

Информатика. Упражнение 2

Представление чисел с фиксированной запятой

Цель работы: изучить форматы представления чисел с фиксированной запятой.

В Упр. 1 рассматривалось представление чисел в текстовом формате. Например, число -125 в текстовом формате в кодировке ASCII выглядит так: 45 49 50 53. Такой формат мало подходит для арифметических операций над числами.

Форматы целых чисел

Для представления в ЭВМ (записи в память) целых чисел используются форматы с фиксированной запятой. Запятая подразумевается после самого младшего (правого) разряда числа. Например, число -125 в восьмибитном формате со знаком записывается так:



Для того, чтобы определить, сколько двоичных разрядов будет занимать целое положительное число N после перевода из десятичной системы счисления в двоичную, нужно вычислить $k = \log_2 N$ и округлить k до ближайшего большего целого числа.

Примеры

$$\begin{aligned} \log_2 15 &= 3.90 & k &= 4 & 15_{10} &= 1111_2 \\ \log_2 10 &= 3.32 & k &= 4 & 10_{10} &= 1010_2 \\ \log_2 1000 &= 9.96 & k &= 10 & 1000_{10} &= 1\ 111\ 101\ 000_2 \\ \log_2 25000 &= 14.29 & k &= 15 & 25000_{10} &= 110\ 000\ 110\ 101\ 000_2 \\ \log_2 2048 &= 11 & k &= 12 & 2048_{10} &= 100\ 000\ 000\ 000_2 \end{aligned}$$

При выборе формата надо учесть, что в знаковом формате знак занимает 1 разряд.

Задание

1. Получите у преподавателя номер варианта набора чисел (табл. 1)
2. Нужно для каждого из заданных 12 чисел выбрать минимальный из описанных ниже восьми форматов. Результаты упражнения должны быть оформлены в виде табл 2.

Предполагается, что в ЭВМ для представления целых чисел используются следующие 8 форматов:

1		4 бита, включая знак
2		4 бита без знака
3		8 бит, включая знак
4		8 бит без знака
5		16 бит, включая знак
6		32 бита, включая знак
7		64 бита, включая знак
8		128 бит, включая знак

Табл. 1. Варианты заданий

№ варианта	ЧИСЛА
1	3, 2876124, -13, 9284, 2 140 000 000, 257, 33000, 250, 130, 120, 2 500 000 000, 10^{35}
2	5, 10, 118, 256, 776125, 7284, 2 000 000 000, 66000, 255, 128, 3 000 000 000, 10^{40}
3	10^{36} , 1, 12, 100, 240, 1776125, 2 100 000 000, 32800, 255, 130, 3 000 000 000, 10^{100}
4	7, 15, $9.1 \cdot 10^{18}$, 127, -127, 1975160, 2 300 000 000, 32780, 555, 128, 1 000 000 000, $9.4 \cdot 10^{18}$
5	10^{17} , 8, 15, 0, 140, 6975160, 5 000 000 000, 32480, 955, 1024, 2 000 000 000, 10^{19}
6	-10^{17} , -8, -15, 0, 137, 9175160, 1 000 000 000, 32540, 999, -1024, 2 000 671 000, 10^{31}
7	-7, 15, $8.9 \cdot 10^{18}$, -127, 320, 1575167, 2 250 000 000, 32768, 573, 128, 1 000 000 000, 10^{19}
8	-3, 2 000 000 001, 3876127, 13, 5284, 257, 32500, 251, 135, 123, 2 400 000 000, $3.5 \cdot 10^{38}$
9	-8, -6, 4876121, 11, 3284, -257, 32700, 261, 137, 129, 2 200 000 800, $3.4 \cdot 10^{38}$
10	10^{30} , -1, 12, 101, 234, 3776125, 3 100 000 000, -32800, -256, 139, 30 000 000 000, 10^{71}
11	4, 7356124, -8, 9518, 2 040 900 000, -256, 33767, -250, -130, 112, 2 530 600 000, 10^{25}
12	-4, 16, 118, 256, 176125, 7294, 2 130 000 000, 62300, 259, 129, 4 000 000 000, 10^{20}
13	$3.45 \cdot 10^{38}$, 0, -16, 100, 240, 1776125, 2 100 000 000, 32800, 255, 130, 3 000 000 000, 10^{100}
14	1975160, $9.1 \cdot 10^{18}$, 127, -127, 2 148 000 000, 7, 32780, 555, 128, 1 900

