

# **Отчёт по лабораторной работе 9**

**Архитектура компьютеров**

Хотамов Фарход Хусейнович

# Содержание

1	Цель работы	5
2	Выполнение лабораторной работы	6
3	Выводы	27

## Список иллюстраций

2.1	Программа lab9-1.asm . . . . .	7
2.2	Запуск программы lab9-1.asm . . . . .	8
2.3	Программа lab9-1.asm . . . . .	9
2.4	Запуск программы lab9-1.asm . . . . .	9
2.5	Программа lab9-2.asm . . . . .	10
2.6	Запуск программы lab9-2.asm в отладчике . . . . .	11
2.7	Дизассемблированный код . . . . .	12
2.8	Дизассемблированный код в режиме интел . . . . .	13
2.9	Точка остановки . . . . .	14
2.10	Изменение регистров . . . . .	15
2.11	Изменение регистров . . . . .	16
2.12	Изменение значения переменной . . . . .	17
2.13	Вывод значения регистра . . . . .	18
2.14	Вывод значения регистра . . . . .	19
2.15	Вывод значения регистра . . . . .	20
2.16	Программа lab9-4.asm . . . . .	21
2.17	Запуск программы lab9-4.asm . . . . .	22
2.18	Код с ошибкой . . . . .	23
2.19	Отладка . . . . .	24
2.20	Код исправлен . . . . .	25
2.21	Проверка работы . . . . .	26

## **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

1. Создал каталог для выполнения лабораторной работы № 9, перешел в него и создал файл lab9-1.asm.
2. В качестве примера рассмотрим программу вычисления арифметического выражения  $f(x) = 2x + 7$  с помощью подпрограммы calcul. В данном примере  $x$  вводится с клавиатуры, а само выражение вычисляется в подпрограмме.

```

lab9-1.asm
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
31

```

Рис. 2.1: Программа lab9-1.asm

```
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$ nasm -f elf lab9-1.asm
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$ ld -m elf_i386 -o lab9-1 lab9-1.o
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-1
Введите x: 3
2x+7=13
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-1
Введите x: 8
2x+7=23
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$ □
```

