ГУАП

КАФЕДРА № 43

ОТЧЕТ   
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| асп. |  |  |  | Д.А. Кочин |
| должность, уч. степень, звание |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |

|  |
| --- |
| ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ |
| ПРОГРАММИРОВАНИЕ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ НАД ЧИСЛАМИ С ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАПЯТОЙ |
| по дисциплине: АРХИТЕКТУРА ЭВМ И СИСТЕМ |
|  |
|  |

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| СТУДЕНТ ГР. | 4631 |  |  |  | К.С. Ларионов |
|  |  |  | подпись, дата |  | инициалы, фамилия |

Санкт-Петербург 2018

**Цель работы**

Отработка алгоритмов выполнения арифметических операций над числами с плавающей запятой.

**Задание**

Разработка алгоритмов выполнения двух арифметических операций над числами с плавающей запятой: одна операция - вычитание, вторая операция – умножение.

Умножение со сдвигом суммы частичных произведений вправо, неподвижным множимым и анализом множителя, начиная с младших разрядов.

**Исходные данные**

**Вычитание**

**X1**

|  |  |
| --- | --- |
| В десятичной системе счисления | 0,75 |
| В нормальной форме в двоичной системе счисления | Знак Порядок Мантисса  0 00000000 11000000000000000000000 |
| В формате с характеристикой двоичной системе счисления | Знак Характеристика Мантисса (со скрытым битом)  0 10000000 10000000000000000000000 |
| Запись в памяти VAX | 40400000 |

**X2**

|  |  |
| --- | --- |
| В десятичной системе счисления | 0,625 |
| В нормальной форме в двоичной системе счисления | Знак Порядок Мантисса  0 1111111 10100000000000000000000 |
| В формате с характеристикой двоичной системе счисления | Знак Характеристика Мантисса (со скрытым битом)  0 0111111 10000000000000000000000 |
| Запись в памяти VAX | 3F400000 |

**Умножение**

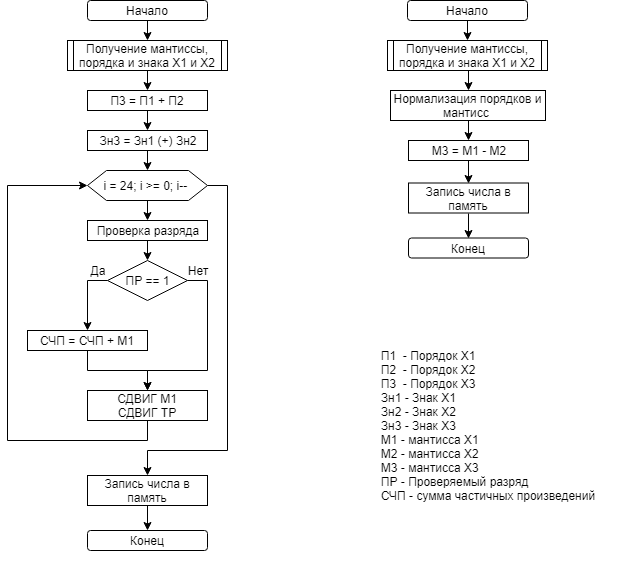
**X1**

|  |  |
| --- | --- |
| В десятичной системе счисления | 0,75 |
| В нормальной форме в двоичной системе счисления | Знак Порядок Мантисса  0 00000000 11000000000000000000000 |
| В формате с характеристикой двоичной системе счисления | Знак Характеристика Мантисса (со скрытым битом)  0 10000000 10000000000000000000000 |
| Запись в памяти VAX | 40400000 |

**X2**

|  |  |
| --- | --- |
| В десятичной системе счисления | 0,75 |
| В нормальной форме в двоичной системе счисления | Знак Порядок Мантисса  0 00000000 11000000000000000000000 |
| В формате с характеристикой двоичной системе счисления | Знак Характеристика Мантисса (со скрытым битом)  0 10000000 10000000000000000000000 |
| Запись в памяти VAX | 40400000 |

