтезаторов из-за разных наборов стандартных инструментов.

Для синтеза звука в формате MIDI существует специальное программное обеспечение. *Названия некоторых таких программ:* Cakewalk, Rosegarden, JazzPlusPlus, SoftWerk. Они позволяют создавать мелодии как на основе нотной записи, так и с помощью электронных музыкальных инструментов, подключаемых к компьютеру (например, с помощью MIDI-клавиатур).

История развития устройств работы со звуком

В самых первых персональных компьютерах единственным звучащим устройством был *внутренний динамик*, который изначально создавался только с целью воспроизведения диагностических сигналов при загрузке компьютера. Однако производители компьютерных игр быстро нашли применение даже такому примитивному звуковому устройству, несмотря на то что громкость звука динамика не регулировалась и одновременно он мог воспроизводить не более одного тона. С помощью динамика синтезировались простейшие мелодии в режиме «моно», а также различные шумовые эффекты.

В 1984 году был выпущен компьютер IBM PCjr, который использовал *встроенный трехголосный синтезатор*. В действительности это был лишь несколько модернизированный компьютерный динамик. Лишь в 1987 году сингапурская компания Creative выпустила *первую звуковую карту Creative Music System (CMS)*. Она содержала два звуковых 6-голосных чипа, способных воспроизводить стереозвук, но цена этого устройства была слишком высока. В это же время канадская компания AdLib выпускает звуковую карту, содержащую один *11-голосный синтезатор Yamaha YM3812*, который давал более естественное звучание, чем у сингапурского конкурента, и был гораздо дешевле.

В 1991 году на рынке появилась новая *звуковая карта* от Creative — *Sound Blaster*, после чего название карты долгое время оставалось синонимом понятия «звуковая карта». Компания объединила в звуковой карте два чипа — синтезатор Yamaha YM3812 и ЦАП Covox. В результате синтезатор мог воспроизводить различные MIDI-мелодии с качеством, идентичным AdLib, а ЦАП позволял воспроизводить предварительно оцифрованный аналоговый звук, например человеческую речь. Кроме того, карта содержала чип, позволявший записывать цифровой звук (АЦП).

В 1997 году компания Aureal разработала *первый формат воспроизведения 3D-звука A3D* и соответствующий чип. Цель разработки заключалась в том, чтобы правильно позиционировать звук в пространстве. Чип в реальном времени рассчитывал отражения звука от объектов виртуального мира с учетом геометрии помещения и наличия в нем препятствий. Кроме того, карта аппаратно поддерживала алгоритмы, позволяющие эмулировать механизмы ориентации человека в пространстве: пользователь мог определять, где по отношению к нему располагается источник звука. Но оказалось, что A3D хорошо работала только с динамическими, т. е. перемещающимися в пространстве объектами отражения звука и сильно нагружала процессор.

В 1998 году вышла *звуковая карта SB Live!* (фирма Creative). Она была дополнена *технологией EAX* (Environmental Audio Extensions), которая изменяла звук в зависимости от типа помещения, который выбирался из фиксированного набора. Эффект трехмерности создавался благодаря имитации окружающей среды игрового персонажа (воды, пещеры, леса, закрытого помещения и т. д.). Технология EAX стала неотъемлемой частью компьютерных игр. Она до сих пор применяется в звуковых картах Creative Labs, и последняя ее версия (EAX 5.0) была представлена в 2005 году.

В настоящее время многие материнские платы имеют в своем составе интегрированные звуковые карты, содержащие ЦАП/АЦП и разъемы для ввода/вывода. Вся вычислительная обработка звука осуществляется центральным процессором. Качество получаемого таким способом звука довольно низкое.

Более качественный звук получают с помощью звуковых карт, выполненных в виде отдельных устройств, подключаемых к разъемам материнской платы. В последнее время стали популярными *внешние звуковые карты*, подключаемые к разъемам USB или IEEE1394. Более дорогие модели звуковых карт имеют в своем составе цифровой сигнальный процессор (DSP), который выполняет всю обработку звука и использует современный кодек HD Audio (см. ниже).

Программы работы со звуком

Существует большое количество программ, выполняющих **обработку оцифрованного звука**. Они позволяют осуществлять монтаж звука из нескольких звуковых фрагментов, накладывать на звук различные эффекты (микширование), избавляться от лишних шумов и помех (фильтрация звука). С помощью этих же программ можно осуществлять запись цифрового звука, а также его воспроизведение, во время которого с помощью специальных средств визуализации можно выполнить анализ звукового файла. *К программам такого рода относятся SoundForge (рис. 3.13), WaveLab, CuBase и ряд других.*



Рис. 3.13. Окно редактирования звуковой дорожки в программе SoundForge

У большинства пользователей не возникает необходимости в редактировании звуковых файлов, поэтому они используют более простые программы, которые осуществляют только воспроизведение звука. Эти программы называются **плеерами**. *К числу плееров относятся QuickTime Player, Winamp, MPlayer, Windows Media Player.*

В настоящее время уже существует ряд систем **автоматического распознавания речи** для голосового ввода информации в компьютер. Однако пока они не обеспечивают высокой точности распознавания. Кроме того, требуется довольно много времени для «обучения» такой системы. Пока голосовой ввод используется в основном для работы с компьютером людей с ограниченными возможностями. *К системам такого рода относятся «Горыныч», BigEar.*

Существуют также системы, выполняющие обратную функцию: **синтез человеческой речи** на основе заданного текста. Озвученный компьютером текст пока еще сильно отличается от естественной речи. Обычно подобного рода системы применяются в различных автоинформаторах, использующих ограниченный набор фраз.

Аудиокодеки

Аудиокодек — это компьютерная программа или аппаратное устройство, предназначенное для кодирования и декодирования звуковых данных.

Аппаратный кодек кодирует аналоговый звуковой сигнал в цифровой код с помощью АЦП и осуществляет декодирование из цифровой формы в аналоговую с помощью ЦАП. Стандарт аудиокодеков AC'97 был разработан лабораторией Intel Architecture Labs компании Intel в 1997 году. AC97 поддерживает частоту дискретизации 96 кГц (для двухканального звука стерео) или 48 кГц (для многоканального стереозвучания).

В 2004 году фирмой Intel был предложен кодек HD Audio (High Definition Audio — звук высокой четкости), который обеспечивает воспроизведение большего количества каналов с более высоким качеством звука, чем AC97. Аппаратные средства, основанные на HD Audio, поддерживают частоту дискретизации 192 кГц (для двухканального звучания) или 96 кГц (для многоканального звучания).

Необходимость использования *программных кодеков* связана с тем, что цифровые звуковые данные в неупакованном виде требуют большого объема памяти. Кодек сжимает (производит компрессию) или разжимает (производит декомпрессию) цифровые звуковые данные в соответствии с заданным форматом звукового файла. Основная задача кодека — запись аудиосигнала с максимально возможным качеством и минимально возможным размером. Большинство аудиокодеков реализованы в виде программных библиотек, которые взаимодействуют с одним или несколькими плеерами.

Наиболее распространенным стандартом кодирования звуковых файлов является стандарт **MPEG-1 Layer3** (файлы **mp3**). При сжатии звуковой информации этим методом учитываются особенности слухового восприятия человека, а именно: при расположении рядом двух частот более громкая будет перекрывать более тихую. Следовательно, в данном стандарте применяется сжатие с потерями.

Система основных понятий



Технологии работы со звуком				
Основные элементы звуковой карты				
АЦП (аналого-цифровой преобразователь) осуществляет преобразование электрического аналогового сигнала в двоичный цифровой код		ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь) преобразует двоичный цифровой код в аналоговый электрический сигнал		Секвенсор (синтезатор) генерирует (синтезирует) аналоговый сигнал звуковой частоты на основе заданного набора команд
Форматы компьютерного звука				
Цифровой звук — двоичный код звуковой волны		Синтезированный звук (MIDI) — звук, полученный с помощью аналогового электрического сигнала звуковой частоты, сгенерированного звуковой картой		
Методы воспроизведения синтезированного звука				
Частотный синтез — синтез звука при помощи нескольких генераторов аналогового сигнала (операторов)		«Волновая таблица» (WaveTable, таблица волн, табличный синтез) — воспроизведение синтезированного звука как совокупности заранее записанных в цифровом виде звучаний инструментов — сэмплов (samples)		
Аудиокодек — компьютерная программа или аппаратное устройство, предназначенное для кодирования и декодирования звуковых данных				
Два типа аудиокодеков				
Аппаратный уровень. Устройство, которое кодирует и декодирует аналоговый звуковой сигнал в цифровой код и обратно (ЦАП и АЦП)		Программный уровень. Программа, которая производит компрессию (сжатие) или декомпрессию (восстановление) цифрового кода звука		
Типы программ, работающих со звуком				
Программы для воспроизведения звуковых файлов (плееры)	Программы редактирования звуковых файлов	Программы синтеза звука (создания файлов MIDI)	Программы распознавания речи	Программы синтеза речи человека

Вопросы и задания

1. Назовите основные элементы звуковой карты.
2. Что такое цифровой звук? Какой элемент звуковой карты отвечает за его запись?
3. Какую функцию выполняет цифро-аналоговый преобразователь?



4. Проанализируйте, в чем преимущество цифрового звука перед аналоговым.
5. Что такое синтезированный звук?
6. Назовите два метода воспроизведения синтезированного звука.
7. В чем недостатки частотного синтеза звука?
8. В чем суть метода WaveTable?
9. Когда появилась первая звуковая карта? Кем она была выпущена?
10. В чем суть технологии EAX?
11. Каковы функции программных аудиокодеков?
12. Где в настоящее время применяются программы синтеза речи? Подготовьте сообщение.
13. Какие существуют типы программ работы со звуком?
14. Что такое микширование?
15. Назовите известные вам плееры.

Практикум. Раздел 10 «Мультимедиа»

3.2.5. Мультимедиа

В предыдущих параграфах рассказывалось о том, как хронологически последовательно в компьютерные технологии проникали *графика, звук, видео*. Словом «**мультимедиа**» называют объединение всех этих форм подачи информации в единый объект-контейнер и добавление к этому возможности интерактивного взаимодействия с пользователем.

Мощное развитие мультимедиа приходится на начало 1990-х годов, что объясняется совершенствованием аппаратной базы персонального компьютера. Именно в это время появляются звуковые карты и оптические компакт-диски — CD. В 1994 году компанией Philips создается технология записи видеофильмов на CD, позволяющая разместить один полнометражный фильм на двух дисках практически без потери качества. Позже появление дисков DVD (Digital Versatile Disc — цифровой многофункциональный диск) позволило увеличить объем хранения информации во много раз, что открыло дорогу высококачественным видеоизображениям и многоканальному звуковому сопровождению к ним. Визуальную составляющую мультимедиа называют **видеорядом**, звуковую составляющую — **аудиорядом**.

В настоящее время мультимедиа используется во многих сферах человеческой деятельности: образовании, науке, бизнесе, искусстве, рекламе, развлечениях. Перечислим основные области приложения мультимедийных технологий.

Мультимедийные продукты для образования. К таким продуктам относятся мультимедийные обучающие программы, электронные учебники, электронные энциклопедии, справочники. Обучающие программы для младших школьников очень часто создаются в стиле мультимедийных игр. В обучающих программах используется возможность одновременного воздействия на зрительный и звуковой информационные каналы ученика, что способствует лучшему пониманию и усвоению учебного материала. Возможность взаимодействия с обучающей программой позволяет ученику устанавливать свой темп обучения, возвращаться к непонятым фрагментам урока, в интерактивном режиме проверять свои знания. Именно в интерактивности состоит основное отличие обучающих программ от учебных видеофильмов.

Большой выбор электронных (цифровых) образовательных ресурсов, предназначенных для средней школы, имеется в Интернете на сайте Федерального центра информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)¹⁾, а также на сайте Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов²⁾.

Мультимедийные презентации. Широко используются для сопровождения публичных выступлений на научных конференциях, экономических форумах, в учебном процессе. Мультимедийная презентация является также оптимальным вариантом оформления выставочного стенда: привлекает внимание посетителей выставки сюжетом рекламного ролика и выразительным звуковым рядом.

Мультимедийные продукты, ориентированные на Интернет. Привлекательность web-сайтов в Интернете достигается в значительной степени за счет использования анимации, возможности просмотра видеороликов, прослушивания аудиозаписей. Встраивание видеороликов в web-страницы осложняется большими размерами видеофайлов. Поэтому на сайтах широко используется анимация. В настоящее время на смену gif-анимации (последовательное отображение рисунков) пришла флеш-технология, основанная на использовании возможностей векторной графики в анимации и предоставляющая пользователю возможность интерактивного воздействия на анимационный процесс.

Мультимедийные тренажеры оказывают неоценимую помощь в подготовке специалистов таких профессий, как водитель, машинист поезда, летчик, космонавт, военнослужащий, где использование реальной техники в целях обучения очень дорого или

1) <http://fcior.edu.ru/>

2) <http://school-collection.edu.ru/>

просто невозможно. В таких тренажерах используется технология виртуальной реальности. Например, научными сотрудниками и студентами Московского физико-технического института реализован проект «Виртуальная международная космическая станция». Трехмерной моделью станции можно управлять и производить виртуальную стыковку. Этот тренажер уже используется в Центре управления полетами и в Центре подготовки космонавтов.

Компьютерные игры, в том числе сетевые, для большого количества участников. Именно этот вид мультимедийных продуктов оказывает значительное влияние на развитие мультимедиа, что объясняется большим спросом на них.

Виртуальная реальность. Впервые термин «виртуальная реальность» был введен в 1989 году Джароном Ланьером¹⁾. Первой системой виртуальной реальности (1977 г.) считают компьютерную программу «Кинокарта Аспена», моделирующую прогулку по городу Аспен (штат Калифорния).

Виртуальная реальность — искусственный мир, создаваемый с помощью технических средств (компьютер, шлем, очки, перчатки и даже костюм) и программного обеспечения.

В этот мир «помещается» пользователь и начинает активно «жить», следуя его законам, принимая участие в происходящих событиях и получая при этом достаточно полный комплекс ощущений через зрение, слух, осязание с помощью соответствующих технических «аксессуаров». На рисунке 3.14 показано применение шлема и перчаток виртуальной реальности.

Визуальной составляющей виртуальной реальности являются **интерактивные трехмерные сцены**. Для их создания используется язык VRML (Virtual Reality Modeling Language) — язык моделирования виртуальной реальности. Средствами VRML создается иллюзия присутствия человека внутри трехмерной сцены. Например, можно имитировать прогулку по парку, по залам музея. При этом на экране отмечаются *узлы воздействия*. Например, таким узлом может быть изображение выключателя, с помощью которого пользователь может включить или выключить свет в помещении. Используя узел на ручке двери, можно открыть эту дверь.

Существуют специальные **VRML-браузеры**, предназначенные для просмотра виртуальных миров. Большинство браузеров распространяется бесплатно. Среди наиболее популярных — Cosmo Player фирмы Cosmo Software и Cortona фирмы Parallel Graphics.

¹⁾ Джарон Ланьер — эксперт в области информационных технологий, композитор, художник.



Рис. 3.14. Шлем и перчатки виртуальной реальности

Мультимедийные симуляторы. Название «симулятор» произошло от английского слова *simulation*, что означает «моделирование». Симуляторы позволяют представить результаты компьютерного моделирования природных и технических объектов, процессов, явлений в мультимедийной форме. Например, существуют математические модели, описывающие процесс схода снежной лавины. Осуществив компьютерные расчеты по моделям, можно воспроизвести это природное явление на экране в виде анимационного ролика со звуковыми эффектами. Более того, можно осуществить такое моделирование многократно при различных исходных данных (высота снежного покрова, температура и влажность воздуха, сила и направление ветра и пр.).

Система основных понятий

Мультимедиа

Мультимедиа — это интерактивная компьютерная система, обеспечивающая одновременную работу с разными видами информации (графика, звук, видео)

Аудиоряд может включать речь, музыку, звуковые эффекты, такие как шум дождя, раскаты грома и пр.

Видеоряд включает в себя статические элементы (рисунки, фотографии, сканированные изображения) и динамические элементы — видео и анимацию

Области применения мультимедиа	Примеры мультимедийных продуктов
Образование и обучение профессии	Обучающие программы Презентации Электронные энциклопедии, справочники Тренажеры (в том числе виртуальная реальность)
Искусство	Художественные и музыкальные альбомы Виртуальная реальность
Наука	Презентации Симуляторы объектов, процессов и явлений
Развлечения	Компьютерные игры Виртуальная реальность

Вопросы и задания

1. Что такое мультимедиа?
2. Какие составляющие входят в аудиоряд?
3. Перечислите статические элементы видеоряда.
4. Перечислите динамические элементы видеоряда.
5. Где используются мультимедийные презентации?
6. В чем состоит отличие мультимедийной обучающей программы от учебного видеофильма?
7. В каких мультимедийных продуктах применение технологии виртуальной реальности наиболее значимо? Подготовьте сообщение.
8. Кем и когда был впервые введен термин «виртуальная реальность»?
9. Какие существуют области применения технологии виртуальной реальности?
10. Что такое VRML?

3.2.6. Использование мультимедийных эффектов в презентации

Мультимедийная презентация представляет собой последовательность слайдов, каждый из которых может содержать текст, рисунки, фотографии, видео, звук, анимацию.

Разработка презентаций осуществляется с помощью программ, включающих средства создания анимации, добавления и записи звука, импортирования изображений и видео. Такие возможности реализованы в **программе разработки презентаций Microsoft PowerPoint**. Если в презентации предполагается использовать звук, то компьютер должен быть оснащен аппаратными

средствами ввода/вывода звука. Для ввода звука в компьютер используется микрофон, для его вывода — колонки (динамики) или наушники. Современные ноутбуки имеют встроенные микрофон и динамики, а также камеру.

Вставка изображений

Для вставки в слайд рисунков, фотографий используется команда **Вставка** → **Рисунок**. Эта команда предоставляет несколько возможностей вставки рисунков в слайд презентации:

- вставка картинки из коллекции;
- вставка рисунка из файла;
- создание фотоальбома;
- вставка рисунка со сканера или камеры.

В качестве примера рассмотрим процесс создания фотоальбома. Для этого в программе Microsoft PowerPoint выполним команду **Вставка** → **Рисунок** → **Создать фотоальбом**. В открывшемся окне (рис. 3.15) воспользуемся кнопкой **Файл или диск** для выбора изображений, которые будут помещены в альбом. Выберем изображения (графические файлы), хранящиеся в некоторой папке. Далее можно выполнить разметку фотоальбома, т. е. указать, сколько рисунков будет располагаться на одном слайде, выбрать форму рамки и шаблон оформления слайда. Завершение создания фотоальбома надо подтвердить нажатием кнопки **Создать**.

В результате будет создан фотоальбом из четырех слайдов: титульного слайда и трех слайдов с выбранными изображениями (рис. 3.16).

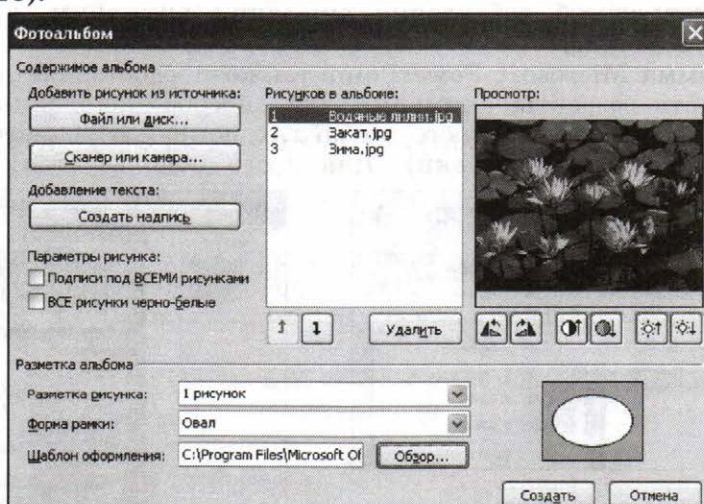


Рис. 3.15. Диалоговое окно **Фотоальбом**

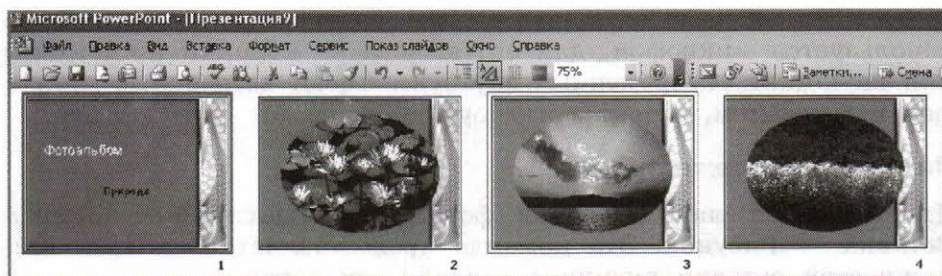


Рис. 3.16. Слайды с рисунками

Вставка рисунка со сканера или камеры предполагает, что соответствующее устройство подключено к компьютеру.

Добавление эффектов анимации

Любой объект (текст, изображение или управляющая кнопка), расположенный на слайде, может быть «оживлен» с помощью анимации. К каждому объекту может быть применено сразу несколько эффектов. Чтобы добавить анимацию к какому-либо объекту, необходимо выделить этот объект и выполнить команду **Показ слайдов** → **Настройка анимации**, после чего откроется панель **Настройка анимации** (рис. 3.17). С помощью этой панели можно выбрать способ появления объекта на слайде, пути перемещения объекта по слайду.

Можно произвести дальнейшую настройку выбранного эффекта анимации. Например, отрегулировать скорость, выбрать направление. Этот способ добавления анимации применим к любому объекту на слайде.

