

Отчёт по лабораторной работе 9

Архитектура компьютера

Шищенко Ярослав Викторович НКАбд-05-24

Содержание

1	Цель работы	5
2	Выполнение лабораторной работы	6
3	Выводы	26

Список иллюстраций

2.1	Программа в файле lab9-1.asm	7
2.2	Запуск программы lab9-1.asm	7
2.3	Программа в файле lab9-1.asm	8
2.4	Запуск программы lab9-1.asm	9
2.5	Программа в файле lab9-2.asm	10
2.6	Запуск программы lab9-2.asm в отладчике	11
2.7	Дизассимилированный код	12
2.8	Дизассимилированный 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 в файле lab9-4.asm	21
2.17	Запуск программы lab9-4.asm	21
2.18	Код с ошибкой	22
2.19	Отладка	23
2.20	Код исправлен	24
2.21	Проверка работы	25

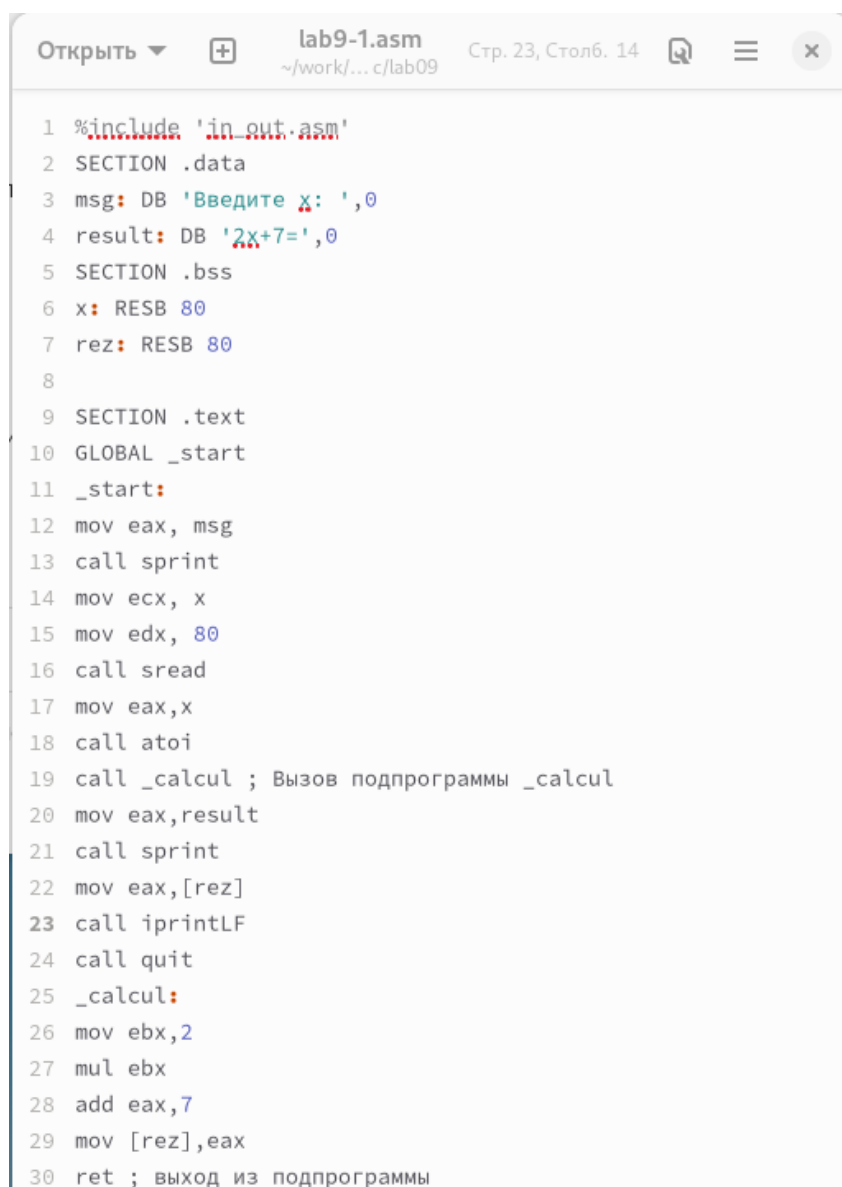
Список таблиц

1 Цель работы

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

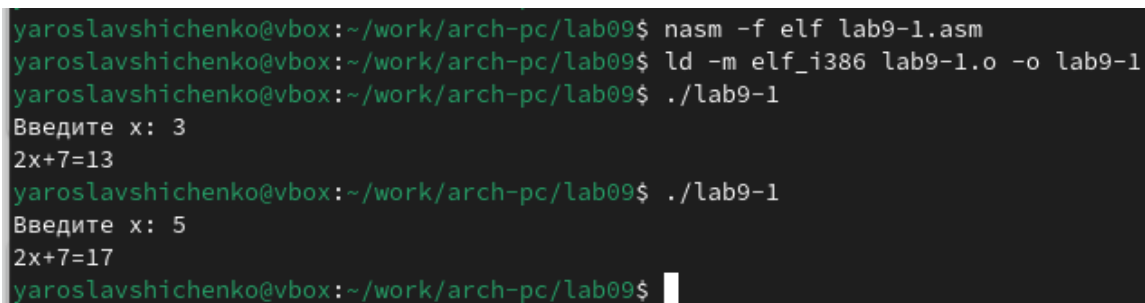
2 Выполнение лабораторной работы

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.



```
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
```

