

Лабораторна робота № 1

Тема: Формати представлення чисел в ЕОМ

Мета: Вивчити формати представлення чисел в ЕОМ

Короткі теоретичні відомості

Дані в пам'яті ЕОМ мають двійкове представлення. Пам'ять комп'ютера має байтову організацію. Питання полягає в тому як різні числові дані записуються і зберігаються в пам'яті.

Основними типами даних є такі:

- цілі числа;
- дробові числа;
- числа з плаваючою комою;
- десяткові неупаковані числа;
- десяткові упаковані числа (BCD);
- десятковий ASCII формат;
- символьні дані (текст).

Цілі числа із знаком в ЕОМ представляються в таких форматах:

Назва формату	Діапазон чисел
Байт	-128 ... 127
Слово (2 байти)	-32768 ... 32767
Подвійне слово (4 байти)	-2 147 483 648 ... 2 147 483 647

Цілі числа із знаком записуються в доповняльному коді. Додатне число має старший біт 0, а від'ємне 1. Від'ємне число x представляється у форматі $2^k - x$, де k – кількість розрядів цілого числа. Таке представлення називають двійковим доповненням (two's complement), або доповняльним кодом.

Представлення від'ємного числа одержують так.

- записують двійкове представлення додатного числа (старший біт 0).
- інвертують усі його розряди.
- додають 1.

$$\begin{aligned}[84]_{\text{доп}} &= 01010100 \\ \text{інверсія} &= 10101011 \\ [-84]_{\text{доп}} &= 10101100\end{aligned}$$

Дробові числа. Представляються аналогічно цілим числам із знаком. Особливість полягає у тому, що при запису дробового числа в пам'яті зберігаються тільки цифри після коми, які розташовуються зразу за знаком.

$$0,625_{10} = 0,101_2$$

$$\begin{aligned}[0,625]_{\text{доп}} &= 01010000 \\ \text{інверсія} &= 10101111 \\ [-0,625]_{\text{доп}} &= 10110000\end{aligned}$$

Числа з плаваючою комою.

У процесорах фірми Intel прийнято такий формат чисел з плаваючою комою (стандарт IEEE 754). Нормалізованим вважають двійкове число, мантия якого потрапляє в діапазон $(1 \leq x < 2)$.

$$0,625_{10} = 0,101_2 = 1,01 \cdot 2^{-1}$$

Оскільки перша цифра мантиї наперед відома (1), то її можна відкинути і в пам'ять не записувати.

Порядок числа теж представляється в пам'яті трохи інакше, ніж звичайно. Замість порядку записується так званий зміщений порядок (число на певну величину більше), таким чином, що всі порядки представляються додатними числами. Стандарт IEEE 754 передбачає три формати дійсних чисел:

	Формат	Біт знаку	Біти порядку	Біти мантиси
1	Коротке дійсне (4 байти)	31	30...23 (порядок + 127)	22...0
2	Довге дійсне (8 байтів)	63	62...52 (порядок + 1023)	51...0
3	Розширене дійсне (10 байтів)	79	78...64 (порядок + 16383)	63...0

Приклади:

1. Число 1 у форматі короткого дійсного числа записується так:

$$1 = (-1)^0 \cdot 2^0 \cdot 1,0.$$

Знак: 0. Порядок: $0+127=127$. Мантиса: $1,0 - \langle 1, \rangle = 0$.

Результат. 00111111 10000000 00000000 00000000.

Тут жовтим позначено знак числа, сірим – зміщений порядок, далі йдуть цифри мантиси.

2. Число $25/64 = 0,390625_{10} = 0,011001_2 = 1,1001 \cdot 2^{-2}$.

Знак: 0. Порядок: $-2+127=125=1111101$. Мантиса: $1,1001 - "1," = 1001$.

Результат. 00111110 11001000 00000000 00000000.

Порядок виконання роботи

Заняття № 1

1. Записати цілі числа $\pm(N+32)$, де N – номер варіанту по списку в журналі, в доповняльному коді у форматах 1 байт і 2 байти. Результати представити у двійковому і шістнадцятковому вигляді. Перевірити результати за допомогою утиліти Convert.exe.
2. Записати дробові числа $\pm(N+32)/64$ в доповняльному коді у форматах 1 байт і 2 байти.
3. Записати число $\pm(N+32)/64$ у форматі короткого дійсного числа (4 байти). Результати перевірити за допомогою програми Float (або онлайн-калькулятора IEEE-754 за адресою http://www.binaryconvert.com/convert_float.html чи <http://babbage.cs.qc.edu/IEEE-754/Decimal.html>).

Контрольні запитання

1. Які типи даних зберігає пам'ять ЕОМ?
2. У яких форматах зберігають цілі числа?
3. Як утворюється представлення додатного числа у доповняльному коді?
4. Як утворюється представлення від'ємного числа у доповняльному коді?
5. У яких форматах зберігають числа з плаваючою комою?
6. Яке число вважається нормалізованим?
7. Як утворюється представлення числа із плаваючою комою в ЕОМ?
8. У якому вигляді зберігається порядок числа із плаваючою комою?