Программа Microsoft PowerPoint также предоставляет возможность задать эффекты анимации для способа появления самого слайда и текста, включенного в слайд, с помощью разметки слайда (заголовки, подзаголовки). Для этого используется команда

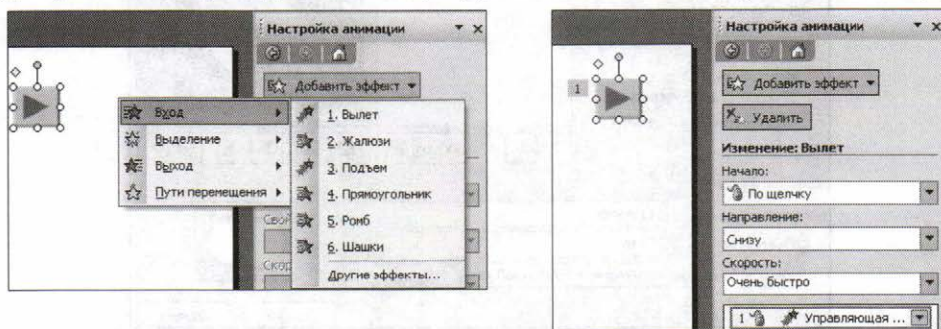


Рис. 3.17. Панель Настройка анимации

Показ слайдов → Эффекты анимации. Все эффекты этого вида разделены на три группы: простые, средние и сложные. Простые эффекты добавляются только к тексту, включенному в слайд с помощью разметки слайда. Средние и сложные эффекты анимации добавляются как к тексту, так и к способу появления самого слайда.

Вставка видео и звука

Для вставки в слайд видео или звука используется команда **Вставка → Фильмы и звук**. Фильм можно вставить из коллекции картинок и из файла. Более широкие возможности предоставляются пользователю при создании звукового сопровождения презентации — это:

- вставка звука из коллекции картинок;
- вставка звука из файла¹⁾;
- вставка звука с компакт-диска;
- запись звука и вставка его в слайд.

Рассмотрим возможность вставки звука с компакт-диска. Для этого выполним команду **Вставка → Фильмы и звук → Запись с компакт-диска** (рис. 3.18). В открывшемся окне выберем номера дорожек и время. В результате время воспроизведения будет вычислено автоматически. В нашем примере оно составляет 45 секунд. Если требуется воспроизводить звук не только 45 секунд, а в течение всего времени показа слайда, необходимо выбрать параметр непрерывного воспроизведения.

Программа создания презентаций Microsoft PowerPoint позволяет вставить в слайд речь, записываемую через микрофон. Для этого надо выполнить команду **Вставка → Фильмы и звук → Записать звук** (рис. 3.19).

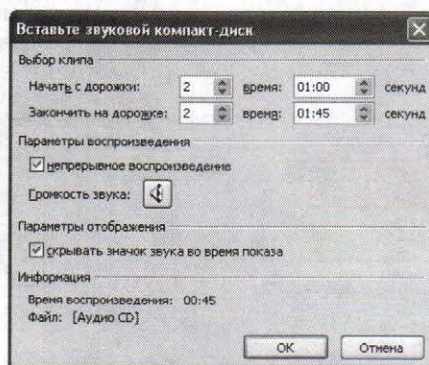


Рис. 3.18. Окно управления вставкой звука

¹⁾ О форматах звуковых файлов см. параграф 3.2.4.



Рис. 3.19. Окно управления звукозаписью

Необходимо дать название звукозаписи и начать запись. Используя микрофон, произнести текст, после чего остановить запись. Перед вставкой звукозаписи в слайд ее можно предварительно прослушать, т. е. воспроизвести. Воспроизведение возможно при условии, что к компьютеру подключены колонки или наушники. Если качество и содержание звукозаписи вас устраивают, то можно завершить вставку звукозаписи в слайд. На слайде появится значок с изображением громкоговорителя. Чтобы осуществить настройку параметров воспроизведения звукозаписи, необходимо выполнить команду **Показ слайдов** → **Настройка анимации** для этого объекта. На панели **Настройка анимации** следует дважды щелкнуть на объекте, соответствующем записанному звуку. В нашем примере это **Клип 1**. В открывшемся окне, содержащем три вкладки (**Эффект**, **Время**, **Параметры звука**), можно произвести все необходимые настройки (рис. 3.20).

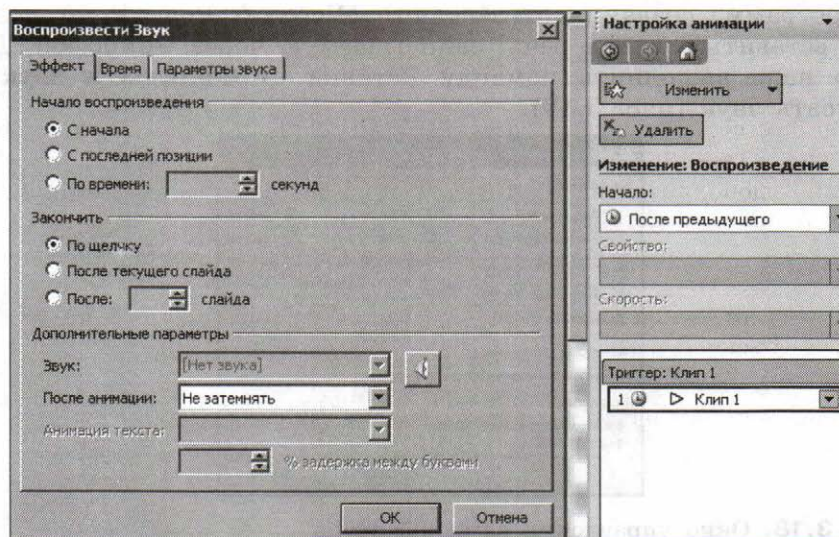


Рис. 3.20. Окно настройки воспроизведения звука

Система основных понятий



Мультимедийные эффекты в презентации

Мультимедийная презентация представляет собой последовательность слайдов, каждый из которых может содержать текст, рисунки, фотографии, видео, звук, анимацию

Программы разработки презентаций должны включать средства создания анимации, добавления и записи звука, импортирования изображений и видео

Вставка изображений в слайд презентации предоставляет возможность вставки картинки из коллекции, вставки рисунка из файла, создание фотоальбома, вставки рисунка со сканера или камеры

Эффекты анимации могут быть добавлены как к любому объекту, расположенному на слайде, так и к самому слайду

Создание звукового сопровождения презентации предполагает: вставку звука из коллекции картинок, вставку звука из файла, вставку звука с компакт-диска, запись звука и вставку его в слайд

Для ввода звука в компьютер используется микрофон, для его вывода — колонки (динамики) или наушники

Вопросы и задания



1. Какие объекты может содержать мультимедийная презентация?
2. Какими возможностями должны обладать программы, предназначенные для создания мультимедийных презентаций?
3. Какие дополнительные устройства должны быть задействованы при создании звукового сопровождения презентации?
4. К каким элементам презентации могут быть добавлены анимационные эффекты?
5. Можно ли использовать сразу несколько эффектов анимации для одного объекта?

Практикум. Раздел 10 «Мультимедиа»



3.3. Технологии табличных вычислений

3.3.1. Структура электронной таблицы и типы данных

Табличные вычисления имеют место в повседневной профессиональной деятельности многих специалистов: бухгалтера, менеджера, экономиста, ученого. Для организации табличных расчетов применяют прикладные программы, называемые **табличными процессорами** (ТП). Первый табличный процессор (VisiCalc) появился в 1979 году и был предназначен для персонального компьютера Apple-2.

В настоящее время любой табличный процессор реализует табличные вычисления, деловую графику и некоторые возможности реляционной СУБД. *Популярными табличными процессорами являются* Microsoft Excel, OpenOffice.org Calc, QuattroPro.

При организации табличных вычислений пользователь имеет дело с **электронной таблицей** (ЭТ). ЭТ посредством **строк** и **столбцов** разбита на **ячейки**. Строки пронумерованы, столбцы обозначены буквами латинского алфавита. Ячейки ЭТ поименованы. **Имя ячейки**, составленное из обозначения столбца и номера строки, на пересечении которых она находится, называют еще **адресом ячейки** (например, W2, S12 и т. д.). Для идентификации (обозначения) ячеек ЭТ иногда используется другая система имен — RC. Такое название произошло от английских слов *Row* (строка) и *Column* (Столбец). Например, адрес ячейки R12C4 в этой системе идентификации будет соответствовать ячейке D12, т. е. после буквы R указывается номер строки, а после буквы C — номер столбца, на пересечении которых располагается ячейка ЭТ.

Информация заносится пользователем в ячейки ЭТ. В каждую ячейку могут быть занесены текст, число или формула.

Тексты используются для оформления таблицы (надписи, заголовки, пояснения).

Для записи **чисел** в ЭТ используются две формы записи: обычная и экспоненциальная. **Обычная форма** записи предполагает, что целая часть числа отделена от дробной разделителем (точка или запятая), например: 123,01 25 3,14. **Экспоненциальная форма**, как правило, используется для записи очень больших или очень маленьких чисел. Например, числа $1000000 = 1 \cdot 10^6$ и $0,00001 = 1 \cdot 10^{-5}$, в экспоненциальной форме могут быть записаны следующим образом: 1E6 и 1E-5. Экспоненциальную форму записи чисел mE_p (m — целое или дробное число, называемое **мантиссой**; p — **порядок**) можно трактовать следующим образом: $mE_p = m \cdot 10^p$.

Формула определяет действия табличного процессора при реализации вычислений. Формулы могут содержать числа, имена ячеек, знаки операций, имена функций, круглые скобки. При записи формул необходимо учитывать последовательность выполнения действий. Если в записи формул отсутствуют скобки (вычисления в скобках выполняются в первую очередь), то операции выполняются в порядке старшинства:

- ^ — возведение в степень;
- * и / — умножение и деление;
- + и - — сложение и вычитание.

Сразу после занесения формулы в ячейку таблицы табличный процессор вычисляет формулу, и полученное значение отображается в ячейке.

Рассмотрим пример. Необходимо вычислить площадь треугольника, зная длины всех его сторон. Из курса геометрии известно, что вычислить площадь треугольника можно по формуле Герона: $S = \sqrt{p \cdot (p - X) \cdot (p - Y) \cdot (p - Z)}$. Здесь p — полупериметр, X , Y и Z — длины сторон треугольника.

Для решения задачи необходимо подготовить ЭТ, представленную в режиме отображения формул в табл. 3.4.

Таблица 3.4

ЭТ в режиме отображения формул

	A	B	C	D	E
1	Длины сторон				
2	X	Y	Z	Полупериметр	Площадь
3				$=(A3+B3+C3)/2$	$=(D3*(D3-A3)*(D3-B3)*(D3-C3))^0,5$

Исходными данными для вычисления полупериметра и площади треугольника являются длины его сторон, значения которых должны быть занесены в ячейки с адресами A3, B3 и C3. Изменяя числовые значения в этих ячейках, можно вычислять площади различных треугольников.

ЭТ в режиме отображения значений представлена в табл. 3.5.

Таблица 3.5

ЭТ в режиме отображения значений

	A	B	C	D	E
1	Длины сторон				
2	X	Y	Z	Полупериметр	Площадь
3	6	4	5	7,50	9,92

Таким образом, в ЭТ действует **механизм пересчета** при изменении исходных данных для формул.

Можно вычислить площади сразу нескольких треугольников, задав длины их сторон и скопировав формулы для вычисления полупериметра и площади. В таблице 3.6 в режиме отображения формул представлена ЭТ, подготовленная соответствующим образом. Обратим внимание на то, что при копировании формул изменились адреса ячеек, входящих в формулы, т. е. адреса изменились относительно месторасположения формулы. Это называется **принципом относительной адресации**.

Таблица 3.6

**ЭТ в режиме отображения формул,
демонстрирующая принцип относительной адресации**

	A	B	C	D	E
1	Длины сторон				
2	X	Y	Z	Полупериметр	Площадь
3	6	4	5	$=(A3+B3+C3)/2$	$=(D3*(D3-A3)*(D3-B3)*(D3-C3))^0,5$
4	7	5	6	$=(A4+B4+C4)/2$	$=(D4*(D4-A4)*(D4-B4)*(D4-C4))^0,5$
5	8	6	7	$=(A5+B5+C5)/2$	$=(D5*(D5-A5)*(D5-B5)*(D5-C5))^0,5$

В некоторых случаях необходимо отменить принцип относительной адресации для того, чтобы при всяком перемещении формулы в другое место ЭТ адрес ячейки в формуле не изменялся. В этом случае используется **абсолютный адрес**, т. е. неизменный. Абсолютный адрес формируется с помощью знака \$. Если знак \$ используется дважды (\$C\$2), то фиксируется весь адрес (столбец и строка). Можно зафиксировать только столбец (\$C2) или только строку (C\$2).

Пусть длины сторон треугольника X, Y и Z заданы в дециметрах. Вычислим площадь треугольника в квадратных сантиметрах, т. е. площадь надо умножить на 10^2 , так как 1 дм = 10 см. При копировании формулы, вычисляющей площадь треугольника, адрес ячейки E1 должен оставаться неизменным (табл. 3.7). В этом случае возможно использование адреса \$E\$1 или E\$1 (в адресе ячейки фиксируется только номер строки).

Таблица 3.7

ЭТ в режиме отображения формул,
демонстрирующая абсолютную адресацию

	A	B	C	D	E
1	Длины сторон			1 дм =	10
2	X	Y	Z	Полупериметр	Площадь
3	6	4	5	$=(A3+B3+C3)/2$	$=(D3*(D3-A3)*(D3-B3)*(D3-C3))^{0,5}*E1^2
4	7	5	6	$=(A4+B4+C4)/2$	$=(D4*(D4-A4)*(D4-B4)*(D4-C4))^{0,5}*E1^2
5	8	6	7	$=(A5+B5+C5)/2$	$=(D5*(D5-A5)*(D5-B5)*(D5-C5))^{0,5}*E1^2

Система основных понятий

Табличные вычисления		
Сферы применения	Программное обеспечение	Технология организации табличных расчетов
Профессиональная деятельность: 1) бухгалтера; 2) менеджера; 3) экономиста; 4) ученого и пр.	Прикладные программы — табличные процессоры	<ul style="list-style-type: none"> электронная таблица: строки, столбцы, ячейки; механизм пересчета формул; принцип относительной адресации
Относительная адресация приводит к тому, что при копировании и перемещении формулы адреса ячеек в формуле изменяются в зависимости от их месторасположения		
Абсолютный адрес в формуле остается неизменным при копировании и перемещении формулы в другое место электронной таблицы		

Вопросы и задания

1. Что такое адрес (имя) ячейки ЭТ?
2. Какие данные могут быть занесены в ячейку ЭТ?
3. Какие формы записи числовых значений существуют в ЭТ? Приведите примеры.
4. В чем проявляется принцип относительной адресации?
5. В каких случаях используется абсолютный адрес ячейки?
6. Каким образом записывается абсолютный адрес ячейки?
7. Как будет изменяться адрес ячейки, если формулу $=A$1^2+10$ копировать вдоль столбца?
8. Как будет изменяться адрес ячейки, если формулу $=A$1^2+10$ копировать вдоль строки?

Практикум. Раздел 11 «Электронные таблицы»

3.3.2. Встроенные функции. Передача данных между листами

Логические функции

При записи формул в ЭТ часто используются **встроенные функции**, которые распределены по нескольким категориям: логические, математические, статистические и пр.

К категории **логических функций** относятся условная функция и функции И, ИЛИ, НЕ.

Для проверки условий в ЭТ служит **условная функция**, которая в общем виде записывается следующим образом:

ЕСЛИ(<условие>;<выражение 1>;<выражение 2>).

<условие> задается с помощью логического выражения, которое может принимать одно из двух значений: **ИСТИНА** или **ЛОЖЬ**.

<выражение 1> и <выражение 2> могут быть числами, формулами, текстами.

Условная функция записывается в ячейку ЭТ и вычисляется следующим образом: если <условие> истинно, то значение данной ячейки определит <выражение 1>, в противном случае — <выражение 2>.

Для записи логических выражений используются **операции отношения** (<, >, <= (меньше или равно), >= (больше или равно), =, <> (не равно)) и **логические операции**. В табличных процессорах операции реализованы как **функции** (И, ИЛИ, НЕ). Логическая функция И принимает значение **ИСТИНА**, если все ее аргументы имеют значение **ИСТИНА**. Логическая функция ИЛИ принимает значение **ИСТИНА**, если хотя бы один из ее аргументов имеет значение **ИСТИНА**. Логическая функция НЕ меняет значение аргумента на противоположное.

Пример. Вычисление площади треугольника по формуле Герона возможно не для любых исходных данных, т. е. не любые три числа являются длинами сторон некоторого треугольника. Из курса геометрии известно, что сумма длин двух сторон треугольника больше длины третьей стороны. Поэтому вычислять площадь треугольника, заданного длинами своих сторон X, Y и Z, следует только после проверки соответствующего условия.

Условие существования треугольника можно сформулировать следующим образом: $X + Y > Z$ И $Y + Z > X$ И $X + Z > Y$. Если это условие выполняется, то следует вычислить площадь треугольника по формуле Герона, в противном случае должно выдаваться сообщение о том, что треугольник не существует.

В таблице 3.8 приведена ЭТ, в ячейку Е3 которой занесена условная функция:

=ЕСЛИ(И(А3+В3>С3;В3+С3>А3;А3+С3>В3);(D3*(D3-A3)*
(D3-B3)*(D3-C3))^0,5;"ТРЕУГОЛЬНИК НЕ СУЩЕСТВУЕТ")

Таблица 3.8

ЭТ в режиме отображения значений,
демонстрирующая применение условной функции

	A	B	C	D	E
1	Длины сторон				
2	X	Y	Z	Полупериметр	Площадь
3	7	1	4	6	ТРЕУГОЛЬНИК НЕ СУЩЕСТВУЕТ
4	6	4	5	7,50	9,92

Математические функции

К математическим функциям относятся такие известные из курса школьной математики функции, как SIN() — синус, COS() — косинус, КОРЕНЬ() — корень квадратный и др. В круглых скобках указывается аргумент, в качестве которого может выступать числовая константа, формула, адрес ячейки или диапазон ячеек (область ЭТ прямоугольной формы).

Формула для вычисления площади треугольника

$(D3*(D3-A3)*(D3-B3)*(D3-C3))^0,5$

может быть записана с использованием математической функции КОРЕНЬ():

=КОРЕНЬ(D3*(D3-A3)*(D3-B3)*(D3-C3))

Статистические функции

Категория статистических функций является довольно многочисленной. Наиболее часто используемыми являются функции: СРЗНАЧ() — вычисление среднего арифметического аргументов, МИН() и МАКС() — вычисление минимального и максимального значений среди аргументов.

Ряд встроенных функций в качестве аргумента использует диапазон ячеек, который задается адресами левого верхнего и правого нижнего углов диапазона.

Рассмотрим пример использования таких встроенных функций. В таблице 3.9 представлены данные о крупнейших корпорациях мира за 2007–2008 годы.

Таблица 3.9

Данные о крупнейших корпорациях мира

	А	В	С	Д	Е
1	Компания	Страна	Производство	Оборот (млрд \$)	Численность работников (тыс.)
2	Дженерал Моторс	США	автомобили	148	252
3	Тойота Мотор	Япония	автомобили	204	286
4	Тексако	США	нефтепродукты	66	72
5	Эксон	США	нефтепродукты	330	410
6	Форд Мотор	США	автомобили	173	245
7	BMW	Германия	автомобили	53	100
8	Бритиш петролеум	Великобритания	нефтепродукты	295	102
9	ИРИ	Италия	металлы	50	327

Необходимо дать ответы на следующие вопросы.

1. Сколько компаний расположено в США?
2. Чему равен суммарный оборот компаний с оборотом более 100 млрд долл.?
3. Чему равен суммарный оборот компаний, расположенных в США?

Для решения поставленной задачи можно использовать встроенные функции СЧЁТЕСЛИ() и СУММЕСЛИ(). Функция СЧЁТЕСЛИ относится к категории статистических функций и записывается следующим образом:

=СЧЁТЕСЛИ(диапазон; условие).

Эта функция подсчитывает количество непустых ячеек в заданном диапазоне, удовлетворяющих заданному условию.

Таким образом, для ответа на первый вопрос будем использовать функцию:

=СЧЁТЕСЛИ(B2:B9;"США")

Функция СУММЕСЛИ относится к категории математических функций и записывается следующим образом:

=СУММЕСЛИ(диапазон; условие; диапазон суммирования).

Диапазон может совпадать с диапазоном суммирования. Тогда указывается только один диапазон. В этом случае функция

суммирует значения из заданного диапазона, удовлетворяющие заданному условию.

Именно эта форма записи функции СУММЕСЛИ используется для ответа на второй вопрос:

=СУММЕСЛИ(D2:D9;">100").

Для ответа на третий вопрос необходимо указать оба диапазона, т. е. условие накладывается на диапазон ячеек B2:B9, суммируются значения из диапазона D2:D9:

=СУММЕСЛИ(B2:B9;"США";D2:D9).

Использование данных из нескольких листов рабочей книги

При использовании табличного процессора (Microsoft Excel) пользователь имеет дело сразу с несколькими электронными таблицами — **листами**, которые объединяются в едином файле — **рабочей книге**. Пользователь имеет возможность производить табличные вычисления на одном листе, а также связывать формулами данные, расположенные на разных листах.

Рассмотрим возможность организации табличных вычислений над данными, расположенными на разных листах рабочей книги.

Для автоматизации расчетов за коммунальные услуги создадим файл ЭТ, содержащий два листа — «Тарифы» и «Квитанция». На лист «Тарифы» рабочей книги внесем информацию о тарифах за коммунальные услуги:

Лист «Тарифы»

	А	В	С
1	Вид платежа	Единица измерения	Тариф (руб)
2	Содержание жилья	руб/м ²	6,99
3	Текущий ремонт	руб/м ²	6,03
4	Отопление	руб/м ²	17,95

На листе «Квитанция» рабочей книги подготовим квитанцию для оплаты услуг:

Лист «Квитанция»

	А	В
1	Адрес	ул. Фруктовая 15-25
2	Площадь (кв.м)	54,5
3		
4	Вид платежа	Начислено
5	Содержание жилья	
6	Текущий ремонт	
7	Отопление	
8		
9	ИТОГО К ОПЛАТЕ	

При заполнении столбца «Начислено» необходимо площадь умножить на соответствующий тариф. Чтобы сослаться на ячейку из другого листа, нужно указать имя листа, затем знак «!» и адрес ячейки. Например, ячейка Тарифы!C2 содержит тариф на содержание жилья. После введения формул квитанция примет такой вид:

	А	В
1	Адрес	ул. Фруктовая 15-25
2	Площадь (кв.м)	54,5
3		
4	Вид платежа	Начислено
5	Содержание жилья	=Тарифы!C2*Квитанция!\$B\$2
6	Текущий ремонт	=Тарифы!C3*Квитанция!\$B\$2
7	Отопление	=Тарифы!C4*Квитанция!\$B\$2
8		
9	ИТОГО К ОПЛАТЕ	=СУММ(B5:B7)

Система основных понятий

Встроенные функции в табличных процессорах

Категории встроенных функций	Аргументы	Результат вычислений
Математические, статистические, логические, и пр.	Числовая константа, логическая константа (ИСТИНА или ЛОЖЬ), формула, адрес ячейки, диапазон ячеек	Числовое значение, логическое значение, текст
Условная функция ЕСЛИ (<условие>; <выражение 1>;<выражение 2>) записывается в ячейку ЭТ и вычисляется следующим образом: если <условие> истинно, то значение данной ячейки определит <выражение 1>, в противном случае — <выражение 2>		
Использование данных из нескольких листов рабочей книги		
Если указать точный адрес ячейки, состоящий из имени листа, знака «!» и адреса ячейки, то можно связать формулами данные, расположенные на разных листах рабочей книги		

Вопросы и задания

1. Что такое диапазон ячеек?
2. В ячейках A1, B1 и C1 электронной таблицы хранятся числовые значения. В ячейку D1 занесите логическое выражение, принимающее значение ИСТИНА только тогда, когда ни одно из трех числовых значений не равно пяти.

