

# **Отчёт по лабораторной работе 9**

**Архитектура компьютеров**

Исмаил М. А. НКАбд-03-24

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>6</b>
2.1	Реализация подпрограмм в NASM . . . . .	6
2.2	Отладка программы с помощью GDB . . . . .	9
2.3	Задание для самостоятельной работы . . . . .	19
<b>3</b>	<b>Выводы</b>	<b>26</b>

## Список иллюстраций

2.1	Текст программы lab9-1.asm . . . . .	7
2.2	Запуск программы lab9-1.asm . . . . .	7
2.3	Модифицированная программа lab9-1.asm . . . . .	8
2.4	Запуск модифицированной программы lab9-1.asm . . . . .	9
2.5	Код программы lab9-2.asm . . . . .	10
2.6	Запуск программы lab9-2.asm в GDB . . . . .	11
2.7	Дизассемблированный код программы . . . . .	12
2.8	Дизассемблированный код в Intel-синтаксисе . . . . .	13
2.9	Настройка точки останова . . . . .	14
2.10	Отслеживание изменений регистров . . . . .	15
2.11	Детальный анализ регистров . . . . .	16
2.12	Изменение значения переменной msg1 . . . . .	17
2.13	Просмотр регистра после изменений . . . . .	18
2.14	Анализ стека программы . . . . .	19
2.15	Код программы lab9-prog.asm . . . . .	20
2.16	Запуск программы lab9-prog.asm . . . . .	21
2.17	Код с ошибкой . . . . .	22
2.18	Процесс отладки программы . . . . .	23
2.19	Исправленный код программы . . . . .	24
2.20	Проверка исправленного кода . . . . .	25

## Список таблиц

# 1 Цель работы

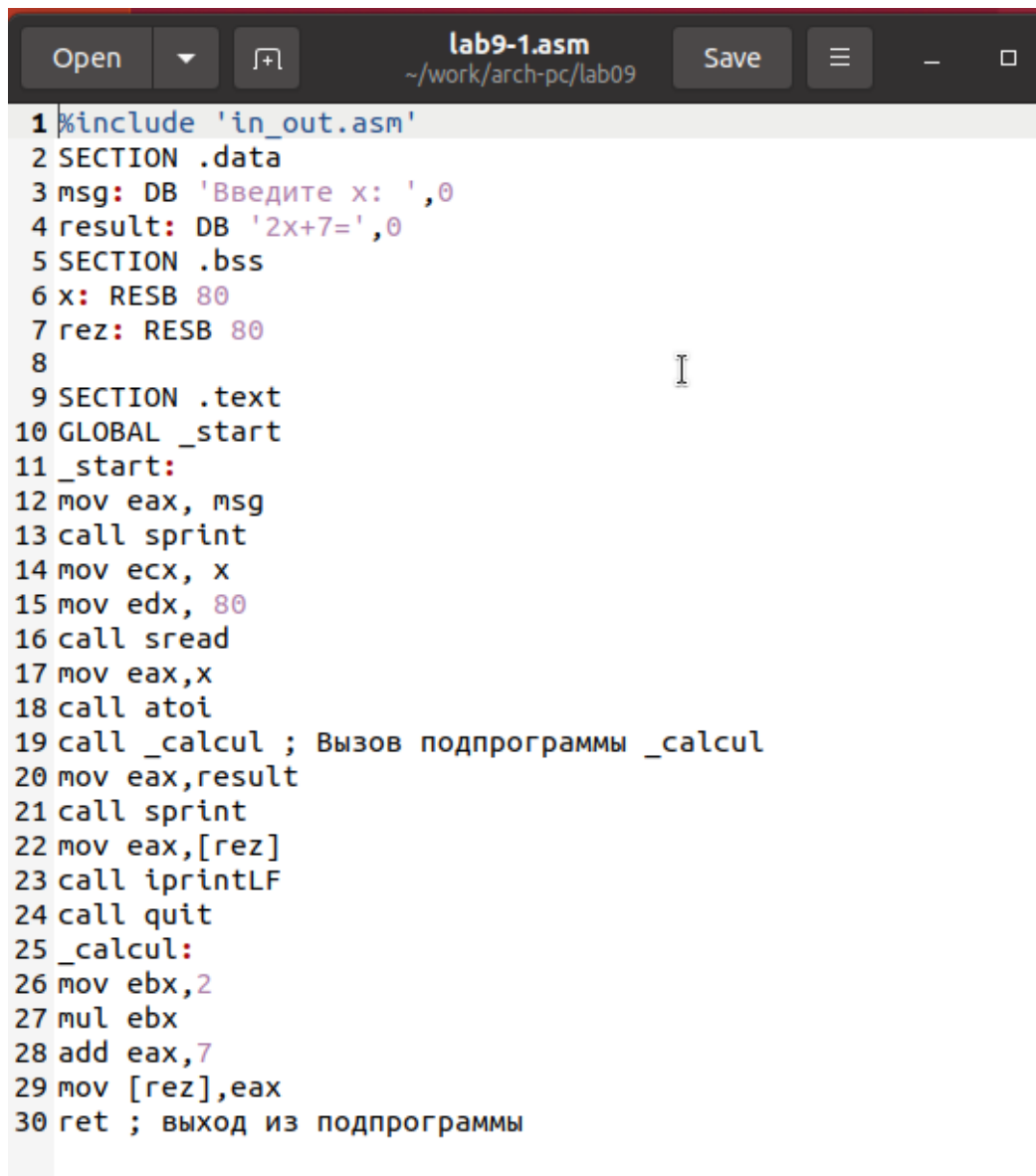
Целью работы является приобретение навыков написания программ с использованием подпрограмм. Знакомство с методами отладки при помощи GDB и его основными возможностями.

