§ 1.3. Как информация представляется в компьютере, или Цифровые данные

Для того чтобы понять, как самая разнообразная информация представлена в компьютере, «заглянем» внутрь машинной памяти. Ее удобно представить в виде листа в клетку. В каждой такой «клетке» хранится только одно из двух значений: нуль или единица. Две цифры удобны для электронного хранения данных, поскольку они требуют только двух состояний электронной схемы — «включено» (это соответствует цифре 1) и «выключено» (это соответствует цифре 0). Каждая «клетка» памяти компьютера называется **битом.** Цифры 0 и 1, хранящиеся в «клетках» памяти компьютера, называют значениями битов.

1	1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1	0	1
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	0	0	0	1	0	1

С помощью последовательности битов можно представить самую разную информацию. Такое представление информации называется **двоичным** или **цифровым кодированием.**

Преимуществом цифровых данных является то, что их относительно просто копировать и изменять. Их можно хранить и передавать с использованием одних и тех же методов, независимо от типа данных.

Способы цифрового кодирования текстов, звуков (голоса, музыка), изображений (фотографии, иллюстрации) и последовательностей изображений (кино и видео), а также трехмерных объектов были придуманы в 80-х годах прошлого века.

Двоичное кодирование числовой информации

Известно множество способов записи чисел. Мы пользуемся десятичной позиционной системой счисления.

Десятичной она называется потому, что в этой системе счисления десять единиц одного разряда составляют одну единицу следующего старшего разряда. Число 10 называется основанием десятичной системы счисления. Для записи чисел в десятичной системе счисления используются десять цифр: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9.

Позиционной эта система счисления называется потому, что одна и та же цифра получает различные количественные значения в зависимости от места, или позиции, которую она занимает в записи числа. Например, в записи числа 555 цифра 5, стоящая на первом месте справа, обозначает 5 единиц, на втором — 5 десятков, на третьем — 5 сотен.

Рассмотрим два числовых ряда:

1, 10, 100, 1000, 10 000, 100 000 ...
1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048 ...

Оба этих ряда начинаются с единицы. Каждое следующее число первого ряда получается путем умножения предыдущего числа на 10. Каждое следующее число второго ряда получается путем умножения предыдущего числа на 2.

Любое целое число можно представить в виде суммы разрядных слагаемых — единиц, десятков, сотен, тысяч и так далее, записанных в первом ряду. При этом каждый член этого ряда может либо не входить в сумму, либо входить в нее от 1 до 9 раз. Пример:

$$1409 = \mathbf{1} \cdot 1000 + \mathbf{4} \cdot 100 + \mathbf{0} \cdot 10 + \mathbf{9} \cdot 1.$$

Числа 1, 4, 0, 9, на которые умножаются члены первого ряда, составляют исходное число 1409.

Перевод целых десятичных чисел в двоичный код

Способ 1

Попробуем представить число 1409 в виде суммы членов второго ряда.

Воспользуемся методом разностей. Возьмем ближайший к исходному числу, но не превосходящий его член второго ряда и составим разность:

$$1409 - 1024 = 385.$$

Возьмем ближайший к полученной разности, но не превосходящий ее член второго ряда и составим разность:

$$385 - 256 = 129.$$

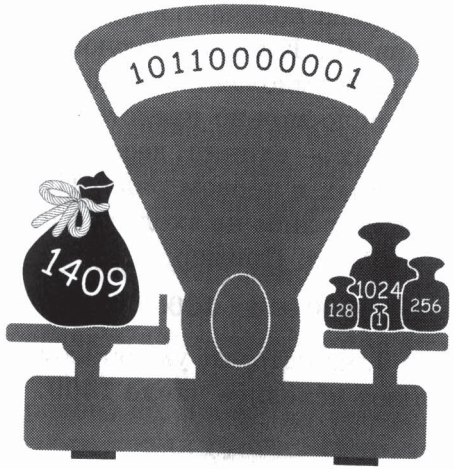
Аналогично составим разность:

$$129 - 128 = 1.$$

В итоге получим:

$$1409 = 1024 + 256 + 128 + 1 = \mathbf{1} \cdot 1024 + \mathbf{0} \cdot 512 + \mathbf{1} \cdot 256 + \\ + \mathbf{1} \cdot 128 + \mathbf{0} \cdot 64 + \mathbf{0} \cdot 32 + \mathbf{0} \cdot 16 + \mathbf{0} \cdot 8 + \mathbf{0} \cdot 4 + \mathbf{0} \cdot 2 + \mathbf{1} \cdot 1.$$

Мы видим, что каждый член второго ряда может либо не входить в сумму, либо входить в нее только один раз.



Числа 1 и 0, на которые умножаются члены второго ряда, также составляют исходное число 1409, но в его другой, двоичной записи: **10110000001**.

