

Лекция: ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭВМ

План:

1. Характеристика кодирования информации
2. Двоичное кодирование
3. Системы счисления
4. Двоичная система счисления
5. Восьмеричная система счисления
6. Шестнадцатеричная система

1. Характеристика кодирования информации

Среди всего разнообразия информации, обрабатываемой на компьютере, значительную часть составляют числовая, текстовая, графическая и аудиоинформация.

В более узком смысле под термином «кодирование» часто понимают переход от одной формы представления информации к другой, более удобной для хранения, передачи или обработки.

Кодирование информации – это процесс формирования определенного представления информации

Компьютер может обрабатывать только информацию, представленную в числовой форме. Вся другая информация (звуки, изображения, показания приборов и т. д.) для обработки на компьютере должна быть преобразована в числовую форму.

Например, чтобы перевести в числовую форму музыкальный звук, можно через небольшие промежутки времени измерять интенсивность звука на определенных частотах, представляя результаты каждого измерения в числовой форме. С помощью компьютерных программ можно преобразовывать полученную информацию, например «наложить» друг на друга звуки от разных источников.

Аналогично на компьютере можно обрабатывать текстовую информацию. При вводе в компьютер каждая буква кодируется определенным числом, а при выводе на внешние устройства (экран или печать) для восприятия человеком по этим числам строятся изображения букв. Соответствие между набором букв и числами называется **кодировкой символов**.

2. Двоичное кодирование

Как правило, все числа в компьютере представляются с помощью нулей и единиц (а не десяти цифр, как это привычно для людей). Иными словами, компьютеры обычно работают в двоичной системе счисления, поскольку при этом устройства для их обработки получают значительно более простыми.

Решая различные задачи, человек использует информацию об окружающем нас мире. Часто приходится слышать, что сообщение несет мало информации или, наоборот, содержит исчерпывающую информацию, при этом разные люди, получившие одно и то же сообщение (например, прочитав статью в газете), по-разному оценивают количество информации, содержащейся в нем. Это означает, что знания людей об этих событиях (явлениях) до получения сообщения были различными. Количество информации в сообщении, таким образом, зависит от того, насколько ново это сообщение для получателя. Если в результате получения сообщения достигнута полная ясность в данном вопросе (т.е. неопределенность исчезнет), говорят, что получена исчерпывающая информация. Это означает, что нет необходимости в дополнительной информации на эту тему. Напротив, если после получения сообщения неопределенность осталась прежней (сообщаемые сведения или уже были известны, или не относятся к делу), значит, информации получено не было (нулевая информация).

Подбрасывание монеты и слежение за ее падением дает определенную информацию. Обе стороны монеты «равноправны», поэтому одинаково вероятно,

что выпадет как одна, так и другая сторона. В таких случаях говорят, что событие несет информацию в 1 бит. Если положить в мешок два шарика разного цвета, то, вытащив вслепую один шар, мы также получим информацию о цвете шара в 1 бит.

Единица измерения информации называется **бит** (bit) – сокращение от английских слов **binary digit**, что означает двоичная цифра.

В компьютерной технике бит соответствует физическому состоянию носителя информации: намагничено – не намагничено, есть отверстие – нет отверстия. При этом одно состояние принято обозначать цифрой 0, а другое – цифрой 1. Выбор одного из двух возможных вариантов позволяет также различать логические истину и ложь. Последовательностью битов можно закодировать текст, изображение, звук или какую-либо другую информацию. Такой метод представления информации называется **двоичным кодированием** (binary encoding).

Вся информация, которую обрабатывает компьютер, должна быть представлена двоичным кодом с помощью двух цифр – 0 и 1.

Эти два символа 0 и 1 принято называть битами (от англ. binary digit – двоичный знак).

С помощью двух цифр 0 и 1 можно закодировать любое сообщение. Это явилось причиной того, что в компьютере обязательно должно быть организовано два важных процесса:

Кодирование – преобразование входной информации в форму, воспринимаемую компьютером, т.е. двоичный код.

Декодирование – преобразование данных из двоичного кода в форму, понятную человеку.