## 2 Выполнение лабораторной работы

### 2.1 Реализация подпрограмм в NASM

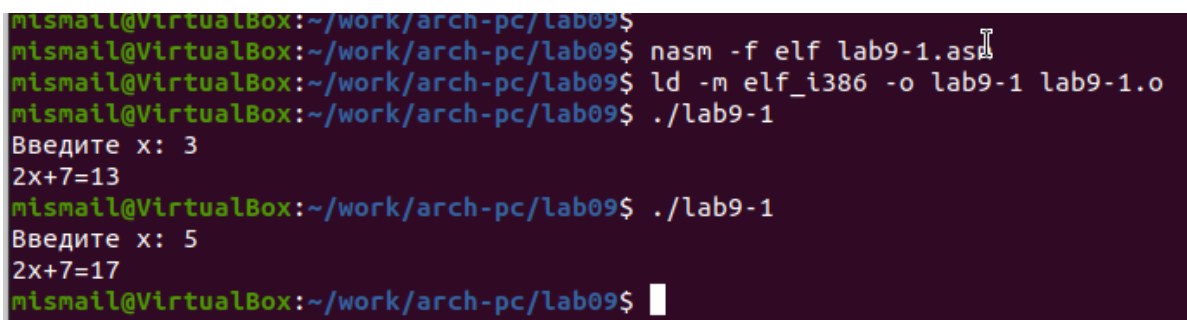
Для выполнения лабораторной работы №9 я создал новую папку и перешел в нее. Затем я создал файл с именем lab9-1.asm.

В качестве примера была рассмотрена программа, которая вычисляет арифметическое выражение  $f(x) = 2x + 7$  с использованием подпрограммы calcul. Значение переменной  $x$  вводится с клавиатуры, а вычисление производится внутри подпрограммы. (рис. 2.1) (рис. 2.2)



```
1 %include 'in_out.asm'
2 SECTION .data
3 msg: DB 'Введите x: ',0
4 result: DB '2x+7=',0
5 SECTION .bss
6 x: RESB 80
7 rez: RESB 80
8
9 SECTION .text
10 GLOBAL _start
11 _start:
12 mov eax, msg
13 call sprint
14 mov ecx, x
15 mov edx, 80
16 call sread
17 mov eax,x
18 call atoi
19 call _calcul ; Вызов подпрограммы _calcul
20 mov eax,result
21 call sprint
22 mov eax,[rez]
23 call iprintLF
24 call quit
25 _calcul:
26 mov ebx,2
27 mul ebx
28 add eax,7
29 mov [rez],eax
30 ret ; выход из подпрограммы
```

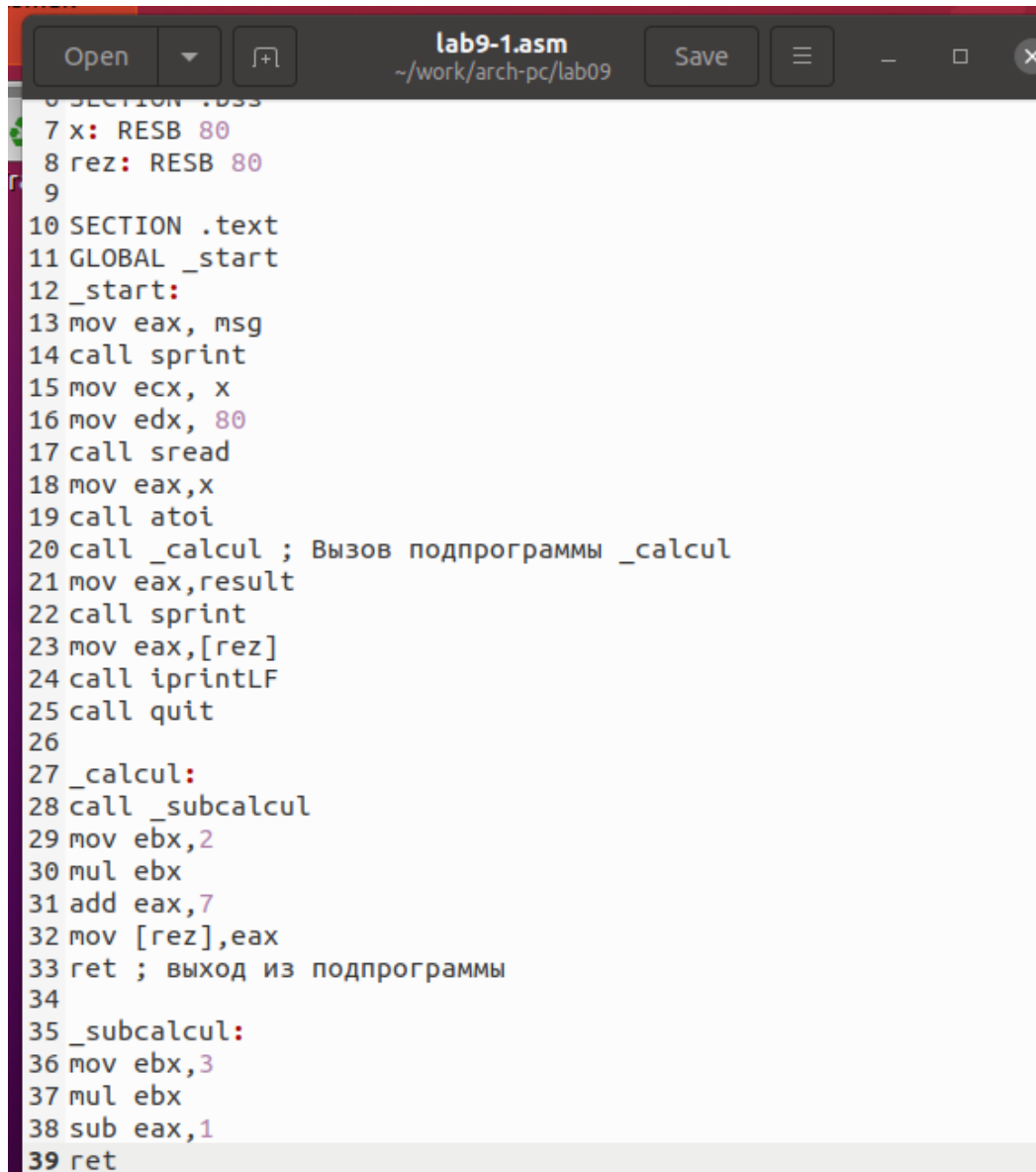
Рис. 2.1: Текст программы lab9-1.asm



```
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ nasm -f elf lab9-1.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ ld -m elf_i386 -o lab9-1 lab9-1.o
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-1
Введите x: 3
2x+7=13
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-1
Введите x: 5
2x+7=17
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$
```

