МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«**Вятский государственный университет**»

**(ФГБОУ ВО «ВятГУ»)**

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра электронных вычислительных машин

Оформление курсовой работы

Отчет по лабораторной работе №4 по дисциплине

«Техническая документация программного обеспечения»

Выполнил студент группы ИВТ-11 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Щесняк Д.С./

Проверил доцент кафедры ЭВМ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Скворцов А. А./

Киров 2015

# Сложение в различных кодах и формах представления

## Теоретические сведения о сложении двоичных чисел

Прямой код (ПК) представляет абсолютное значение числа с закодированным знаком: {{+}} - {{0}}, {{-}}-{{1}}.

Обратный код (OK) положительного числа совпадает с его прямым кодом, а для отрицательного числа в знаковый разряд заносится «1», а 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», а в цифровой части числа цифры заменяются на взаимообратные и к полученному инверсному изображению прибавляется, единица в младший разряд, 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 ситуации 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.

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

Для исправления результата можно либо прекратить вычисления и выдать на пульт управления машин сигнал ПРС, либо пересмотреть мас­штаб результата, сдвинув его вправо на один разряд, а в освободив­шийся старший знаковый разряд поместить значение 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. Числа с ПЗ изображаются двумя частями - мантиссой и порядком:

, (3)

где A,B – исходные операнды;

m – мантисса числа;

p – порядок числа.

Чтобы сложить их, надо выполнить различные действия над мантис­сами и порядками:

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. При необходимости, нормализация результата. При этом денормалиэация вправо, т.е. ситуация, когда в старшем разряде двоичной мантиссы «О», 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 «1» порядка суммы. При больших величинах порядков возможно возникновении истинно­го ПРС числа с ПЗ, хотя вероятность этого невелика.

Смещенные порядки используются в большинстве современных ЭВМ для упрощения процесса выравнивания порядков и их сравнения.

При этом для представления порядка применяется специальный до­полнительный код с инверсным кодированием знака: «+» - «1», «-» -«О». 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, и так как они все оказываются целыми положительны­ми числами, то алгебраическое сложение можно производить без предва­рительного анализа знаков.

## Выполнение сложения в различных кодах и формах представления

2.2.1 В первом пункте необходимо сложить исходные операнды с ФЗ в ОК. Знаки операндов: А>0, В<0. Действие изображено на рисунке 1

2.2.2 Во втором пункте необходимо сложить исходные операнды с ФЗ в ДК. A<0,B>0. Действие изображено на рисунке 2.

A= 333,81(10) = 101001101.11001112

B=-803,35(10) = -1100100011.0101102

Масштаб: M = 210

AПК= 0,01010011011100111

BПК = 1,11001000110101100

Сложение:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| AОК= | 0 | , | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| ВОК= | 1 | , | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| (А+В)ОК= | 1 | , | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| (А+В)ПК= | 1 | , | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| (А+В)= | -0111010101,1000101= (-469.5390625)10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Проверка: 333,81 – 803,35 = -469.54

Рисунок 1 - Сложение с ФЗ в ОК

A= -333,81(10) = -101001101.11001112

B=803,35(10) = 1100100011.01011002

Масштаб: M = 210

AПК**=** 1,01010011011100111

BПК = 0,1100100011.0101100

Сложение:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| АДК= | 1 | , | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| ВДК= | 0 | , | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| (А+В)ДК= | 10 | , | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| (A+B)ПК= | 0 | , | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| (A+B)= | 111010101,1000101=(469.539)10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Проверка: 803,35 – 333,81 =469.539

Рисунок 2 - Сложение с ФЗ в ДК

2.2.3 В третьем пункте необходимо сложить исходные операнды с ФЗ в модифицированном коде. A<0,B<0. В качестве модифицированного кода выберем МДК. Данное действие изображено на рисунке 3.

A= -333,81(10) = -101001101.11001112

B=-803,35(10) = -1100100011.01011002

Масштаб: M = 210

AПК**=** 1,01010011011100111

BПК = 1,1100100011.0101100

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| АМДК= | 11 | . | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| ВМДК= | 11 | . | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| (А+В)МДК= | **10** | . | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |

10 - запрещенная комбинация, выбираем другой масштаб слагаемых:

M = 211

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| АМДК= | 11 | . | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| ВМДК= | 11 | . | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| (А+В)МДК= | **11** | . | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| (A+B)ПК= | 1 | . | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| (A+B)= | 1,100011100010010011 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(А+В)=-10001110001,00100112=1137,15

Проверка: -333,81-803,35=1137,15

Рисунок 3 - Сложение с ФЗ в МДК

2.2.4 Необходимо сложить исходные операнды с ПЗ, причем A>0,B>0. Представить операнды в разрядной сетке ЭВМ, выровнять порядки, нормализовать мантиссу результата при необходимости. Необходимые действия изображены на рисунке 4.

Под мантиссы со знаком отведем 20 разрядов, под порядки со знаком - 5 разрядов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Мантисса | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Порядок | | | | |
| A | **0** | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | **0** | 1 | 0 | 0 | 1 |
| B | **0** | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | **0** | 1 | 0 | 1 | 0 |

Выполним выравнивание порядков, для чего выполним их вычитание в ДК.

РA= 1001 PA ПК­=0,1001 PA ДК=0,1001

РB= 1010 PB ПК=1,1010 PB ДК=1,0110

0,1001

1,0110 (PA-PB)ПК=(1,0001)2=-110

1,1111

Мантиссу числа А необходимо сдвинуть на 1 разряд вправо(денормализовать) и увеличить порядок на 1:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A | **0** | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | **0** | 1 | 0 | 1 | 0 |

Складываем мантиссы в ДК:

mA 0,0101001101110011110

mB­ 0,1100100011010110011

mA+mB­ 1,0001110001001010001

Временное ПРС суммы мантисс.Необходимомантиссусдвинуть на один разряд вправо, с одновременным увеличением порядка на 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Мантисса | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Порядок | | | | |
| A+B | **0** | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | **0** | 1 | 0 | 1 | 1 |

Проверка: 10001110001,001001 = 1137,1610

333,81+803,35 = 1137,16

Рисунок 4 - Сложение в формате с плавающей запятой