3. В ячейках A1, B1 и C1 электронной таблицы хранятся числовые значения. В ячейку D1 занесите логическое выражение, принимающее значение ИСТИНА только тогда, когда среди этих трех чисел есть хотя бы одна пара совпадающих значений. Например: 1; 3; 1.
4. В ячейках A1, B1 и C1 электронной таблицы хранятся числовые значения. В ячейку D1 занесите логическое выражение, принимающее значение ИСТИНА только тогда, когда среди этих трех чисел есть только одно четное.
5. В ячейки ЭТ занесены логические выражения:
=ИЛИ(И(A1>=-2;A1<=2);И(A1>10;A1<20))
=И(ИЛИ(A1=4;A1=5);НЕ(D13))
=НЕ(И(A1=5;B1=5;ИЛИ(C1=4;C1=0)))
Запишите эти выражения по правилам алгебры логики.
6. Используя ЭТ, постройте таблицы истинности для логических выражений:
а) X И Y ИЛИ X И Z;
б) X И (Y ИЛИ Z).
7. На вопрос, кто из трех учеников принял участие в шахматном турнире, был получен ответ: «Неверно, что если участвовал первый ученик, то участвовал и второй, но верно, что участвовал второй или третий». Кто принимал участие в шахматном турнире? Решите задачу с помощью ЭТ, построив логическое выражение и анализируя таблицу истинности.
8. На вопрос, кто из трех учеников родился 1 апреля, был получен ответ: «Если 1 апреля родился первый ученик, то 1 апреля родился и второй ученик, но неверно, что если 1 апреля родился третий ученик, то в этот же день родился и второй ученик». Кто из трех учеников родился 1 апреля? Решите задачу, построив логическое выражение и анализируя таблицу истинности.
9. С помощью табличного процессора дайте ответ на вопрос «Пройдет ли кирпич с длиной X, шириной Y и высотой Z через прямоугольное отверстие со сторонами A и B?».
10. Используя данные о крупнейших корпорациях мира (см. табл. 3.9), получите с помощью статистических функций ответы на следующие задания:
 - а) Подсчитать количество работников, занятых производством автомобилей.
 - б) Подсчитать число компаний с количеством работников более 200 тысяч.
 - в) Подсчитать количество компаний США, занятых производством нефтепродуктов.

Практикум. Раздел 11 «Электронные таблицы»

3.3.3. Деловая графика

В любом современном табличном процессоре имеются средства деловой графики, позволяющие наглядно представлять информацию в графическом виде, т. е. в виде диаграмм. Большинство диаграмм строятся в прямоугольной системе координат.

При использовании средств деловой графики следует придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) выделить область данных в ЭТ (диапазон или несколько смежных диапазонов ячеек), по которым будет строиться диаграмма;
- 2) выбрать тип диаграммы;
- 3) определить последовательность выбора данных (по столбцам или по строкам).

При выборе данных по столбцам X -координаты выбираются из крайнего левого столбца выделенного диапазона ячеек. Остальные столбцы содержат Y -координаты диаграмм. При выборе данных по строкам самая верхняя строка диапазона ячеек является строкой X -координат, остальные строки содержат Y -координаты диаграмм.

В табличных процессорах реализовано большое количество типов диаграмм. Наиболее распространенными из них являются следующие диаграммы: гистограммы (столбчатые), линейные, круговые.

Гистограмма (столбчатая диаграмма) служит для сравнения одной или нескольких величин в нескольких точках. Гистограмма состоит из отдельных столбиков, высота которых определяется значениями сравниваемых величин. Если диаграмма строится для нескольких величин, то для их идентификации используется легенда — условные обозначения этих величин.

Построим гистограмму по данным о крупнейших корпорациях мира, отражающую оборот компаний, занятых производством автомобилей. В этом случае высота столбиков будет определяться числовыми значениями столбца «Оборот (млрд \$)». Перед построением диаграммы отсортируем (упорядочим) данные по столбцу «Производство» (табл. 3.10).

Выделим диапазон ячеек A2:A5;D2:D5, как показано в табл. 3.10. Определим последовательность выбора данных — по столбцам. На оси X отмечаются названия корпораций (рис. 3.21).

Таблица 3.10

ЭТ, отсортированная по столбцу «Производство»

	A	B	C	D	E
1	Компания	Страна	Производство	Оборот (млрд \$)	Численность работников (тыс.)
2	Дженерал Моторс	США	автомобили	148	252
3	Форд Мотор	США	автомобили	173	245
4	Тойота Мотор	Япония	автомобили	204	286
5	BMW	Германия	автомобили	53	100
6	ИРИ	Италия	металлы	50	327
7	Бритиш петролеум	Великобритания	нефтепродукты	295	102
8	Тексако	США	нефтепродукты	66	72
9	Эксон	США	нефтепродукты	330	410



Рис. 3.21. Гистограмма

Линейная диаграмма (график) служит для того, чтобы проследить за изменением одной или нескольких величин при переходе от одной точки к другой. Построение линейной диаграммы аналогично построению гистограммы, но вместо изображения столбиков точками отмечается их высота и полученные точки соединяются прямыми линиями (рис. 3.22).



Рис. 3.22. Линейная диаграмма (график)

Круговая диаграмма (рис. 3.23), как следует из названия, располагается в круге и позволяет наглядно сравнить вклад каждой величины в общую сумму.



Рис. 3.23. Круговая диаграмма

Суммарный оборот корпораций, занятых производством автомобилей, равен 578 млрд \$. Значит, обороту в 1 млрд \$ соответствует сектор круга $360^\circ:578 = 0,62284^\circ$. Пересчитаем оборот компаний в градусы. Компании Дженерал Моторс соответствует сектор $92,2^\circ$, Форд Мотор — $107,8^\circ$, Тойота Мотор — 127° , BMW — 33° .

Ярусная диаграмма (гистограмма с накоплением) позволяет наглядно представить изменение каждой из величин и формирование общей суммы в каждой точке диаграммы.

В таблице 3.11 приведена информация об объеме выпущенной продукции (например, тысячах тонн стали) за определенный период (2004–2007 гг.) различными предприятиями.

Таблица 3.11

Объемы выпуска стали (тыс. тонн)

Компания	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Предприятие 1	85	84	90	95
Предприятие 2	51	60	63	70
Предприятие 3	74	65	80	85

Ярусная диаграмма (рис. 3.24) позволяет отследить не только то, сколько тысяч тонн стали было произведено каждым предприятием, но и сколько стали эти предприятия произвели вместе. Порядок построения ярусной диаграммы напоминает порядок построения столбиковой диаграммы. Разница заключается в том, что столбики строятся не рядом друг с другом, а один над другим. Вертикальный размер диаграммы будет определяться не максимальной величиной, а наибольшей суммой величин. В нашем случае суммы величин по столбцам равны: 210; 209; 233 и 250, т. е. вертикальный размер диаграммы будет определяться величиной 250.

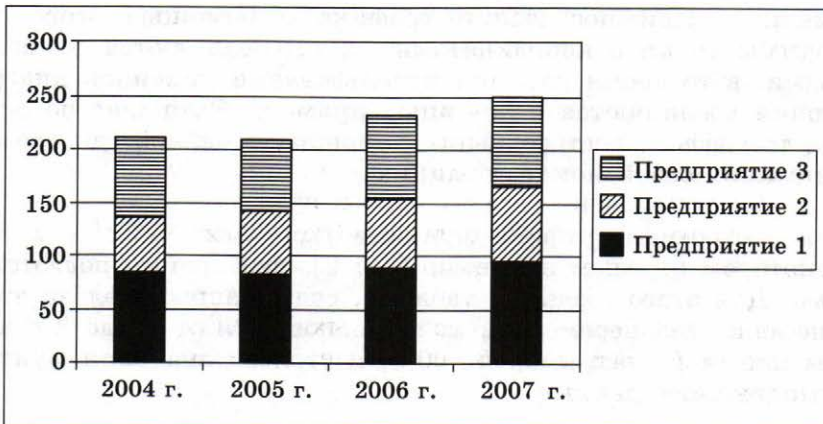


Рис. 3.24. Ярусная диаграмма (последовательность выбора данных — по строкам)

Диаграмма площадей (рис. 3.25) сочетает свойства ярусной диаграммы и линейной. Позволяет проследить изменение каждой из нескольких величин в точках и изменение их суммы. Ярусами (один над другим) располагаются графики, а не столбики.

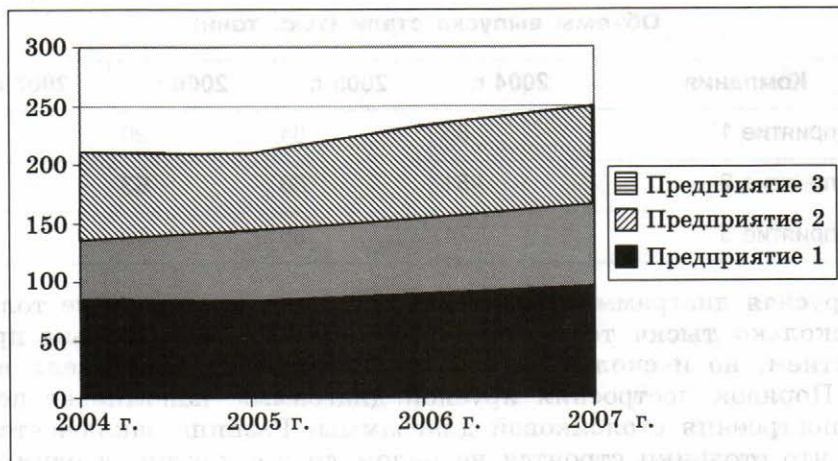


Рис. 3.25. Диаграмма площадей (последовательность выбора данных — по строкам)

Точечная диаграмма отображает изменение одной или нескольких величин при переходе от одной точки к другой. Используется для построения графиков математических функций одной переменной. При построении графика с помощью этого типа диаграммы точки с координатами (x, y) соединяются плавными кривыми, в то время как при использовании линейной диаграммы точки соединяются с помощью прямых. Если шаг по оси X велик, то график, построенный с помощью линейной диаграммы, представляет собой ломаную линию.

Для построения графика функции $f(x) = 7x^3 + 2x^2 - x + 15$ на некотором отрезке, например $[-2; 2]$, необходимо подготовить данные. Для этого создадим таблицу, содержащую столбец значений независимой переменной x , изменяющейся от -2 до 2 с некоторым шагом h , например $h = 0,5$, и столбец значений функции $f(x)$. Подготовим данные:

	A	B	C	D
1	x	$f(x)$	$h=$	0,5
2	-2	$=7*A2^3+2*A2^2-A2+15$		
3	$=A2+D\$1$	$=7*A3^3+2*A3^2-A3+15$		

Величина шага h занесена в отдельную ячейку D1. Каждое следующее значение независимой переменной x больше предыдущего на величину шага h . Вычисление следующего значения независимой переменной x в ячейке A3 осуществляется по формуле $=A2+D\$1$. Скопируем ячейки диапазона A3:B3 в диапазон A4:B10. В режиме отображения значений получим:

	A	B	C	D
1	x	$f(x)$	$h=$	0,5
2	-2,0	-31,00		
3	-1,5	-2,63		
4	-1,0	11,00		
5	-0,5	15,13		
6	0,0	15,00		
7	0,5	15,88		
8	1,0	23,00		
9	1,5	41,63		
10	2,0	77,00		

Для построения графика функции (рис. 3.26) выполним следующие действия:

- 1) выделим диапазон ячеек A2:B10 в ЭТ, по которым будет строиться диаграмма;
- 2) вызовем Мастер диаграмм и выберем тип диаграммы — точечную диаграмму;
- 3) определим последовательность выбора данных — по столбцам;
- 4) укажем заголовки для осей абсцисс и ординат (x и $f(x)$ соответственно);
- 5) удалим легенду;
- 6) разместим график функции на текущем листе.

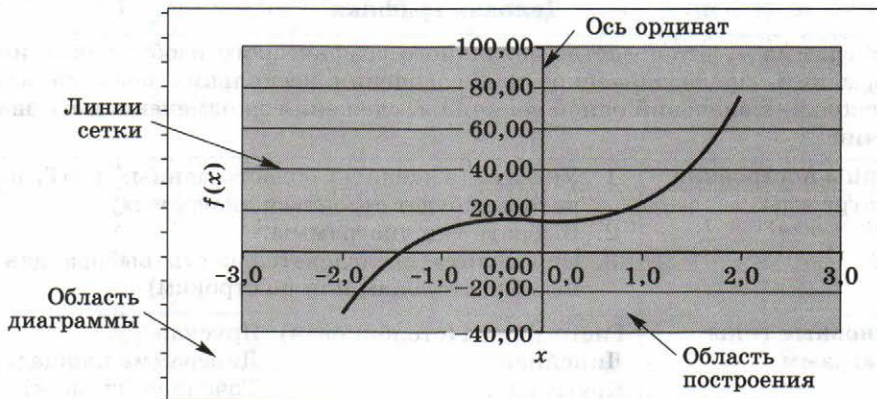


Рис. 3.26. График функции до форматирования

Полученную диаграмму можно отформатировать, т. е. оформить определенным образом. Форматированию подлежат все элементы диаграммы: область диаграммы, область построения, оси, линии сетки, сам график (ряд данных). Форматирование предварительно выделенного элемента диаграммы осуществляется с помощью контекстного меню.

С помощью форматирования изменим толщину осей, заливку области построения на прозрачную, цвет линии графика на черный. В результате получим рис. 3.27.

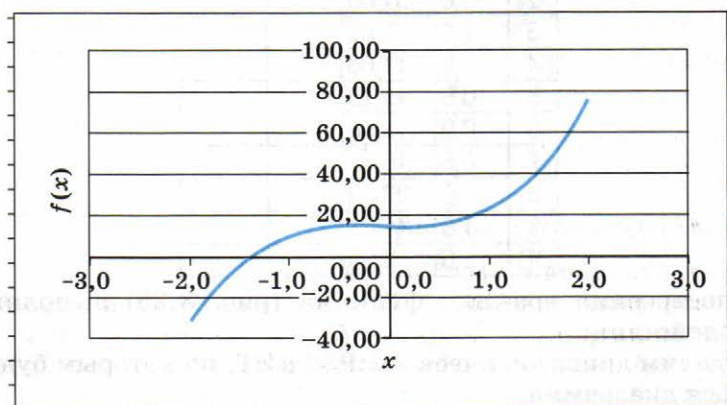


Рис. 3.27. График функции после форматирования



Система основных понятий

Деловая графика	
<p>Диаграмма — это средство наглядного графического изображения информации, предназначенное для сравнения нескольких величин или нескольких значений одной величины, слежения за изменением их значений</p>	
<p>Этапы построения диаграммы</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Указать (выделить) область данных в ЭТ, по которым будет строиться диаграмма. 2. Выбрать тип диаграммы. 3. Определить последовательность выбора данных (по столбцам или по строкам)
<p>Основные типы диаграмм</p>	<p>Гистограмма (столбиковая) Ярусная Линейная Диаграмма площадей Круговая Точечная (график)</p>

Вопросы и задания

1. Постройте по таблице 3.10 гистограмму, отражающую оборот корпораций, занимающихся производством нефтепродуктов с последовательностью выбора данных: а) по столбцам; б) по строкам.
2. Постройте по таблице 3.10 линейную диаграмму (график), отражающую оборот корпораций и количество занятых работников.
3. Постройте по таблице 3.11 ярусную диаграмму, отражающую выпуск стали, используя последовательность выбора данных по столбцам.
4. Постройте по таблице 3.11 диаграмму площадей, отражающую выпуск стали, используя последовательность выбора данных по столбцам.
5. Постройте и отформатируйте график функции $f(x) = \sin(x^2)$ на отрезке $[-\pi, \pi]$ с шагом $\frac{\pi}{10}$.

Практикум. Раздел 11 «Электронные таблицы»

3.3.4. Фильтрация данных

В современных табличных процессорах реализованы некоторые возможности реляционной СУБД, в частности фильтрация данных. Под **фильтрацией данных** будем понимать отбор данных (строк) из таблицы, удовлетворяющих условиям отбора. Фильтрация данных является аналогом запросов на выборку, которые используются для поиска информации в реляционных базах данных. В табличном процессоре Microsoft Excel существуют два способа фильтрации данных:

- 1) автофильтрация;
- 2) расширенный фильтр.

Самым распространенным и удобным способом фильтрации является **автофильтрация**. Использование автофильтра позволяет выбрать из таблицы строки, удовлетворяющие простым условиям отбора.

Пример 1. Из таблицы, содержащей сведения о крупнейших корпорациях мира (см. табл. 3.10), требуется получить список компаний США, имеющих оборот от 50 до 200 млрд \$.

Логическое выражение, соответствующее условиям отбора:

(Компания="США") И (Оборот (млрд \$))>=50) И
(Оборот (млрд \$))<=200)

Для проведения автофильтрации в Microsoft Excel нужно выделить таблицу и выполнить команду **Данные** → **Фильтр** → **Автофильтр**. Сначала получим список компаний, расположенных в США. Для этого раскроем список, соответствующий столбцу «Страна», и выберем «США» (рис. 3.28).

	A	B	C	D	E
				Оборот	Численность работников
1	Компания	Страна	Производство	(млрд \$)	(тыс.)
2	Дженерал	Сортировка по возрастанию	автомобили	148	252
3	Форд Мот	Сортировка по убыванию	автомобили	173	245
4	Тойота Мо	(Все)	автомобили	204	286
5	BMW	(Первые 10...)	автомобили	53	100
6	ИРИ	(Условие...)	металлы	50	327
7	Бритиш пе	Великобритания	нефтепродукты	295	102
8	Тексако	Германия	нефтепродукты	66	72
9	Эксон	Италия	нефтепродукты	330	410
		США			
		Япония			

Рис. 3.28. ЭТ с данными о крупнейших корпорациях мира: применение автофильтра

В результате такой фильтрации в таблице будут отображены только четыре строки.

Далее к полученной таблице применим еще одно условие отбора. Для этого раскроем список, соответствующий столбцу «Оборот (млрд \$)», и выберем пункт Условие. В открывшемся окне (рис. 3.29) настроим пользовательский фильтр.

Пользовательский автофильтр

Показать только те строки, значения которых:

Оборот (млрд. \$)

больше или равно 50

и или

меньше или равно 200

Знак вопроса "?" обозначает один любой знак
Знак "*" обозначает последовательность любых знаков

OK Отмена

Рис. 3.29. Окно Пользовательский автофильтр

После фильтрации получим три строки (рис. 3.30).

	A	B	C	D	E
				Оборот	Численность работников
1	Компания	Страна	Производство	(млрд. \$)	(тыс.)
2	Дженерал Моторс	США	автомобили	148	252
3	Форд Мотор	США	автомобили	173	245
8	Тексако	США	нефтепродукты	66	72

Рис. 3.30. Результат отбора

Это и есть решение задачи.

Использование **расширенного фильтра** в ЭТ требует предварительной подготовки условий фильтрации.

Пример 2. Требуется выбрать компании, занимающиеся производством автомобилей и нефтепродуктов, с численностью работников более 100 тысяч человек.

Логическое выражение, соответствующее условиям отбора:

((Производство="автомобили") ИЛИ (Производство="нефтепродукты")) И (Численность работников (тыс.)>100)

Для подготовки условий фильтрации копируется заголовок таблицы, под которым по особым правилам формируются критерии отбора строк. Рассмотрим эти правила.

1. Если условия отбора записываются в одной строке, но в разных столбцах, то они связаны между собой логической операцией И.
2. Если условия отбора записываются в разных строках, то они связаны между собой логической операцией ИЛИ.

В нашем случае условия фильтрации должны быть подготовлены следующим образом:

Компания	Страна	Производство	Оборот (млрд \$)	Численность работников (тыс.)
		автомобили		>100
		нефтепродукты		>100

После подготовки условий фильтрации можно воспользоваться расширенным фильтром, выполнив команду **Данные** → **Фильтр** → **Расширенный фильтр**.

В открывшемся окне (рис. 3.31) укажем, что результат фильтрации будет размещен в другом месте.

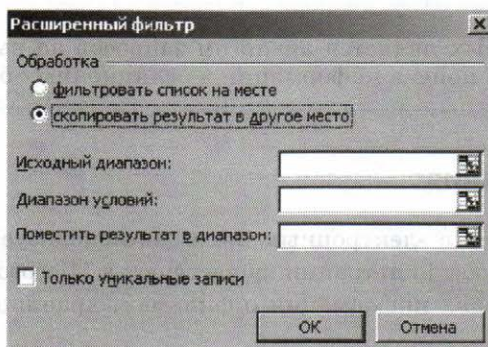


Рис. 3.31. Окно **Расширенный фильтр**

Исходному диапазону соответствует диапазон ячеек A1:E9, в которых содержится информация о крупнейших компаниях. В качестве диапазона условий выступает диапазон ячеек, где предварительно были подготовлены условия фильтрации. Осталось указать диапазон ячеек, куда будет помещен результат фильтрации.

В результате выполненной фильтрации получится табл. 3.12.