Рис. 2.2: Запуск программы lab9-1.asm

Далее я модифицировал программу, добавив подпрограмму `subcalcul` внутрь подпрограммы `calcul`. Это позволило вычислять составное выражение  $f(g(x))$ , где  $f(x) = 2x + 7$ , а  $g(x) = 3x - 1$ . Значение  $x$  вводится с клавиатуры. (рис. 2.3) (рис. 2.4)



```
6 SECTION .bss
7 x: RESB 80
8 rez: RESB 80
9
10 SECTION .text
11 GLOBAL _start
12 _start:
13 mov eax, msg
14 call sprint
15 mov ecx, x
16 mov edx, 80
17 call sread
18 mov eax, x
19 call atoi
20 call _calcul ; Вызов подпрограммы _calcul
21 mov eax, result
22 call sprint
23 mov eax, [rez]
24 call iprintLF
25 call quit
26
27 _calcul:
28 call _subcalcul
29 mov ebx, 2
30 mul ebx
31 add eax, 7
32 mov [rez], eax
33 ret ; выход из подпрограммы
34
35 _subcalcul:
36 mov ebx, 3
37 mul ebx
38 sub eax, 1
39 ret
```

Рис. 2.3: Модифицированная программа lab9-1.asm

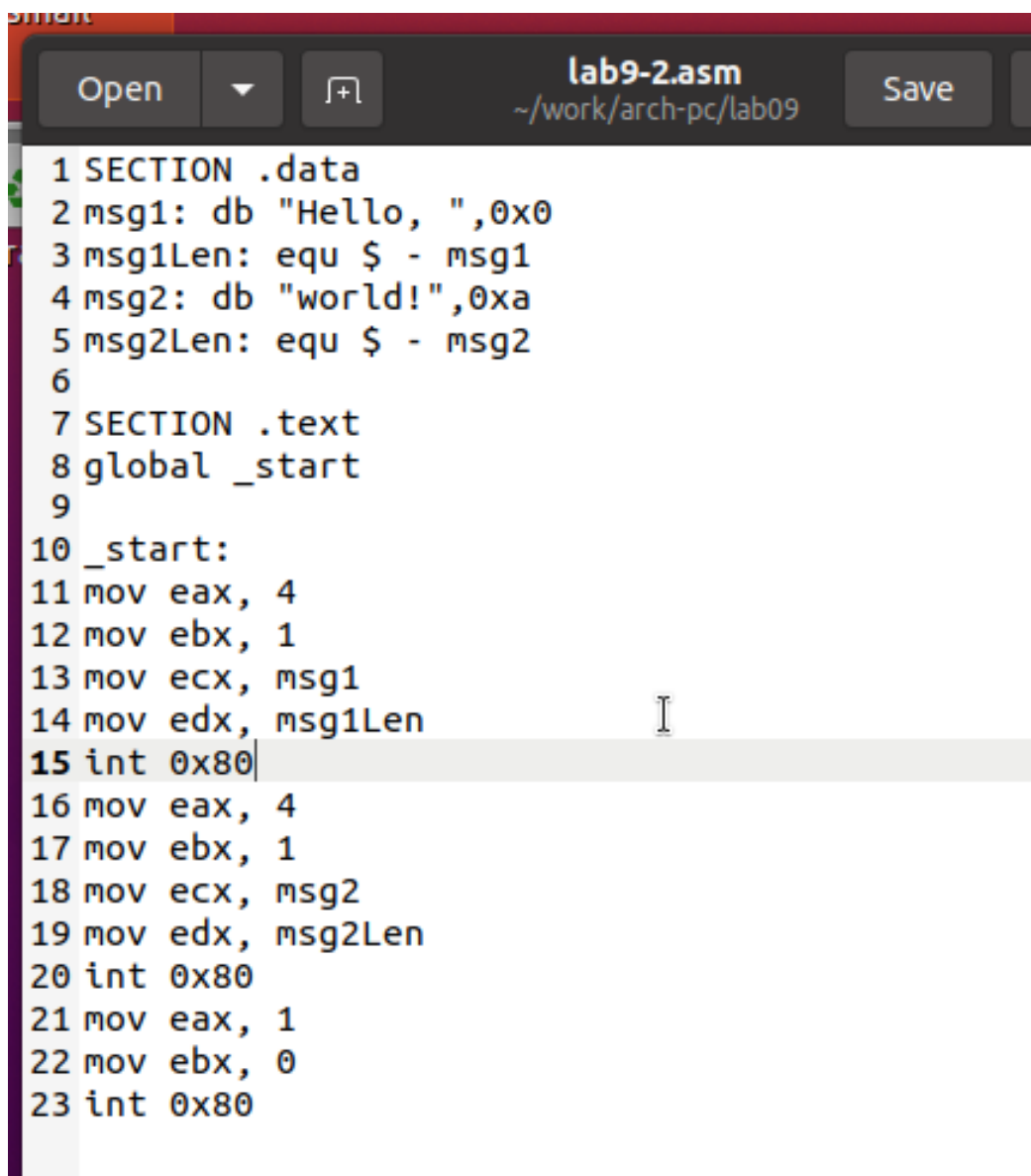


```
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ nasm -f elf lab9-1.asm  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ ld -m elf_i386 -o lab9-1 lab9-1.o  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-1  
Введите x: 3  
2(3x-1)+7=23  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-1  
Введите x: 5  
2(3x-1)+7=35  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$
```

