**Лабораторна робота "Імітаційна модель математичного співпроцесора"**

**Математи́чний співпроце́сор**, або **модуль (блок) операцій з рухомою комою** (англ. *Floating point unit*, FPU) — співпроцесор для розширення системи команд центрального процесора комп'ютера командами для здійснення операцій над числами з рухомою комою. Може бути як у вигляді окремої мікросхеми, так і інтегрованим у кристал процесора.

Простим «цілочисловим» процесорам для роботи з дійсними числами і математичними операціями потрібні відповідні процедури підтримки та час для їх виконання. Математичний співпроцесор підтримує роботу з ними на рівні примітивів — завантаження, вивантаження дійсного числа (в/із спеціалізованих регістрів) або математична операція над ними виконується однією командою, за рахунок цього досягається значне прискорення таких операцій.

Модуль операцій з плаваючою комою являє собою *стековий калькулятор,* який працює за принципом зворотнього польського запису. Перед операцією аргументи поміщаються в LIFO - стек, при виконанні операції необхідна кількість аргументів знімається зі стека. Результат операції поміщається в стек, де може бути використаний в подальших обчисленнях або може бути знятий зі стека для запису в пам'ять. Також підтримується і пряма адресація аргументів в стеку щодо вершини.

Нехай формат числа з плаваючою точкою (ЧПТ) має стандартну структуру: sHM де: s –біт знаку мантиси, H –біти характеристики, M –біти мантиси у прямому коді. Мантиса має ще один *неявний біт* для старшої одиниці нормалізованого представлення, яка є єдиним розрядом цілої частини.

Розмір у бітах характеристики та мантиси (без неявного біту) задається індивідуальним варіантом.

Необхідно розробити програму представлення введеного у діалозі десяткового числа у експоненціальній формі у визначеного варіантом форматі ЧПТ.

Необхідно розробити програмну модель співпроцесора та реалізувати його імітаційну (тобто комп’ютерну) модель.

**Виконавцю буде запропоновано індивідуальний варіант**, в якому буде визначена конкретна**:**

1) обов’язкова для реалізації формула для обрахунку співпроцесором (згідно індивідуального варіанта).;

2) Індивідуальний варіант для представлення ЧПТ вигляду ЦЦ*x*.ЦЦ*m*, де ЦЦ*x* задає розмір характеристики у бітах та ЦЦ*m* задає кількість біт у мантисі без врахування неявного біта.

Наприклад, варіант *15x.24m.7V* потрібно розуміти так: формат ЧПТ 15 бітів для характеристики та 24 явних біти у мантисі плюс знаковий біт; 7 варіант із таблиці формул для обрахунку співпроцесором.

Вимоги до програми:

ЧПТ має представлятися з побітною розшифровкою і у зручному для аналізу вигляді (окремо *знак мантиси*, окремо *біти характеристики*, окремо *неявний біт* і окремо *біти мантиси*).

ЧПТ має представлятися, якщо це можливо, у нормалізованій формі (для ненормалізованого представлення використовувати рекомендації *IEEE 754*).

Мають опрацьовуватись і такі значення:

* мінімальне за абсолютною величиною ненульове представлення;
* максимальне додатнє представлення;
* мінімальне від’ємне преставлення;
* число +1,0Е0;
* значення +∞;
* значення -∞;
* будь-який варіант для ненормалізованого ЧПТ;
* будь-який варіант для NaN-значення.

ЧПТ має представлятися згідно рекомендацій *IEEE 754*, зокрема:

* нормалізована мантиса має представлення 1,bbb…b (де одиниця цілої частини є неявним бітом)
* нульове значення ЧПТ має всі нулі у мантисі та характеристиці;
* якщо у полі мантиси всі нулі, а у характеристиці всі одиниці, то це є +∞ чи -∞ у залежності від знаку числа;
* ненормалізоване представлення має нульову характеристику та ненульову мантису; але справжнє значення порядку при цьому має дорівнювати мінімальному для формату значенню; неявний біт приймається рівним нулю;
* якщо характеристика із одиниць та ненульова мантиса, то це NaN-значення (незвичайна числова величина).

Таблиця формул для обрахунку співпроцесором. На початку виконання програми вказуються параметри та (дійсні числа). Результатом має бути порахований вираз.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. | ++ |
| 2. | (+7)\*sin |
| 3. |  |
| 4. |  |
| 5. |  |
| 6. |  |
| 7. |  |
| 8. | (+3)\*cos |
| 9. | 7 |
| 10. | 7 |
| 11. | )\*cos |
| 12. | \*cos |
| 13. | \*sin |
| 14. |  |
| 15. | )\*cos |

Неформальна постановка від лектора:

Нужно разработать программную модель работы сопроцессора с 8 регистрами, объединенных в стек. Данные в регистрах подаются в IEEE 754 формате с различной длиной характеристики и мантиссы (по вариантам).

Студенты получают дробно-рациональную функцию (на выбор преподавателя) от двух переменных, им нужно написать последовательность действий для вычисления ее значения для заданных значений переменных.

Далее эта последовательность реализуется в рамках программы (обрабатывается последовательность операторов для вычисления функции, учитывающих стековую организацию регистров).

Мнемонику операторов могут предлагать свою или использовать ассемблерную.