МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«**Вятский государственный университет**»

**(ФГБОУ ВО «ВятГУ»)**

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра ЭВМ

Отчёт

### Лабораторная работа № 3 по дисциплине

«Основы информатики»

«ФОРМАТЫ ДАННЫХ В ЭВМ»

Выполнил студент группы ИВТб-1301 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Жеребцов К. А.

## Проверил доцент кафедры ЭВМ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ Исупов К.С.

Киров 2020

Цель работы:

приобретение навыков перевода чисел в форматы с фиксированной и плавающей запятой, выполнения арифметических операций, используя различных коды.

Теория:

**ФОРМАТЫ ДАННЫХ В ЭВМ**

Любая информация (числа, команды, аналого-цифровые записи и др.) представляются в ЭВМ в виде двоичных кодов фиксированной или переменной длины – двоичных слов. Отдельные элементы двоичного кода называются разрядами или битами (0,1). Современные ЭВМ имеют байт ориентированную адресацию памяти: 1 байт = 8 бит. Наибольшее распространение получили ЭВМ, имеющие длину разрядной сетки в 4 байта или 32 двоичных разряда.

Известны две формы представления чисел - с фиксированной запятой (ФЗ) и плавающей запятой (ПЗ).

Двоичные операнды в форме с ФЗ имеют вид **целых чисел в дополнительном коде,** у которых крайний левый разряд - знаковый.

Двоичные числа с ПЗ изображаются по-разному в ЕС ЭВМ и ПЭВМ. Общим в изображении является лишь то, что порядки чисел имеют смещения. В ***ЕС***

***ЭВМ*** смещенный порядок занимает семь разрядов (смещение=64) и размещается в старшем байте вместе со знаковым разрядом числа, остальные разряды занимает мантисса, изображаемая в 16СС. Каждые 4 разряда мантиссы воспринимаются ЭВМ как шестнадцатеричная цифра, а порядок показывает положение запятой в шестнадцатеричной мантиссе. Мантисса изображается в прямом коде и должна быть нормализована.

В ПЭВМ смещенный порядок занимает восемь разрядов (смещение=128), крайний левый разряд сетки отводится под знак числа, остальные разряды – под мантиссу, изображаемую в 2СС. Смещенный порядок содержит информацию о положении запятой в двоичной мантиссе числа. Для повышения точности представления мантиссы её старший разряд, который в нормализованной мантиссе всегда равен «1», не заносится в разрядную сетку, а просто подразумевается. Сравнение представления чисел в ПЭВМ и ЕС ЭВМ в форме с ПЗ показывает существенное расширение диапазона представления чисел в ЕС ЭВМ, при изображении мантиссы числа в 16СС.

**СЛОЖЕНИЕ ДВОИЧНЫХ ЧИСЕЛ**

Отрицательные числа в ЦВМ представлены в специальных кодах: прямом, обратном и дополнительном.

**Прямой код** (ПК) представляет абсолютное значение числа с закодированным знаком: «+» – «0», «-» - «1».

**Обратный код** (ОК) положительного числа совпадает с его прямым кодом, а для отрицательного числа в знаковый разряд заносится «1», в остальных разрядах цифры заменяются на взаимообратные (0-1, 1-0), т.е. формируется поразрядное дополнение числа до единицы.

**Дополнительный код** (ДК) положительного числа совпадает с его прямым кодом, а для отрицательного числа в знаковый разряд заносится «1», в цифровой

части числа цифры заменяются на взаимообратные и к полученному инверсному изображению прибавляется единица к младшему разряду, т.е. код является дополнением до основания СС.

Таким образом, положительные числа во всех кодах одинаковы, а отрицательные – различны.

**Модифицированные обратный и дополнительный** коды (МОК и МДК) имеют для изображения знака два соседних разряда: «+» – «00», «-» - «11». Эти коды используются для обнаружения признаков ПРС-переполнения разрядной сетки. ПРС возникает при сложении чисел с ФЗ одинакового знака, когда результат операции выходит за верхнюю границу диапазона представления чисел. Это приводит к потере старших разрядов числа, что недопустимо.

Формальным признаком ПРС при использовании МОК и МДК является появление запрещенных комбинаций в знаковых разрядах – «01» или «10».

Для исправления результата можно либо увеличить масштаб исходных

операндов и выполнить операцию снова; либо увеличить масштаб результата, сдвинуть число вправо на один разряд, а в освободившийся старший знаковый разряд поместить значение из младшего знакового разряда.

**Сложение чисел в форме с ФЗ в ОК**: при алгебраическом сложении чисел в ОК со знаковым разрядом оперируют как с разрядом цифровой части числа, а при возникновении единицы переноса из знакового разряда ее прибавляют к младшему разряду числа.

**Сложение чисел в форме с ФЗ в ДК**: при алгебраическом сложении чисел в ДК результат получают также в ДК, а при возникновении единицы переноса из знакового разряда ее отбрасывают.

**Сложение чисел в форме с ПЗ** выполняется в несколько этапов. Чтобы сложить два числа, надо выполнить различные действия над мантиссами и порядками. Поэтому в машинах предусмотрены различные устройства для

обработки мантисс и порядков. Мантиссы исходных операндов нормализованы.

Алгоритм сложения чисел с ПЗ.

1. Выравнивание порядков слагаемых: меньший порядок увеличивается до большего, при этом мантисса меньшего преобразуемого числа денормализуется. В машине выполняется вычитание порядков операндов. Знак и модуль разности порядков определяет, мантиссу какого из слагаемых надо сдвигать вправо и на сколько разрядов.

