**Лабораторная работа 4**

ПРОГРАММИРОВАНИЕ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

НАД ЧИСЛАМИ С ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАПЯТОЙ

Цель работы: отработка алгоритмов выполнения арифметических опе-

─────────── раций над числами с плавающей запятой.

**Методические указания**

Выполнение операций над числами с плавающей запятой может быть разбито на несколько этапов:

- выделение из машинной записи числа с плавающей запятой порядка и мантиссы с учетом скрытого бита;

- сравнение и выравнивание порядков с денормализацией мантиссы числа с меньшим порядком, если выполняется операция сложения или вычитания; сложение или вычитание порядков, если выполняется операция умножения или деления;

- выполнение операции над мантиссами;

- нормализация результата с коррекцией порядка;

- формирование числа со скрытым битом для записи в память.

При выполнении операций над числами с плавающей запятой порядки, как правило, остаются в формате характеристик, т.е. смещенными. При этом, когда выполняется сравнение характеристик, смещения взаимно сокращаются и в результате остается истинная разность порядков, а когда выполняется сложение или вычитание характеристик, полученная сумма или разность корректируется на величину смещения.

Операции над мантиссами, как правило, выполняются в прямых кодах. При этом знаки операндов анализируются отдельно. По результатам этого анализа определяется знак произведения или частного, или тип операции: сложение или вычитание.

В операциях над числами с плавающей запятой может возникнуть переполнение, когда порядок результата операции больше максимального, или антипереполнение или исчезновение порядка, когда порядок результата операции меньше минимального. При сложении (или вычитании) чисел с плавающей запятой переполнение или антипереполнение может возникнуть только в ходе нормализации суммы (или разности) мантисс. При умножении (или деления) чисел с плавающей запятой переполнение или антипереполнение выявляется при сложении (или вычитании) порядков. Причем в ходе нормализации мантиссы произведения (или частного) может исчезнуть переполнение или возникнуть антипереполнение. Так как порядки чисел с плавающей запятой представлены в форме характеристик и являются числами без знака, то наличие переполнения или исчезновения порядка определяется после сложения (или вычитания) характеристик путем анализа признака переноса (или заема) C и старшего разряда суммы (или разности) характеристик.

Чтобы упростить процедуру формирования суммы или разности мантисс и исключить сложную процедуру анализа знаков, мантиссы чисел перед выполнением операции сложения или вычитания переводятся в дополнительный код, а после операции делается обратное преобразование мантиссы результата в прямой код.

- 49 -

Аналогично, при выполнении умножения или деления, характеристики заменяются порядками со знаком в дополнительном коде. При этом возникновение переполнения или исчезновения порядков (антипереполнения) при сложении (вычитании) порядков может быть определено по признаку переполнения V.

По результатам выполнения операций над числами с плавающей запятой должны быть сформированы признаки PSW. Признак N определяется знаком результата операции. Признак V устанавливается в 1, если в результате выполнения операции возникло переполнение; при этом полученные значения мантиссы и характеристики записываются как результат операции. Признак Z устанавливается в 1, если возникло антипереполнение или мантисса результата равна 0; при этом знак результата операции сохраняется, а мантисса и характеристика сбрасываются в 0. Признак C после выполнения операции над числами с плавающей запятой должен быть сброшен в 0.

Практическая часть

Практическая часть работы включает выполнение следующих действий:

а) в соответствии с индивидуальным заданием разработка алгоритмов выполнения двух арифметических операций над числами с плавающей запятой: одна операция - сложение или вычитание, вторая операция - умножение или деление;

б) в соответствии с разработанными алгоритмами составление программ выполнения арифметических операций над числами с плавающей запятой;

в) формирование и занесение в память и РОНы исходных значений и необходимых вспомогательных данных;

г) запись в память программ выполнения арифметических операций над числами с плавающей запятой;

д) выполнение программ;

е) контроль результатов работы программ.

Правильность разработки и выполнения программ выполнения арифметических операций над числами с плавающей запятой контролируется путем ручной трассировки контрольных примеров с последующим сравнением результатов работы программы с результатами ручной трассировки.

Варианты заданий.

Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 2.14 и табл. 2.15.