Таблица 3.12

Результат расширенной фильтрации

Компания	Страна	Производство	Оборот (млрд \$)	Численность работников (тыс.)
Дженерал Моторс	США	автомобили	148	252
Форд Мотор	США	автомобили	173	245
Тойота Мотор	Япония	автомобили	204	286
Бритиш петролеум	Великобритания	нефтепродукты	295	102
Эксон	США	нефтепродукты	330	410



Система основных понятий

Фильтрация данных

Фильтрация данных — отбор данных (строк) из таблицы, удовлетворяющих условиям отбора

Существуют два способа фильтрации:

- 1) автофильтр;
- 2) расширенный фильтр

Фильтрация данных является аналогом запросов на выборку, которые используются для поиска информации в реляционных базах данных



Вопросы и задания

1. Для каких целей в электронных таблицах используется фильтрация?
2. Какие два способа фильтрации существуют в Microsoft Excel?
3. В таблице собрана информация о фильмах, хранящихся в домашней видеотеке:



№	Фильм	Жанр	Страна	Длительность (мин.)
1	Пятый элемент	Фантастика	США	125
2	Титаник	Мелодрама	США	185
3	Кавказская пленница	Комедия	Россия	100
4	Драйв	Боевик	США	115
5	Профессионал	Боевик	Франция	125
6	Игрушка	Комедия	Франция	85
7	Танцор диско	Мелодрама	Индия	130
8	Патруль времени	Фантастика	США	110
9	Ромео и Джульетта	Мелодрама	США	125
10	Парк Юрского периода	Фантастика	США	120
11	Ночной дозор	Фантастика	Россия	130
12	Бриллиантовая рука	Комедия	Россия	90

Занесите эти данные в электронную таблицу и решите следующие задачи.

- С помощью автофилътрации получить список боевиков и фильмов жанра «фантастика», произведенных в США. Записать логическое выражение, соответствующее этому условию отбора.
- С помощью автофилътрации получить список фильмов жанра длительностью от 80 до 120 минут, произведенных в США и Франции. Записать логическое выражение, соответствующее этому условию отбора.
- С помощью расширенного филътра получить список комедий, произведенных в России, и мелодрам, произведенных в Индии. Записать логическое выражение, соответствующее этому условию отбора.
- С помощью расширенного филътра получить список фильмов жанра «фантастика» или фильмов длительностью менее 100 минут, произведенных в России. Записать логическое выражение, соответствующее этому условию отбора.

Практикум. Раздел 11 «Электронные таблицы»



3.3.5. Поиск решения и подбор параметра

Табличный процессор позволяет решать некоторые задачи, связанные с поиском оптимального решения.

Пример 1. Требуется определить, при каком объеме производства некоторого товара предприятие получит максимальную прибыль от его продажи.

Сформулируем *математическую постановку задачи*. Обозначим через x количество произведенного товара. Цену, по которой реализуется единица товара на рынке, обозначим через g (руб.).

Известно, что затраты на производство единиц товара определяются следующей функцией: $Z(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$. Получаемая предприятием прибыль равна разности между денежной суммой, полученной от продажи товара, и затратами на его производство: $P(x) = g \cdot x - Z(x)$. Пусть даны следующие значения параметров этой задачи: $a = 1$, $b = 12$, $c = 10$, $g = 25$.

Требуется определить, при каких значениях функция достигает своего максимума.

Если построить график функции $P(x)$ (рис. 3.32), то будет видно, что эта функция имеет точку максимума. Следовательно, задача состоит в том, чтобы найти значение x , соответствующее этой точке. Функцию $P(x)$ будем называть **целевой функцией**.

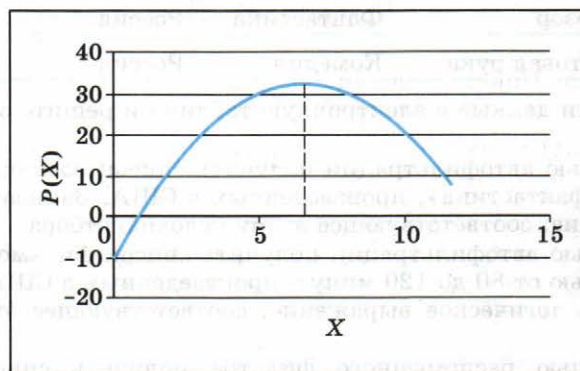


Рис. 3.32. График функции $P(x)$

Для решения задачи воспользуемся инструментом табличного процессора Microsoft Excel, который называется **Поиск решения**. Все вычисления будут производиться в электронной таблице, представленной на рис. 3.33.

	A	B	C	D
1	$a=1$		x	$P(x)$
2	$b=12$			$=B\$4*C2-(B\$1*C2^2+B\$2*C2+B\$3)$
3	$c=10$			
4	$g=25$			

Рис. 3.33. Исходное состояние таблицы

Ячейка D2, в которой будет вычисляться целевая функция, называется **целевой ячейкой**. Ячейка C2, в которой будет определяться значение x , называется **изменяемой ячейкой**.

Выполним команду **Сервис** → **Поиск решения**. В открывшемся окне (рис. 3.34) укажем, что в целевой ячейке D2 (прибыль) требуется получить максимальное значение путем изменения значения в ячейке C2 (объем производства). Объем производства товара (x) не может быть отрицательным. Поэтому следует указать ограничение: $\$C\$2 \geq 0$.

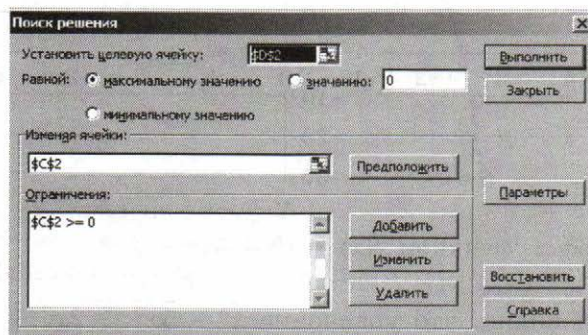


Рис. 3.34. Окно Поиск решения

После нажатия кнопки **Выполнить** будет получен результат, представленный на рис. 3.35. При объеме производства, равном 6,5 единиц, будет получена максимальная прибыль 32,25 руб.

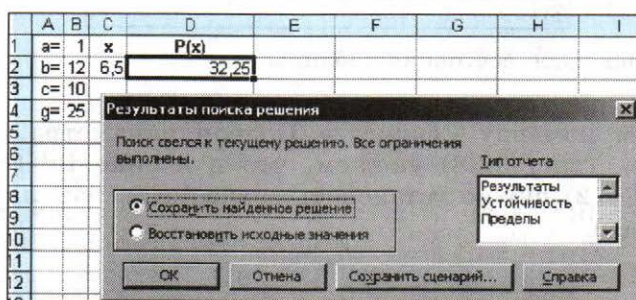


Рис. 3.35. Результат решения задачи

Инструмент табличного процессора Microsoft Excel **Подбор параметра** может быть использован для определения значения аргумента функции, при котором она принимает заданное значение. Дано: $F(x) = a$, требуется найти соответствующее значение x . Если $a = 0$, то это задача вычисления корней уравнения $F(x) = 0$.

Пример 2. Воспользуемся инструментом **Подбор параметра** для решения уравнения $x^5 - 5x^3 + 2x^2 + 2 = 0$.

График функции $f(x) = x^5 - 5x^3 + 2x^2 + 2$ представлен на рис. 3.36. Абсциссы точек пересечения графика с осью X являются корнями уравнения.

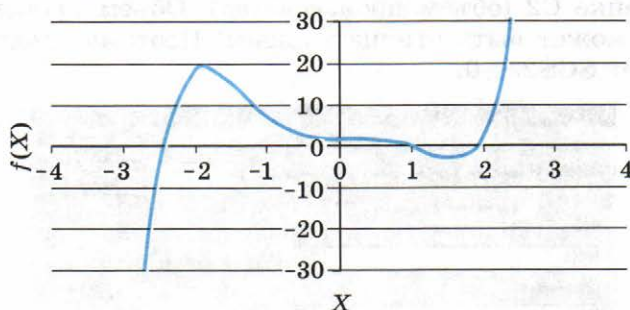


Рис. 3.36. График функции $f(x) = x^5 - 5x^3 + 2x^2 + 2$

Из графика видно, что уравнение $x^5 - 5x^3 + 2x^2 + 2 = 0$ имеет три корня ($x \approx -2,5$, $x \approx 1$, $x \approx 2$). Найдем положительный корень уравнения ($x \approx 2$). Для решения задачи подготовим данные в таблице (рис. 3.37).

	A	B
1	x	f(x)
2	2	=A2^5-5*A2^3+2*A2^2+2
3		

Рис. 3.37. Исходное состояние таблицы

Выполним команду **Сервис** → **Подбор параметра**. В открывшемся окне (рис. 3.38) укажем, что в ячейке B2 ($f(x) = x^5 - 5x^3 + 2x^2 + 2$) нужно установить значение 0, изменяя значение ячейки A2 (x).

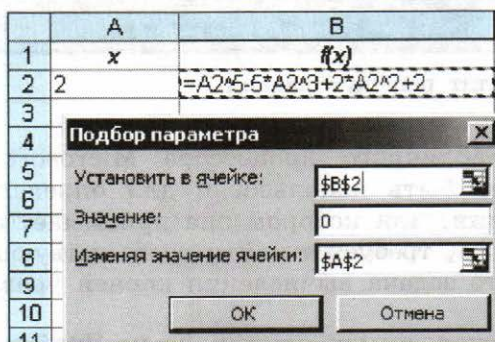


Рис. 3.38. Окно Подбор параметра

Результат будет следующим (рис. 3.39).

	A	B
1	x	$f(x)$
2	1,91629	0,00050

Рис. 3.39. Результат решения задачи

Обратите внимание, что значение функции в корне $x \approx 1,91629$ лишь приближенно равно нулю. Это объясняется тем, что с помощью инструмента **Подбор параметра** реализован алгоритм поиска приближенного решения уравнения по заданному начальному значению ($x \approx 2$). Точность найденного решения можно регулировать с помощью параметра **Относительная погрешность**, значение которого можно изменить следующим образом: выполнить команду **Сервис** → **Параметры**, перейти на вкладку **Вычисления** и установить нужное значение (рис. 3.40). По умолчанию относительная погрешность равна 0,001. Чем меньше это значение, тем точнее будет получен результат.

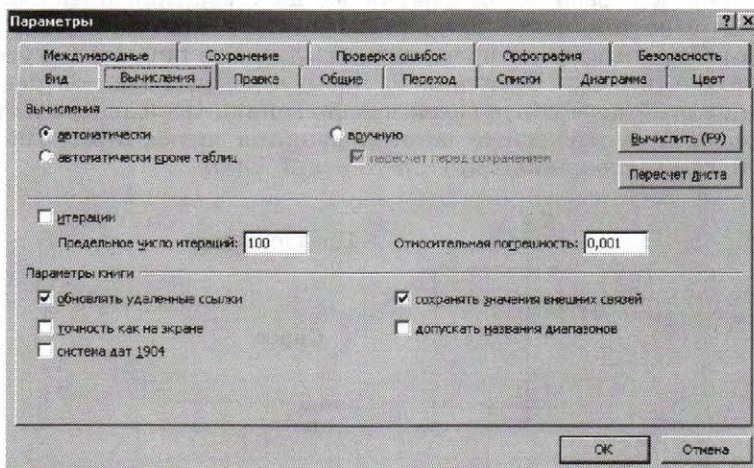


Рис. 3.40. Установка точности вычислений

Чтобы найти остальные корни уравнения, необходимо последовательно задать другие начальные значения ($x = 1$) и ($x = -2,5$).

Система основных понятий

Поиск решения и подбор параметра

Инструмент табличного процессора Microsoft Excel **Поиск решения** позволяет найти приближенное значение аргумента функции, при котором она достигает своего максимального, минимального или заданного числового значения

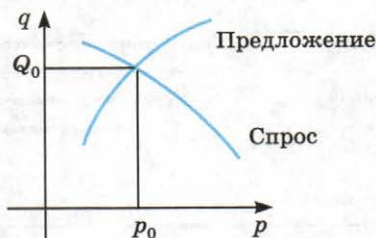
Инструмент табличного процессора Excel **Подбор параметра** может быть использован для определения значения аргумента функции, при котором она принимает заданное значение $f(x) = a$

Параметр **Относительная погрешность** устанавливает точность вычислений

Вопросы и задания

Используя инструменты **Подбор параметра** и **Поиск решения**, решите следующие задачи.

1. На свободном рынке с ростом цены некоторого товара предложение этого товара растет. Кривые зависимости предложения q от цены p различны для разных товаров. Спрос на товар, как правило, уменьшается с ростом цены. Если изобразить на одном графике кривую спроса $Q_{\text{спрос}}$ и кривую предложения $Q_{\text{предл}}$, то они пересекутся в одной точке (Q_0, P_0) . Величина P_0 называется равновесной ценой, так как при этой цене спрос равен предложению. Необходимо найти равновесную цену. Исходные данные: функция спроса $D(p) = 100 - 7 \cdot p$; функция предложения: $S(p) = p^2/3 + p/7 + 90$.



2. Финансовая математика является разделом прикладной математики. В нее вошли формулы и методики расчета из теории финансов и кредита. Финансовая математика начинается с формулы простых процентов: $S = a \cdot (1 + i \cdot t)$ и формулы сложных процентов: $S = a \cdot (1 + i)^t$. Здесь a — сумма вклада; S — сумма, накопившаяся за срок вклада; t — срок вклада, выраженный в периодах начисления процентов; p — процент, под который сделан вклад; $i = p/100$ — процентная ставка. Определите процент p , под который сделан вклад 5000, при условии что через 3 года будет получено 25 000. Решите задачу для:

- а) простых процентов, начисление процентов ежемесячно;
 - б) сложных процентов, начисление процентов ежемесячно;
 - в) простых процентов, начисление процентов квартальное;
 - г) сложных процентов, начисление процентов квартальное.
3. Постройте график функции $f(x) = 2 \cdot x^2 + x - 7$. Найдите корни уравнения: $2 \cdot x^2 + x - 7 = 0$.

Практикум. Раздел 11 «Электронные таблицы»



ЗОР к главе 3 на сайте ФЦИОР (<http://fcior.edu.ru>)



3.1

- Текстовые редакторы и процессоры
- Представление текста. Средства работы с текстовой информацией

3.2

- Графические редакторы и форматы файлов изображений
- Видеоплата. Звуковая плата
- Основные программные средства и технология работы с мультимедиа

3.3

- Редакторы электронных таблиц

Глава 4

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

4.1. Организация локальных компьютерных сетей

4.1.1. Назначение и состав локальных сетей

Понятие локальной компьютерной сети

Локальная компьютерная (вычислительная) сеть (ЛВС) — это объединение ограниченного числа компьютеров, соединенных общим каналом связи ограниченной длины и расположенных на ограниченной территории (обычно в одном или нескольких соседних зданиях).

Передача данных на небольшие расстояния между устройствами вычислительных систем существовала и до появления персональных компьютеров. На больших ЭВМ в многопользовательском режиме работы осуществлялась передача данных между единственным компьютером и несколькими удаленными терминалами пользователей. Позже появилась возможность для совместного использования несколькими мини-ЭВМ одних и тех же периферийных устройств и устройств внешней памяти, что позволяло снизить суммарную стоимость компьютерной системы. Затем появились персональные компьютеры, которые стали объединять в локальные сети.

Отличительными признаками современных локальных сетей являются высокая скорость передачи информации (не менее 10 Мбит/с) и низкий уровень ошибок.

Назначение локальной компьютерной сети

Рассмотрим подробнее назначение и преимущества локальных вычислительных сетей перед автономным использованием персональных компьютеров.

1. *Эффективное использование ресурсов.* С помощью локальных сетей пользователи могут получать доступ к файлам, расположенным на других компьютерах, а также к различным периферийным устройствам (принтерам, сканерам, приводам компакт-дисков и т. п.).

2. *Совместное использование данных.* Пользователи получают возможность одновременной работы с одной и той же информацией, например с базами данных.

3. *Распределенная обработка данных* позволяет ускорить решение одной общей задачи за счет распараллеливания вычислений на нескольких компьютерах локальной сети. В этом случае компьютеры объединяются в кластеры. **Кластер** — это два или более компьютеров, объединяемых при помощи сетевых технологий и предстающих перед пользователями в качестве единого информационно-вычислительного ресурса.

4. *Совместное использование приложений.* Использование сетевых версий программного обеспечения, устанавливаемых на один из компьютеров сети (обычно на сервер), позволяет как значительно сэкономить финансовые средства на приобретение ПО, так и сократить время, затрачиваемое системным администратором, на установку и сопровождение данного программного обеспечения.

5. *Пересылка информации с одного компьютера на другой.* Использование локальной сети позволяет значительно упростить обмен информацией между компьютерами с помощью специальных программ обмена сообщениями, а также с помощью внутренних корпоративных почтовых ящиков.

Компоненты локальной сети

Для организации локальной сети необходимо наличие следующих компонентов.

1. **Рабочие станции** — два или более персональных компьютеров.

2. **Сервер** — компьютер с установленным на нем специализированным программным обеспечением (также называемым сервером), предоставляющий свои ресурсы другим пользователям сети. Если сам сервер не использует ресурсы других компьютеров (т. е. ориентирован исключительно на обслуживание локальной сети и не предназначен для решения других задач), то его называют **выделенным сервером**. Существуют сети без специально выделенного сервера (**одноранговые**). В них роль сервера могут попеременно выполнять все компьютеры, входящие в состав сети.

3. **Сетевые адаптеры (сетевые карты)** — устанавливаются на каждом из компьютеров сети. Назначение сетевого адаптера — обеспечение обмена информацией между компьютером и каналом связи в соответствии с определенными правилами обмена — **протоколами**. Самым известным типом сетевого адаптера является адаптер Ethernet. Стандарт Ethernet является самой распространенной технологией локальных вычислительных сетей с 1990-х годов. Сетевые адаптеры могут быть встроенными (входят в состав чипсета), внутренними (устанавливаются в специальные слоты на материнской плате; рис. 4.1) и внешними (подключаются к компьютеру через USB-порт).

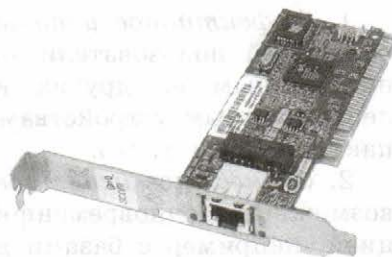


Рис. 4.1. Внутренний сетевой адаптер

Каждый сетевой адаптер имеет уникальный номер, называемый **MAC-адресом** или **физическим адресом**. MAC-адрес имеет следующий формат: XX-XX-XX-XX-XX-XX, где X — это одна шестнадцатеричная цифра. MAC-адрес устанавливается производителем сетевого адаптера. При этом первые три байта MAC-адреса идентифицируют самого производителя.

4. **Линии связи**. Существуют проводные и беспроводные технологии объединения компьютеров в локальную сеть. Для проводной связи используются следующие типы проводников:

- витая пара (медные проводники);
- оптоволоконные кабели.

В беспроводных сетях используется радиосвязь в определенном диапазоне частот.

5. **Сетевой концентратор (хаб) или сетевой коммутатор (свитч)**. Оба этих устройства применяются для объединения нескольких компьютеров в один сегмент локальной сети, называемый **рабочей группой**. Рабочая группа — это некоторое формальное объединение компьютеров локальной сети. Обычно в состав одной рабочей группы входят компьютеры, расположенные в одном или соседних помещениях и имеющие какие-либо общие сетевые ресурсы (принтеры, сканеры и др.).

Получив сигнал¹⁾ от одного из подключенных к нему компьютеров, *сетевой концентратор* копирует его на все активные сетевые порты данного сегмента сети. Компьютеры, для которых данный сигнал не был предназначен, будут его игнорировать. Если одновре-

¹⁾ Здесь и далее «сигнал» — это команда или данные, передаваемые по линиям связи в виде электрического сигнала.

менно два компьютера будут пытаться передать сигнал по сети, то возникнет *коллизия*, т. е. ошибка наложения. В этом случае происходит повторная передача сигнала со случайной задержкой.

Сетевой коммутатор (рис. 4.2) строит в своей памяти специальную таблицу, в которой указывается соответствие между MAC-адресами компьютеров и соответствующими им портами коммутатора¹⁾. При первоначальном подключении эта таблица пуста и коммутатор работает в режиме, аналогичном концентратору (т. е. сигнал передается на сетевые порты всех компьютеров рабочей группы). Но при этом производится анализ MAC-адресов и занесение их в таблицу. Через определенный интервал времени коммутатор строит полную таблицу для всех своих портов. После построения данной таблицы коммутатор начинает передавать данные только непосредственно компьютеру-получателю. Это повышает производительность и безопасность сети, избавляя остальные компьютеры от необходимости обработки данных, которые им не предназначаются.



Рис. 4.2. Сетевой коммутатор

6. Маршрутизатор — устройство, используемое для соединения нескольких локальных сетей, а также для подключения локальной сети к глобальной. Маршрутизаторы могут быть как проводные, так и беспроводные (точки доступа Wi-Fi).

7. Сетевая операционная система — это ОС со встроенными возможностями работы в компьютерных сетях. Существуют специализированные сетевые операционные системы, состоящие из двух компонент: серверной (устанавливается на сервере) и клиентской (устанавливается на рабочих станциях). К ОС, ориентированным на работу в сетях, относятся, например, Novell Netware, Windows 2000/XP/Vista/7, UNIX-системы. Есть другие операционные системы, включающие в свой состав некоторые сетевые функции (например, Windows'98), но сейчас такие практически не разрабатываются.

¹⁾ Порт коммутатора — это разъем, к которому подключается сетевой кабель определенного компьютера сети.