	000 000, 15, $2.4 \cdot 10^{38}$
15	$9.24 \cdot 10^{18}$, 8, 15, -9, 200, 1115160, 5 200 000 000, 32765, 595, 1025, 2 000 500 000, $9.25 \cdot 10^{18}$
16	-10^{18} , -8, -15, 0, 167, 6975160, 1 900 000 000, 32678, 919, -1022, 2 000 451 000, 10^{33}
17	320, 7, -15, $9.9 \cdot 10^{18}$, -199, 8575167, 2 110 000 000, 32768, 512, -128, 1 200 000 000, $10.2 \cdot 10^{19}$
18	-3, 2 000 000 001, 3876127, 13, 5284, 257, 32500, 251, 135, 123, 2 400 000 000, $3.5 \cdot 10^{38}$
19	8, 6, 2856121, 11, 2845, -255, 32769, 461, 167, -129, 2 300 000 000, $3.41 \cdot 10^{38}$
20	$-2 \cdot 10^{28}$, 32, 111, 474, 543659, 3 600 000 000, -32922, 256, -139, 20 400 500 000, $2 \cdot 10^{56}$
21	4, 7356124, -8, 9518, 2 040 900 000, -256, 33767, -250, -130, 112, 2 530 600 000, 10^{25}
22	62300, -9, -5, 108, 176125, 7294, 256, 2 126 050 380, 271, 129, 3 700 000 000, $5 \cdot 10^{20}$
23	$3.45 \cdot 10^{37}$, 20, -16, 111, 204, 1254736, 2 147 000 000, 35800, 265, 137, 2 147 400 000, 10^{90}
24	5985160, $5.1 \cdot 10^{18}$, 511, -511, 2 051 000 000, 7, 32768, 555, 128, 1 900 000 000, 15, $2.403 \cdot 10^{38}$
25	$3.24 \cdot 10^{18}$, -8, 5 200 000 000, 15, 9, 200, 1115160, 32765, 595, 1025, 2 001 543 000, $9.21 \cdot 10^{18}$
26	$-9 \cdot 10^{18}$, -8, 0, 167, 6975160, 1 900 000 000, -19, 32678, 872, -1002, 2 100 451 000, 10^{39}
27	720, 9, 14, $9.5 \cdot 10^{18}$, -99, 8578267, 2 141 000 000, 31768, 612, -128, 1 400 000 000, 10.8^{19}
28	32567, -13, 2 000 000 001, 3876127, 13, 2684, 257, 52500, 251, 135, 123, 2 700 000 000, $3.9 \cdot 10^{38}$
29	8, 6, 2856121, 11, 2845, -255, 32769, 461, 167, -129, 2 300 000 000, $3.41 \cdot 10^{38}$
30	111, -2, $8 \cdot 10^{28}$, 32, 474, 543659, 7 600 000 000, -32992, -256, -149, 11 200 000 000, $2 \cdot 10^{46}$

Табл. 2. Пример оформления результатов упражнения	
№ п.п.	Расчёт допустимого формата
1	$N=15$, $\log_2 15 = 3.90$, $k=4$. Наименьший формат - 4 бита без знака
...
12	$N=10^{46}$, $46 \cdot \log_2 10 = 46 \cdot 3.32 = 152.72$, $k = 153 > 127$. Число не может быть представлено ни в одном из заданных форматов