

Лабораторна робота № 3

Тема: Двійкова арифметика та арифметика десяткових чисел в ЕОМ.

Мета: Ознайомитися з методами виконання арифметичних операцій над двійковими та десятковими числами в ЕОМ і здобути навички виконання арифметичних операцій.

Короткі теоретичні відомості

1. Двійкова арифметика чисел з фіксованою комою

Арифметичні дії в двійковій системі числення можна виконувати за тими ж правилами, що і в десятковій системі. Наприклад: щоб додати два числа з різними знаками, необхідно від більшого за модулем числа відняти менше і поставити знак більшого числа. Використання прямого коду чисел при цьому не є найкращим, тому що вимагає таких операцій, як виділення знаку числа з коду, порівняння модулів чисел, дій над модулями, операцій над знаками та повернення знаку в результат. Тому більшого застосування в обчислювальній техніці набули обернені та доповняльні коди, особливо останній.

Розглянемо методику виконання арифметичних операцій в доповняльному коді. Причому, в зв'язку з тим, що операція віднімання зводиться до операції додавання чисел з різними знаками, операція множення являє собою сукупність операцій додавання, а операція ділення побудована на операції віднімання, то розглянемо детально лише виконання операції додавання чисел у названому коді.

Додавання чисел в доповняльних кодах здійснюється дуже просто: числа представляються в доповняльному коді і коди додаються як двійкові числа.

Приклад 1. Додати два числа з фіксованою комою. $x = -0,890625$; $y = 0,4453125$

Запишемо числа у двійковому коді. $x = -0,1110010$; $y = 0,0111001$ і знайдемо їх доповняльні коди.

$$\begin{array}{ll} [x]_{\text{пр}} = 1.1110010 & [y]_{\text{пр}} = 0.0111001 \\ [x]_{\text{об}} = 1.0001101 & [y]_{\text{об}} = 0.0111001 \\ [x]_{\text{доп}} = 1.0001110 & [y]_{\text{доп}} = 0.0111001 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 1\ 1\ 1 \\ 1.0001110 \\ + 0.0111001 \\ \hline 1.1000111 \end{array} \quad \text{остаточний результат}$$

В результаті одержано від'ємне число. Для того, щоб прочитати його, необхідно проінвертувати результат і додати одиницю (тобто одержати прямий код).

$$\begin{array}{l} [x+y]_{\text{доп}} = 1.1000111 \\ \text{Інверсія: } 1.0111000 \\ [x+y]_{\text{пр}} = 1.0111001 \end{array}$$

Таким чином, результат дорівнює $x+y = -0,0111001_2 = -0,4453125$.

Приклад 2. Додати два числа з фіксованою комою. $x = 57,890625$; $y = 25,4453125$. Формат: старший байт – ціла частина, молодший байт – дробова частина.

Запишемо числа в доповняльному коді.

$$\begin{array}{l} [x]_{\text{доп}} = 0.011100111100100 \\ [y]_{\text{доп}} = 0.001100101110010 \end{array}$$

↑
кома

Додамо доповняльні коди чисел.

$$\begin{array}{rcl} 1\ 1\ 1 & 1\ 1\ 1\ 1 \\ 0.011100111100100 & = & 39\text{E}4\text{h} \\ 0.001100101110010 & = & 1972\text{h} \\ \hline 0.101001101010110 & = & 5356\text{h} \end{array}$$

Результат додатній, тому можна зразу його прочитати.

$$x+y = 1010011,01010110_2 = 83,4453125.$$

Слід зауважити, що при додаванні багаторозрядних чисел спочатку додається молодший байт чисел, визначається наявність переносу, потім додається наступний байт разом із попередньо одержаним переносом.

2. Арифметика десяткових чисел.

В ЕОМ можна виконувати арифметичні дії над десятковими числами, представленими в таких форматах:

- десяткові неупаковані числа;
- десяткові числа в ASCII-форматі;
- десяткові упаковані числа (BCD);

1. Арифметика неупакованих чисел.

Виконання арифметичних операцій здійснюється побайтно (поцифрово) із застосуванням команди десяткової корекції **aaa**. Виконується однаково для неупакованих чисел і для чисел в ASCII-форматі. Наприклад: $5 + 7 = 12$.

Неупакований формат			ASCII-формат		
00000101	перший доданок	05	00110101	перший доданок	35
00000111	другий доданок	07	00110111	другий доданок	37
00001100	сума доданків	0C	01101100	сума доданків	6C
aaa	десятькова корекція		aaa	десятькова корекція	
00000010	молодша цифра результату і CF=1	02	00000010	молодша цифра результату і CF=1	02

Якщо після десяткової корекції CF=1, то необхідно одиницю переносу (у даному випадку один десяток) направити в наступний байт і додати.

Існують також спеціальні команди десяткової корекції неупакованих чисел для операцій віднімання (**aas**), множення (**aam**) та ділення (**aad**), причому команда корекції діленого **aad** подається перед діленням.

2. Арифметика упакованих (BCD) чисел.

Виконується аналогічно попередньому випадку, тільки з використанням іншої команди десяткової корекції **daa**. Наприклад: $25 + 37 = 62$.

Упакований формат		
00100101	перший доданок	25
00110111	другий доданок	37
01011100	сума доданків	5C
daa	десятькова корекція	
01100010	дві цифри результату	62

Існує також команда десяткової корекції для операції віднімання **das**.

Порядок виконання роботи

1. Додати числа з фіксованою комою $-(N+32)/64$ та $(N+32)/128$ в доповняльному коді у форматі 1 байт. Прочитати та записати результат. Представити результат у шістнадцятковій системі числення. Перевірити результат за допомогою програми check3.exe.
2. Додати два числа з фіксованою комою у форматі 2 байти: старший байт – ціла частина, молодший байт – дробова частина. Перевірити результат за допомогою програми data3.exe.

	Ціла частина	Дробова частина
Перше число:	$(N+32)$	$(N+32)/64$
Друге число:	N	$(N+32)/128$

3. Додати два десяткових числа у форматі BCD. Перше число $(N+32)$, друге 79. Перевірити результат за допомогою програми data3.exe.