**Схема алгоритма программы**



**Программа умножения**

Карта распределения памяти под команды и данные

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Комментарий | Адрес памяти или РОН | Начальное содержимое памяти |
| X1 | 00000060 | 40400000 |
| X2 | 00000064 | 40400000 |
| Знак X1 | R0 | 00000000 |
| Порядок X1 | R1 | 000000C0 |
| Адрес мантиссы X1 | R2 | 00000090 |
| Мантисса X1 | 00000090 | 00800000 |
| Знак X2 | R3 | 00000000 |
| Порядок X2 | R4 | 000000C0 |
| Мантисса X2 | R5 | 00800000 |
| Лишние разряды мантиссы | R6 | FF000000 |
| Количество итераций умножения | R7 | 00000018 |
| Адрес подпрограммы | R8 | 00000000 |
| Адрес СЧП | R9 | 000000A0 |
| СЧП | 000000A0 | 00000000 |
| Знаковый разряд | RA | 00000080 |
| Адреса X1 и X2 | RB | 00000040 |
| Адрес знака X1 | 00000040 | 00000063 |
| Адрес порядка X1 | 00000044 | 00000063 |
| Адрес мантиссы X1 | 00000048 | 00000060 |
| Адрес знака X2 | 0000004C | 00000067 |
| Адрес порядка X2 | 00000050 | 00000067 |
| Адрес мантиссы X2 | 00000054 | 00000064 |
| -1 | RC | FFFFFFFF |
| Адрес записи результата | RD | 000000A4 |
| Результат умножения | 000000A4 | 00000000 |
| Стек | RE | 00000150 |
| Начальное содержимое счётчика команд | RF | 000000C9 |
| Начальный адрес программы | 000000C9 |  |

Текст программы умножения в мнемонических и машинных кодах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Комментарий | Мнемокод | КОП | Адрес в шестнадцатеричной системе счисления |
| Вызов подпрограммы | JSB (R8) | 16 68 | 000000С9 |
| R6 = 1 | MOVL #1 R6 | D0 01 56 | 000000СB |
| R2 = R2 - 4 | SUBL #4 R2 RE | C3 04 52 5E | 000000СE |
| R3 = R3 (+) R0 | XORB2 R0 R3 | 8C 50 53 | 000000D2 |
| Проверка разряда R6 | M2: BITL R6 R5 | D3 56 55 | 000000D5 |
| Переход к M1, если разряд = 0 | BEQL M1 | 13 06 | 000000D8 |
| Прибавление старшей части | ADDL2 (R2) (RD) | C0 62 6D | 000000DA |
| Сдвиг текущего разряда | M1: ASHL #1 R6 R6 | 78 01 56 56 | 000000DD |
| Сдвиг | ASHQ RC (R9) (R9) | 79 5C 69 69 | 000000E1 |
| Декремент | DECL R7 | D7 57 | 000000E5 |
| Если != 0, то переходим к M2 | BNEQ M2 | 12 EC | 000000E7 |
| Устанавливаем проверяемый разряд мантиссы | ASHL RC R6 R6 | 78 5C 56 56 | 000000E9 |
| Проверяемый старший разряд мантиссы | M4: BITL R6 (RD) | D3 56 6D | 000000ED |
| Если старший разряд 1, то переходим к M3 | BNEQ M3 | 12 08 | 000000F0 |
| Сдвигаем мантиссу на 1 разряд | ASHL #1 (RD) (RD) | 78 01 6D 6D | 000000F2 |
| R4 -- | DECB R4 | 97 54 | 000000F6 |
| Переход к M4 | BVC M4 | 1C F3 | 000000F8 |
| Сдвигаем мантиссу на 1 разряд | M3: ASHL #1 (RD) (RD) | 78 01 6D 6D | 000000FA |
| В RD получаем адрес порядка | ADDL2 #3 RD | C0 03 5D | 000000FE |
| Записываем порядок | ADDB3 R1 R4 (RD) | 81 51 54 6D | 00000101 |
| R5 = 1 | MOVL #1 R5 | D0 01 55 | 00000105 |
| R5 << 6 | ASHL #6 R5 R5 | 78 06 55 55 | 00000108 |
| (RD) += R5 | ADDB2 R5 (RD) | 80 55 6D | 0000010C |
| Установка знакового разряда | BISB2 R3 (RD) | 88 53 6D | 0000010F |
| Остановка | HALT | 00 | 00000112 |