С точки зрения технической реализации использование двоичной системы счисления для кодирования информации оказалось намного более простым, чем применение других способов. Действительно, удобно кодировать информацию в виде последовательности нулей и единиц, если представить эти значения как два возможных устойчивых состояния электронного элемента:

0 – отсутствие электрического сигнала;

1 – наличие электрического сигнала.

Эти состояния легко различать.

Недостаток двоичного кодирования – длинные коды. Но в технике легче иметь дело с большим количеством простых элементов, чем с небольшим числом сложных.

Вам приходится постоянно сталкиваться с устройством, которое может находиться только в двух устойчивых состояниях: включено/выключено. Конечно же, это хорошо знакомый всем выключатель.

А вот придумать выключатель, который мог бы устойчиво и быстро переключаться в любое из 10 состояний, оказалось невозможным.

В результате после ряда неудачных попыток разработки пришли к выводу о невозможности построения компьютера на основе десятичной системы счисления. И в основу представления чисел в компьютере была положена именно двоичная система счисления.

Способы кодирования и декодирования информации в компьютере, в первую очередь, зависят от вида информации, а именно, что должно кодироваться: числа, текст, графические изображения или звук. Рассмотрим **основные способы двоичного кодирования информации** в компьютере.

Представление чисел

Для записи информации о количестве объектов используются числа. Числа записываются с использованием особых знаковых систем, которые называют **системами счисления**.

3. Системы счисления

Система счисления – совокупность приемов и правил записи чисел с помощью определенного набора символов.

Все **системы счисления** делятся на две большие группы: **ПОЗИЦИОННЫЕ** и **НЕПОЗИЦИОННЫЕ**.

Позиционные - количественное значение каждой цифры числа зависит от того, в каком месте (позиции или разряде) записана та или иная цифра.

Непозиционные - количественное значение цифры числа не зависит от того, в каком месте (позиции или разряде) записана та или иная цифра. Самой распространенной из непозиционных систем счисления является римская.

В качестве цифр используются: I(1), V(5), X(10), L(50), C(100), D(500), M(1000). Величина числа определяется как сумма или разность цифр в числе. $MCMXCVIII = 1000 + (1000 - 100) + (100 - 10) + 5 + 1 + 1 + 1 = 1998$

Первая позиционная система счисления была придумана еще в Древнем Вавилоне, причем вавилонская нумерация была **шестидесятеричная**, т.е. в ней использовалось шестьдесят цифр!

В XIX веке довольно широкое распространение получила **двенадцатеричная** система счисления.

В настоящее время наиболее распространены **десятичная**, **двоичная**, **восьмеричная** и **шестнадцатеричная** системы счисления.

Количество различных символов, используемых для изображения числа в позиционных системах счисления, называется **основанием системы счисления**.

Система счисления	Основание	Алфавит цифр
Десятичная	10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Двоичная	2	0, 1
Восьмеричная	8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Шестнадцатеричная	16	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

4. Двоичная система счисления

Двоичная система счисления является основной системой представления информации в памяти компьютера.

В этой системе счисления используются цифры: 0, 1.

Пример:

Десятичная система счисления:

$$12_{10} = 1 \cdot 10^1 + 2 \cdot 10^0$$

$$2548_{10} = 2 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^2 + 4 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0$$

Таким образом любое трехзначное число в десятичной системе можно представить:

$$\overline{abc}_{10} = a \cdot 100 + b \cdot 10 + c \cdot 1 = a \cdot 10^2 + b \cdot 10^1 + c \cdot 10^0,$$

где a, b, c цифры от 0 до 9 (горизонтальная линия над буквами показывает, что это именно цифры a, b, c, а не произведение чисел a, b, c).

Аналогично для любого трехзначного (трехразрядного) числа в двоичной системе счисления можно записать:

$$\overline{abc}_2 = a \cdot 2^2 + b \cdot 2^1 + c \cdot 2^0$$

где a, b, c цифры 0 и 1.

Переведем число 12, записанное в десятичной системе счисления, в число, записанное в двоичной системе счисления.

$$12_{10} = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 1100_2 - 4\text{-х разрядное двоичное число.}$$

В двоичной системе счисления всего две цифры, называемые двоичными (binary digits). Сокращение этого наименования привело к появлению термина *бит*, ставшего названием разряда двоичного числа. Веса разрядов в двоичной системе изменяются по степеням двойки. Поскольку вес каждого разряда умножается либо

на 0, либо на 1, то в результате значение числа определяется как сумма соответствующих значений степеней двойки. Если какой-либо разряд двоичного числа равен 1, то он называется **значащим разрядом**. Запись числа в двоичном виде намного длиннее записи в десятичной системе счисления.

