

## УВАЖАЕМЫЕ СТУДЕНТЫ!

### Выполните задание к лабораторной работе:

- Выполнить лабораторную работу;
- Ответить на вопросы (усно);
- Оформить отчёт (Должен содержать тему, цель, выполненное задание группа и фамилия студента);

Результаты работы, фотоотчет, предоставить преподавателю на e-mail: [v.vika2014@mail.ru](mailto:v.vika2014@mail.ru)

При возникновении вопросов по приведенному материалу обращаться по следующему номеру телефона: (072)1744922

**ВНИМАНИЕ!!!** При отправке работы, не забывайте указывать ФИО студента, наименование дисциплины, дата проведения занятия (по расписанию).

### Лабораторная работа № 6

#### Тема: «Кодирование числовой информации»

**Цель:** познакомиться с алгоритмами представления десятичных целых, отрицательных и вещественных чисел в памяти ЭВМ

#### Задание:

#### Методические указания к выполнению работы

Все числовые данные хранятся в машине в двоичном виде, т.е. в виде последовательности нулей и единиц, однако формы хранения целых и действительных чисел различны.

Для представления чисел в памяти ПК используются два формата:

- формат с фиксированной точкой (запятой) целые числа;
- формат с плавающей точкой (запятой) вещественные числа.

#### Представление целых чисел

Множество целых чисел, представленных в ЭВМ, ограничено. Диапазон значений зависит от размера ячеек памяти, используемых для их хранения.

Для целых чисел существуют два представления:

- без знаковое;
- со знаком.

В К-разрядной ячейке может храниться  $2^k$  различных значений целых чисел.

Диапазон значений целых без знаковых чисел (только положительные): от 0 до  $2^k - 1$ , для 16-разрядной ячейки от 0 до 65535 для 8-разрядной ячейки от 0 до 255.

Диапазон значений целых чисел со знаком (и отрицательные, и положительные в равном количестве):

от  $-2^{k-1}$  до  $2^{k-1}-1$

для 16-разрядной ячейки от -32768 до 32767 для 8-разрядной ячейки от -128 до 127

Чтобы получить внутреннее представление **целого положительного числа N**, хранящегося в K-разрядной ячейке, необходимо:

1. перевести число N в двоичную систему счисления;
2. полученный результат дополнить слева незначащими нулями до K разрядов.

Пример: Получить внутреннее представление целого числа 1607 в 2-х байтовой ячейке.

Решение:

$$N=1607=11001000111_2.$$

Внутреннее представление этого числа будет: 0000 0110 0100 0111.

Шестнадцатеричная форма внутреннего представления числа: 0647.

**Для представления целого отрицательного числа используется дополнительный код.**

**Дополнительным кодом** двоичного числа X в N-разрядной ячейке является число, дополняющее его до значения  $2^N$ .

Получение дополнительного кода:

1. получить внутреннее представление положительного числа N (прямой код);
2. получить обратный код этого числа заменой 0 на 1 или 1 на 0 (обратный код);
3. к полученному числу прибавить 1.

**Положительное число в прямом, обратном и дополнительном кодах не меняют свое изображение.**

Использование дополнительного кода позволяет заменить операцию вычитания операцией сложения.

$$A-B=A+(-B).$$

Процессору достаточно уметь лишь складывать числа.

Старший, K-й разряд во внутреннем представлении любого положительного числа равен 0, отрицательного числа равен 1. Поэтому этот разряд называется **знаковым разрядом**

**Пример:** Получить внутреннее представление целого отрицательного числа – 1607.

Решение:

1. Внутреннее представление положительного числа: 000 0110 0100

0111;

2. Обратный код: 1111 1001 1011 1000;

3. Дополнительный код: 1111 1001 1011 1001 - внутреннее двоичное представление числа.

16-ричная форма: F9B9.

### Представление вещественных чисел

**Вещественные числа** представляются в ПК в форме с плавающей точкой.

Этот формат использует представление вещественного числа  $R$  в виде произведения мантиссы  $m$  на основание системы счисления  $p$  в некоторой целой степени  $n$  которую называют порядком:  $R = m * p^n$

Представление числа в форме с плавающей точкой неоднозначно. Например:  $25.324 = 25324 * 10^1 = 0.0025324 * 10^4 = 2532.4 * 10^{-2}$

В ЭВМ используют **нормализованное** представление числа в форме с плавающей точкой. Мантисса в нормализованном представлении должна удовлетворять условию:  $0.1_p m < 1_p$

Иначе говоря, мантисса меньше 1 и первая значащая цифра - не 0.