Результат записывают так:

$$1409_{10} = 10110000001_2.$$

Исходное число мы записали с помощью 0 и 1, другими словами, получили двоичный код этого числа, или представили число в двоичной системе счисления.

Способ 2

Этот способ получения двоичного кода десятичного числа основан на записи остатков от деления исходного числа и получаемых частных на 2, продолжаемого до тех пор, пока очередное частное не окажется равным 0.

Пример:

1409	704	352	176	88	44	22	11	5	2	1	0
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	

В первую ячейку верхней строки записано исходное число, а в каждую следующую — результат целочисленного деления предыдущего числа на 2.

В ячейках нижней строки записаны остатки от деления стоящих в верхней строке чисел на 2.

Последняя ячейка нижней строки остается пустой. Двоичный код исходного десятичного числа получается при последовательной записи всех остатков, начиная с последнего: $1409_{10} = 10110000001_2$.

Первые 20 членов натурального ряда в двоичной системе счисления записываются так: 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, 1111, 10000, 10001, 10010, 10011, 10100.

Перевод целых чисел из двоичной системы счисления в десятичную

Способ 1

Пусть имеется число 111101_2. Его можно представить так:

$$111101_2 = 1 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 16 + 1 \cdot 32 = 61_{10}.$$

Способ 2

Возьмем то же число 111101_2. Переведем единицу 6-го разряда (первая слева в записи числа) в единицы 5-го разряда, для чего 1 умножим на 2, ибо единица 6-го разряда в двоичной системе содержит 2 единицы 5-го разряда.

К полученным 2 единицам 5-го разряда прибавим имеющуюся единицу 5-го разряда. Переведем эти 3 единицы 5-го разряда в 4-й разряд и прибавим имеющуюся единицу 4-го разряда: $3 \cdot 2 + 1 = 7$.

Переведем 7 единиц 4-го разряда в 3-й разряд и прибавим имеющуюся единицу 3-го разряда: $7 \cdot 2 + 1 = 15$.

Переведем 15 единиц 3-го разряда во 2-й разряд: $15 \cdot 2 = 30$. В исходном числе во 2-м разряде единиц нет.

Переведем 30 единиц 2-го разряда в 1-й разряд и прибавим имеющуюся там единицу: $30 \cdot 2 + 1 = 61$. Мы получили, что исходное число содержит 61 единицу 1-го разряда.

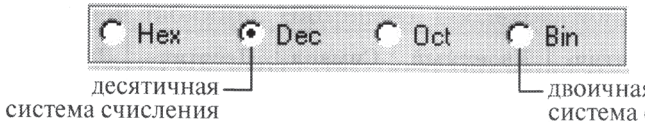
Письменные вычисления удобно располагать так:

$$((((1 \cdot 2 + 1) \cdot 2 + 1) \cdot 2 + 1) \cdot 2 + 0) \cdot 2 + 1 = 61.$$

Переводить целые числа из десятичной системы счисления в двоичную систему счисления и обратно можно с помощью приложения Калькулятор.

Проведем небольшой эксперимент.

1. Запустите приложение Калькулятор и выполните команду [*Вид-Инженерный*]. Обратите внимание на группу переключателей, определяющих систему счисления:



2. Убедитесь, что Калькулятор настроен на работу в десятичной системе счисления. С помощью клавиатуры или мыши введите в поле ввода произвольное двузначное число. Активизируйте переключатель *Bin* и проследите за изменениями в окне ввода. Вернитесь в десятичную систему счисления. Очистите поле ввода.
3. Повторите пункт 2 несколько раз для других десятичных чисел.
4. Настройте Калькулятор на работу в двоичной системе счисления. Обратите внимание на то, какие кнопки Калькулятора и цифровые клавиши клавиатуры вам доступны. Поочередно введите двоичные коды 5-го, 10-го и 15-го членов натурального ряда и с помощью переключателя *Dec* переведите их в десятичную систему счисления.

В главе 4 «Материал для любознательных» вы можете узнать много интересных сведений из истории счета и систем счисления.