Правила перевода из десятичной в двоичную систему.

Для перевода десятичного числа в двоичную систему отдельно переводят дробную и целую части.

Чтобы перевести целое число из 10-ой в 2-ую систему нужно выполнять последовательное деление числа на 2 до тех пор, пока результат не станет меньше 2. Последний результат и остатки от деления, взятые в обратном порядке дают двоичное число.

Например:

164	2						
164	82	2					
0	82	41	2				
	0	40	20	2			
		1	20	10	2		
			0	10	5	2	
				0	4	2	2
					1	2	1
						0	

В результате $164_{10} = 10100100_2$.

Для перевода правильной дроби из 10-й системы счисления в 2-ю систему счисления нужно умножить исходную дробь и дробные части получающихся произведений на основание 2, представленное в старой 10-системе. Целые части получающихся произведений дают последовательность цифр, которая является представлением дроби в 2-ой системе счисления.

Правила перевода из двоичной в десятичную систему.

Для перевода необходимо разложить число по основанию системы счисления и посчитать результат.

Например,

$$\begin{aligned}
 10100100,101_2 &= 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + \\
 &\quad + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} = \\
 &= 2^2 + 2^5 + 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-3} = 4 + 32 + 128 = 164,625_{10}
 \end{aligned}$$

В компьютерах двоичная система особенно удобна тем, что двоичные цифры соответствуют тому, что электронная система может находиться лишь в одном из двух состояний – либо “выключено” (цепь разомкнута, двоичная цифра 0), либо “включено” (цепь замкнута, двоичная цифра 1). Числа, записанные в двоичной системе, требуют большего числа знаков, чем их аналоги в десятичной системе, но при проектировании компьютеров, предназначенных для работы с числами, не превышающими 10 миллионов, оказалось, что легче оперировать с 24-разрядными двоичными числами (т.е. 24 реле или переключателя типа “вкл.” – “выкл.”), чем с

семизначными десятичными числами (реле или переключателями, которые могут находиться в 10 состояниях). И в двоичной, и в десятичной системе суть состоит в позиционном принципе записи чисел, поэтому ясно, что современные суперкомпьютеры стали возможны благодаря тому, что четыре тысячи лет назад в Месопотамии было совершено важнейшее открытие в области обозначения чисел.

На ранних этапах развития вычислительной техники программы писали в машинных кодах, то есть без использования языков программирования. Для обозначения кодов операций машина оперирует с довольно длинными двоичными числами. Программисту трудно было работать с таким количеством знаков. Поэтому стали использовать системы счисления, которые с одной стороны относительно малозначны. А с другой обеспечивают легкий перевод чисел в двоичную систему и обратно. Такими системами являются системы, родственные двоичной.

Система называется **родственной двоичной**, если ее основание является степенью числа 2. К таким системам относятся четверичная, восьмеричная и шестнадцатеричная.

5. Восьмеричная система счисления

Восьмеричная система счисления является вспомогательной системой представления информации в памяти компьютера и используется для компактной записи двоичных чисел и команд.

В системе счисления с основанием 8 используются цифры: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Основание $p=8$. База – цифры от 0 до 7.

Посчитаем в восьмеричной системе и сравним ее с десятичной.

10-я	8-я	10-я	8-я	10-я	8-я	10-я	8-я
0	0	5	5	10	12	15	17
1	1	6	6	11	13	16	20
2	2	7	7	12	14	17	21
3	3	8	10	13	15	18	22
4	4	9	11	14	16	19	23

Поскольку двоичная и восьмеричная системы являются родственными, каждая цифра восьмеричной системы может быть переведена в двоичную систему независимо от остальных цифр. Для этого нужно составить таблицу соответствия цифр восьмеричной системы двоичным числам, только двоичные числа должны быть представлены в виде триад, то есть совокупности из трех цифр.

2-а	8-я	2-я	8-я
000	0	100	4
001	1	101	5
010	2	110	6
011	3	111	7

Для восьмеричного числа перевода в двоичную систему нужно каждую цифру представить ее двоичным эквивалентом согласно таблице.