Рис. 2.4: Запуск модифицированной программы lab9-1.asm

## 2.2 Отладка программы с помощью GDB

Я создал файл lab9-2.asm, в котором содержится программа из Листинга 9.2. Она отвечает за вывод сообщения “Hello world!” на экран. (рис. 2.5)



```
1 SECTION .data
2 msg1: db "Hello, ",0x0
3 msg1Len: equ $ - msg1
4 msg2: db "world!",0xa
5 msg2Len: equ $ - msg2
6
7 SECTION .text
8 global _start
9
10 _start:
11 mov eax, 4
12 mov ebx, 1
13 mov ecx, msg1
14 mov edx, msg1Len
15 int 0x80
16 mov eax, 4
17 mov ebx, 1
18 mov ecx, msg2
19 mov edx, msg2Len
20 int 0x80
21 mov eax, 1
22 mov ebx, 0
23 int 0x80
```

Рис. 2.5: Код программы lab9-2.asm

После компиляции с ключом -g для добавления отладочной информации я загрузил исполняемый файл в GDB. Запустил программу с помощью команды run или r. (рис. 2.6)

```

mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ nasm -f elf -g -l lab9-2.lst lab9-2.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ ld -m elf_i386 -o lab9-2 lab9-2.o
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ gdb lab9-2
GNU gdb (Ubuntu 9.2-0ubuntu1~20.04.2) 9.2
Copyright (C) 2020 Free Software Foundation, Inc.
License GPLv3+: GNU GPL version 3 or later <http://gnu.org/licenses/gpl.html>
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.
Type "show copying" and "show warranty" for details.
This GDB was configured as "x86_64-linux-gnu".
Type "show configuration" for configuration details.
For bug reporting instructions, please see:
<http://www.gnu.org/software/gdb/bugs/>.
Find the GDB manual and other documentation resources online at:
<http://www.gnu.org/software/gdb/documentation/>.

For help, type "help".
Type "apropos word" to search for commands related to "word"...
Reading symbols from lab9-2...
(gdb) r
Starting program: /home/mismail/work/arch-pc/lab09/lab9-2
Hello, world!
[Inferior 1 (process 2162) exited normally]
(gdb)

```

Рис. 2.6: Запуск программы lab9-2.asm в GDB

Для анализа программы я установил точку остановки на метке `_start` и запустил выполнение. Затем изучил дизассемблированный код программы. (рис. 2.7) (рис. 2.8)

```
mismail@VirtualBox: ~/work/arch-pc/lab09
(gdb) r
Starting program: /home/mismail/work/arch-pc/lab09/lab9-2
Hello, world!
[Inferior 1 (process 2162) exited normally]
(gdb) break _start
Breakpoint 1 at 0x08049000
(gdb) r
Starting program: /home/mismail/work/arch-pc/lab09/lab9-2

Breakpoint 1, 0x08049000 in _start ()
(gdb) disassemble _start
Dump of assembler code for function _start:
=> 0x08049000 <+0>:      mov     $0x4,%eax
0x08049005 <+5>:      mov     $0x1,%ebx
0x0804900a <+10>:     mov     $0x804a000,%ecx
0x0804900f <+15>:     mov     $0x8,%edx
0x08049014 <+20>:     int     $0x80
0x08049016 <+22>:     mov     $0x4,%eax
0x0804901b <+27>:     mov     $0x1,%ebx
0x08049020 <+32>:     mov     $0x804a008,%ecx
0x08049025 <+37>:     mov     $0x7,%edx
0x0804902a <+42>:     int     $0x80
0x0804902c <+44>:     mov     $0x1,%eax
0x08049031 <+49>:     mov     $0x0,%ebx
0x08049036 <+54>:     int     $0x80
End of assembler dump.
(gdb) █
```

Рис. 2.7: Дизассемблированный код программы

```
mismail@VirtualBox: ~/work/arch-pc/lab09
0x08049016 <+22>:  mov    $0x4,%eax
0x0804901b <+27>:  mov    $0x1,%ebx
0x08049020 <+32>:  mov    $0x804a008,%ecx
0x08049025 <+37>:  mov    $0x7,%edx
0x0804902a <+42>:  int     $0x80
0x0804902c <+44>:  mov    $0x1,%eax
0x08049031 <+49>:  mov    $0x0,%ebx
0x08049036 <+54>:  int     $0x80
End of assembler dump.
(gdb) set disassembly-flavor intel
(gdb) disassemble _start
Dump of assembler code for function _start:
=> 0x08049000 <+0>:  mov     eax,0x4
0x08049005 <+5>:  mov     ebx,0x1
0x0804900a <+10>:  mov     ecx,0x804a000
0x0804900f <+15>:  mov     edx,0x8
0x08049014 <+20>:  int     0x80
0x08049016 <+22>:  mov     eax,0x4
0x0804901b <+27>:  mov     ebx,0x1
0x08049020 <+32>:  mov     ecx,0x804a008
0x08049025 <+37>:  mov     edx,0x7
0x0804902a <+42>:  int     0x80
0x0804902c <+44>:  mov     eax,0x1
0x08049031 <+49>:  mov     ebx,0x0
0x08049036 <+54>:  int     0x80
End of assembler dump.
(gdb) 
```