Рис. 2.2: Запуск программы lab9-1.asm

3. Изменил текст программы, добавив подпрограмму `subcalcul` в подпрограмму `calcul`, для вычисления выражения  $f(g(x))$ , где  $x$  вводится с клавиатуры,  $f(x) = 2x + 7, g(x) = 3x - 1$ .



```

lab9-1.asm
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: Программа lab9-1.asm

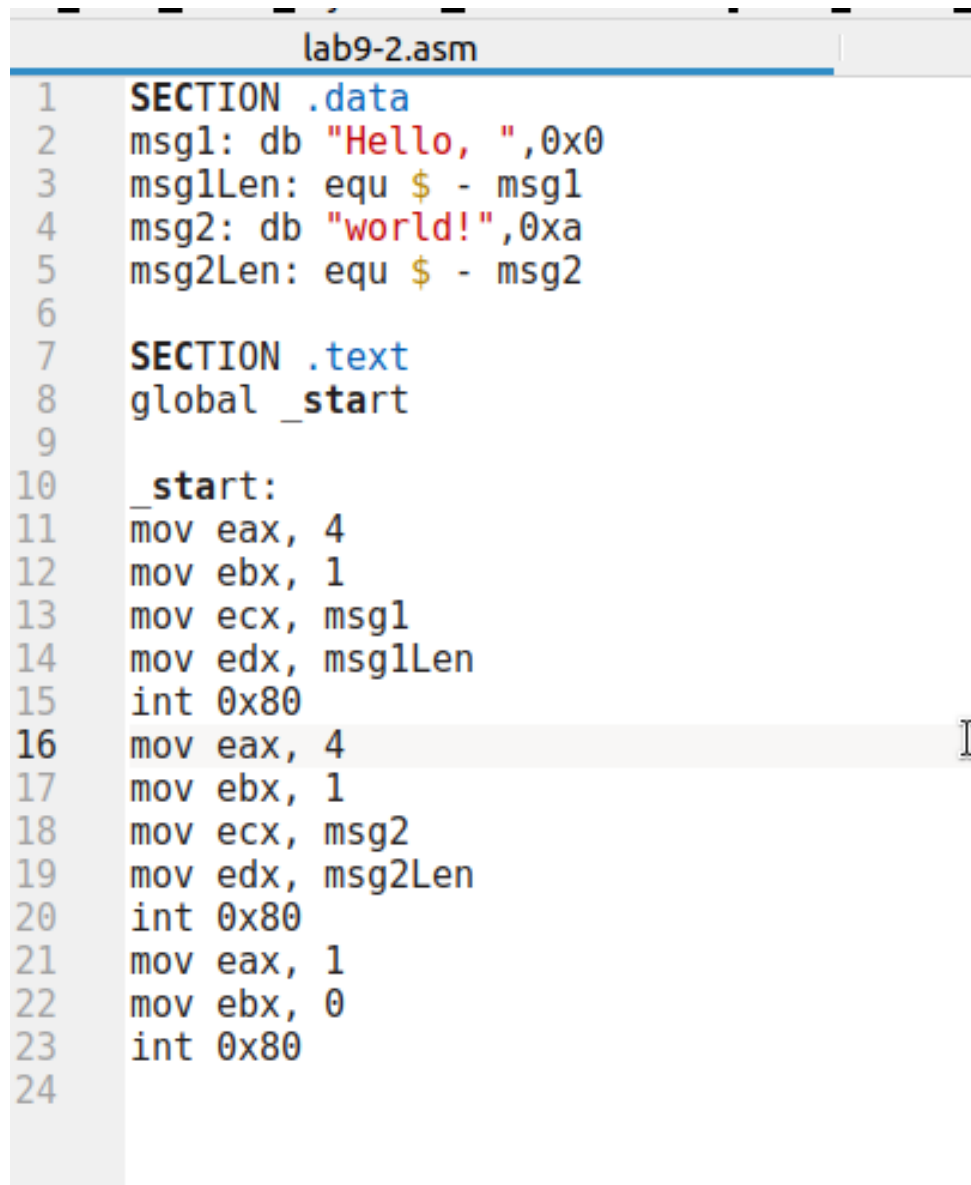
```

fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$ nasm -f elf lab9-1.asm
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$ ld -m elf_i386 -o lab9-1 lab9-1.o
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-1
Введите x: 3
2(3x-1)+7=23
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-1
Введите x: 8
2(3x-1)+7=53
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$

```

Рис. 2.4: Запуск программы lab9-1.asm

4. Создал файл lab9-2.asm с текстом программы из Листинга 9.2. (Программа печати сообщения Hello world!).



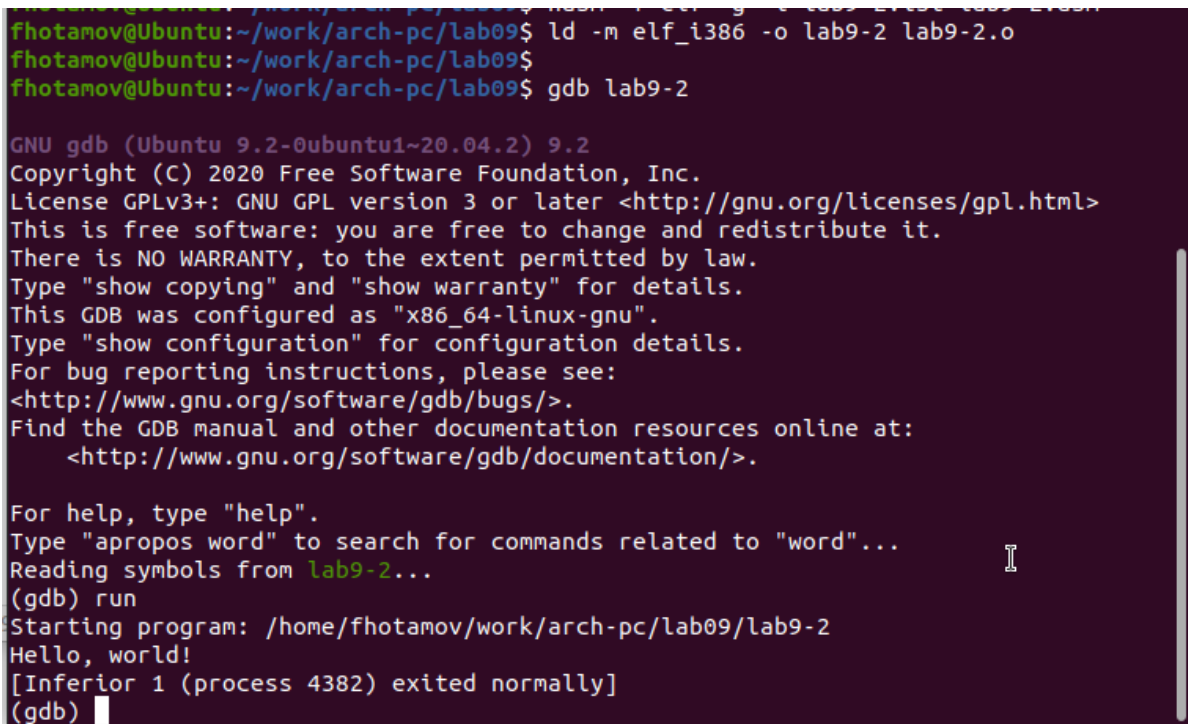
```
lab9-2.asm
1  SECTION .data
2  msg1: db "Hello, ",0x0
3  msg1Len: equ $ - msg1
4  msg2: db "world!",0xa
5  msg2Len: equ $ - msg2
6
7  SECTION .text
8  global _start
9
10 _start:
11  mov eax, 4
12  mov ebx, 1
13  mov ecx, msg1
14  mov edx, msg1Len
15  int 0x80
16  mov eax, 4
17  mov ebx, 1
18  mov ecx, msg2
19  mov edx, msg2Len
20  int 0x80
21  mov eax, 1
22  mov ebx, 0
23  int 0x80
24
```

Рис. 2.5: Программа lab9-2.asm

Получил исполняемый файл. Для работы с GDB в исполняемый файл необходимо добавить отладочную информацию, для этого трансляцию программ необходимо проводить с ключом '-g'.

Загрузил исполняемый файл в отладчик gdb. Проверил работу программы,

запустив ее в оболочке GDB с помощью команды `run` (сокращённо `r`).

A screenshot of a terminal window with a dark purple background. The user 'fhotamov' is at an Ubuntu machine. They compile a program 'lab9-2.o' into 'lab9-2' using the command 'ld -m elf\_i386 -o lab9-2 lab9-2.o'. Then they start GDB with 'gdb lab9-2'. The GDB startup screen shows version 9.2 and copyright information. The user enters 'run' to execute the program. The output shows the program path, 'Hello, world!', and that it exited normally. The prompt returns to '(gdb)'.

```
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$ ld -m elf_i386 -o lab9-2 lab9-2.o
fhotamov@Ubuntu:~/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) run
Starting program: /home/fhotamov/work/arch-pc/lab09/lab9-2
Hello, world!
[Inferior 1 (process 4382) exited normally]
(gdb)
```

Рис. 2.6: Запуск программы `lab9-2.asm` в отладчике

Для более подробного анализа программы установите брейкпоинт на метку `start`, с которой начинается выполнение любой ассемблерной программы, и запустите её. Посмотрите дизассемблированный код программы.

```
photamov@Ubuntu: ~/work/arch-pc/lab09
<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) run
Starting program: /home/photamov/work/arch-pc/lab09/lab9-2
Hello, world!
[Inferior 1 (process 4382) exited normally]
(gdb) break _start
Breakpoint 1 at 0x8049000
(gdb) run
Starting program: /home/photamov/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

```
photamov@Ubuntu: ~/work/arch-pc/lab09

=> 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) 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 режиме интел

На предыдущих шагах была установлена точка остановки по имени метки (\_start). Проверил это с помощью команды `info breakpoints` (кратко `i b`). Установил еще одну точку остановки по адресу инструкции. Адрес инструкции можно увидеть в средней части экрана в левом столбце соответствующей инструкции. Определил адрес предпоследней инструкции (`mov ebx,0x0`) и установил точку.