Пример: $567,23_8 = 101\ 110\ 111, 010\ 011_2$.

Для перевода двоичного числа в восьмеричную систему необходимо разделить число по триадам от запятой вправо и влево и каждую триаду представить

восьмеричной цифрой согласно таблице. При необходимости слева до запятой и справа после запятой можно дописывать незначащие нули.

Пример: $1110100,111101_2 = 001\ 110\ 100,111\ 101_2 = 164,75_8$.

Для перевода целого десятичного числа в восьмеричную необходимо выполнить последовательное деление на 8 до тех пор, пока результат не станет меньше 8. Последний результат и остатки, взятые в обратном порядке дадут восьмеричное число.

Пример: $986_{10} = 1732_8$.

986	8		
984	123	8	
2	120	15	8
	3	8	1
		7	

Для перевода правильной дроби из 10-системы счисления в 8-ю систему счисления нужно умножить исходную дробь и дробные части получающихся произведений на основание 8. Целые части получающихся произведений дают последовательность цифр, которая является представлением дроби в 8-ой системе счисления.

Для перевода восьмеричного числа в десятичную систему необходимо разложить его по степеням основания системы 8 и выполнить сложение.

Пример: $425,7_8 = 4 \cdot 8^2 + 2 \cdot 8^1 + 5 \cdot 8^0 + 7 \cdot 8^{-1} = 277,875_{10}$

6. Шестнадцатеричная система

Основание $p=16$. База — цифры от 0 до 9 и буквы A,B,C,D,E,F.

Посчитаем в этой системе

10-я	16-я	10-я	16-я	10-я	16-я	10-я	16-я
0	0	9	9	18	12	27	1B
1	1	10	A	19	13	28	1C
2	2	11	B	20	14	29	1D
3	3	12	C	21	15	30	1E
4	4	13	D	22	16	31	1F
5	5	14	E	23	17	32	20
6	6	15	F	24	18	33	21
7	7	16	10	25	19	34	22
8	8	17	11	26	1A	35	23

Каждая цифра шестнадцатеричной системы может быть переведена в двоичную систему независимо от остальных цифр. Для этого нужно составить таблицу соответствия цифр шестнадцатеричной системы двоичным числам только

двоичные числа должны быть представлены в виде тетрад, то есть совокупности из четырёх цифр.

2-а	8-я	2-я	8-я
0000	0	1000	8
0001	1	1001	9
0010	2	1010	A
0011	3	1011	B
0100	4	1100	C
0101	5	1101	D
0110	6	1110	E
0111	7	1111	F

Для перевода шестнадцатеричного числа в двоичную систему нужно каждую цифру представить ее двоичным эквивалентом согласно таблице.

Пример: $56, A8_{16} = 101\ 0110, 1010\ 1000_2$.

Для перевода двоичного числа в шестнадцатеричную систему необходимо разделить число по тетрадам от запятой вправо и влево и каждую тетраду представить шестнадцатеричной цифрой согласно таблице. При необходимости слева до запятой и справа после запятой можно дописывать незначащие нули.

Пример: $111\ 0100\ 1110\ 0111, 1101_2 = 74E7, D_{16}$.

Для перевода целого десятичного числа в шестнадцатеричную систему необходимо выполнить последовательное деление на 16 до тех пор, пока результат не станет меньше 16. Последний результат и остатки, взятые в обратном порядке дадут шестнадцатеричное число.

Пример: $986_{10} = 3DA_{16}$.

Для перевода правильной дроби из 10-системы счисления в 16-ю систему счисления нужно умножить исходную дробь и дробные части получающихся произведений на основание 16. Целые части получающихся произведений дают последовательность цифр, которая является представлением дроби в 16-ой системе счисления.

Для перевода шестнадцатеричного числа в десятичную систему необходимо разложить его по степеням основания системы 16 и выполнить сложение.

Пример: $4B5,2_{16} = 4 \cdot 16^2 + B \cdot 16^1 + 5 \cdot 16^0 = 4 \cdot 16^2 + 11 \cdot 16^1 + 5 \cdot 16^0 + 2 \cdot 16^{-1} = 1205,125_{10}$