Рис. 2.8: Дизассемблированный код в Intel-синтаксисе

Для проверки точки останова я использовал команду `info breakpoints (i b)`. Установил дополнительную точку останова по адресу инструкции `mov ebx, 0x0`. (рис. 2.9)

```
mismail@VirtualBox: ~/work/arch-pc/lab09

Register group: general
eax      0x0      0
ecx      0x0      0
edx      0x0      0
ebx      0x0      0
esp      0xffffd1e0 0xffffd1e0
ebp      0x0      0x0
esi      0x0      0
edi      0x0      0

B->0x8049000 <_start> mov    eax,0x4
0x8049005 <_start+5> mov    ebx,0x1
0x804900a <_start+10> mov    ecx,0x804a000
0x804900f <_start+15> mov    edx,0x8
0x8049014 <_start+20> int    0x80
0x8049016 <_start+22> mov    eax,0x4
0x804901b <_start+27> mov    ebx,0x1
0x8049020 <_start+32> mov    ecx,0x804a008

native process 2166 In: start L?? PC: 0x8049000
(gdb) layout regs
(gdb) i b
Num    Type          Disp Enb Address      What
1      breakpoint    keep y 0x08049000 <_start>
       breakpoint already hit 1 time
2      breakpoint    keep y 0x08049031 <_start+49>
(gdb) █
```

Рис. 2.9: Настройка точки останова

С помощью команды `stepi` (`si`) выполнил пошаговую отладку, отслеживая изменения регистров. (рис. 2.10) (рис. 2.11)

```
mismail@VirtualBox: ~/work/arch-pc/lab09

Register group: general
eax      0x4      4
ecx      0x0      0
edx      0x0      0
ebx      0x0      0
esp      0xffffd1e0 0xffffd1e0
ebp      0x0      0x0
esi      0x0      0
edi      0x0      0

B+ 0x8049000 <_start> mov eax,0x4
>0x8049005 <_start+5> mov ebx,0x1
0x804900a <_start+10> mov ecx,0x804a000
0x804900f <_start+15> mov edx,0x8
0x8049014 <_start+20> int 0x80
0x8049016 <_start+22> mov eax,0x4
0x804901b <_start+27> mov ebx,0x1
0x8049020 <_start+32> mov ecx,0x804a008

native process 2166 In: _start L?? PC: 0x8049005
esp      0xffffd1e0 0xffffd1e0
ebp      0x0      0x0
esi      0x0      0
edi      0x0      0
eip      0x8049000 0x8049000 <_start>
eflags   0x202    [ IF ]
cs       0x23     35
ss       0x2b     43
ds       0x2b     43
es       0x2b     43
fs       0x0      0
--Type <RET> for more, q to quit, c to continue without paging--
gs       0x0      0
(gdb) si
0x08049005 in _start ()
(gdb)
```

Рис. 2.10: Отслеживание изменений регистров

```
mismail@VirtualBox: ~/work/arch-pc/lab09

Register group: general
eax      0x8      8
ecx      0x804a000 134520832
edx      0x8      8
ebx      0x1      1
esp      0xffffd1e0 0xffffd1e0
ebp      0x0      0x0
esi      0x0      0
edi      0x0      0

B+ 0x8049000 <_start>    mov    eax,0x4
0x8049005 <_start+5>    mov    ebx,0x1
0x804900a <_start+10>   mov    ecx,0x804a000
0x804900f <_start+15>   mov    edx,0x8
0x8049014 <_start+20>   int    0x80
>0x8049016 <_start+22>   mov    eax,0x4
0x804901b <_start+27>   mov    ebx,0x1
0x8049020 <_start+32>   mov    ecx,0x804a008

native process 2166 In: _start L?? PC: 0x8049016
ds      0x2b      43
es      0x2b      43
fs      0x0      0
--Type <RET> for more, q to quit, c to continue without paging--
gs      0x0      0
(gdb) si
0x08049005 in _start ()
(gdb) si
0x0804900a in _start ()
(gdb) si
0x0804900f in _start ()
(gdb) si
0x08049014 in _start ()
(gdb) si
0x08049016 in _start ()
(gdb) 
```

Рис. 2.11: Детальный анализ регистров

Я также просмотрел значение переменной msg1 по имени и изменил первый символ переменной с помощью команды set. (рис. 2.12) (рис. 2.13)



```
mismail@VirtualBox: ~/work/arch-pc/lab09

Register group: general
eax      0x8      8
ecx      0x804a000 134520832
edx      0x8      8
ebx      0x1      1
esp      0xffffd1e0 0xffffd1e0
ebp      0x0      0x0
esi      0x0      0
edi      0x0      0

B+ 0x8049000 <_start>    mov    eax,0x4
0x8049005 <_start+5>    mov    ebx,0x1
0x804900a <_start+10>   mov    ecx,0x804a000
0x804900f <_start+15>   mov    edx,0x8
0x8049014 <_start+20>   int    0x80
>0x8049016 <_start+22>   mov    eax,0x4
0x804901b <_start+27>   mov    ebx,0x1
0x8049020 <_start+32>   mov    ecx,0x804a008

native process 2166 In:  _start L?? PC: 0x8049016
0x0804900f in _start ()
(gdb) si
0x08049014 in _start ()
(gdb) si
0x08049016 in _start ()
(gdb) x/1sb &msg1
0x804a000 <msg1>:      "Hello, "
(gdb) x/1sb 0x804a008
0x804a008 <msg2>:      "world!\n"
(gdb) set {char}&msg1='h'
(gdb) x/1sb &msg1
0x804a000 <msg1>:      "hello, "
(gdb) set {char}0x804a008='L'
(gdb) x/1sb 0x804a008
0x804a008 <msg2>:      "Lorld!\n"
(gdb) 
```