Тексты в памяти компьютера

При двоичном кодировании текстовой информации чаще всего каждому символу ставится в соответствие уникальная цепочка из 8 нулей и единиц, называемая байтом. Всего существует 256 разных цепочек из 8 нулей и единиц. Это позволяет закодировать 256 разных символов. Например, прописные и строчные буквы русского и латинского алфавитов, цифры, знаки препинания, другие

символы. Соответствие символов и кодов задается с помощью специальной кодовой таблицы. Ниже приведен фрагмент таблицы, используемой в системе Windows:

Символ	Десятичный код	Двоичный код	Символ	Десятичный код	Двоичный код
Пробел	32	00100000	0	48	00110000
!	33	00100001	1	49	00110001
*	42	00101010	2	50	00110010
+	43	00101011	3	51	00110011
,	44	00101100	4	52	00110100
-	45	00101101	5	53	00110101
.	46	00101110	6	54	00110110
/	47	00101111	7	55	00110111
=	61	00111101	8	56	00111000
?	63	00111111	9	57	00111001
А	192	11000000	Р	208	11010000
Б	193	11000001	С	209	11010001
В	194	11000010	Т	210	11010010
Г	195	11000011	У	211	11010011
Д	196	11000100	Ф	212	11010100
Е	197	11000101	Х	213	11010101
Ж	198	11000110	Ц	214	11010110
З	199	11000111	Ч	215	11010111
И	200	11001000	Ш	216	11011000
Й	201	11001001	Щ	217	11011001
К	202	11001010	Ъ	218	11011010
Л	203	11001011	Ы	219	11011011
М	204	11001100	Ь	220	11011100
Н	205	11001101	Э	221	11011101
О	206	11001110	Ю	222	11011110
П	207	11001111	Я	223	11011111

Например, слово «ЛУНА» кодируется четырьмя десятичными числами

203 211 205 192

или двоичной последовательностью

11001011 11010011 11001101 11000000.

Чтобы узнать, какое слово закодировано двоичной последовательностью, ее нужно разбить на 8-символьные цепочки, каждой из которых поставить в соответствие некоторый символ кодовой таблицы. Например, последовательность

1100101011001101110010001100001111000000

разбиваем так:

11001010.11001101.11001000.11000011.11000000

Это соответствует слову «КНИГА».

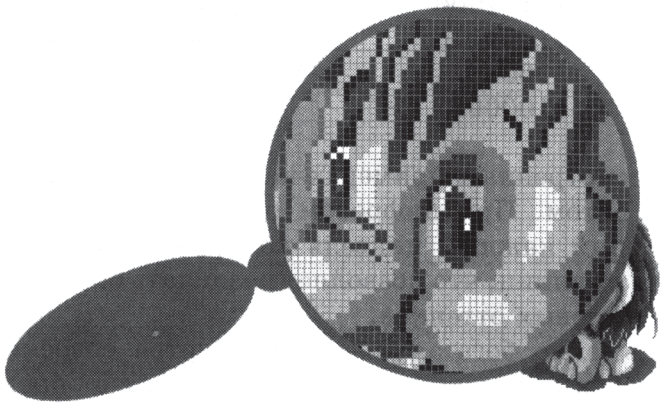
Изображения в памяти компьютера

Последовательностями нулей и единиц можно закодировать и графическую информацию.

Существует два способа представления изображений в цифровом виде.

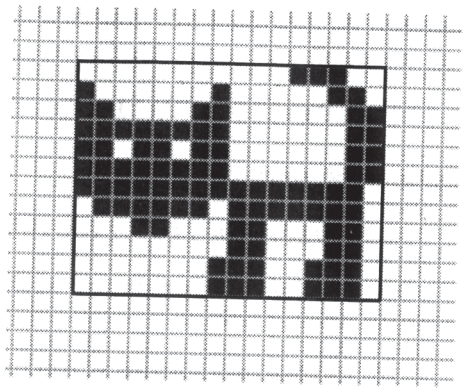
Способ 1

Графический объект, подлежащий представлению в цифровом виде, делится вертикальными и горизонтальными линиями на крошечные фрагменты — пиксели. Цвет каждого пикселя кодируется двоичным числом. Такой способ называется **растровым** кодированием.



Рассмотрим простую черно-белую картинку:

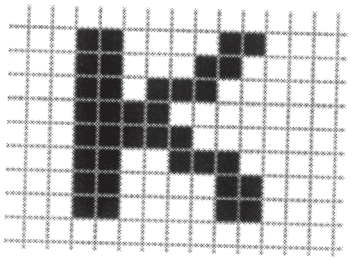
0000000000011100
1000000100000110
1100001100000011
1111111100000011
1101101100000011
1111111100000011
1111111111111110
0111111011111110
0001100011000110
0000000011000110
0000000111001110
0000000111001110



Каждую пустую (белую) клеточку рисунка, заключенного в рамку, мы закодировали нулем, а закрашенную (черную) — единицей.

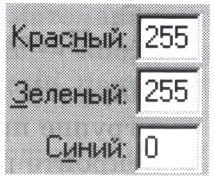
Попробуем решить обратную задачу — восстановить рисунок по его коду, причем код будет десятичным. Представим имеющиеся десятичные числа в двоичном коде и закрасим клеточки, соответствующие 1:

195	11000011
198	11000110
220	11011100
240	11110000
248	11111000
206	11001110
195	11000011
195	11000011



В рассмотренных примерах каждый пиксель кодировался 1 битом. При цифровом представлении цветных изображений каждый пиксель кодируется цепочкой из 24 нулей и единиц, что позволяет различать более 16 миллионов цветовых оттенков.