```
photamov@Ubuntu: ~/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
eip      0x8049000 0x8049000 <_start>  eflags    0x202     [ IF ]
cs       0x23     35     ss       0x2b     43
ds       0x2b     43     es       0x2b     43
fs       0x0      0      gs       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
0x8049025 <_start+37> mov edx,0x7

native process 4386 In: _start L?? PC: 0x8049000
(gdb) layout regs
(gdb) b *0x8049031
Breakpoint 2 at 0x8049031
(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: Точка остановки

Отладчик может показывать содержимое ячеек памяти и регистров, а при необходимости позволяет вручную изменять значения регистров и переменных. Выполнил 5 инструкций с помощью команды `stepi` (или `si`) и проследил за изменением значений регистров.

```
photamov@Ubuntu: ~/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
eip      0x8049005 0x8049005 <_start+5> eflags  0x202    [ IF ]
cs       0x23     35     ss       0x2b     43
ds       0x2b     43     es       0x2b     43
fs       0x0      0      gs       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
0x8049025 <_start+37> mov edx,0x7

native process 4386 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
0x8049005 in _start ()
(gdb) 
```

Рис. 2.10: Изменение регистров

```
photamov@Ubuntu: ~/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
eip      0x8049016 0x8049016 <_start+2>  eflags    0x202        [ IF ]
cs       0x23     35     ss       0x2b          43
ds       0x2b     43     es       0x2b          43
fs       0x0      0      gs       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
0x8049025 <_start+37>   mov     edx,0x7

native process 4386 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: Изменение регистров

Посмотрел значение переменной `msg1` по имени. Посмотрел значение переменной `msg2` по адресу.

Изменить значение для регистра или ячейки памяти можно с помощью команды `set`, задав ей в качестве аргумента имя регистра или адрес. Изменил первый символ переменной `msg1`.



```
photamov@Ubuntu: ~/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
eip      0x8049016  0x8049016 <_start+2> eflags   0x202      [ IF ]
cs       0x23      35      ss       0x2b      43
ds       0x2b      43      es       0x2b      43
fs       0x0      0      gs       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
0x8049025 <_start+37>   mov     edx,0x7

native process 4386 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

Вывел в различных форматах (в шестнадцатеричном формате, в двоичном формате и в символьном виде) значение регистра `edx`.

```
photamov@Ubuntu: ~/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
eip      0x8049016  0x8049016 <_start+2> eflags   0x202      [ IF ]
cs       0x23      35      ss       0x2b      43
ds       0x2b      43      es       0x2b      43
fs       0x0      0      gs       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
0x8049025 <_start+37>     mov     edx,0x7

native process 4386 In: _start      L??      PC: 0x8049016
0x804a008 <msg2>:      "Lor!d!\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: Вывод значения регистра

С помощью команды set изменил значение регистра ebx

```

fhotamov@Ubuntu: ~/work/arch-pc/lab09

Register group: general
eax      0x8      8      ecx      0x804a000    134520832
edx      0x8      8      ebx      0x2             2
esp      0xffffd1e0 0xffffd1e0  ebp      0x0             0x0
esi      0x0      0      edi      0x0             0
eip      0x8049016 0x8049016 <_start+2eflags 0x202          [ IF ]
cs       0x23     35     ss       0x2b            43
ds       0x2b     43     es       0x2b            43
fs       0x0      0      gs       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
0x8049025 <_start+37>   mov     edx,0x7