Порядок выполнения работы.

А. В процессе самостоятельной работы

1. Выбрать исходные данные в соответствии с номером варианта.

2. Составить алгоритмы программ для решения поставленной задачи.

3. Составить программы вычислений в мнемонических и машинных кодах.

4. Составить карту распределения памяти под команды и данные.

5. Произвести ручную трассировку программ с использованием

самостоятельно выбранных исходных данных, при этом в таблице трассировки должны быть отражены значения информмации в ячейках памяти и используемых регистрах, а также значения в регистре слова состояния PSW.

6. Оформить отчет по лабораторной работе.

Б. В учебной лаборатории

1. Записать в регистры и в память исходные данные, программы и дополнительную информацию, необходимую для реализации заданных алгоритмов.

2. Выполнить программы, занесенные в память.

3. Проверить результаты выполнения программ, сравнивая их с результатами ручной трассировки алгоритмов.

Содержание отчета

1. Титульный лист.

2. Текст задания.

3. Перевод исходных данных в шестнадцатиричную систему счисления.

4. Схемы алгоритмов программ.

5. Тексты программ в мнемонических и машинных кодах.

6. Карта распределения памяти под команды и данные.

7. Таблицы трассировки программ.

Во всех вариантах операнды должны быть представлены в формате длинного слова L (32 разряда).