Необычайно богатая цветовая палитра современных компьютеров получается смешением взятых в определенной пропорции трех основных цветов: красного, синего и зеленого. На кодирование каждого из них чаще всего отводится по 8 битов, в которых можно записать двоичные коды 256 различных оттенков основного цвета.



Проведем небольшой эксперимент.

1. Запустите графический редактор Paint и выполните команду [*Палитра-Изменить палитру*].
2. В открывшемся диалоговом окне *Изменение палитры* щелкните на кнопке *Определить цвет*; обратите внимание на информацию в правой нижней части экрана.
3. Задайте несколько раз по своему усмотрению значения в полях ввода для основных цветов и проследите за изменениями в окне *Цвет|Заливка*.
4. Установите, какие цвета получатся при следующих значениях основных цветов:

Красный	Зеленый	Синий	Цвет
0	0	0	
0	0	255	
0	255	0	
190	190	190	
255	0	0	
0	255	255	
255	0	255	
255	255	0	
255	255	255	

Точное число различных оттенков вы можете получить, если с помощью приложения Калькулятор вычислите значение произведения $256 \cdot 256 \cdot 256$.

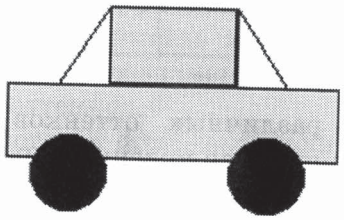
Проведем еще один эксперимент.

1. Запустите графический редактор Paint, находящийся в группе программ *Стандартные*.
2. Откройте рисунок Образец (Мои документы\6класс\ Заготовки).
3. Выполните команду [*Вид-Масштаб-Другой*], в группе *Варианты* установите переключатель *400%*, дающий увеличение исходной картинки в 4 раза.
4. Самостоятельно увеличьте исходную картинку в 8 раз (переключатель *800%*).
5. Выполните команду [*Вид-Масштаб-Показать сетку*]. Обратите внимание на то, что весь исходный рисунок оказался состоящим из маленьких квадратиков.
6. Выберите инструмент *Заливка* и с его помощью попытайтесь внести изменения в рисунок, перекрашивая отдельные области.
7. Выполните команду [*Вид-Масштаб-Обычный*] и проследите за сделанными изменениями.
8. Выйдите из программы (команда [*Файл-Выход*]), не внося изменений в исходный файл (кнопка *Нет* в окне *Внести изменения*).

Способ 2

Некоторый графический объект записывается как закодированная в цифровом виде последовательность команд для его создания.

Например, чтобы выполнить следующий рисунок, необходимо изобразить два закрашенных прямоугольника, два прямоугольных треугольника и два круга:



Каждая из этих фигур может быть математически описана: прямоугольники и треугольники — координатами своих вершин, круги — координатами центров и радиусами.

Такой способ называется **векторным** кодированием.

Самое главное

С помощью последовательности нулей и единиц можно представить самую разнообразную информацию. Такое представление информации называется двоичным или цифровым кодированием.

Мы пользуемся десятичной позиционной системой счисления. Существуют специальные правила, позволяющие получить двоичный код любого десятичного числа.

При двоичном кодировании текстовой информации чаще всего каждому символу ставится в соответствие уникальная цепочка из 8 нулей и единиц, называемая байтом. Соответствие символов и кодов задается с помощью специальной кодовой таблицы.

Существует два способа представления изображений в цифровом виде.

Первый способ состоит в том, чтобы графический объект, подлежащий представлению в цифровом виде, разделить вертикальными и горизонтальными линиями на крошечные фрагменты — пиксели, и закодировать цвет каждого пикселя в виде двоичного числа. Такой способ называется растровым кодированием.

Второй способ состоит в том, что некоторый графический объект записывается как закодированная в цифровом виде последовательность команд для его создания. Этот способ называется векторным кодированием.

Вопросы и задания

1. Какие данные называют цифровыми?
2. Почему возникла потребность в цифровом представлении информации?

3. Как получить двоичный код целого десятичного числа? Приведите пример.
4. Как по двоичному коду восстановить соответствующее десятичное число? Приведите пример.
5. Каким образом осуществляется двоичное кодирование текстовой информации? Приведите пример.
6. Как представить в цифровом виде графическую информацию?
7. Как могут быть расшифрованы двоичные цепочки

1	1	0	1	0	0	1	0

1	1	0	0	1	1	1	0

1	1	0	0	1	0	1	0

а) калькулятором;
б) текстовым редактором;
в) графическим редактором?