**Программа вычитания**

Карта распределения памяти под команды и данные

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Комментарий | Адрес памяти или РОН | Начальное содержимое памяти |
| X1 | 00000060 | 40400000 |
| X2 | 00000064 | 40400000 |
| Знак X1 | R0 | 00000000 |
| Порядок X1 | R1 | 000000C0 |
| Адрес мантиссы X1 | R2 | 00000090 |
| Мантисса X1 | 00000090 | 00800000 |
| Знак X2 | R3 | 00000000 |
| Порядок X2 | R4 | 000000C0 |
| Мантисса X2 | R5 | 00800000 |
| Лишние разряды мантиссы | R6 | FF000000 |
| Результат вычитания мантисс | R7 | 00000000 |
| Адрес подпрограммы | R8 | 00000000 |
| Адрес записи результата | R9 | 000000A0 |
| Результат вычитания | 000000A0 | 00000000 |
| Знаковый разряд | RA | 00000080 |
| Адреса X1 и X2 | RB | 00000040 |
| Адрес знака X1 | 00000040 | 00000063 |
| Адрес порядка X1 | 00000044 | 00000063 |
| Адрес мантиссы X1 | 00000048 | 00000060 |
| Адрес знака X2 | 0000004C | 00000067 |
| Адрес порядка X2 | 00000050 | 00000067 |
| Адрес мантиссы X2 | 00000054 | 00000064 |
| -1 | RC | FFFFFFFF |
| Старший разряд мантисы | RD | 00400000 |
| Стек | RE | 00000150 |
| Начальное содержимое счётчика команд | RF | 000000C9 |
| Начальный адрес программы | 000000C9 |  |

