

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"**

ІКНІ
Кафедра ПЗ

ЗВІТ

до лабораторної роботи № 6
з дисципліни: *“Архітектура комп’ютера”*
на тему: *“Програмування арифметичного співпроцесора мікропроцесорів x86”*

Лектор:
доц. каф. ПЗ
Крук О.Г.

Виконав:
ст. гр. ПЗ-22
Ясногородський Н.В.

Прийняв:
доц. каф. ПЗ
Крук О.Г.

« ____ » _____ 2022 р.

Σ = ____

Львів – 2022

Тема роботи: Програмування арифметичного співпроцесора мікропроцесорів x86.

Мета роботи: розвинути навички складання програми для арифметичного співпроцесора мовою асемблера для обчислення математичного виразу, відтранслявати і виконати в режимі відлагодження програму, складену відповідно до свого варіанту, обчислити заданий вираз в програмі мовою C та порівняти результати.

Варіант: 30

30	$\frac{4/a - \cos(c*a) + \sqrt{23*c - 4}}{8.4*c - \frac{d}{9} + 13*a}$	a = 4.3 c=7.1 d=1.2
----	--	---------------------

Теоретичні відомості

Арифметичний процесор або співпроцесор - це цифровий пристрій, призначений для апаратного виконання арифметичних операцій над дійсними (з плаваючою комою) числами. Наявність співпроцесора дозволяє значно прискорити роботу програм, що виконують обчислення з високою точністю, тригонометричні розрахунки та опрацювання інформації, яка повинна бути подана у вигляді дійсних чисел. В перших моделях мікропроцесорів Intel співпроцесора не було, він виготовлявся у вигляді окремої інтегральної мікросхеми і входив в склад комп'ютерів як опція. Починаючи з моделі i486DX співпроцесор розміщується на тому ж кристалі, що і основний процесор. .

Співпроцесор має вісім 80-розрядних регістрів R0 - R7 для зберігання чисел з плаваючою комою, організованих у вигляді кільцевого стека. Номер регістра, який на даний момент перебуває на вершині стека, вказується в 3-бітовому полі TOP, що міститься в слові стану. При написанні програм, в яких використовуються команди з плаваючою комою, до вершини стека можна звернутися за допомогою операнда ST(0) (або просто ST). В командах можна також використовувати відносні до вершини стека операнди ST(1) ... ST(7). Абсолютні імена регістрів типу R0, R1, ... R7 використовувати не можна.

При виконанні команд з плаваючою комою їх операнди зберігаються в десятибайтових регістрах у розширеному форматі з подвійною точністю. При збереженні результату арифметичної операції в пам'яті співпроцесор автоматично перетворює його з розширеного формату в ціле або довге ціле число, а також в коротке або довге дійсне число.

Основний процесор і співпроцесор можуть обмінюватися значеннями з плаваючою комою тільки через оперативну пам'ять. Тому перед викликом команди співпроцесора її операнд завжди повинен міститися в пам'яті. При цьому співпроцесор завантажує число з пам'яті в свій стек регістрів і виконує над ним арифметичну операцію.

Мнемоніки команд з плаваючою комою завжди починаються з літери F/f, щоб їх можна було відрізнити від інших команд основного процесора. Друга

літера в мнемоніці (зазвичай це B/b або I/i) визначає спосіб інтерпретації операнда, що міститься в пам'яті. Літера B свідчить про те, що оператор поданий в двійково-десятковому коді (Binary-Coded Decimal, або BCD). Літера I говорить про те, що оператор поданий у вигляді цілого значення. Якщо ці літери не вказані, то передбачається, що оператор міститься в пам'яті в одному з форматів чисел із плаваючою комою. До прикладу, команда FBLD оперує з двійково-десятковими числами (BCD-числами), команда FILD - з цілими числами, а FLD - з дійсними, поданими в форматі з плаваючою комою.

У командах з плаваючою комою можна вказати максимум два оператори, причому один з них - це ім'я одного з регістрів з плаваючою комою. Безпосередньо задані операнди не використовуються. Як операнди не можна також використовувати імена регістрів загального призначення основного процесора, таких як AX або EBX. Не дозволені також операції типу "пам'ять-пам'ять".

Індивідуальне завдання

1. Складіть програму обчислення виразу за допомогою команд співпроцесора для WINDOWS.
2. Перевірте результат роботи асемблерної програми, порівнявши його з результатом програми мовою Сі.
3. У звіті наведіть текст програми, копії вікон з результатами.
4. Зробіть висновки про виконану роботу.

30	$\frac{4/a - \cos(c*a) + \sqrt{23*c - 4}}{8.4*c - \frac{d}{9} + 13*a}$	a = 4.3 c=7.1 d=1.2
----	--	---------------------

Хід виконання

1. Склад програму обчислення виразу за допомогою команд співпроцесора.
2. Склад програму обчислення виразу на мові Сі.
3. Перевірів результат роботи асемблерної програми порівнявши його з результатом програми мовою Сі. .

Name	Value
RES	0.115287252

Результат роботи програми на мові Асемблера

Result=0.115287

Результат роботи програми на мові C

Код програми на мові Асемблера

```
.686
.model flat, stdcall
.stack

.data

A REAL4 4.3
B REAL4 7.0
D REAL4 1.2
C1 REAL4 4.0
C2 REAL4 23.0
C3 REAL4 4.0
C4 REAL4 8.4
C5 REAL4 9.0
C6 REAL4 13.0

RES REAL4 ?

.code

main:
    finit ; init
    fld C1
    fdiv A; C1 / A

    fld B
    fmul A; B * A
    fcos ; cos(C*A)

    fsubp ST(1), ST(0); C1/A - cos(B*A)

    fld C2
    fmul B
    fsub C3
    fsqrt ; sqrt(C2*B - C3)

    faddp ST(1), ST(0); sqrt(C2*B - C3) + C1/A - cos(B*A)

    fld C4
    fmul B; C4 * B

    fld D
    fdiv C5; D / C5

    fsubp ST(1), ST(0); C4 * B - D / C5

    fld C6
```

```

fmul A; C6 * A

faddp ST(1), ST(0); C4 * B - D / C5 + C6 * A

fdivp ST(1), ST(0); (sqrt(C2*B - C3) + C1/A - cos(B*A)) / (C4 * B - D / C5 + C6 * A)

fst RES

RET
END main

```

Код програми на мові C

```

#include <math.h>
#include <stdio.h>

int main() {
    double a = 4.3, c = 7, d = 1.2;
    double res =
        (4 / a - cos(c * a) + sqrt(23 * c - 4)) / (8.4 * c - d / 9 + 13 * a);
    printf("Result=%f\n\n", res);
    return 0;
}

```

Висновки

На цій лабораторній роботі я розвинув навички складання програми для арифметичного співпроцесора мовою асемблера для обчислення математичного виразу, відтранслявав і виконав в режимі відлагодження програму, складену відповідно до свого варіанту, відлагодив та перевінив виконання тесту.