Система основных понятий

Назначение и состав локальных сетей							
<p>Локальная компьютерная (вычислительная) сеть (ЛВС) — объединение двух или более компьютеров, соединенных общим каналом связи и расположенных на ограниченной территории</p>							
Назначение локальных сетей							
Эффективное использование ресурсов	Совместное использование данных	Распределенная обработка данных	Совместное использование приложений	Пересылка информации с одного компьютера на другой			
Компоненты локальной сети							
<i>Рабочие станции</i>	<i>Сервер</i>	<i>Сетевые адаптеры</i>	<i>Линии связи</i>	<i>Сетевые коммутаторы</i>	<i>Маршрутизаторы</i>	<i>Шнуры patch cord</i>	<i>Сетевая ОС</i>
<p>Сервер — это компьютер с установленным на нем специализированным программным обеспечением (также называемым сервером), предоставляющий свои ресурсы другим пользователям сети</p>							
<p>Сетевой адаптер — устройство, обеспечивающее обмен информацией между компьютером и линией связи в соответствии с определенными правилами обмена</p>							
<p>Сетевой концентратор и сетевой коммутатор — устройства, используемые для объединения нескольких компьютеров в один сегмент локальной сети</p>							
<p>Маршрутизатор — устройство, используемое для соединения нескольких локальных сетей, а также для подключения локальной сети к глобальной</p>							
<p>Сетевая операционная система — ОС со встроенными возможностями работы в компьютерных сетях</p>							



Вопросы и задания

1. Что такое локальная компьютерная сеть?
2. Перечислите основные функции локальных сетей.
3. Есть ли в вашем учебном заведении локальная сеть, и если да, то какие функции она выполняет?
4. Какие преимущества дает совместное использование приложений в локальных сетях?
5. Что такое сервер? Используется ли сервер в вашей компьютерной сети?
6. В чем особенности выделенного сервера?
7. Какую роль играет сетевой адаптер? Какой вид сетевого адаптера используется на вашем рабочем компьютере?

8. В чем различие между сетевыми концентраторами и сетевыми коммутаторами?
9. Какое устройство необходимо, чтобы компьютеры локальной сети могли получить доступ к глобальной сети Интернет?
10. Что такое коллизия? Как разрешаются коллизии?

4.1.2. Классы и топологии локальных сетей

Классы локальных сетей

Как уже было сказано в предыдущем параграфе, сети делятся на два класса: *одноранговые* и *сети с выделенными серверами*.

Сервер — это компьютер, предоставляющий свои ресурсы другим пользователям сети.

Клиент — это компьютер, обращающийся к ресурсам другого компьютера.

Сервером и клиентом называют также отдельные специализированные сетевые операционные системы или их компоненты¹⁾.

В **одноранговых сетях** все компьютеры равны в правах доступа к ресурсам друг друга и каждый из них может выполнять роль как клиента, так и сервера. Пользователи с правами администратора могут средствами ОС сделать определенный ресурс своего компьютера сетевым, после чего другие пользователи смогут получить к нему доступ. Одноранговые сети относительно дешевы и просты в эксплуатации. Они применяются в основном для объединения небольших групп пользователей. В одноранговых сетях могут быть компьютеры, не предоставляющие другим компьютерам никаких сетевых ресурсов. В этом случае они будут выполнять только роль клиента.

В **сети с выделенным сервером** существует один или несколько компьютеров, которые используются только для предоставления некоторого ресурса (или ресурсов) в общее пользование клиентов и не применяются для решения других задач. Такой компьютер при этом называется **выделенным сервером**. В зависимости от того, какой ресурс сервера является разделяемым, он называется *файл-сервером* (предоставляет в общее пользование файлы), *сервером приложений* (предоставляет в общее пользование различные сетевые приложения), *сервером баз данных* и т. д. Роль сервера может выполнять не только компьютер, но и отдельное устройство, например принтер (*принт-сервер*). Обычно для выделенных серверов используются достаточно мощные компьютеры с высокопроизводительными процессорами, а также большими объемами оперативной и внешней памяти.

¹⁾ О сетевых ОС и их компонентах речь шла в параграфе 4.1.1.

Физические топологии локальных сетей

Физическая топология компьютерной сети — это способ соединения компьютеров линиями связи. Существуют три базовые физические топологии.

1. **Топология «шина»** подразумевает подключение всех компьютеров к одной общей линии связи (рис. 4.3). На обоих концах проводника размещаются специальные согласующие устройства, называемые **терминаторами**. Без их использования сигнал отражается от конца линии и искажается. Терминаторы гасят такое отражение. Преимуществами данной топологии являются:

- дешевизна оборудования (минимальные расходы на линии связи и отсутствие расходов на центральное устройство);
- простота монтажа.

Недостатки топологии «шина»:

- невозможность работы всей сети в случае обрыва кабеля;
- сложность поиска места неисправности;
- ограничение на длину проводника в связи с затуханием информационного сигнала.

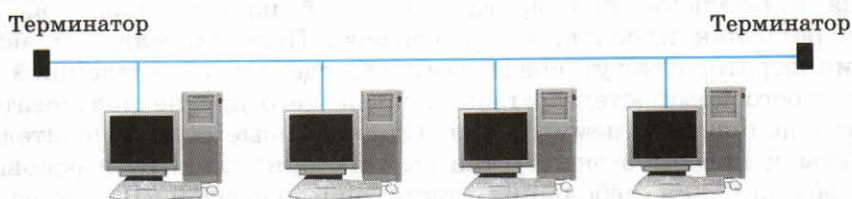


Рис. 4.3. Топология «шина»

2. **Топология «кольцо»**. В этой топологии каждый компьютер сети связан линиями связи с двумя соседними компьютерами (рис. 4.4). Чтобы сигнал дошел до всех остальных компьютеров сети, необходимо, чтобы все они были в рабочем состоянии. Выход из строя хотя бы одного компьютера нарушает работу всей сети. Топология «кольцо» также уязвима к повреждениям кабеля. Иногда сеть с топологией «кольцо» выполняется на основе двух параллельных кольцевых линий связи, передающих информацию в противоположных направлениях. Такой прием кроме увеличения надежности передачи информации увеличивает и скорость ее прохождения. В этом случае выход из строя одной линии не нарушает работоспособности всей сети, а только уменьшает ее производительность. Важным достоинством топологии «кольцо» является то, что каждый компьютер усиливает приходящий к нему сигнал, поэтому затухания сигнала (как в топологии «шина») не происходит.

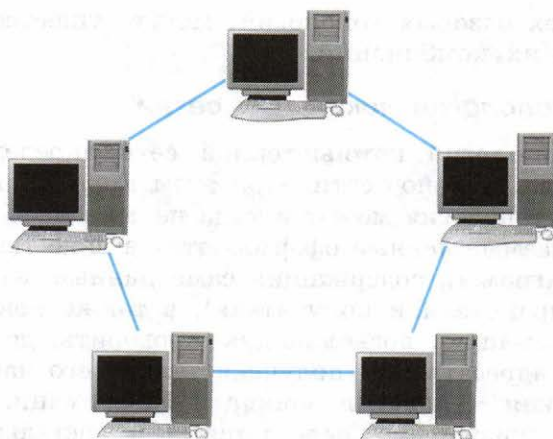


Рис. 4.4. Топология «кольцо»

3. **Топология «звезда»** — это топология с центром, роль которого может выполнять либо отдельный компьютер сети, либо концентратор или коммутатор (рис. 4.5). Все остальные компьютеры соединяются линиями связи с этим центром. К преимуществу данной топологии следует отнести более высокую степень надежности, чем у рассмотренных выше топологий, так как выход из строя одной из рабочих станций или одной из линий связи не нарушает работоспособности сети. Единственным «узким» местом данной топологии является сам центр, выход из строя которого парализует работу сети. Недостатком топологии является высокая стоимость оборудования, а также ограничение на количество подключаемых абонентов (от 8 до 16).

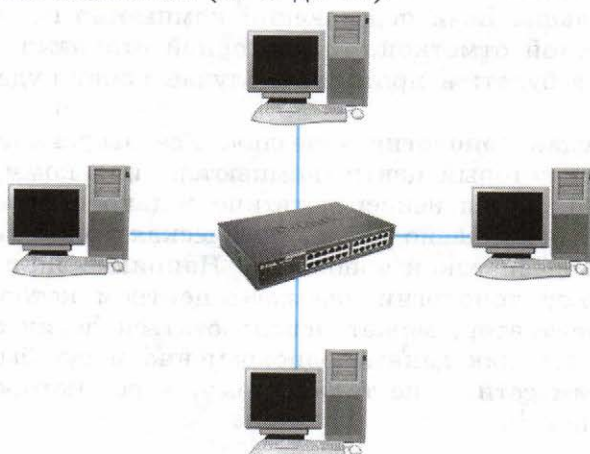


Рис. 4.5. Топология «звезда»

Помимо трех базовых топологий, могут существовать различные варианты их комбинаций.

Логические топологии локальных сетей

Логическая топология компьютерной сети определяет порядок прохождения данных по сети. При этом в одной и той же сети ее физическая топология может иногда не совпадать с логической.

Все передаваемые данные оформляются в виде так называемых **пакетов (дейтаграмм)**, содержащих сами данные, заголовок пакета (адреса отправителя и получателя), а также некоторую контрольную информацию, позволяющую проверить, дошел ли пакет полностью до адресата или получена только его часть.

1. Логическая топология «шина». Информация от каждого компьютера одновременно передается всем остальным компьютерам. В топологии «шина» нет центрального устройства, через которое распространялись бы данные, т. е. все компьютеры равноправны. Передающий компьютер отправляет данные всем остальным компьютерам сети, после чего они эти данные «анализируют». Если в составе пакета абонент находит свой адрес, то он оставляет его себе, иначе игнорирует. Если два компьютера одновременно пытаются осуществить передачу пакетов, то возникает коллизия (см. предыдущий параграф).

2. Логическая топология «кольцо». При передаче данных с применением этой топологии информация последовательно передается от одного компьютера к другому, пока не вернется к отправителю. Если один из компьютеров обнаруживает в составе заголовка пакета свой адрес, он оставляет его себе и ставит в нем соответствующую пометку «получено», после чего пакет будет отправлен дальше. Если передающий компьютер получил обратно пакет с подобной отметкой, то повторной отправки данных производиться не будет; в противном случае пакет будет отправлен заново.

3. Логическая топология «звезда». Все отправляемые пакеты поступают в некоторый центр (компьютер или коммутатор), после чего отправляются непосредственно только получателю.

Как уже было сказано выше, логическая топология не всегда соответствует физической топологии. Например, при использовании физической топологии «звезда», центром которой является сетевой концентратор, может использоваться логическая топология «шина», так как данные одновременно могут быть переданы всем абонентам сети, а не только тому, адрес которого указан в заголовке пакета¹⁾.

¹⁾ См. параграф 4.1.1.

О профессиях: администратор локальной сети



Обслуживанием локальных сетей занимаются **сетевые администраторы** (администраторы локальных сетей). Администрирование сети заключается в обеспечении ее работоспособности и безопасности.

К основным задачам администратора локальной сети относятся:

- обеспечение общей работоспособности сети (контроль всех физических соединений);
- установка на серверы и рабочие станции необходимого программного обеспечения;
- конфигурирование серверов;
- регистрация пользователей;
- установка прав доступа пользователей к различным сетевым ресурсам;
- обеспечение сетевой безопасности (защита от несанкционированного доступа к информации, просмотра или изменения системных файлов и данных);
- обеспечение антивирусной защиты;
- создание резервных копий данных;
- восстановление системы в случае ее сбоя;
- техническая поддержка пользователей и составление инструкций по работе с программным обеспечением.

В больших корпоративных сетях эти функции могут быть поделены между несколькими сетевыми администраторами.

Система основных понятий



Классы локальных сетей и их топологии	
Сервером называют компьютер, предоставляющий свои ресурсы другим пользователям сети. Сервером также называют устанавливаемую на таком компьютере операционную систему	
Клиент — это компьютер, обращающийся к ресурсам другого компьютера	
Классы локальных компьютерных сетей	
В <i>одноранговых</i> сетях все компьютеры равны в правах доступа к ресурсам друг друга и каждый из них может выполнять роль как клиента, так и сервера	В сетях с <i>выделенными серверами</i> существует один или несколько компьютеров, которые используются только для предоставления некоторого ресурса (или ресурсов) в общее пользование клиентов и не применяются для решения других задач

Физическая топология компьютерной сети — это способ соединения компьютеров линиями связи

Топология «шина» подразумевает подключение всех компьютеров к одной общей линии связи

Топология «кольцо». Каждый компьютер сети связан линиями связи с двумя соседними компьютерами

Топология «звезда» — это топология с центром, роль которого может выполнять либо отдельный компьютер сети, либо концентратор или коммутатор

Логическая топология компьютерной сети определяет порядок прохождения данных по сети

Логическая топология «шина». Информация от каждого компьютера одновременно передается всем остальным компьютерам

Логическая топология «кольцо». При передаче данных с применением этой топологии информация передается от одного компьютера к другому, пока не вернется к отправителю

Логическая топология «звезда». Все отправляемые пакеты поступают в некоторый центр (компьютер или коммутатор), после чего отправляются непосредственно только получателю

Сетевой администратор (администратор локальной сети) — это специалист, обеспечивающий ее работоспособность и безопасность

Вопросы и задания

1. В чем различие одноранговых сетей и сетей с выделенными серверами?
2. Может ли один и тот же компьютер выполнять роль как сервера, так и клиента? Поясните свой ответ.
3. Что такое физическая топология сети?
4. В чем недостатки топологии «шина»?
5. В чем необходимость использования терминаторов?
6. В чем заключается суть физической топологии «кольцо»? В чем ее преимущество перед топологией «шина»?
7. В какой физической топологии сетей используются коммутаторы?
8. С чем связано ограничение на количество подключаемых компьютеров в физической топологии «звезда»?
9. Нарисуйте схематически все три основных вида топологий локальных сетей.

10. Какая информация содержится в заголовке передаваемого по сети пакета?
11. Может ли физическая топология не совпадать с логической? Приведите примеры.
12. Каким образом в логической топологии «кольцо» компьютер-отправитель узнает о необходимости повторной отправки пакета?
13. Перечислите основные функции администратора локальной сети.

4.2. Глобальные компьютерные сети

4.2.1. История и классификация глобальных сетей

История глобальных сетей. Основные понятия

Глобальная сеть (Wide Area Networks, WAN) организует связь между локальными сетями или компьютерами, которые расположены на больших расстояниях друг от друга, — в пределах региона, страны, континента или всего мира.

В 1969 году по заданию Министерства обороны США были объединены в одну сеть несколько компьютеров оборонных и научно-исследовательских центров. Созданная сеть получила название ARPANET. Первоначальная цель ARPANET заключалась в том, чтобы дать возможность университетам США и сотрудникам Министерства обороны, участвующим в разработках оборонного характера, поддерживать связь по компьютерным сетям и совместно использовать вычислительные ресурсы мощных компьютеров, которые находились в разных точках страны. В рамках проекта проводились исследования по разработке способов поддержания устойчивой связи в случае ядерного нападения противника. Через несколько лет ARPANET вышла за рамки военных целей и стала активно использоваться учеными многих специальностей.

В 1971 году американский программист Рэй Томлинсон разрабатывает систему электронной почты. Он же предложил использовать значок @ («собака») в обозначениях e-mail-адресов для электронной корреспонденции. Вскоре появляются первые списки почтовой рассылки, новостные группы и доски объявлений.

В 1973 году к сети были подключены первые иностранные организации из Великобритании и Норвегии. Таким образом, ARPANET становится международной сетью.

К концу 70-х годов XX века был разработан целый ряд протоколов передачи данных.

Протокол — это стандартный набор правил, определяющих принципы обмена данными между двумя или более компьютерами сети.

Необходимость разработки протоколов была связана с тем, что в состав сети могли входить компьютеры различной архитектуры и с различными операционными системами. Протоколы позволяли стандартизировать процесс обмена данными между ними.

В 1983 году сеть ARPANET перешла с протокола NCP (который использовал передачу данных без гарантии доставки сообщения) на стек протоколов¹⁾ TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), которые применяются до сих пор. В это же время за сетью ARPANET закрепляется название «Internet».

В 1984 году была разработана система доменных имен (Domain Name System, DNS).

DNS — это иерархическая, распределенная в сети система баз данных, предоставляющая пользователям сети сервис по автоматическому преобразованию имен, представленных в удобном для человека текстовом формате, в цифровой IP-адрес компьютера, содержащего искомый ресурс.

Пользователю гораздо легче запомнить, например, имя `http://www.yandex.ru`, чем цифровой адрес `87.250.251.11`.

В 1986 году была создана сеть NSFNET (the National Science Foundation NETwork — Сеть Национального научного фонда), которая имела гораздо большую пропускную способность, чем ARPANET. К NSFNET за год подключились около 10 тысяч компьютеров. Эта сеть была доступна только для зарегистрированных пользователей (в основном университетов). С этого времени название «Internet» начало постепенно переходить к этой сети. А в 1990 году ARPANET прекратила свое существование, полностью проиграв конкуренцию NSFNET.

В 1991 году стала публично доступной разработка Европейской физической лаборатории CERN — первая программа веб-браузер, которая называлась Worldwideweb. В этом же году была опубликована предварительная версия описания протокола HTTP. В 1995 году служба World Wide Web (Всемирная паутина) стала основным поставщиком информации в Интернете и с 1996 года названия «World Wide Web» и «Интернет» стали фактически равноправными. Именно Всемирная паутина создала современный облик Интернета.

¹⁾ То есть набор протоколов.

В 1995 году NSFNET была официально расформирована и вернулась к роли научно-исследовательской сети. В настоящее время на базе этой сети развивается проект «Internet2», обеспечивающий цифровую связь на больших скоростях (10 Гбит/с). К Internet2 подключены многие университеты по всему миру, в том числе МГУ им. М. В. Ломоносова.

Способы создания каналов в глобальных сетях

Различают два способа создания канала для подключения к глобальной сети.

1. Выделенный канал

Выделенный канал — это канал передачи данных с фиксированной пропускной способностью, *постоянно соединяющий* двух абонентов.

Выделенные каналы обычно арендуются у телекоммуникационных компаний, которые владеют каналами дальней связи, а также у телефонных компаний, которые сдают их в аренду в пределах города или региона. Обычно выделенные каналы применяются для организации ответственных связей между крупными локальными сетями, так как эти услуги гарантируют стабильную скорость связи.

2. Использование коммутируемого канала телефонной сети

Динамически коммутируемый канал — это составной канал, образующийся из нескольких последовательно соединенных каналов на *время передачи сообщения* или на более длительный срок.

К этому типу сетей относятся традиционные аналоговые телефонные сети — с коммутацией каналов двух типов. Доступ по телефонной сети имеет англоязычное название «dial-up access».

Для подключения компьютера к сети в обоих типах сетей может использоваться специальное устройство, называемое модемом.

Модем — это устройство для преобразования аналогового сигнала в цифровой для компьютера и наоборот. Модем — это ЦАП/АЦП-устройство.

Достоинством сетей с коммутацией каналов является их распространенность и невысокая стоимость по сравнению с выделенными каналами связи. Существенным недостатком аналоговых телефонных сетей ранее являлось низкое качество составного канала, что связано с представлением данных в аналоговом виде. Однако в современных аналоговых телефонных сетях все чаще используются цифровые АТС, которые между собой передают голос в цифровой форме, что позволяет значительно увеличить качество передачи данных.

В сети с коммутацией каналов перед передачей данных всегда выполняется процедура установки соединения, в процессе которой из нескольких физических каналов создается один составной канал. Так же как и в сетях с выделенными каналами, для каждой пары абонентов созданный составной канал предоставляется в единоличное пользование.

Все перечисленные сети, основываясь на разработках ARPANET и дальнейших, используют общий метод передачи — коммутацию пакетов.

Метод **коммутации пакетов** основан на разбиении передаваемых по сети данных на небольшие «порции», называемые пакетами.

Идея использования коммутации пакетов зародилась в конце 1970-х годов и заключалась в том, что любой компьютер в сети должен иметь несколько альтернативных маршрутов для отправки информации. В противном случае выход из строя одного компьютера, являющегося промежуточным пунктом для передачи информации, обязательно приведет к разрыву всей сети. Кроме того, при передаче массива данных он должен разбиваться на множество небольших порций (пакетов). Каждому пакету присваивается номер, он снабжается заголовком (содержащим, в частности, адреса отправляющего и принимающего компьютеров) и некоторой служебной информацией. Далее пакеты передаются по сети независимо друг от друга, и, в принципе, они могут следовать разными маршрутами. После прибытия всех пакетов на место назначения из них, согласно полученным номерам, собирается исходное сообщение¹⁾. Целостность пакетов проверяется, и если в процессе транспортировки произошло повреждение информации, принимающая система запрашивает повторную передачу только одного поврежденного пакета, а не всего массива данных.

Порядок обмена пакетами, а также структура заголовков пакетов определяется **протоколом ТСП**.

Метод коммутации пакетов позволяет нескольким абонентам компьютерной сети параллельно использовать один физический канал, так как промежутки во времени между передачей пакетов от одного абонента используются для передачи пакетов от других абонентов. Данный метод замедляет процесс взаимодействия конкретной пары абонентов (так как некоторые пакеты могут находиться в ожидании отправки в связи с отсутствием единоличного использования канала абонентом), но зато повышает пропускную способность сети в целом и существенно удешевляет связь.

¹⁾ В некоторых случаях разбиения на пакеты не происходит, и сообщение отправляется целиком.

Система основных понятий



История и классификация глобальных сетей

Глобальная сеть организует связь между локальными сетями или компьютерами, которые расположены на больших расстояниях друг от друга — в пределах региона, страны, континента или всего мира

Протокол — это набор правил, определяющих принципы обмена данными между двумя или более компьютерами сети

DNS — это иерархическая, распределенная в сети система баз данных, предоставляющая пользователям сети сервис по автоматическому преобразованию имен, представленных в удобном для человека текстовом формате, в цифровой IP-адрес компьютера, где находится искомый ресурс

Способы создания каналов в глобальных сетях

Сети на выделенных каналах

Сети на коммутационных каналах

Выделенный канал — это канал с фиксированной пропускной способностью, *постоянно соединяющий* двух абонентов

Коммутационный канал — это составной канал, образующийся из нескольких последовательно соединенных каналов *на время передачи сообщения* или на более длительный срок

Метод **коммутации пакетов** основан на разбиении передаваемых по сети данных на небольшие «порции», называемые пакетами. Позволяет параллельно использовать один физический канал нескольким абонентам

Модем — это устройство для преобразования аналогового сигнала телефонной линии в цифровой сигнал для компьютера и наоборот

Протокол **TCP** определяет порядок обмена пакетами, а также состав заголовков пакетов

Вопросы и задания



1. Что такое глобальная сеть?
2. Как называлась первая глобальная сеть? Для каких целей она была разработана?
3. С какого времени глобальная сеть ARPANET становится международной?
4. Что такое протокол? В чем заключается необходимость использования протоколов?
5. Что такое DNS? Какую задачу она решает?
6. Какая служба лежит в основе современного Интернета?