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

Например: 4-х байтовая ячейка памяти. В ячейке должна содержаться следующая информация о числе:

-знак числа;

-порядок;

-значащие цифры мантиссы.

±	МАН	ТИ	ССА
1-й байт	2-й байт	3-й байт	4-й байт

В старшем бите 1-го байта хранятся знак числа: 0 обозначает плюс, 1 – минус.

Оставшиеся 7 бит 1-го 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 изменяется в диапазоне от 0 до 127 (в десятичной системе счисления). Всего 128 значений. Порядок, очевидно, может быть, как положительным, так и отрицательным. Разумно эти 128 значений разделить поровну между положительным и отрицательным 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 нуль.

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

Полученная формула записана в десятичной системе. В двоичной системе формула имеет вид:  $M_{p_2} = p_2 + 1000000_2$

Для записи внутреннего представления 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 его представление в 4-х байтовом машинном слове.

### Пример

Записать внутреннее представление числа 250,1875 в форме с плавающей точкой.

Решение:

1) Приведем его в двоичную систему счисления с 24 значащими цифрами:  $250.1875_{10} = 11111010,001100000000000000_2$ .

2) Запишем в форме нормализованного двоичного числа с плавающей точкой:  $0,111110100011000000000000 * 10^{1000}$ . 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:  $M_{p_2} = 1000 + 100\ 0000 = 100\ 1000$ .

4) Запишем представление числа в 4-х байтовой ячейке памяти с учетом знака числа:

	1001000	11111010	00110000	00000000
1	24	23	0	

Шестнадцатеричная форма: 48FA3000.

### Пример.

По шестнадцатеричной форме внутреннего представления числа в форме с плавающей точкой C9811000 восстановить само число.

Решение: 1) Перейдем к двоичному представлению числа в 4-х байтовой ячейке, заменив каждую шестнадцатеричную цифру 4-мя

двоичными цифрами:

1100 1001 1000 0001 0001 0000 0000 0000

	1001001	10000001	00010000	00000000
1		23	0	

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 в форме нормализованного двоичного числа с плавающей точкой с учетом знака числа:

$$-0,100000010001000000000000 * 2^{1001}$$

4) Число в двоичной системе счисления имеет вид:  $-100000010.001_2$ .

5) Переведем число в десятичную систему счисления:  $-100000010.001_2 = -(1*2^8+1*2^1+1*2^{-3}) = -258.125_{10}$

### Задание к лабораторной работе:

#### Задание 1.

1) Получить двоичную форму внутреннего представления целого числа в 2-х байтовой ячейке.

2) Получить шестнадцатеричную форму внутреннего представления целого числа 2-х байтовой ячейке.

3) По шестнадцатеричной форме внутреннего представления целого числа в 2-х байтовой ячейке восстановить само число.

№ варианта	Номера заданий		
	1	2	3
1	1450	-1450	F67D
2	1341	-1341	F7AA
3	1983	-1983	F6D7
4	1305	-1305	F700
5	1984	-1984	F7CB
6	1453	-1453	F967
7	1833	-1833	F83F
8	2331	-2331	F6E5
9	1985	-1985	F8D7
10	1689	-1689	FA53
11	2101	-2101	F840
12	2304	-2304	FAE7
13	2345	-2345	F841

<b>14</b>	2134	-2134	FAC3
<b>15</b>	2435	-2435	FA56

### Задание 2

1) Получить шестнадцатеричную форму внутреннего представления числа в формате с плавающей точкой в 4-х байтовой ячейке.

2) По шестнадцатеричной форме внутреннего представления вещественного числа в 4-х байтовой ячейке восстановить само число.

№ варианта	Номера заданий	
	1	2
<b>1</b>	26.28125	C5DB0000
<b>2</b>	-29.625	45D14000
<b>3</b>	91.8125	C5ED0000
<b>4</b>	-27.375	47B7A000
<b>5</b>	139.375	C5D14000
<b>6</b>	-26.28125	488B6000
<b>7</b>	27.375	C7B7A000
<b>8</b>	-33.75	45DB0000
<b>9</b>	29.265	C88B6000
<b>10</b>	-139.375	45ED0000
<b>11</b>	333.75	C6870000
<b>12</b>	-333.75	46870000
<b>13</b>	224.25	C9A6E000
<b>14</b>	-91.8125	49A6E000
<b>15</b>	33.75	55DB0000

### Контрольные вопросы:

1. Что такое система счисления?
2. Что называется, основанием системы счисления?
3. Приведите правила умножения двоичных чисел.
4. Приведите правила вычитания двоичных чисел с использованием дополнительного кода.
5. Приведите правила умножения двоичных чисел с использованием дополнительного кода.