Текст программы вычитания в мнемонических и машинных кодах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Комментарий | Мнемокод | КОП | Адрес в шестнадцатеричной системе счисления |
| Вызов подпрограммы | JSB (R8) | 16 68 | 000000C9 |
| Сравнение порядков | M3: CMPB R1 R4 | 91 51 54 | 000000CB |
| Если R1 = R4 (Z=1), переход к M1 | BEQL M1 | 13 12 | 000000CE |
| Если R1 > R4, переход к M2 | BGEQ M2 | 18 08 | 000000D0 |
| Сдвигаем мантиссу Х1 | ASHL RC (R2)(R2) | 78 5C 62 62 | 000000D2 |
| Увеличиваем порядок X1 | INCB R1 | 96 51 | 000000D6 |
| Переход к M3 | BRB M3 | 11 F1 | 000000D8 |
| Сдвигаем мантиссу Х2 | M2: ASHL RC R5 R5 | 78 5C 55 55 | 000000DA |
| Увеличиваем порядок X2 | INCB R4 | 96 54 | 000000DE |
| Переход к M3 | BRB M3 | 11 E9 | 000000E0 |
| Проверка знака Х1 | TSTB R0 | 95 50 | 000000E2 |
| Если 0, то переходим к M4 | BEQL M4 | 13 03 | 000000E4 |
| Переводим мантиссу Х1 в доп. код | MNEGL (R2) (R2) | CE 62 62 | 000000E6 |
| Проверка знака Х2 | M4: TSTB R3 | 95 53 | 000000E9 |
| Если 0, то переходим к M5 | BEQL M5 | 13 03 | 000000EB |
| Переводим мантиссу Х2 в доп. код | MNEGL R5 R5 | CE 55 55 | 000000ED |
| Переводим мантиссу Х2 в доп. код | MNEGL R5 R5 | CE 55 55 | 000000F0 |
| R7 = R5 + (R2) | M5: ADDL3 R5 (R2) R7 | C1 55 62 57 | 000000F3 |
| Проверяемый старший разряд мантиссы | M7: BITL RD R7 | D3 5D 57 | 000000F7 |
| Если старший разряд 1, то переходим к M8 | BNEQ M8 | 12 08 | 000000FA |
| Сдвигаем мантиссу на 1 разряд | ASHL #1 R7 R7 | 78 01 57 57 | 000000FC |
| R4 -- | DECB R1 | 97 51 | 00000100 |
| Переход к M4 | BVC M7 | 1C F3 | 00000102 |
| Сдвигаем мантиссу на 1 разряд | M8: ASHL #1 R7 R7 | 78 01 57 57 | 00000104 |
| Записываем мантиссу результата | MOVL R7 (R9) | D0 57 69 | 00000108 |
| Проверяем результат | TSTL R7 | 95 57 | 0000010B |
| Если положительный, то переходим к M6 | BGEQ M6 | 18 0C | 0000010D |
| Делаем мантиссу положительной | MNEGL (R9) (R9) | CE 69 69 | 0000010F |
| Устанавливаем адрес порядка | ADDL2 #3 R9 | C0 03 59 | 00000112 |
| Записываем порядок | ADDB3 RA R1 (R9) | 81 5A 51 69 | 00000115 |
| Переход к M7 | BRB M7 | 11 06 | 00000119 |
| Устанавливаем адрес порядка | M6: ADDL2 #3 R9 | C0 03 59 | 0000011B |
| Записываем порядок | MOVB R1 (R9) | 90 51 69 | 0000011E |
| Сдвиг RA >>1 | M7: ASHL RC RA RA | 78 5C 5A 5A | 00000121 |
| Записываем знак | ADDL2 RA (R9) | C0 5A 69 | 00000125 |
| Остановка | HALT | 00 | 00000128 |

Текст подпрограммы в мнемонических и машинных кодах

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Комментарий | Мнемокод | КОП | Адрес в шестнадцатеричной системе счисления |
| Проверка знака X1 | TSTB @(RB)+ | 95 9B | 00000000 |
| Если X1 < 0 | BGEQ M1 | 18 07 | 00000002 |
| R0 = 1 | MOVB #1 R0 | 90 01 50 | 00000004 |
| R0 << 6 | ASHL #7 R0 R0 | 78 07 50 50 | 00000007 |
| Очистка ненужных разрядов | BICB2 RA @(RB)+ | 8A 5A 9B | 0000000B |
| Записать порядок X1 в R1 | M1: ADDB2 @(RB)+ R1 | 80 9B 51 | 0000000E |
| Получаем мантиссу X1 | ADDL2 @(RB)+ (R2) | C0 9B 62 | 00000011 |
| Убираем лишние разряды | BICL R6 (R2) | CA 56 62 | 00000014 |
| Проверка знака X2 | TSTB @(RB)+ | 95 9B | 00000017 |
| Если X2 < 0 | BGEQ M2 | 18 07 | 00000019 |
| R3 = 1 | MOVB #1 R3 | 90 01 53 | 0000001B |
| R0 << 6 | ASHL #7 R3 R3 | 78 07 53 53 | 0000001E |
| Очистка ненужных разрядов | BICB2 RA @(RB)+ | 8A 5A 9B | 00000022 |
| Записать порядок X2 в R4 | M2: ADDB2 @(RB)+ R4 | 80 9B 54 | 00000025 |
| Получаем мантиссу X2 | ADDL2 @(RB)+ R5 | C0 9B 55 | 00000028 |
| Убираем лишние разряды | BICL R6 R5 | CA 56 55 | 0000002B |
| Выход из подпрограммы | JSB | 05 | 0000002E |
| Остановка | HALT | 00 | 00000030 |