7. В чем существенный недостаток сетей на выделенных каналах? В каких случаях они применяются?
8. В каких случаях для подключения компьютера к сети используется модем?
9. Опишите суть метода коммутации пакетов.

4.2.2. Структура Интернета. Сетевая модель DoD

Структура Интернета

Интернет — это межсетевая среда с единым адресным пространством, действующая на базе стека протоколов TCP/IP.

Интернет имеет децентрализованную структуру. Это значит, что не существует центрального управляющего органа, следящего за размещаемой в Интернете информацией. Такая структура позволяет поддерживать неограниченное количество пользователей. Однако все подключенные к Интернету сети должны удовлетворять стандартам, которые утверждаются несколькими добровольными организациями. Например, *Совет по архитектуре Интернета* рассматривает и утверждает протоколы передачи данных. *Союз Интернета* осуществляет координацию между различными контролирующими органами Интернета, провайдерами услуг и пользователями.

Отсутствие централизации обеспечивает высокую надежность, так как при выходе из строя части компьютеров и линий связи сеть будет продолжать функционировать.

Подключение пользователей к Интернету осуществляется организациями, которые называются провайдерами услуг доступа к среде Интернет (рис. 4.6).

Провайдер — это организация, предоставляющая платные услуги связи.

Вся информация в Интернете предоставляется с помощью программ-серверов. Серверы делятся на несколько видов, в зависимости от типа услуги, которая предоставляется пользователям: **web-серверы** предоставляют доступ к информации в виде web-страниц, **файловые серверы** обеспечивают доступ пользователей к файлам, **почтовые серверы** выполняют обмен почтовыми сообщениями, **игровые серверы** служат для одновременной игры нескольких пользователей и др.

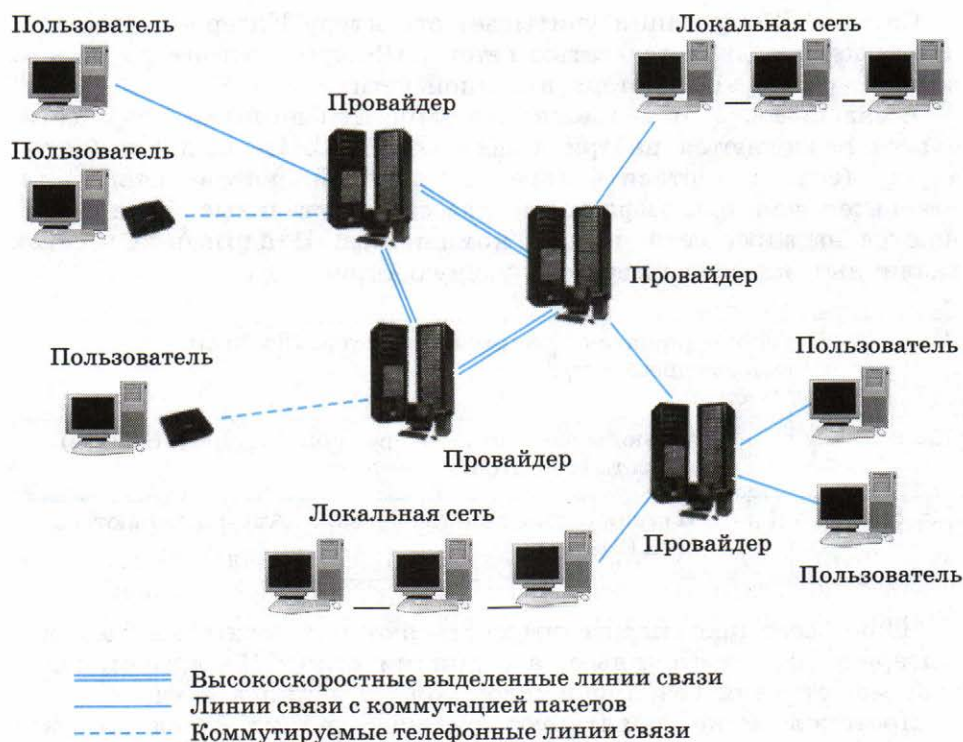


Рис. 4.6. Возможная структурная схема участка среды Интернет

Адресация в Интернете. Протокол IP

Базовым протоколом, обеспечивающим передачу данных между сетями (и чаще всего внутри), для среды Интернет является протокол IP (межсетевой протокол).

Протокол предусматривает систему адресации, обеспечивающую точную идентификацию каждого входящего в сеть узла путем присвоения ему числового адреса, имеющего следующий формат: XXX.XXX.XXX.XXX, где XXX — десятичное число, лежащее в диапазоне от 0 до 255. Данный код называется **IP-адресом**. Примеры IP-адресов: 212.192.34.5, 191.302.39.85.

Общее количество различных IP-адресов теоретически составляет более 4 миллиардов:

$$N = 2^{32} = 4\,294\,967\,296.$$

На практике это число значительно меньше.

Система IP-адресации учитывает структуру Интернета (т. е. то, что Интернет является сетью сетей). IP-адрес состоит из номера сети и номера компьютера в данной сети.

В зависимости от возможного количества компьютеров в сети, адреса разделяются на три класса: А, В, С. Первый бит (биты) адреса (если представить адрес в двоичной системе счисления) отводится для идентификации класса, а остальные биты разделяются на адрес сети и адрес компьютера. IP-адресация в сетях различных классов имеет следующую структуру:

Класс А	0	Изменяющаяся часть адреса сети (7 битов)		Адрес компьютера (24 бита)
Класс В	1	0	Изменяющаяся часть адреса сети (14 битов)	Адрес компьютера (16 битов)
Класс С	1	1	0	Изменяющаяся часть адреса сети (21 бит) Адрес компьютера (8 битов)

Чаще всего провайдеры предоставляют пользователям доступ в Интернет не с постоянным, а с динамическим IP-адресом, который может меняться при каждом подключении к сети.

Протокол IP не гарантирует доставку данных от одного узла сети к другому. Гарантии безошибочной доставки пакетов дает протокол более высокого уровня (протокол TCP).

Сетевая модель DoD

Как уже говорилось ранее, для Интернета был разработан ряд протоколов, которые определяют правила представления и передачи данных. Все эти протоколы взаимодействуют и разрабатывались в рамках **сетевой модели DoD**, содержащей четыре уровня.

4-й уровень (нижний) — протоколы уровня сетевого доступа. Протоколы этого уровня должны обеспечивать работу отдельных глобальных и локальных сетей, включая физическую доставку данных к сетевым устройствам. К протоколам этого уровня относятся протоколы соединений «точка-точка» SLIP, а также протоколы территориальных сетей с коммутацией пакетов X.25, сетевые технологии Ethernet и другие. Стек протоколов TCP/IP не предусматривает протоколов на этом уровне, поскольку не должен зависеть от оборудования.

3-й уровень — уровень межсетевого взаимодействия. Этот уровень обеспечивает возможность перемещения пакетов между сетями с использованием оптимального маршрута. Основным протоколом этого уровня является протокол IP. Протокол IP хорошо работает в сетях самых различных топологий, однако, как уже было сказано, он не гарантирует доставку пакетов до узла назначения.

2-й уровень — транспортный уровень. Основными протоколами этого уровня являются протоколы TCP и UDP. Речь о протоколе TCP шла в параграфе 4.2.1. Протокол UDP — это транспортный протокол для передачи данных в сетях IP без установления соединения. В отличие от TCP протокол UDP не гарантирует доставку пакета. Это позволяет ему гораздо быстрее и эффективнее доставлять данные для приложений, которым требуется большая пропускная способность линий связи либо требуется малое время доставки данных.

1-й уровень — прикладной. Протоколы этого уровня стандартизуют представление данных, обрабатывают данные пользователей и осуществляют управление обменом данными между различными приложениями. Этот уровень протоколов постоянно расширяется.

Основные протоколы прикладного уровня

HTTP (HyperText Transfer Protocol) — протокол передачи гипертекста. Используется службой WWW. Браузер на компьютере клиента посылает запрос web-серверу, хранящему файл с необходимым документом. В ответ на запрос сервер высылает программе просмотра требуемый файл или сообщение об ошибке, если файл недоступен. Протокол HTTP регулирует данный вид взаимодействия между клиентом и сервером.

FTP (File Transfer Protocol, протокол передачи файлов) — протокол передачи данных, используемый для пересылки файлов. Протокол FTP более удобен для передачи файлов, так как он может продолжать загрузку файлов после разрыва связи между компьютерами.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol, простой протокол передачи почты) — почтовый протокол, служащий для отправки сообщений с компьютера-клиента на почтовый сервер, а также для пересылки почты между серверами.

POP3 (Post Office Protocol, протокол почтового офиса версия 3) — почтовый протокол для получения доступа к почтовому ящику на сервере и пересылки сообщений на компьютер-клиент. Этот протокол передает имя пользователя и пароль для доступа к почтовому ящику на почтовый сервер, определяет наличие в ящике новых сообщений и загружает почту на компьютер клиента.

IMAP (Internet Message Access Protocol, протокол доступа к сообщениям Интернета). Это альтернативный протокол для доставки почты на локальный компьютер пользователю. Он позволяет выполнять ряд дополнительных действий, таких как создание и удаление почтовых ящиков, поиск сообщений на сервере, выборочная доставка почты с сервера на локальный компьютер и др.

NNTP (Network News Transport Protocol, протокол транспортировки новостей в сети) — протокол, используемый при передаче сообщений групп новостей.

Еще раз подчеркнем, что в сети Интернет *базовым протоколом является связка протоколов TCP/IP*. Все остальные протоколы строятся на ее основе.

Система основных понятий

Структура Интернета. Сетевая модель DoD			
Интернет — это межсетевая среда с единым адресным пространством, действующая на базе стека протоколов TCP/IP			
Провайдер — это организация, предоставляющая платные услуги связи			
IP-адрес — уникальный адрес компьютера, входящего в состав сети			
Классы сетей (Y — адрес сети, X — адрес компьютера)			
Класс А 0YY.XXX.XXX.XXX	Класс В 10Y.YYY.XXX.XXX	Класс С 110Y.YYY.YYY.XXX	
Сетевая модель DoD			
Протоколы уровня сетевого доступа (SLIP, Ethernet, X.25)	Протоколы межсетевого взаимодействия (IP)	Протоколы транспортного уровня (TCP, UDP)	Протоколы уровня приложений (HTTP, FTP, POP3, SMTP, IMAP, NNTP)

Вопросы и задания

1. Что такое Интернет?
2. Кто осуществляет подключение к Интернету отдельных пользователей?
3. Какие типы информационных серверов вы знаете?
4. Какое количество сетей относится к классу А?
5. Какое количество компьютеров может входить в состав отдельной сети класса В?

6. Нарисуйте сетевую модель DoD в виде схемы или таблицы с указанием функции протоколов каждого уровня и примерами названий протоколов, относящихся к каждому уровню.
7. На каком уровне протоколов происходит реальная отправка данных по сети?
8. Перечислите известные вам почтовые протоколы.
9. В чем удобство передачи файла с помощью протокола FTP?
10. В чем недостаток протокола IP?
11. Какие протоколы Интернета являются базовыми?

4.2.3. Основные службы Интернета

World Wide Web

World Wide Web (Всемирная паутина) — это единое распределенное информационное пространство (web-пространство), состоящее из огромного количества гипермедийных документов, хранящихся на web-серверах.

Гипермедиа — это мультимедийный объект, используемый в качестве гиперссылки.

Вы уже знакомы с понятием **гиперссылок**, с помощью которых осуществляется переход от одного гипертекстового документа к другому. Современные web-страницы могут иметь в своем составе мультимедийные объекты (графические изображения, gif-анимацию, видеоклипы, флеш-ролики), которым могут быть назначены гиперссылки. Ссылки подобного рода называются **гипермедиа**, а сами документы — **гипермедийными**.

В основе технологии WWW лежат следующие понятия:

- **адрес URL** (Universal Resource Locator, всеобщий указатель ресурса);
- **HTTP** (HyperText Transfer Protocol, протокол передачи гипертекста);
- **язык HTML** (HyperText Markup Language, язык разметки гипертекста).

С понятием протокола HTTP вы познакомились в предыдущем параграфе. В следующем параграфе рассказывается про язык HTML. Остановимся подробнее на понятии URL.

URL — это адрес любого ресурса в Интернете, который имеет следующий формат:

`<схема>://<логин>:<пароль>@<хост>/<URL-путь>`

схема — схема обращения к ресурсу (в большинстве случаев имеется в виду сетевой протокол);

- логин** — имя пользователя, используемое для доступа к ресурсу;
- пароль** — пароль указанного пользователя;
- хост** — полностью прописанное доменное имя сервера в системе DNS или IP-адрес сервера;
- URL-путь** — уточняющая информация о месте нахождения ресурса (может включать в себя подразделы (каталоги), имена файлов, дополнительные данные).

Если имя файла не указано, то по умолчанию будет отыскиваться файл, заданный в настройках сервера, чаще всего — с именем `index` и расширением `htm`, `html`, `php`, `asp` или некоторым другим.

Вот некоторые примеры URL: `http://www.cschool.perm.ru/teacher.php`, `http://tourism.gismeteo.ru/ski.asp`, `ftp://nick:12345@host.ru/etc/docum`.

Если документ имеет расширение, отличное от `htm` или `html`, то, возможно, часть этого документа написана на специализированных языках web-программирования, например на PHP, ASP и некоторых других. Подобные страницы не отправляются пользователю напрямую, а предварительно обрабатываются специальным интерпретатором.

Эти языки значительно расширяют возможности стандартного языка разметки гипертекста, а также имеют средства работы с базами данных, что позволяет создавать системы управления содержанием сайта — CMS (Content Management System). С помощью этих систем пользователи могут вносить изменения в содержимое сайта, не редактируя непосредственно кода самой страницы.

Обычно на web-серверах хранятся не отдельные разрозненные web-страницы, а их группы, связанные единой темой, общим стилем оформления и взаимными гипертекстовыми ссылками. Такую группу документов называют **web-сайтом** или **web-узлом**.

Ранее уже говорилось об использовании в сети системы доменных имен (DNS), которая ставит в соответствие числовому IP-адресу компьютера уникальное доменное имя. Однако в настоящее время одному IP-адресу может соответствовать сразу несколько доменных имен.

Система доменных имен имеет иерархическую структуру: домены верхнего уровня — домены второго уровня и т. д. Домены верхнего уровня делятся на два типа по следующим признакам: по географическому (двухбуквенные, каждой стране соответствует двухбуквенный код) и по роду деятельности (трех- и четырехбуквенные). России принадлежат географические домены **ru** и **рф**.

Рассмотрим приведенный выше пример доменного имени: `http://www.cschool.perm.ru/teacher.php`. Здесь `ru` — домен первого уровня, `perm.ru` — домен второго уровня, `cschool.perm.ru` — домен третьего уровня. Префикс `www` образовался больше 20 лет назад и обозначал то, что на соответствующем домене работает именно web-сервер, а не какой-либо иной сервис. Но теперь, когда WWW стал доминирующим сервисом, смысл в его указании почти пропал.

Для работы с ресурсами WWW чаще всего используется на компьютере клиента **браузер**, предназначенный для просмотра гипертекстовых документов. *В настоящее время наиболее распространены браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Opera, Mozilla Firefox.*

Передача файлов по протоколу FTP

Браузеры поддерживают скачивание файлов, выложенных на веб-сайтах, с помощью протокола HTTP, который не очень удобен для этих целей, так как он не способен возобновить передачу файла при сбоях и требует достаточно много времени для скачивания больших файлов.

Как уже было сказано ранее, для таких целей больше подходит протокол **FTP**, лишенный этих недостатков. К его возможностям можно отнести: докачку файлов в случае разрыва соединения, работу с каталогами, перекачивание файлов в несколько потоков и другие.

В Интернете существуют серверы, работающие по этому протоколу. Их называют **FTP-серверами**. Коллекции файлов, хранящихся на FTP-серверах, образуют **FTP-архивы**. Внутри архива файлы обычно структурированы в каталоги по тематикам, например: «программы для работы в Интернете», «утилиты», «файловые менеджеры» и т. д.

На серверах FTP устанавливается программное обеспечение с одноименным названием **FTP**. **FTP-сервер** — программа, обеспечивающая доступ и передачу файлов по протоколу FTP. Со стороны пользователя на компьютере должна быть установлена программа **FTP-клиент**. **FTP-клиент** — программа, позволяющая подключаться к удаленному FTP-серверу и получать/передавать файлы по протоколу FTP. *Примеры FTP-клиентов: uTeFTP, FileZilla (рис. 4.7).* FTP-клиенты есть в составе многих современных файловых менеджеров. Есть такие клиенты и в составе всех популярных браузеров. Некоторые FTP-серверы могут настраиваться на передачу файлов как только для зарегистрированных пользователей (требуют ввода имени пользователя и пароля), так и для анонимных (для всех желающих).

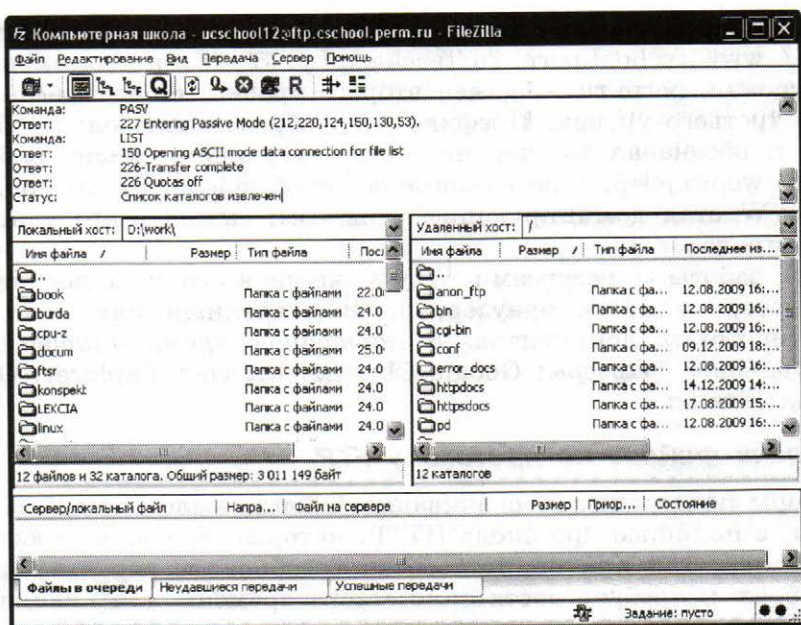


Рис. 4.7. FTP-клиент FileZilla

Электронная почта

Электронная почта — средство обмена информацией, подготовленной в виде электронных писем. Электронная почта была самым первым типом услуг для пользователей глобальных сетей.

За работу электронной почты отвечают почтовые серверы с установленной одноименной программой. **Почтовый сервер** — программа, обеспечивающая прием и передачу электронных писем пользователей, а также их маршрутизацию.

На почтовом сервере создают почтовые ящики для пользователей с определенным именем и паролем для доступа.

Почтовый ящик — область внешней памяти на почтовом сервере для хранения входящей корреспонденции отдельного пользователя.

Каждый почтовый ящик имеет минимум один адрес следующего формата:

имя пользователя@доменное имя

Этот адрес должен быть уникален. Для работы с почтой можно использовать web-интерфейс (т. е. работать с обычным браузером) или установить специализированный почтовый клиент.

Почтовый клиент — программа, помогающая составлять и посылать электронные сообщения, а также получать и отображать письма на компьютере пользователя. *Примеры почтовых клиентов:* OutlookExpress (рис. 4.8), Netscape Messenger, The Bat.

По электронной почте можно не только отправлять текст, но и вкладывать в сообщение любые файлы.

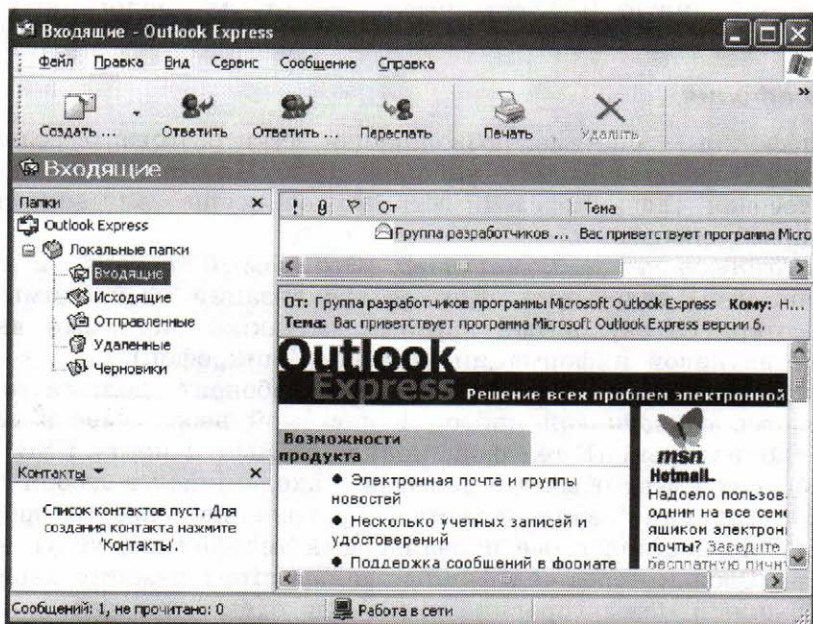


Рис. 4.8. Программа OutlookExpress

Службы мгновенного обмена сообщениями

Следующими популярными службами, предназначенными для обмена сообщениями между пользователями Интернета, являются пейджинговые службы — системы мгновенного обмена сообщениями. Одним из популярных интернет-пейджеров является программа ICQ («ай-си-кью» — игра слов, подобным образом фонетически читается выражение I Seek You, что означает «я ищу вас»).

ICQ позволяет пользователю получить уникальный номер, называемый UIN (Universal Internet Number, универсальный номер Интернета), используемый для вызова и прямого общения. ICQ-клиент можно бесплатно загрузить с сервера www.icq.com.

После установки программы на компьютер необходимо зарегистрироваться в системе серверов ICQ и получить UIN. При

каждом подключении к Интернету программа ICQ определяет текущий IP-адрес вашего компьютера и по нему определяет UIN. Зная UIN собеседника, можно быстро отправить ему сообщение.