Рис. 2.12: Изменение значения переменной msg1

```
mismail@VirtualBox: ~/work/arch-pc/lab09

Register group: general
eax      0x8      8
ecx      0x804a000 134520832
edx      0x8      8
ebx      0x1      1
esp      0xffffd1e0 0xffffd1e0
ebp      0x0      0x0
esi      0x0      0
edi      0x0      0

B+ 0x8049000 <_start>      mov     eax,0x4
0x8049005 <_start+5>      mov     ebx,0x1
0x804900a <_start+10>     mov     ecx,0x804a000
0x804900f <_start+15>     mov     edx,0x8
0x8049014 <_start+20>     int     0x80
>0x8049016 <_start+22>     mov     eax,0x4
0x804901b <_start+27>     mov     ebx,0x1
0x8049020 <_start+32>     mov     ecx,0x804a008

native process 2166 In: start L?? PC: 0x8049016
0x804a008 <msg2>: "Lorld!\n"
(gdb) p/s $eax
$1 = 8
(gdb) p/t $eax
$2 = 1000
(gdb) p/s $ecx
$3 = 134520832
(gdb) p/x $ecx
$4 = 0x804a000
(gdb) p/s $edx
$5 = 8
(gdb) p/t $edx
$6 = 1000
(gdb) p/x $edx
$7 = 0x8
(gdb) █
```

Рис. 2.13: Просмотр регистра после изменений

Для проверки программы с аргументами я скопировал файл lab8-2.asm из лабораторной работы №8, создал исполняемый файл и загрузил его в GDB с помощью ключа `-args`. Затем исследовал стек, где хранились адреса аргументов. (рис. 2.14)

```
mismail@VirtualBox: ~/work/arch-pc/lab09
Copyright (C) 2020 Free Software Foundation, Inc.
License GPLv3+: GNU GPL version 3 or later <http://gnu.org/licenses/gpl.html>
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.
Type "show copying" and "show warranty" for details.
This GDB was configured as "x86_64-linux-gnu".
Type "show configuration" for configuration details.
For bug reporting instructions, please see:
<http://www.gnu.org/software/gdb/bugs/>.
Find the GDB manual and other documentation resources online at:
<http://www.gnu.org/software/gdb/documentation/>.

For help, type "help".
Type "apropos word" to search for commands related to "word"...
Reading symbols from lab9-3...
(gdb) b _start
Breakpoint 1 at 0x80490e8
(gdb) run
Starting program: /home/mismail/work/arch-pc/lab09/lab9-3 argument 1 argument 2 argument\ 3

Breakpoint 1, 0x080490e8 in _start ()
(gdb) x/x $esp
0xffffd1a0: 0x00000006
(gdb) x/s *(void**)($esp + 4)
0xffffd36e: "/home/mismail/work/arch-pc/lab09/lab9-3"
(gdb) x/s *(void**)($esp + 8)
0xffffd396: "argument"
(gdb) x/s *(void**)($esp + 12)
0xffffd39f: "1"
(gdb) x/s *(void**)($esp + 16)
0xffffd3a1: "argument"
(gdb) x/s *(void**)($esp + 20)
0xffffd3aa: "2"
(gdb) x/s *(void**)($esp + 24)
0xffffd3ac: "argument 3"
(gdb) 
```

Рис. 2.14: Анализ стека программы

## 2.3 Задание для самостоятельной работы

Я модифицировал программу из лабораторной работы №8, добавив вычисление функции  $f(x)$  в виде подпрограммы. (рис. 2.15) (рис. 2.16)

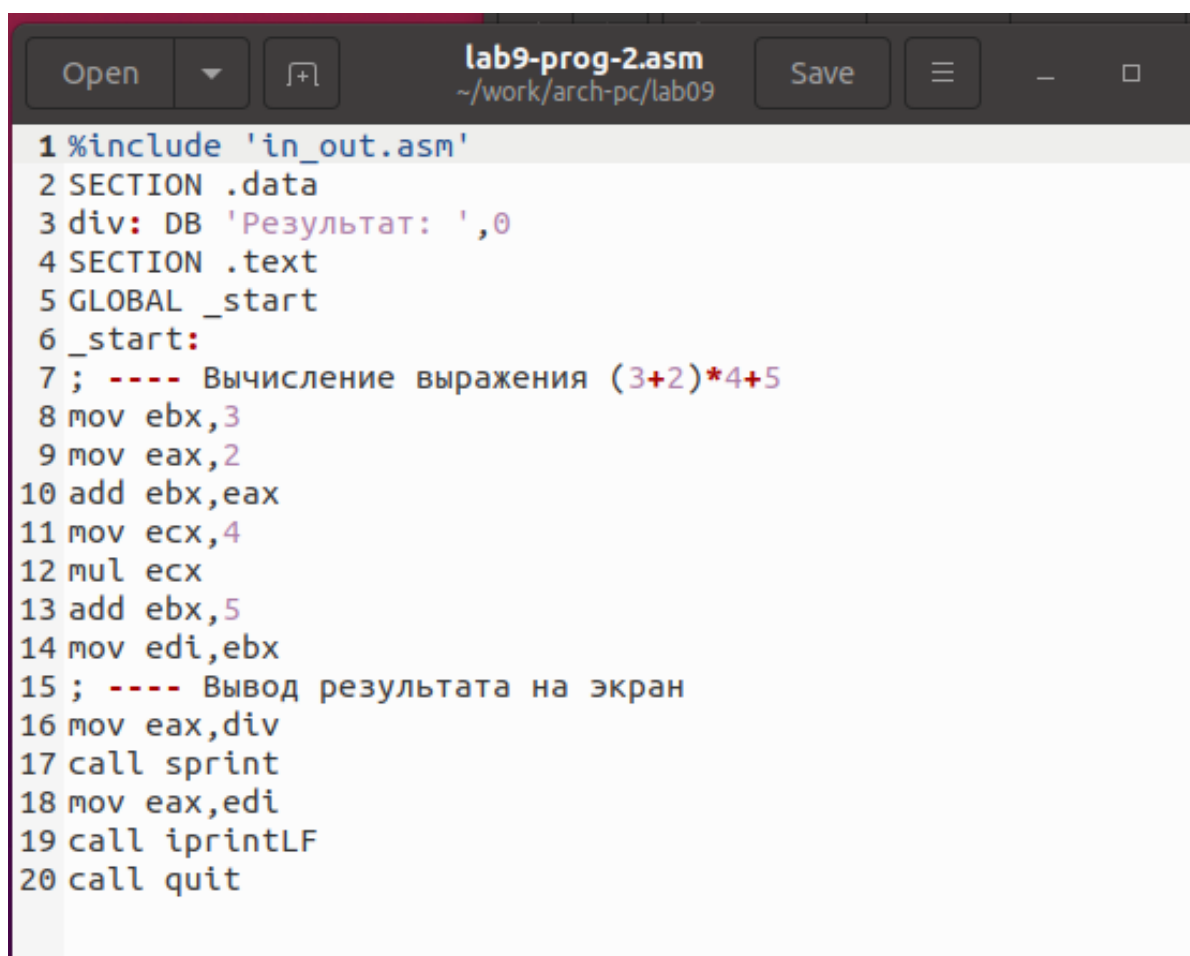
```
1 4 fx: dd 1(x)= 4x - 5 , 0
2 5
3 6 SECTION .text
4 7 global _start
5 8 _start:
6 9 mov eax, fx
7 10 call sprintLF
8 11 pop ecx
9 12 pop edx
10 13 sub ecx, 1
11 14 mov esi, 0
12 15
13 16 next:
14 17 cmp ecx, 0h
15 18 jz _end
16 19 pop eax
17 20 call atoi
18 21 call _proc
19 22 add esi, eax
20 23
21 24 loop next
22 25
23 26 _end:
24 27 mov eax, msg
25 28 call sprint
26 29 mov eax, esi
27 30 call iprintLF
28 31 call quit
29 32
30 33 _proc:
31 34 mov ebx, 4
32 35 mul ebx
33 36 sub eax, 3
34 37 ret
```