Программируемые операции Таблица 2.14

───────┬──────┬──────────┬──────────────┬──────────┬──────────────

Вариант│Формат│1 операция│ Действия над │2 операция│ Действия над

│данных│ │ мантиссами │ │ порядками

───────┼──────┼──────────┼──────────────┼──────────┼──────────────

1 │ F │ Сложение │ В прямых │ Деление │В дополнитель-

│ │ │ кодах │ │ ных кодах

2 │ D │ Вычитание│ В прямых │ Деление │В дополнитель-

│ │ │ кодах │ │ ных кодах

3 │ G │ Сложение │В дополнитель-│ Деление │ В формате ха-

│ │ │ ных кодах │ │ рактеристик

4 │ H │ Вычитание│В дополнитель-│ Деление │ В формате ха-

│ │ │ ных кодах │ │ рактеристик

5 │ F │ Сложение │ В прямых │ Умножение│ В формате ха-

│ │ │ кодах │ │ рактеристик

6 │ D │ Вычитание│ В прямых │ Умножение│В дополнитель-

│ │ │ кодах │ │ ных кодах

7 │ G │ Сложение │В дополнитель-│ Умножение│В дополнитель-

│ │ │ ных кодах │ │ ных кодах

8 │ H │ Вычитание│В дополнитель-│ Умножение│ В формате ха-

│ │ │ ных кодах │ │ рактеристик

9 │ F │ Сложение │В дополнитель-│ Умножение│ В формате ха-

│ │ │ ных кодах │ │ рактеристик

10 │ D │ Вычитание│В дополнитель-│ Умножение│В дополнитель-

│ │ │ ных кодах │ │ ных кодах

11 │ G │ Сложение │ В прямых │ Умножение│ В формате ха-

│ │ │ кодах │ │ рактеристик

12 │ H │ Вычитание│ В прямых │ Умножение│В дополнитель-

│ │ │ кодах │ │ ных кодах

13 │ F │ Сложение │В дополнитель-│ Умножение│В дополнитель-

│ │ │ ных кодах │ │ ных кодах

14 │ D │ Вычитание│ В прямых │ Умножение│ В дополнитель-

│ │ │ кодах │ │ ных кодах

15 │ G │ Сложение │В дополнитель-│ Умножение│ В формате ха-

│ │ │ ных кодах │ │ рактеристик

16 │ H │ Вычитание│ В прямых │ Умножение│ В дополнитель-

│ │ │ кодах │ │ ных кодах

17 │ D │ Сложение │ В прямых │ Деление │В дополнитель-

│ │ │ кодах │ │ ных кодах

18 │ H │ Вычитание│ В прямых │ Деление │В дополнитель-

│ │ │ кодах │ │ ных кодах

19 │ G │ Сложение │В дополнитель-│ Деление │ В формате ха-

│ │ │ ных кодах │ │ рактеристик

20 │ F │ Вычитание│В дополнитель-│ Деление │ В формате ха-

│ │ │ ных кодах │ │ рактеристик

Алгоритмы выполнения умножения или деления Таблица 2.15

─────────┬────────────────────────────────────────────────────────

Вариант │ Базовый алгоритм

─────────┼────────────────────────────────────────────────────────

1 │ Деление с восстановлением остатка с неподвижным де-

│ лимым и сдвигом делителя

2 │ Деление без восстановления остатка с неподвижным де-

│ лимым и сдвигом делителя

3 │ Деление с восстановлением остатка с неподвижным де-

│ лителем и сдвигом делимого

4 │ Деление без восстановления остатка с неподвижным де-

│ лителем и сдвигом делимого

5 │ Умножение с неподвижной суммой частичных произведе-

│ ний, сдвигом множимого вправо и анализом множителя, на-

│ чиная со старших разрядов

6 │ Умножение с неподвижной суммой частичных произведе-

│ ний, сдвигом множимого влево и анализом множителя, на-

│ чиная с младших разрядов

7 │ Умножение со сдвигом суммы частичных произведений

│ влево, неподвижным множимым и анализом множителя, начи-

│ ная со старших разрядов

Алгоритмы выполнения умножения или деления Таблица 2.15

─────────┬────────────────────────────────────────────────────────

Вариант │ Базовый алгоритм

─────────┼────────────────────────────────────────────────────────

1 │ Деление с восстановлением остатка с неподвижным де-

│ лимым и сдвигом делителя

2 │ Деление без восстановления остатка с неподвижным де-

│ лимым и сдвигом делителя

3 │ Деление с восстановлением остатка с неподвижным де-

│ лителем и сдвигом делимого

4 │ Деление без восстановления остатка с неподвижным де-

│ лителем и сдвигом делимого

5 │ Умножение с неподвижной суммой частичных произведе-

│ ний, сдвигом множимого вправо и анализом множителя, на-

│ чиная со старших разрядов

6 │ Умножение с неподвижной суммой частичных произведе-

│ ний, сдвигом множимого влево и анализом множителя, на-

│ чиная с младших разрядов

7 │ Умножение со сдвигом суммы частичных произведений

│ влево, неподвижным множимым и анализом множителя, начи-

│ ная со старших разрядов

8 │ Умножение со сдвигом суммы частичных произведений

│ вправо, неподвижным множимым и анализом множителя, на-

│ чиная с младших разрядов

9 │ Умножение с неподвижной суммой частичных произведе-

│ ний, сдвигом множимого влево и анализом множителя, на-

│ чиная с младших разрядов

10 │ Умножение со сдвигом суммы частичных произведений

│ влево, неподвижным множимым и анализом множителя, начи-

│ ная со старших разрядов

11 │ Умножение со сдвигом суммы частичных произведений

│ вправо, неподвижным множимым и анализом множителя, на-

│ чиная с младших разрядов

12 │ Умножение с неподвижной суммой частичных произведе-

│ ний, сдвигом множимого вправо и анализом множителя, на-

│ чиная со старших разрядов

13 │ Умножение со сдвигом суммы частичных произведений

│ влево, неподвижным множимым и анализом множителя, начи-

│ ная со старших разрядов

14 │ Умножение со сдвигом суммы частичных произведений

│ вправо, неподвижным множимым и анализом множителя, на-

│ чиная с младших разрядов

15 │ Умножение с неподвижной суммой частичных произведе-

│ ний, сдвигом множимого вправо и анализом множителя, на-

│ чиная со старших разрядов

16 │ Умножение с неподвижной суммой частичных произведе-

│ ний, сдвигом множимого влево и анализом множителя, на-

│ чиная с младших разрядов

17 │ Деление без восстановления остатка с неподвижным де-

│ лителем и сдвигом делимого

18 │ Деление с восстановлением остатка с неподвижным де-

│ лителем и сдвигом делимого

19 │ Деление без восстановления остатка с неподвижным де-

│ лимым и сдвигом делителя

20 │ Деление с восстановлением остатка с неподвижным де-

│ лимым и сдвигом делителя