Сеть ICQ позволяет осуществлять поиск нужного абонента по целому ряду полей, включая фамилию, имя, адрес электронной почты, место проживания, возраст и т. д.

Помимо службы ICQ, есть несколько других аналогичных систем.

IP-телефония

IP-телефония — система, позволяющая вести разговор в реальном времени с использованием каналов связи Интернета.

Голосовая связь через IP-сеть может осуществляться двумя основными способами.

1. *Компьютер — компьютер.* Это самый первый и простой способ IP-телефонии. Для его реализации необходимы два компьютера со звуковыми картами, а также системами ввода/вывода звуковой информации (колонки, микрофон).

2. *Компьютер — телефон.* Один абонент должен иметь компьютер со звуковой картой и системой ввода/вывода звука, либо специальный IP-телефон, подключаемый к порту USB. Второй абонент имеет обычный телефон, находящийся в любой точке мира. Соединение осуществляется через специальные телефонные шлюзы, предоставляемые провайдерами телефонных услуг в Интернете. Звонок через телефонный шлюз стоит намного дешевле, чем обычный междугородний звонок по схеме «телефон — телефон».

Одной из наиболее популярных программ для IP-телефонии в настоящее время является Skype (рис. 4.9). Она обеспечивает цифровую голосовую и видеосвязь (при наличии web-камеры) через Интернет между компьютерами, а также платные услуги для связи с абонентами обычной телефонной сети.

Видеоконференции

Видеоконференция — это информационная услуга, обеспечивающая одновременную двустороннюю передачу, обработку, преобразование и представление видео- и звуковой информации на расстоянии в режиме реального времени с использованием компьютеров для более чем двух абонентов.

Для общения в режиме видеоконференции абоненты должны иметь микрофон, видеокамеру, устройство отображения видеоинформации и воспроизведения звука, а также компьютер с необходимым программным обеспечением.

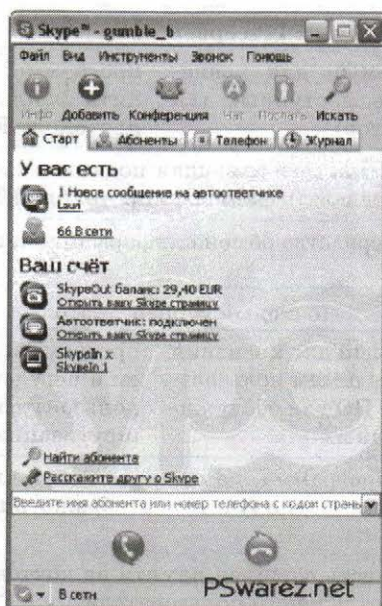


Рис. 4.9. Интерфейс программы Skype

Различают конференции симметричные, т. е. такие, где все абоненты видят и слышат друг друга, и асимметричные, где часть абонентов только видит и слышит, но не участвует постоянно. С помощью видеоконференций организуются совещания, встречи людей, находящихся в разных точках мира, обучение и т. д.

Система основных понятий

Основные типы услуг Интернета

WWW — это единое распределенное информационное пространство (web-пространство), состоящее из огромного количества гипермедийных документов, хранящихся на специальных web-серверах

Гипермедиа — это мультимедийный объект, используемый в качестве гиперссылки

URL-адрес — это адрес любого документа в сети:
<схема>://<логин>:<пароль>@<хост>/<URL-путь>

Web-сайт — это группа web-страниц, связанная единой темой, общим стилем оформления и взаимными гипертекстовыми ссылками

Браузер — программа, используемая для просмотра гипертекстовых документов

FTP-сервер — это:	
компьютер, используемый для хранения коллекции файлов, доступных для скачивания (FTP-архивов)	программа, позволяющая хранить файлы и передавать их по протоколу FTP
FTP-клиент — программа, позволяющая подключаться к удаленному FTP-серверу и получать/передавать файлы по протоколу FTP	
Электронная почта — средство обмена информацией, подготовленной в виде электронных писем	
Почтовый сервер — это:	
компьютер, используемый для хранения входящих электронных писем пользователей с установленным ПО для обслуживания почтовых баз данных	программа, обеспечивающая прием и передачу электронных писем пользователей, а также их маршрутизацию
Почтовый клиент — программа, помогающая составлять и посылать электронные сообщения, а также получать и отображать письма на компьютере пользователя	
Почтовый ящик — область внешней памяти на почтовом сервере для хранения корреспонденции отдельного пользователя. Имя почтового ящика имеет следующий вид: <i>имя пользователя@доменное имя</i>	
ICQ — это служба Интернета, предназначенная для мгновенного обмена сообщениями между пользователями	
IP-телефония — система, позволяющая вести разговор в реальном времени с использованием каналов связи Интернета	
Способы голосовой связи	
Компьютер — компьютер	Компьютер — телефон
Видеоконференция — это информационная услуга, обеспечивающая одновременную двухстороннюю передачу, обработку, преобразование и представление видео- и звуковой информации на расстояние в режиме реального времени с использованием компьютеров	



Вопросы и задания

1. Что такое web-пространство?
2. Какие типы объектов могут использоваться в качестве ссылки гипермедиа?
3. Как выглядит URL-адрес?
4. В чем особенность систем управления содержанием сайта (CMS)? С помощью каких языков они создаются?
5. Может ли одному IP-адресу соответствовать несколько доменных имен? А наоборот?

6. Что такое браузер? Какие браузеры вам известны?
7. Что такое FTP-сервер?
8. Почему протокол FTP удобнее для передачи файлов, чем протокол HTTP?
9. Какой вид услуг Интернета появился самым первым?
10. Что такое почтовый сервер?
11. Обязательно ли иметь специальное ПО на компьютере клиента для работы с электронной почтой? Поясните свой ответ.
12. Для чего используется служба ICQ?
13. Что такое IP-телефония?
14. Какие виды связи существуют в IP-телефонии?
15. В чем преимущества использования IP-телефонии перед обычным способом телефонной связи?
16. Какие аппаратные средства необходимы для проведения видеоконференции?

Практикум. Раздел 12 «Компьютерные телекоммуникации»



4.3. Основы сайтостроения

4.3.1. Способы создания сайтов. Понятие о языке HTML

Способы создания сайтов

Одним из наиболее популярных сервисов, предоставляемых клиентам глобальной сети Интернет, является служба World Wide Web. К настоящему времени сложно встретить фирму, организацию или учреждение, не имеющих собственного сайта. Существуют несколько способов разработки сайтов. Рассмотрим наиболее популярные из них.

1. *Создание сайта с помощью конструкторов сайтов (движков), размещенных в Интернете и доступных в режиме on-line.* Это самый простой способ, не требующий от пользователя знания специальных языков разработки сайтов, а также не связанный с материальными затратами. Услуга по предоставлению дискового пространства для физического размещения информации на сервере, постоянно находящемся в сети, называется **хостингом**. Обычно новый сайт бесплатно размещается на том же самом сервере, на котором и был создан (с помощью хостинга).

Конструктор сайта — это система услуг, позволяющая пользователям создавать сайт из набора графических элементов и различных шаблонов отдельных модулей (панели навигации, ленты новостей, форм регистрации, каталога товаров, гостевых книг и т. д.).

Пример: конструктор подобного рода расположен в Интернете по адресу: <http://www.ucoz.ru> (рис. 4.10). Есть и другие.

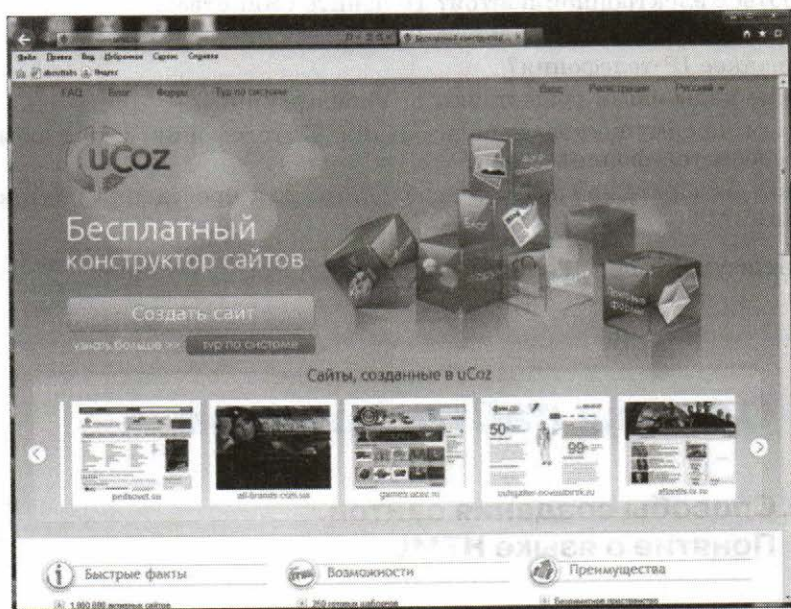


Рис. 4.10. Конструктор сайтов ucoz.ru

2. *Использование специальных программных продуктов для создания и управления сайтом.* К ним относятся, например, **визуальные HTML-редакторы** (такие как Microsoft Front Page, Macromedia Dreamweaver), а также профессиональные системы для разработки сайтов (например, 1С-Битрикс, MODx). Для работы с ними также не требуется каких-либо специальных знаний. Многие из подобных программных продуктов относятся к разряду коммерческих. При их применении пользователю придется самостоятельно решать проблему размещения созданного сайта в Интернете.

3. *Создание сайта «ручным» написанием кода на языке разметки гипертекста HTML, а также с использованием языков web-программирования (JavaScript, PHP, Perl и др.).*

При разработке современных сайтов часто опираются на CMS (Content Management System — система управления контентом), которые позволяют пользователю, имеющему пароль для доступа к разделу администрирования, управлять содержимым (контентом) сайта, не меняя исходного кода самого сайта. Таким образом, используя системы управления сайтом, пользователи имеют возможность легко изменять наполнение сайта (раздел новостей, каталог товаров, список услуг и т. д.).

HTML (HyperText Markup Language) — стандартный язык разметки гипертекста.

Метки (тэги) языка HTML интерпретируются браузером, который на их основе строит в памяти компьютера объектную модель документа, а затем выводит эти объекты на экран, в результате чего пользователь видит отображение web-страницы в окне браузера.

Язык HTML является основой любого гипертекстового документа, даже если документ был создан в одном из конструкторов сайтов или визуальном редакторе. Просто в этом случае код на языке HTML генерируется автоматически либо движком, либо программой. В любом браузере есть функция, позволяющая просмотреть исходный код загруженной страницы (обычно она содержится в пункте меню **Вид**). Знание языка HTML позволяет разрабатывать сайты любой структуры и использовать при этом свои собственные оригинальные варианты верстки страниц.

Возможно комбинирование нескольких перечисленных способов. Например, можно создать основу сайта (макет) с использованием визуального редактора, а затем доработать его, внося непосредственно изменения в HTML-код. В любом случае знание языка HTML позволит лучше разобраться в структуре сайта и в случае необходимости внести в него коррективы вручную.

Понятие о языке HTML. Структура HTML-документа

Как уже было сказано, в основе каждой web-страницы лежит язык разметки гипертекста HTML. Документ, который написан на этом языке, представляет собой обычный текстовый файл в формате ASCII, в который вставлены **дескрипторы (тэги)**.

Тэги (флаги, дескрипторы) — это специальные кодовые слова, определяющие внешний вид текста и графики, выводимой на экран, и формирующие связи с другими web-сайтами и ресурсами Интернета.

Файлы, содержащие информацию на языке HTML, обычно имеют расширения `htm` или `html`¹⁾. Файлы, относящиеся к одному web-сайту, сохраняются в отдельном каталоге (папке). Внутри этого каталога могут создаваться подкаталоги, например для каждого раздела сайта может быть создан свой подкаталог. Основной файл каждого каталога обычно имеет имя `index` (хотя это необязательно). Если при загрузке страницы в адресной строке не указывать имя файла, то чаще всего будет разыскиваться файл именно с этим именем.

Различные программы-браузеры могут немного по-разному интерпретировать некоторые тэги HTML, что следует учитывать при создании web-страниц. Кроме того, внешний вид страниц может зависеть от настроек конкретного браузера (например, от названия и размера шрифта, заданного по умолчанию) и разрешающей способности монитора.

Тэги представляют собой определенные последовательности символов, заключенные между угловыми скобками: «<» и «>». Тэги бывают парные и непарные, открывающие и закрывающие. Область действия парного тэга начинается с того места, где стоит открывающий тэг, а заканчивается там, где стоит закрывающий. Отличительный признак закрывающего тэга — символ / после первой угловой скобки.

Кроме того, многие тэги могут иметь атрибуты, конкретизирующие действие данного тэга. Атрибуты имеют следующий вид:

```
имя_атрибута = значение_атрибута
```

Если в тэге требуется применить несколько атрибутов, то они пишутся через пробел. Например:

```
<FONT color=red face=Arial size=7>
```

Здесь `FONT` — это имя тэга, а `color`, `face` и `size` — его атрибуты.

HTML-документ начинается с тэга `<HTML>` и заканчивается тэгом `</HTML>`. Между ними располагается то, что будет обрабатываться программой-браузером: общие данные документа, параметры, текст, картинки, видеофрагменты и т. д. Любой HTML-документ состоит из двух частей: заголовка и тела.

¹⁾ Если в коде страницы присутствуют команды из других языков web-программирования, то расширение имени файла может отличаться от указанных (например, `php`).

Таким образом, общая структура HTML-документа имеет следующий вид:

```
<HTML>
<HEAD>
Заголовок документа
</HEAD>
<BODY>
Тело документа
</BODY>
</HTML>
```

Заголовок документа чаще всего содержит тэг заголовка окна и некоторые дополнительные тэги, содержимое которых на экран не выводится. Заголовок окна имеет следующий вид

```
<TITLE> название документа </TITLE>
```

Тело документа включает содержимое самой web-страницы. Оно располагается между тэгами `<BODY>` и `</BODY>`. Тэг `<BODY>` может содержать ряд атрибутов для глобальных установок, относящихся ко всему документу: цвета гиперссылок, цвет текста, фона, фоновый рисунок и т. д. Рассмотрим некоторые атрибуты тэга `<BODY>`:

```
link=цвет — цвет невыбранной гиперссылки;
vlink=цвет — цвет уже посещенной ранее гиперссылки;
bgcolor=цвет — фоновый цвет страницы;
background="имя графического файла" — фоновый рисунок.
```

Рисунок, хранящийся в указанном файле, будет размножен по всему экрану и перекроет цвет фона. Можно использовать форматы файлов GIF и JPG;

```
text=цвет — основной цвет текста.
```

Цвет указывается с помощью либо его имени, либо его шестнадцатеричного кода.

Список некоторых цветов (в скобках даны шестнадцатеричные коды):

black — черный (000000)	white — белый (FFFFFF)
aqua — бирюзовый (00FFFF)	yellow — желтый (FFFF00)
blue — синий (0000FF)	maroon — коричневый (800000)
green — зеленый (008000)	navy — ультрамариновый (000080)
red — красный (FF0000)	gray — серый (808080)

Форматирование текста. Шрифты

Тэги форматирования служат для определения внешнего вида текста и задания его расположения на странице.

1. <P> — выделение абзаца. Тэг имеет следующий вид:

```
<P align=тип выравнивания>текст</P>
```

Значения параметра align:

left — по левому краю;
 right — по правому краю;
 center — по центру;
 justify — по ширине.

При стандартных установках перед и после абзаца пропускается некоторое небольшое пространство. Его можно изменить с помощью таблицы стилей.

2.
 — принудительный разрыв строки в месте установки данного тэга.

3. По умолчанию текст выводится на экран тем шрифтом, который задан в установках браузера. Для изменения шрифта используется тэг :

```
<FONT face=название шрифта size=размер  

  color=цвет>текст</FONT>
```

face определяет тип шрифта (Arial, Times New Roman, Courier New, Impact и т. д.).

В качестве значения этого параметра рекомендуется указывать один из стандартных шрифтов, устанавливаемых вместе с операционной системой, так как другие шрифты могут отсутствовать на компьютерах пользователей.

size — размер может задаваться абсолютным значением номера в диапазоне от 1 до 7, а также относительным значением (по отношению к базовому значению, заданному в настройках браузера). Во втором случае перед числом необходимо указать знак «+» (если необходимо увеличить размер) и «-» (для уменьшения размера).

color — цвет; задается так же, как цвет фона.

4. Для изменения начертания шрифта используются тэги:

... — полужирный шрифт;

<I>...</I> — курсив;

<U>...</U> — подчеркивание;

_{...} — нижний индекс;

^{...} — верхний индекс.

Пример кода HTML-документа и соответствующего ему визуального отображения страницы

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE> История Компьютерной школы ПГУ</TITLE>
</HEAD>
<BODY bgcolor=yellow>
<CENTER>
<FONT face=verdana size=5 color=navy>История создания
</FONT>
<FONT face=Arial size=3>
<p align=justify>
Компьютерная школа была основана в <b>сентябре 1994
года</b>. Первый набор учеников составил <b>100</b>
человек.
</p>
<p align=justify>
В <i>1995</i> году в школе появилось старшее, а в
<i>1996</i> году - младшее отделения.
</p>
</FONT>
</BODY>
</HTML>
```



Система основных понятий

Способы создания сайтов. Понятие языка HTML

Способы создания сайтов

Использование конструкторов (движков)

Программные средства разработки сайтов

Написание сайта «вручную» на языке разметки гипертекста

Конструктор сайта — система услуг, позволяющая пользователям создавать сайт из набора графических элементов и различных шаблонов отдельных модулей

HTML — стандартный язык разметки документов. Язык HTML интерпретируется браузером и отображается в виде документа, в наглядной форме

Тэги (флаги, дескрипторы) — специальные кодовые слова, определяющие внешний вид текста и графики, выводимой на экран, и формирующие связи с другими web-сайтами и ресурсами Интернета.

Структура HTML-документа:

```
<HTML>
<HEAD>
Заголовок документа
</HEAD>
<BODY>
Тело документа
</BODY>
</HTML>
```

Тэги форматирования текста

`<P>`
выделение абзаца

`
`
принудительный разрыв строки

Тэги изменения шрифта

``
название, размер и цвет шрифта

``
полужирное начертание

`<I>`
курсив

`<U>`
подчеркивание

`<SUB>`
нижний индекс

`<SUP>`
верхний индекс

Вопросы и задания

1. Перечислите способы создания сайтов.
2. Что такое конструктор сайтов?
3. Какие программные продукты для разработки сайтов вы знаете?
4. Что такое язык HTML?
5. Что такое тэг?

6. Для чего используются атрибуты тэгов?
7. Назовите тэги для выделения абзаца текста. В чем их различие?
8. Как выравнивать текст по ширине?
9. Какой тэг применяется для изменения размера шрифта?

Практикум. Раздел 12 «Компьютерные телекоммуникации»



4.3.2. Оформление и разработка сайта

Использование графики

Важным обстоятельством, определяющим привлекательность сайта, является его графическое оформление. Рассмотрим подробнее, каким образом можно внедрять графические изображения в HTML-документ.

Чаще всего в WWW используются два формата графических файлов: GIF и JPEG (см. табл. 3.2).

Формат GIF поддерживает 256 цветов и использует сжатие без потерь, поэтому пригоден не для всех целей. Фотографическое качество изображения в файлах этого формата получить трудно. Однако у формата GIF есть два важных преимущества перед форматом JPEG:

1) опция прозрачности. Возможно объявление одного из цветов изображения прозрачным, что позволяет сквозь такие прозрачные иллюстрации увидеть фон изображения и делать эти изображения произвольной формы (не только прямоугольной);

2) возможность сохранения в одном файле нескольких рисунков с их поочередным выводом через определенный интервал времени. Это позволяет создавать анимационные изображения.

Формат JPEG разработан для передачи изображений фотографического качества и поддерживает 16,7 млн цветов. Для уменьшения объема файлов используется алгоритм сжатия с потерями, при котором близкие друг другу цвета заменяются одним цветом. Размер файла зависит от степени сжатия. Например, графический пакет Photoshop предусматривает несколько степеней сжатия. Чем больше степень, тем ниже качество фотографии на экране — цвета блекнут, появляется деление на квадраты, муар по краям объектов.

Для встраивания иллюстраций в HTML-документ используется непарный тэг со следующими атрибутами:

- src — адрес загружаемой иллюстрации. Адрес необходимо записывать в кавычках;
- align — тип выравнивания. Значения:

`top` — выравнивание верхнего края иллюстрации по верхней границе текущей текстовой строки;

`bottom` — выравнивание нижнего края иллюстрации по нижней границе текущей текстовой строки;

`middle` — центрирование графики по вертикали относительно текущей текстовой строки;

`left` — смещение графики к левой границе (текст будет «обтекать» изображение);

`right` — смещение графики к правой границе (текст будет «обтекать» изображение) (рис. 4.11).

При использовании первых трех атрибутов следующая строка будет располагаться ниже изображения.



Рис. 4.11. Встраивание рисунка с использованием обтекания его текстом (атрибут `align=right`)

`alt` — альтернативный текст. Значением атрибута является цепочка символов, заключенная в кавычки, которая будет появляться на экране, если пользователь отключил вывод графики, или как подсказка — при наведении курсора мыши. Максимальная длина — 1024 символа. Использование этого атрибута является признаком хорошего тона.

`border` — ширина рамки. По умолчанию ширина рамки равна двум пикселям. Если изображение не является гиперссылкой, то рамка черная, иначе синяя. Для отключения вывода рамки нужно задать значение 0.

`height` — высота изображения в пикселях.

`width` — ширина изображения в пикселях.

При использовании атрибутов `height` и `width` браузер сможет заранее задать макет страницы и разместить на ней текст еще до того, как загрузится графика. Без использования этих атрибутов текст на экране появится только после того, как будут загружены все графические изображения. Размер изображения нужно задавать именно таким, какой он есть в реальности. При попытке уменьшить или увеличить изображения с помощью этих атрибутов значительно ухудшится качество, так как браузеры не предназначены для редактирования графики.

`hspace` — интервал между графикой и обтекающим ее текстом по горизонтали.

`vspace` — интервал между графикой и обтекающим ее текстом по вертикали.

Пример