2. Сложение мантисс операндов по правилам сложения чисел с ФЗ.

3. Нормализация мантиссы результата, если необходимо. При этом **денормализация вправо**, когда в старшем разряде двоичной мантиссы стоит «0», требует сдвига мантиссы влево и уменьшения порядка на соответствующее количество единиц. **Денормализация влево** означает временное ПРС мантиссы суммы,

но в отличие от чисел с ФЗ здесь возможна коррекция: сдвиг мантиссы на один разряд вправо и увеличение на единицу порядка суммы.

При больших величинах порядков возможно истинное переполнение разрядной сетки со стороны порядков чисел с ПЗ, когда величина порядка оказывается настолько большой, что не может быть помещена в отводимые под порядок разряды. Однако, вероятность этого невелика.

**Смещенные порядки** используются в большинстве современных ЭВМ для упрощения процесса выравнивания порядков, их сравнения и ускорения выполнения различных операций.

При этом для представления порядка применяется специальный дополнительный код с инверсным кодированием знака: «+» – «1», «-» - «0». В результате порядки чисел увеличиваются (в ЕСЭВМ на 26=64, в СМЭВМ на 27=128), что приводит к смещению всех порядков по числовой оси в положительном направлении. Такие смещенные порядки называют **характеристиками**, а так как все

характеристики - целые положительные числа, то алгебраическое сложение их можно выполнять без предварительного анализа знаков.

Задание:

1. Форматы данных:
   1. А>0, B<0, изобразить числа с ФЗ в 32 битной сетке указав масштаб.
   2. A<0, B>0, изобразить каждое число с ПЗ в 32 битной сетке, представив мантиссу в 2 СС (П ЭВМ) и в 16 СС (ЕС ЭВМ), отведя под смещение порядка (характеристики) 8 разрядов для П ЭВМ и 7 для ЕС ЭВМ.
2. Сложение двоичных чисел:
   1. A>0, B<0, сложить числа с ФЗ в обратном коде. Проверить результат.
   2. A<0, B>0, сложить числа с ФЗ в ДК. Проверить результат.
   3. A<0, B<0, сложить числа с ФЗ в одном из модифицированных кодов. Если возникнет ПРС, то исправить и проверить результат.
   4. A>0, B>0, сложить числа с ПЗ, изобразив исходные операнды в разрядной сетке условной машины, ориентируясь на разрядность A и B, определить для условной машины необходимое количество разрядов для изображения нормализованной мантиссы и порядка со знаком. Результат изобразить в той же сетке.

A=270,35 B=715,82

Решение:

Задание №1

1. А=270,3510=27035\*10-2=1101001100110112 М=102

B=715,8210 =71582\*10-2=100010111100111102 М=102

Числа А и -В в 32 разрядной сетке с ФЗ:

А=00000000000000000110100110011011

В=10000000000000010001011110011110

1. А=270,3510=100001110.010110011002=1.0000111001011001100e8

В=715,8210=1011001011.110100011112=1.01100101111010001111e9

Числа -А и В с ПЗ в 32 битной сетке (П ЭВМ):

A=11000011100001110010110011000000

B=01000100001100101111010001111000

А=270,3510=0001 0000 1110.0101 1001 10002

В=715,8210=0010 1100 1011.1101 0001 11102

Числа -А и В в 32 битной сетке (ЕС ЭВМ):

А=1 1000011 0001 0000 1110 0101 1001 1000

B=0 1000011 0010 1100 1011 1101 0001 1110

Задание №2

А=270,3510=100001110.010110011002

В=-715,8210=-1011001011.110100011112

Число А и В в ОК:

А=00000000000100001110.010110011000

В=111111111110100110100.00101110000

А+(-В)=111111111111001000010.10000111100 (ОК) = 100000000000110111101.01111000011 (ПК) = -445,4710

270,35+(-715,82)=-445,47

А=-270,3510=-100001110.010110012

В=715,8210=1011001011.110100012

Числа А и В в ДК:

А= 111111111111111011110001.10100110

В= 000000000000001011001011.11010001

-А+В=000000000000000110111101.01111000=445,4710

-270,35+715,82=445,47

А=-270,3510=-100001110.010110012

В=-715,8210=-1011001011.110100012

Числа А и В в модифицированном ОК:

А= 11 1111111111111011110001.10100110

В= 11 1111111111110100110100.00101110

-А+(-В) = 11 1111111111110000100101.11010101 (ОК) =

11 0000000000001111011010.00101010 (ПК) = -986,17

-270,35-715,82 = -986,17



А=270,3510=100001110.010110012

В=715,8210=1011001011.110100012

|  |  |
| --- | --- |
| Мантисса | Порядок |
| А=0.100001110010110010 | 1001 |
| В=0.101100101111010001 | 1010 |

* 1. Выравнивание порядков

|  |  |
| --- | --- |
| Мантисса | Порядок |
| А= 0.010000111001011001 | 1010 |

* 1. Сложение мантисс с ФЗ:

mA + mB = 0.111101101000101010

* 1. Нормализация

|  |  |
| --- | --- |
| Мантисса | Порядок |
| 0,111101101000101010 | 1010 |

Вывод:

В ходе лабораторной работы был закреплен пройденный материал, путем выбора своих чисел и выполнения всех необходимых операций, а именно представление данных чисел в разрядной сетке ЭВМ, выполнения сложения.