Рис. 2.15: Код программы lab9-prog.asm

```
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ nasm -f elf lab9-prog.asm  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ ld -m elf_i386 lab9-prog.o -o lab9-prog  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-prog  
f(x)= 4x - 3  
Результат: 0  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-prog 1  
f(x)= 4x - 3  
Результат: 1  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-prog 3 4  
f(x)= 4x - 3  
Результат: 22  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-prog 35 3 2 4 59  
f(x)= 4x - 3  
Результат: 397  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab09$
```

Рис. 2.16: Запуск программы lab9-prog.asm

При запуске программы я обнаружил ошибку: результат вычислений был неверным. Анализ с помощью GDB показал, что аргументы инструкции add перепутаны, а по окончании программы значение регистра ebx вместо eax отправляется в edi. (рис. 2.17) (рис. 2.18)



```
1 %include 'in_out.asm'
2 SECTION .data
3 div: DB 'Результат: ',0
4 SECTION .text
5 GLOBAL _start
6 _start:
7 ; ---- Вычисление выражения (3+2)*4+5
8 mov ebx,3
9 mov eax,2
10 add ebx,eax
11 mov ecx,4
12 mul ecx
13 add ebx,5
14 mov edi,ebx
15 ; ---- Вывод результата на экран
16 mov eax,div
17 call sprint
18 mov eax,edi
19 call iprintLF
20 call quit
```