```
Это <IMG src="foto.jpg" align=top border=0 hspace=5  
vspace=5> мое фото.
```

При использовании значений `left` и `right` атрибута `align` текст будет обтекать графику слева или справа. Но если возникает необходимость продолжить текст ниже графического изображения, то можно использовать тэг `
` с атрибутом `clear`:

```
<BR clear=left/right>
```

Значение атрибута `left` размещает текст, обтекающий графику справа, ниже изображения. Значение атрибута `right` размещает текст, обтекающий графику слева, ниже изображения.

В HTML-стандарте существует тэг `<HR>`, позволяющий создавать горизонтальные разделительные линии между объектами.

Атрибуты:

`align` — выравнивание по горизонтали (`left`, `center`, `right`);

`noshade` — выключение теней (подавление иллюзии трехмерности);

`size` — толщина линии;

`width` — длина линии (задается либо в пикселях, либо в процентах от ширины экрана).

Основные правила разработки сайтов

Для того чтобы ваш интернет-ресурс выглядел профессионально и был привлекателен для посетителей, его разработка требует соблюдения правил, изложенных ниже.

1. Профессиональный сайт должен корректно отображаться при любом экранном разрешении. Потенциальные посетители сайта могут использовать достаточно широкий спектр аппаратных средств и программного обеспечения, в том числе и мониторы с самыми разными разрешающими способностями. Достаточно непрофессионально будет выглядеть сайт, для работы с которым пользователю придется применять горизонтальную полосу прокрутки.

2. Сайт должен качественно отображаться в различных браузерах (Internet Explorer, Opera, FireFox и т. д.). Ранее уже говорилось о том, что в разных браузерах вид одной и той же страницы может различаться. Поэтому желательно производить тестирование своего ресурса с использованием нескольких наиболее популярных браузеров.

3. Web-страница должна обязательно включать навигационные элементы, охватывающие все разделы вашего сайта, причем эти элементы должны всегда быть на виду. У пользователя не должно возникать никаких затруднений при переходе от одного раздела вашего ресурса к другому.

4. Следует выдерживать весь проект в одном дизайнерском стиле. Одним из важных факторов, на которые следует обращать внимание при создании web-страниц, является психологическое восприятие вашего ресурса его посетителем. Чем меньше будут уставать глаза посетителя, чем меньше его будет на сознательном или подсознательном уровне раздражать оформление страниц, тем лучше. Поэтому не рекомендуется использовать на одной web-странице более трех различных шрифтов и при оформлении документов не следует применять более трех различных цветов.

Для того чтобы во время работы с собственным сайтом у вас возникало как можно меньше проблем, старайтесь придерживаться следующих рекомендаций:

1) назначайте главной странице сайта имя **index** (причина была указана в предыдущих главах);

2) назначайте имена директорий, имена и расширения HTML-документов и графических файлов с использованием символов только латинского алфавита и только в строчном регистре;

3) при назначении имен файлам с HTML-документами старайтесь следить за тем, чтобы эти имена были смысловыми, иначе впоследствии вы можете забыть содержимое и назначение какой-либо web-страницы (пример неудачного выбора имен файлов: 1.htm, 2.htm, 3.htm и т. д.).

О профессиях: web-дизайнер и другие профессии



Web-дизайн — это оформление web-страниц. Многие пользователи Интернета имеют собственноручно сделанные домашние web-страницы, но при этом остаются любителями в этой области.

Профессия дизайнера появилась достаточно давно, так как понятие «дизайн» применимо к любому виду человеческой деятельности, связанной с производством большинства видов продукции. С развитием Интернета появилась новая профессия — **web-дизайнер**.

Основные направления деятельности профессиональных web-дизайнеров — разработка дизайна сайтов, макетов страниц, логотипов. Люди этой профессии должны иметь хороший художественный вкус, а также уметь работать с достаточно большим количеством графических редакторов. Дизайнер создает один или несколько вариантов дизайна страницы в графическом редакторе в соответствии с техническим заданием. При этом отдельно создается дизайн главной страницы и дизайны типовых страниц.

В ряде организаций в обязанности web-дизайнера также входит и создание HTML-кода страницы, но в последнее время эту функцию все чаще выполняют люди другой профессии — **HTML-кодеры**, которые на основе переданного им дизайна создают HTML-код страницы, чтобы при отображении в браузере он максимально соответствовал оформлению, придуманному дизайнером.

Далее над страницей могут работать также **web-программисты**, которые дополняют страницу динамическим содержанием, используя для этого различные языки web-программирования (PHP, Perl, ASP.NET и ряд других). В дальнейшем над сайтом могут работать специалисты, отвечающие за оптимизацию кода страницы, за продвижение сайта в поисковых системах, за наполнение контента (содержимого) сайта.

Система основных понятий



Оформление и разработка сайта			
Используемые графические форматы			
<i>GIF</i> . Поддерживает 256 цветов. Дает возможность создания анимации и объявления прозрачности для одного из цветов		<i>JPEG</i> . Поддерживает более 16 млн цветов. Позволяет получить фотографическое качество изображения	
 — тэг для встраивания графики в HTML-документ			
Основные правила разработки сайтов			
Корректное отображение при любом экранном разрешении	Корректное отображение в любом браузере	Наличие панели навигации на всех страницах сайта	Соблюдение единого дизайнерского стиля
Профессии, связанные с разработкой сайтов			
Web-дизайнер	HTML-кодер	Web-программист	



Вопросы и задания

1. В чем преимущества формата GIF перед форматом JPEG? В каких случаях удобнее использовать формат GIF?
2. Какие типы выравнивания используются в тэге ? Какие из них применяются чаще всего? Подумайте почему.
3. Можно ли средствами HTML изобразить на странице прямоугольник? Если да, то каким образом?
4. Перечислите основные правила, которые необходимо соблюдать при разработке сайта.
5. Как вы думаете, почему в именах файлов, хранящих HTML-документы, не рекомендуется использовать кириллицу?
6. Каковы основные функции web-дизайнера?
7. За что отвечает web-программист?



Практикум. Раздел 12 «Компьютерные телекоммуникации»

4.3.3. Создание гиперссылок и таблиц. Браузеры

Создание гиперссылок

Вспомним, что **гиперссылка** — это некоторый объект HTML-документа (текст, графическое изображение, анимация и т. д.), с помощью которого устанавливаются связи с другими ресурсами Интернета.

Для задания этих типов гиперсвязей используется тэг <A>, имеющий следующий вид:

```
<A HREF=целевой адрес>текст или графика</A>
```

Отметим также, что аналогичный тэг используется для ссылок на закладки (якоря), отмечающие определенные места в документе.

В качестве гиперссылки можно использовать текст или графическое изображение. Информационная часть, которая располагается между тэгами <A> и , будет выведена на экран. Если это текст, то он будет выделен подчеркиванием и цветом, указанным в атрибуте link тэга <BODY> (по умолчанию синим). При размещении указателя мыши над гиперссылкой он принимает вид руки. При выборе ссылки будет осуществлен переход по заданному адресу. Если указывается относительный адрес (например, только имя файла), то файл будет разыскиваться в текущей папке.

При работе с большими документами рекомендуется вставлять в них метки с помощью этого же тэга с параметром NAME:

```
<A NAME=метка></A>
```

Сама метка на экране не отображается. Для организации перехода к меткам документа следует тэг записать в следующем виде:

```
<A HREF=#метка>текст или графика</A>
```

Если нужно перейти к метке, расположенной в другом документе, то тэг необходимо записать так:

```
<A HREF=адрес документа#метка>текст или графика</A>
```

Пример 1. Описание страницы, представленной на рис. 4.12.

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE> Страничка Компьютерной школы ПГУ</TITLE>
</HEAD>
<BODY bgcolor=yellow link=green vlink=red
<CENTER>
<FONT color=navy size=7>Компьютерная школа ПГУ
</FONT>
<BR>
<BR>
<FONT size=5>
<A HREF="history.htm">История создания</A>
<A HREF="prepod.htm">Преподаватели</A>
<BR><BR>
<A HREF="kurs.htm">Курсы</A>
</FONT>
</CENTER>
</BODY>
</HTML>
```

Работа с таблицами

Таблицы HTML часто используются не только для оформления какой-либо информации в виде таблицы, но и как средство обхода некоторых ограничений HTML. Например, в HTML нельзя поместить текст на экране произвольным образом, так как в нем не существует абзацных отступов, а возможно только выравнивание по левому или правому краю, а также по центру. Очень часто таблицы используются для разработки макета документа.

Создание таблиц вручную — одна из наиболее трудоемких задач в HTML. Сначала задаются атрибуты всей таблицы (способ выравнивания, цвета фона и рамок, ширина таблицы и т. д.),

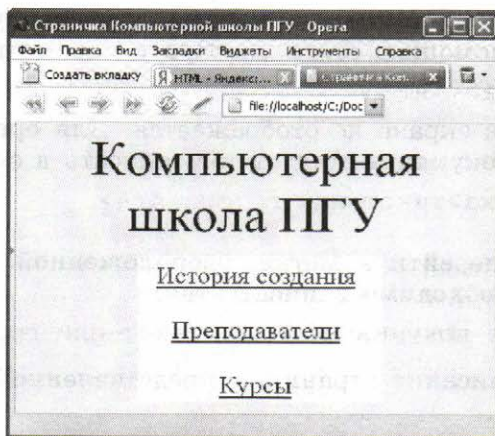


Рис. 4.12. Внешний вид страницы для примера 1

затем создаются по отдельности каждая строка и каждая ячейка таблицы. Каждый элемент требует открывающего и закрывающего тэгов разметки.

Описание таблицы располагается между тэгами `<TABLE>` и `</TABLE>`:

```
<TABLE align = тип выравнивания всей таблицы
по горизонтали bgcolor = цвет фона и заполнения рамки
border = ширина рамки таблицы cellpadding = расстояние
между содержимым ячеек и рамкой cellspacing =
расстояние между ячейками width = ширина таблицы>
...</TABLE>
```

Здесь использованы следующие атрибуты:

`align` (left, right, center). По умолчанию таблица выравнивается по левому краю.

`bgcolor` — цвет фона всей таблицы и цвет заполнения рамки. Кроме того, цвет можно изменить индивидуально для каждой строки или отдельной ячейки.

`border` — ширина внешней рамки таблицы (задается в пикселях). Если атрибут отсутствует или его значение равно 0, то рамка не отображается.

`cellpadding` — расстояние между содержимым и рамкой ячеек таблицы в пикселях (по умолчанию 1).

`cellspacing` — расстояние между ячейками таблицы, т. е. ширина внутренних рамок (по умолчанию 2).

`width` — задается либо явным образом (в пикселях), либо в процентах относительно ширины экрана (n%).

После описания атрибутов всей таблицы начинается описание каждой строки таблицы с помощью тэга `</TR>`:

```
<TR align = тип выравнивания по горизонтали  
bgcolor = цвет фона строки valign = тип выравнивания  
по вертикали>
```

```
...
```

```
</TR>
```

`align` — принимает значения `left`, `right`, `justify` и `center`.
`valign` — принимает значения `top` (выравнивание по верхней границе), `center` (выравнивание по центру), `bottom` (выравнивание по нижней границе).

Внутри каждой строки необходимо описать отдельные ячейки с помощью тэга `<TD>`:

```
<TD align = тип выравнивания по горизонтали  
bgcolor = цвет фона строки valign = тип выравнивания  
по вертикали colspan = ширина ячейки в столбцах  
rowspan = высота ячейки в строках  
width = ширина ячейки>
```

```
...
```

```
</TD>
```

`colspan` определяет, сколько столбцов в ширину будет занимать данная ячейка.

`rowspan` определяет, сколько строк в высоту займет ячейка.

`width` определяет минимальную ширину ячейки в пикселях (`n`) или в процентах по отношению к ширине таблицы (`n%`). Задается обычно только в первой строке, так как остальные ячейки будут иметь ту же ширину, что и первая.

Первую строку таблицы можно создать как строку заголовков. Для этого вместо `<TD>` используется `<TH>`. Отличие в том, что строка заголовков автоматически выравнивает текст по центру (а не по левому краю) и выводит его полужирным шрифтом.

Для таблицы можно определить заголовок с помощью тэга `<CAPTION>`. Он располагается после тэга `<TABLE>`:

```
<CAPTION align = выравнивание по горизонтали  
valign = место расположения заголовка>...</CAPTION>
```

`align` принимает значения `left`, `center` и `right`.

`valign` принимает значения `top` (над таблицей) или `bottom` (под таблицей).


Пример 2. Описание страницы, представленной на рис. 4.13:

```

<HTML>
<TITLE>Ученики 8а </TITLE>
<BODY>
<BR>
<TABLE border=2 cellpadding=5
cellspacing=2 width="60%"
bgcolor=green align=center>
<CAPTION align=center valign=top>
<FONT face=Arial size=+2 color=navy>
Оценки учеников
8а класса</FONT></CAPTION>
<TR bgcolor=teal>
<TH width="40%" rowspan=2>фамилия </TH>
<TH width="20%" rowspan=2>четверть </TH>
<TH width="40%" colspan=2>оценка </TH>
</TR>

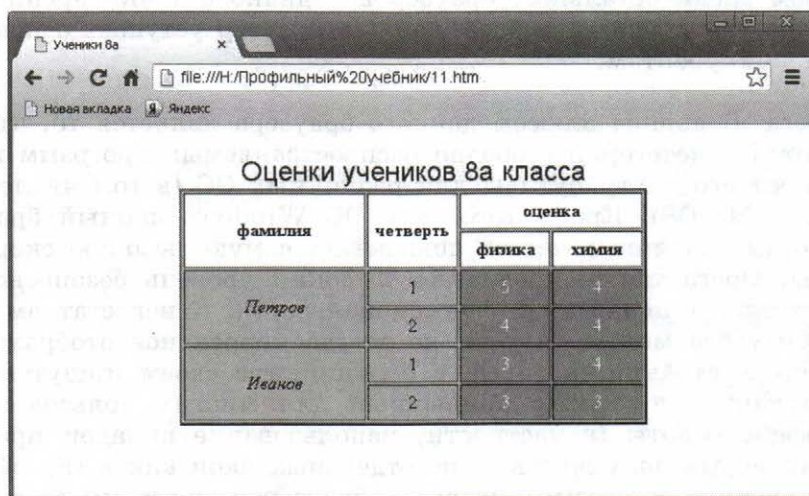
<TR bgcolor=teal>
<TH width=20%>физика </TH>
<TH width=20%>химия </TH>
</TR>

<TR align=center>
<TD rowspan=2><i>Петров </i></TD>
<TD>1</TD>
<TD><font color=white>5</font></TD>
<TD><font color=white>4</font></TD>
</TR>
<TR align=center>
<TD>2</TD>
<TD><font color=white>4</font></TD>
<TD><font color=white>4</font></TD>
</TR>

<TR align=center>
<TD rowspan=2><i>Иванов</i></TD>
<TD>1</TD>
<TD><font color=white>3</font></TD>
<TD><font color=white>4</font></TD>
</TR>

```

```
<TR align=center>  
<TD>2</TD>  
<TD><font color=white>3</font></TD>  
<TD><font color=white>3</font></TD>  
</TR>  
</TABLE>  
</BODY>  
</HTML>
```



The screenshot shows a web browser window with the title "Ученики 8а" and the address bar containing "file:///H:/Профильный%20учебник/11.htm". The main content is a table titled "Оценки учеников 8а класса". The table has four columns: "фамилия", "четверть", "физика", and "химия". The data is as follows:

фамилия	четверть	оценка	
		физика	химия
Петров	1	5	4
	2	4	4
Иванов	1	3	4
	2	3	3

Рис. 4.13. Внешний вид страницы для примера 2

Внутри одной ячейки таблицы можно создавать другие таблицы. Кроме того, таблицы очень удобно использовать для произвольного размещения графики. Для этого каждую иллюстрацию заносят в отдельную ячейку таблицы.

Основные браузеры

Мы уже вели речь о том, что в различных браузерах содержимое одной и той же web-страницы может отображаться немного по-разному. Кроме того, браузеры отличаются друг от друга интерфейсом работы, а также скоростью загрузки документов. Рассмотрим основные характеристики наиболее часто используемых браузеров.

Internet Explorer (IE). Этот браузер входит в состав дистрибутива ОС Windows. Многие пользователи этой ОС даже не подозревают, что это далеко не единственная программа для работы с web-документами. Благодаря тому что данный браузер имеет на своих компьютерах подавляющее большинство пользователей, многие разработчики web-сайтов при их отладке в первую очередь ориентируются именно на Internet Explorer. Поэтому по части корректности отображения страниц этот браузер можно считать лидером среди остальных браузеров. Однако с точки зрения безопасности и скорости работы данный браузер уступает основным своим конкурентам.

Opera. Большим плюсом данного браузера является то, что он относится к категории свободно распространяемых программ и существуют его дистрибутивы для различных ОС (в том числе для Linux и MacOS). Кроме того, для ОС Windows данный браузер по итогам различных тестов показывает самую высокую скорость работы. Opera также предлагает высокий уровень безопасности, соответствия стандартам и функциональности. К недостаткам данного браузера можно отнести не всегда корректное отображение некоторых страниц (которые в большинстве своем пишутся под IE), а также не совсем привычный для многих пользователей интерфейс работы (в частности, использование вкладок при открытии новых документов, а не отдельных окон как в IE). Кроме того, среди всех рассматриваемых браузеров Opera имеет самую низкую скорость загрузки самой программы.

Mozilla Firefox. Это также свободно распространяемый браузер, который тоже может применяться в различных операционных системах. Этот браузер в гораздо большей степени оптимизирован под работу в ОС Linux, чем, например, Opera. По скорости работы данный браузер уступает Opera, но выигрывает у IE. Mozilla Firefox имеет достаточно лаконичный интерфейс с минимальным количеством кнопок, количество которых пользователь может расширить по своему усмотрению. Данный браузер имеет встроенную систему проверки орфографии при наборе пользователем текста в различных форумах и блогах. Mozilla Firefox имеет мощный механизм расширения функциональных возможностей продукта путем установки дополнительных модулей. Однако их установка может вызвать довольно существенное замедление его работы.

Система основных понятий



Создание гиперссылок и таблиц			
<A> — тэг создания гиперссылок			
Тэги работы с таблицей			
<TABLE> создание таблицы	<TR> создание строки таблицы	<TD> создание ячейки таблицы	<CAPTION> заголовок таблицы
Общая структура таблицы			
<pre> <TABLE> <CAPTION> Заголовок таблицы </CAPTION> <TR> <TD>1-я ячейка 1-й строки</TD> <TD>2-я ячейка 1-й строки</TD> ... <TD>...</TD> </TR> <TR> Описание 2-й строки </TR> ... </TABLE> </pre>			

Вопросы и задания



1. Какие объекты web-документа могут использоваться в качестве гиперссылки?
2. Какие две категории гиперссылок вы знаете?
3. Возможно ли перейти из одного документа сразу же к середине другого документа? Что для этого надо сделать?
4. Как создать внутри документа метку для перехода?
5. Опишите общую структуру таблицы. В чем сложность создания таблиц?
6. В чем разница между тэгами <TH> и <TD>?
7. С помощью каких атрибутов можно объединять строки таблицы? Столбцы таблицы?
8. Перечислите основные браузеры и их особенности.

Практикум. Раздел 12 «Компьютерные телекоммуникации»



ЭОР к главе 4 на сайте ФЦИОР (<http://fcior.edu.ru>)

4.1

- Понятие сети и сетевого ресурса. Различные способы классификации сетей

4.2

- Глобальные компьютерные сети
- Архитектура Интернета
- Технология WWW
- Протоколы передачи данных в сети Интернет
- Службы Интернета

4.3

- Технология создания web-сайта
- Размещение сайта в Интернете
- Основные теги HTML

Оглавление

Глава 2. Компьютер	3
2.1. Логические основы компьютера	3
2.1.1. Логические элементы и переключательные схемы	3
2.1.2. Логические схемы элементов компьютера	7
2.2. Эволюция устройства вычислительной машины	14
2.3. Смена поколений ЭВМ	22
2.4. Обработка чисел в компьютере	33
2.4.1. Представление и обработка целых чисел	33
2.4.2. Представление и обработка вещественных чисел	38
2.5. Персональный компьютер и его устройство	45
2.5.1. История и архитектура персональных компьютеров	45
2.5.2. Микропроцессор: основные элементы и характеристики	51
2.5.3. Системная (материнская) плата	56
2.5.4. Системная (внутренняя) память компьютера .	61
2.5.5. Долговременная (внешняя) память компьютера	64
2.5.6. Устройства ввода и вывода информации	69
2.6. Программное обеспечение ПК	75
2.6.1. Виды программного обеспечения	75
<i>О профессиях: системный администратор</i>	81
2.6.2. Функции операционной системы	83
2.6.3. Операционные системы для ПК	90

Глава 3. Информационные технологии	99
3.1. Технологии обработки текстов	99
3.1.1. Текстовые редакторы и процессоры.....	99
3.1.2. Специальные тексты	107
3.1.3. Издательские системы.....	112
3.2. Технологии обработки изображения и звука	116
3.2.1. Основы графических технологий	116
3.2.2. Трехмерная графика	124
3.2.3. Технологии работы с цифровым видео	129
3.2.4. Технологии работы со звуком.....	135
3.2.5. Мультимедиа	142
3.2.6. Использование мультимедийных эффектов в презентации.....	146
3.3. Технологии табличных вычислений	152
3.3.1. Структура электронной таблицы и типы данных	152
3.3.2. Встроенные функции. Передача данных между листами.....	156
3.3.3. Деловая графика	162
3.3.4. Фильтрация данных	169
3.3.5. Поиск решения и подбор параметра	173
Глава 4. Компьютерные телекоммуникации	180
4.1. Организация локальных компьютерных сетей	180
4.1.1. Назначение и состав локальных сетей.....	180
4.1.2. Классы и топологии локальных сетей.....	185
<i>О профессиях: администратор локальной сети</i>	189
4.2. Глобальные компьютерные сети	191
4.2.1. История и классификация глобальных сетей.....	191
4.2.2. Структура Интернета. Сетевая модель DoD	196
4.2.3. Основные службы Интернета	201
4.3. Основы сайтостроения	209
4.3.1. Способы создания сайтов. Понятие о языке HTML	209
4.3.2. Оформление и разработка сайта	217
<i>О профессиях: web-дизайнер и другие профессии</i> ...	221
4.3.3. Создание гиперссылок и таблиц. Браузеры	222