native process 4386 In: _start L?? PC: 0x8049016
$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) set $ebx='2'
(gdb) p/s $ebx
$8 = 50
(gdb) set $ebx=2
(gdb) p/s $ebx
$9 = 2
(gdb)

```

Рис. 2.14: Вывод значения регистра

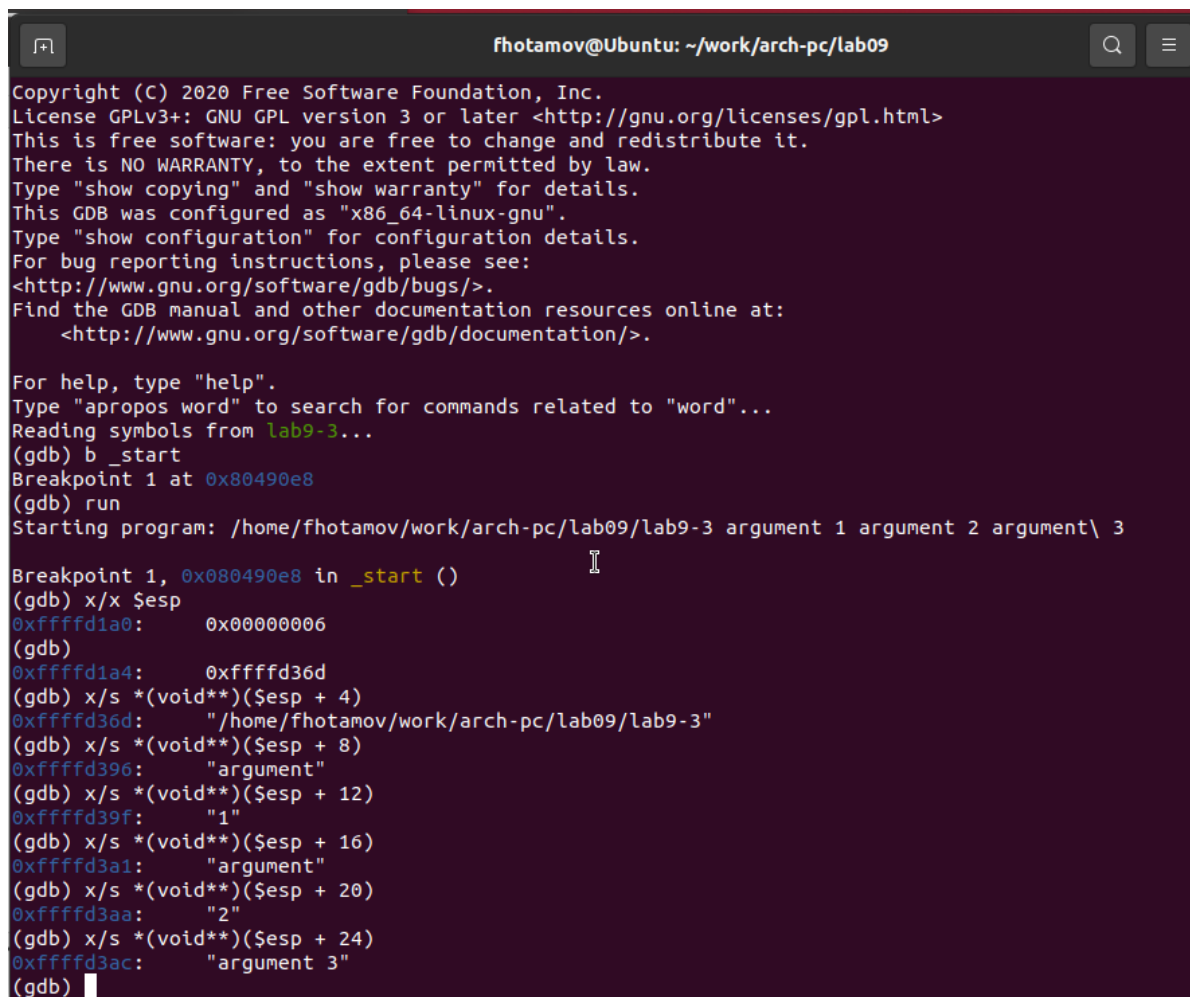
5. Скопировал файл lab8-2.asm, созданный при выполнении лабораторной работы №8, с программой выводящей на экран аргументы командной строки. Создал исполняемый файл. Для загрузки в gdb программы с аргументами необходимо использовать ключ `-args`. Загрузил исполняемый файл в отладчик, указав аргументы.

Для начала установил точку останова перед первой инструкцией в программе и запустил ее.

Адрес вершины стека храниться в регистре `esp` и по этому адресу располагается число равное количеству аргументов командной строки (включая имя программы). Как видно, число аргументов равно 5 – это имя программы lab9-3 и непосредственно аргументы: аргумент1, аргумент, 2 и ‘аргумент 3’.

Посмотрел остальные позиции стека – по адресу `[esp+4]` располагается адрес в

памяти где находится имя программы, по адресу [esp+8] храниться адрес первого аргумента, по адресу [esp+12] – второго и т.д.