Таблица трассировки программы умножения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес памяти или регистр | | Расчётные значения | | Значения, полученные на эмуляторе ЭВМ типа VAX |
| До выполнения команды | После выполнения команды |
| Вызов подпрограммы (Считывание мантисс, порядков и знаков) | | | | |
| R0 | | 00000000 | 00000000 | 00000000 |
| R1 | | 000000C0 | 00000000 | 00000000 |
| R2 | | 00000090 | 00000090 | 00000090 |
| 00000090 | | 00800000 | 00C00000 | 00C00000 |
| R3 | | 00000000 | 00000000 | 00000000 |
| R4 | | 000000C0 | 00000000 | 00000000 |
| R5 | | 00800000 | 00C00000 | 00C00000 |
| Умножение | | | | |
| 1 | 000000A4 | 00000000 | 00000000 | 00000000 |
| 2 | 000000A4 | 00000000 | 00000000 | 00000000 |
| 3 | 000000A4 | 00000000 | 00000000 | 00000000 |
| … | … | … | … | … |
| 21 | 000000A4 | 00000000 | 00000000 | 00000000 |
| 22 | 000000A4 | 00000000 | 00C00000 | 00C00000 |
| 23 | 000000A4 | 00C00000 | 00600000 | 00600000 |
| 24 | 000000A4 | 00600000 | 00900000 | 00900000 |
| Формирование мантиссы со скрытым битом | | | | |
| 000000A4 | | 00900000 | 00200000 | 00200000 |
| R4 | | 00000000 | 00000000 | 00000000 |
| Запись результата в память | | | | |
| 000000A4 | | 00200000 | 40200000 | 40200000 |

Таблица трассировки программы вычитания

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Адрес памяти или регистр | Расчётные значения | | Значения, полученные на эмуляторе ЭВМ типа VAX |
| До выполнения команды | После выполнения команды |
| Вызов подпрограммы (Считывание мантисс, порядков и знаков) | | | |
| R0 | 00000000 | 00000000 | 00000000 |
| R1 | 000000C0 | 00000000 | 00000000 |
| R2 | 00000090 | 00000090 | 00000090 |
| 00000090 | 00800000 | 00C00000 | 00C00000 |
| R3 | 00000000 | 00000000 | 00000000 |
| R4 | 000000C0 | 000000FF | 000000FF |
| R5 | 00800000 | 00C00000 | 00C00000 |
| Выравнивание порядков и сдвиг мантиссы | | | |
| R1 | 00000000 | 00000000 | 00000000 |
| R2 | 00000090 | 00000090 | 00000090 |
| 00000090 | 00C00000 | 00C00000 | 00C00000 |
| R4 | 000000FF | 00000000 | 00000000 |
| R5 | 00C00000 | 00600000 | 00600000 |
| Проверка знаков операндов (Перевод в доп. код, если отрицательное) | | | |
| R0 | 00000000 | 00000000 | 00000000 |
| R2 | 00000090 | 00000090 | 00000090 |
| 00000090 | 00C00000 | 00C00000 | 00C00000 |
| R3 | 00000000 | 00000000 | 00000000 |
| R5 | 00600000 | 00600000 | 00600000 |
| Перевод в доп. код вычитаемого числа | | | |
| R5 | 00600000 | FFA00000 | FFA00000 |
| Вычитание | | | |
| R7 | 00000000 | 00C00000 | 00C00000 |
| Запись в память | | | |
| 000000A0 | 00000000 | 3F400000 | 3F400000 |

**Выводы**

В ходе лабораторной работы были разработаны алгоритмы выполнения двух арифметических операций над числами с плавающей запятой: одна операция - вычитание, вторая операция – умножение.