Рис. 2.17: Код с ошибкой

```
mismail@VirtualBox: ~/work/arch-pc/lab09

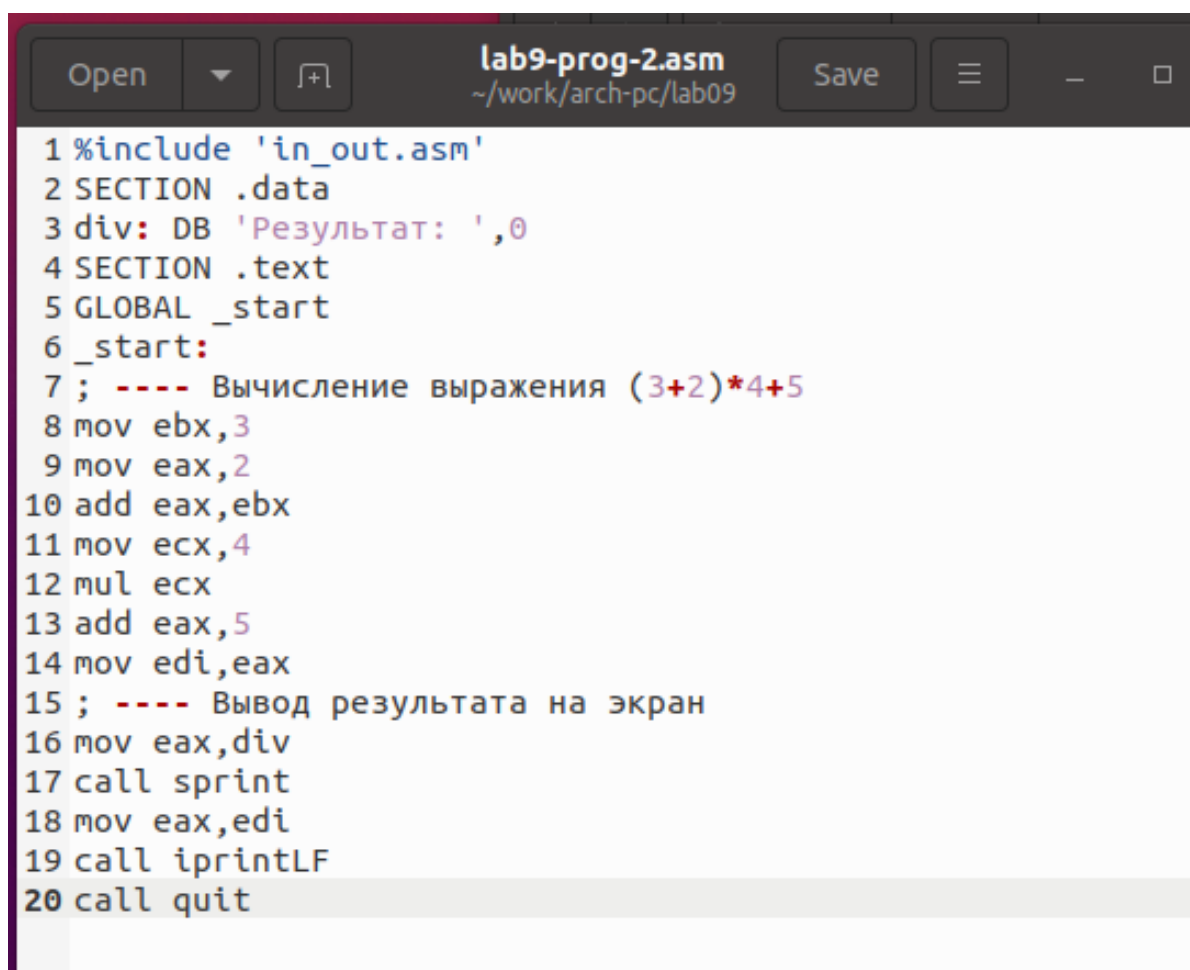
eax      0x8      8
ecx      0x4      4
edx      0x0      0
ebx      0xa      10
esp      0xffffd1e0 0xffffd1e0
ebp      0x0      0x0
esi      0x0      0
edi      0xa      10
eip      0x8049100 0x8049100 < _start+24>
eflags   0x206    [ PF IF ]

B+ 0x80490e8 <_start>    mov     ebx,0x3
B+ 0x80490e8 <_start>5>  mov     ebx,0x3
0x80490ed <_start+5>    mov     eax,0x2
0x80490f2 <_start+10>   add     ebx,eax
0x80490f4 <_start+12>   mov     ecx,0x4
0x80490f9 <_start+17>   mul     ecx,0x5
0x80490fb <_start+19>   add     ebx,0x5
>0x80490fe <_start+22>  mov     edi,ebx04a000
0x8049100 <_start+24>  mov     eax,0x804a000rint>
0x8049105 <_start+29>  call   0x804900f <sprint>
0x804910a <_start+34>  mov     eax,edi

native process 2217 In: _start L?? PC: 0x8049100
0x080490f9 No process In: L?? PC: ??
0x080490f9 in _start ()
(gdb) si
0x080490fb in _start ()
(gdb) si
0x080490fe in _start ()
(gdb) si
0x08049100 in _start ()
(gdb) c
Continuing.
Результат: 10
[Inferior 1 (process 2217) exited normally]
(gdb) █
```

Рис. 2.18: Процесс отладки программы

После исправления ошибок я проверил работу программы. (рис. 2.19) (рис. 2.20)



The image shows a code editor window with a dark theme. The title bar at the top reads 'lab9-prog-2.asm' and shows the file path '~/.work/arch-pc/lab09'. There are buttons for 'Open', 'Save', and a menu icon. The code is written in assembly and is as follows:

```
1 %include 'in_out.asm'
2 SECTION .data
3 div: DB 'Результат: ',0
4 SECTION .text
5 GLOBAL _start
6 _start:
7 ; ---- Вычисление выражения (3+2)*4+5
8 mov ebx,3
9 mov eax,2
10 add eax,ebx
11 mov ecx,4
12 mul ecx
13 add eax,5
14 mov edi,eax
15 ; ---- Вывод результата на экран
16 mov eax,div
17 call sprint
18 mov eax,edi
19 call iprintLF
20 call quit
```

Рис. 2.19: Исправленный код программы



```
mismail@VirtualBox: ~/work/arch-pc/lab09

eax      0x19      25
ecx      0x4       4
edx      0x0       0
ebx      0x3       3
esp      0xffffd1e0 0xffffd1e0
ebp      0x0       0x0
esi      0x0       0
edi      0x19      25
eip      0x8049100 0x8049100 < _start+24>
eflags   0x202     [ IF ]

B+ 0x80490e8 <_start>    mov     ebx,0x3
B+ 0x80490e8 <_start>+5> mov     ebx,0x3
0x80490ed <_start>+5>    mov     eax,0x2
0x80490f2 <_start>+10>   add     eax,ebx
0x80490f4 <_start>+12>   mov     ecx,0x4
0x80490f9 <_start>+17>   mul     ecx,0x5
0x80490fb <_start>+19>   add     eax,0x5
>0x80490fe <_start>+22>  mov     edi,eax04a000
0x8049100 <_start>+24>  mov     eax,0x804a000rint>
0x8049105 <_start>+29>  call   0x804900f <sprint>
0x804910a <_start>+34>  mov     eax,edi

native process 2228 In: _start      L??  PC: 0x8049100
0x804910a No process In:           L??  PC: ??
0x80490f9 in _start ()
(gdb) si
0x80490fb in _start ()
(gdb) si
0x80490fe in _start ()
(gdb) si
0x8049100 in _start ()
(gdb) c
Continuing.
Результат: 25
[Inferior 1 (process 2228) exited normally]
(gdb)
```

Рис. 2.20: Проверка исправленного кода

## 3 Выводы

Я освоил работу с подпрограммами и отладчиком GDB, научился находить и исправлять ошибки в коде с помощью анализа стеков, регистров и дизассемблированного кода.