```
fhotamov@Ubuntu: ~/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/fhotamov/work/arch-pc/lab09/lab9-3 argument 1 argument 2 argument\ 3

Breakpoint 1, 0x080490e8 in _start ()
(gdb) x/x $esp
0xffffd1a0: 0x00000006
(gdb)
0xffffd1a4: 0xffffd36d
(gdb) x/s *(void**)($esp + 4)
0xffffd36d: "/home/fhotamov/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. 2.15: Вывод значения регистра

Объясню, почему шаг изменения адреса равен 4 ([esp+4], [esp+8], [esp+12]) - шаг равен размеру переменной - 4 байтам.

- Преобразовал программу из лабораторной работы №8 (Задание №1 для самостоятельной работы), реализовав вычисление значения функции  $f(x)$  как подпрограмму.

```

lab9-4.asm
6  SECTION .text
7  global _start
8  _start:
9  mov eax, fx
10 call sprintLF
11 pop ecx
12 pop edx
13 sub ecx,1
14 mov esi, 0
15
16 next:
17 cmp ecx,0h
18 jz _end
19 pop eax
20 call atoi
21 call subproc
22 add esi,eax
23
24 loop next
25
26 _end:
27 mov eax, msg
28 call sprint
29 mov eax, esi
30 call iprintLF
31 call quit
32
33 subproc:
34 mov ebx,10
35 mul ebx
36 sub eax,4
37 ret
38

```

Рис. 2.16: Программа lab9-4.asm

```
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$  
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$ nasm -f elf lab9-4.asm  
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$ ld -m elf_i386 lab9-4.o -o lab9-4  
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-4  
f(x)= 10x - 4  
Результат: 0  
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-4 3 6  
f(x)= 10x - 4  
Результат: 82  
fhotamov@Ubuntu:~/work/arch-pc/lab09$
```

Рис. 2.17: Запуск программы lab9-4.asm

7. В листинге приведена программа вычисления выражения  $(3 + 2) * 4 + 5$ .  
При запуске данная программа дает неверный результат. Проверил это.  
С помощью отладчика GDB, анализируя изменения значений регистров,  
определяю ошибку и исправляю ее.

```

lab9-5.asm
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
21

```

Рис. 2.18: Код с ошибкой

```

photamov@Ubuntu: ~/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      0x0      0
eip      0x80490fe 0x80490fe <_start+2eflags> 0x206    [ PF IF ]
cs       0x23     35     ss       0x2b     43
ds       0x2b     43     es       0x2b     43
fs       0x0      0      gs       0x0      0

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,edi86 <iprintf>
0x804910c <_start>+36>   call   0x8049086 <iprintf>

native process 4413 In: _start
0x080490e8 No process In:
0x080490f4 in _start ()
(gdb) si
0x080490f9 in _start ()
(gdb) si
0x080490fb in _start ()
(gdb) si
0x080490fe in _start ()
(gdb) c
Continuing.
Результат: 10
[Inferior 1 (process 4413) exited normally]
(gdb)

```

Рис. 2.19: Отладка

Отмечу, что перепутан порядок аргументов у инструкции add и что по окончании работы в edi отправляется ebx вместо eax

Исправленный код программы



```
lab9-5.asm
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. 2.20: Код исправлен

```

photamov@Ubuntu: ~/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+2>  eflags    0x202    [ IF ]
cs       0x23      35      ss       0x2b      43
ds       0x2b      43      es       0x2b      43
fs       0x0      0      gs       0x0      0

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,edi86 <iprintLF>
0x804910c <_start+36>   call    0x8049086 <iprintLF>

native process 4423 In: _start                                L??  PC: 0x8049100
0x08049100 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: 25
[Inferior 1 (process 4423) exited normally]
(gdb)

```

Рис. 2.21: Проверка работы

## **3 Выводы**

Освоили работу с подпрограммами и отладчиком.