

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

**ІКНІ**  
**Кафедра ПЗ**

**ЗВІТ**

до лабораторної роботи № 10  
**на тему:** "Розроблення програми для арифметичного співпроцесора  
мікроконтролера Cortex-M4F"  
**з дисципліни:** *"Архітектура комп'ютера"*

**Лектор:**  
доц. каф. ПЗ  
Крук О. Г.

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

**Прийняв:**  
доц. каф. ПЗ  
Крук О. Г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022р.  
Σ = \_\_\_\_ \_

Тема: Розроблення програми для арифметичного співпроцесора мікроконтролера Cortex-M4F

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

### Індивідуальне завдання

1. В середовищі Keil  $\mu$ Vision створіть проєкт Lab10. Відтранслюйте програми StartUp\_2.s та LR\_10.s (скопіюйте ці програми з методичних вказівок).
2. Виконайте проєкт в режимі відлагодження покроково, слідкуйте за змінами регістрів як основного процесора, так і арифметичного співпроцесора.
3. Детально проаналізуйте кожний рядок обох початкових файлів з асемблерним кодом.
4. Складіть програму обчислення виразу відповідно до свого варіанту за допомогою команд арифметичного співпроцесора ARM-процесорів.
5. Відтранслюйте програму StartUp\_2.s та розроблену програму.
6. Виконайте компонування проєкту.
7. Запустіть процес відлагодження.
8. Виконайте проєкт в режимі відлагодження покроково, слідкуйте за змінами регістрів як основного процесора, так і арифметичного співпроцесора.

- 
9. Перевірте результат роботи асемблерної програми, порівнявши його з результатом програми мовою Cі.
  10. У звіті наведіть тексти програм та копії вікон з регістрами і всіма змінними.
  11. Зробіть висновки про виконану роботу.

30	$y = \begin{cases} 5.8*c - \sqrt{9.9 + 17*d} - c*a, & d \geq a*c \\ \sqrt{\left  9.8*a - \frac{c}{4.3} + 8.4*d \right }, & d < a*c \end{cases}$	$a = 7.3 \quad c=6.3$ $d=5.4$
----	---	----------------------------------

## Код програми (assembler)

```
AREA myCode, CODE, READONLY
MyProg
EXPORT MyProg

LDR r0, =a
VLDM r0, {s0-s2} ; s0=a, s1=c, s2=d

LDR r0, =n1
VLDM r0, {s7-s11} ; n1, n2 ... n5

VMUL.F32 s3, s0, s1
VCMP.F32 s2, s3
VMRS APSR_nzcv, FPSCR ; load cmp resulting flags to cpu register
BGE FIRST ; d >= a*c
BLT SECOND ; d < a*c

FIRST
VMUL.F32 s3, s7, s1 ; 5.8*c

VMOV.F32 s4, #17.0
VMUL.F32 s4, s4, s2 ; 17*d
VADD.F32 s4, s9
VSQRT.F32 s4, s4 ; sqrt(9.9 + 17*d)

VMUL.F32 s5, s1, s0 ; c*a

VSUB.F32 s3, s4
VSUB.F32 s3, s5 ; 5.8 * c - sqrt(9.9 + 17 * d) - c * a;

LDR r0, =y
VSTM r0, {s3}
B STOP

SECOND
VMUL.F32 s3, s8, s0 ; 9.8*a

VDIV.F32 s4, s1, s10 ; c/4.3

VMUL.F32 s5, s2, s11 ; 8.4*d

VSUB.F32 s3, s4
VADD.F32 s3, s5

VABS.F32 s3, s3
VSQRT.F32 s3, s3
```

```
LDR r0, =y
VSTM r0, {s3}
B STOP
```

STOP B STOP

```
a DCFS 7.3
c DCFS 6.3
d DCFS 5.4
```

```
n1 DCFS 5.8
n2 DCFS 9.8
n3 DCFS 9.9
n4 DCFS 4.3
n5 DCFS 8.4
```

```
ALIGN
    AREA MyData, DATA, ReadWrite
y DCFS 0.0
    END
```

### Код програми (с)

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

int main() {
    float a = 7.3;
    float c = 6.3;
    float d = 5.4;
    float res;

    if (d >= a * c) {
        res = 5.8 * c - sqrt(9.9 + 17 * d) - c * a;
    } else {
        res = sqrt(fabs(9.8 * a - c / 4.3 + 8.4 * d));
    }

    printf("%f\n", res);
}
```

## Результат

```
> gcc 10.c  
> ./a.out  
10.744062
```

Мовою C

Memory 1		
Address: 0x20000000		
0x20000000:	10.7441	0
0x20000014:	0	0

Мовою asm

## Висновки

Під час виконання лабораторної роботи я розвинув навички складання програми для арифметичного співпроцесора ARM-процесорів мовою асемблера для обчислення математичного виразу, відтранслявав і виконав в режимі відлагодження програму, складену відповідно до свого варіанту, обчислив заданий вираз в програмі мовою C та порівняв результати.