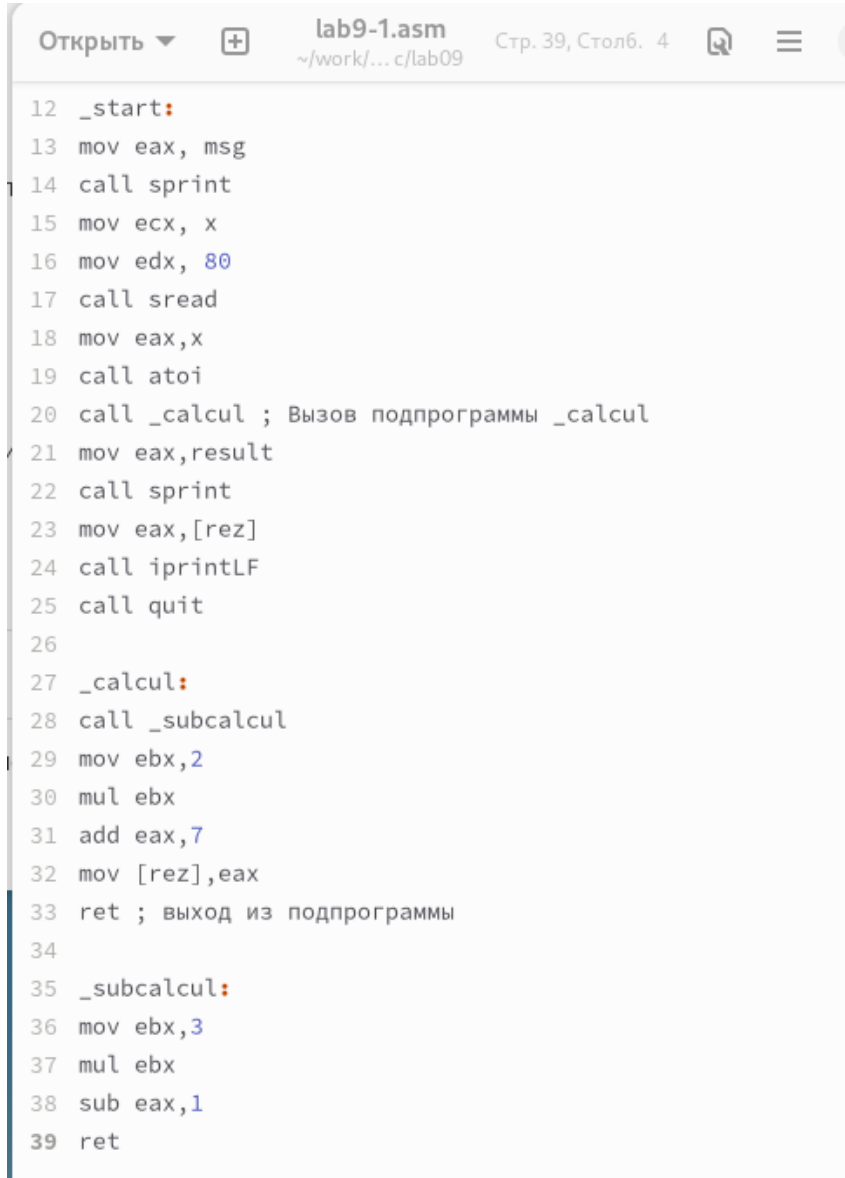
Рис. 2.1: Программа в файле lab9-1.asm



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



```
Открыть ▾  lab9-1.asm  Стр. 39, Столб. 4
~/work/... c/lab09


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 в файле lab9-1.asm


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



```
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: Программа в файле 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).

```

yaroslavshichenko@vbox:~/work/arch-pc/lab09$ nasm -f elf -g -l lab9-2.lst lab9-2.asm
yaroslavshichenko@vbox:~/work/arch-pc/lab09$ ld -m elf_i386 -o lab9-2 lab9-2.o
yaroslavshichenko@vbox:~/work/arch-pc/lab09$ gdb lab9-2
GNU gdb (Fedora Linux) 15.1-1.fc39
Copyright (C) 2024 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-redhat-linux-gnu".
Type "show configuration" for configuration details.
For bug reporting instructions, please see:
<https://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/yaroslavshichenko/work/arch-pc/lab09/lab9-2

This GDB supports auto-downloading debuginfo from the following URLs:
  <https://debuginfod.fedoraproject.org/>
Enable debuginfod for this session? (y or [n])
Debuginfod has been disabled.
To make this setting permanent, add 'set debuginfod enabled off' to .gdbinit.
Hello, world!
[Inferior 1 (process 8695) 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 дисассимилированный код программы.

```

(gdb)
(gdb) break _start
Breakpoint 1 at 0x8049000: file lab9-2.asm, line 11.
(gdb) r
Starting program: /home/yaroslavshichenko/work/arch-pc/lab09/lab9-2

Breakpoint 1, _start () at lab9-2.asm:11
11      mov eax, 4
(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: Дизассимилированный код

```
yaroslavshichenko@vbox:~/work/arch-pc/

Breakpoint 1, _start () at lab9-2.asm:11
11      mov eax, 4
(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) 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: Дизассимилированный 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.

```
yaroslavshichenko@vbox:~/work/arch-pc/lab09 — gdb lab9-2

Register group: general
eax      0x0      0
ecx      0x0      0
edx      0x0      0
ebx      0x0      0
esp      0xffffd0a0 0xffffd0a0
ebp      0x0      0x0
esi      0x0      0
edi      0x0      0
eip      0x8049000 0x8049000 <_start>
eflags   0x202    [ IF ]

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
0x804902a <_start+42> int 0x80
0x804902c <_start+44> mov eax,0x1

native process 8698 (asm) In: _start L11 PC: 0x8049000
(gdb) layout regs
(gdb) b *0x8049031
Breakpoint 2 at 0x8049031: file lab9-2.asm, line 22.
(gdb) i b
Num    Type          Disp Enb Address      What
1      breakpoint    keep y 0x08049000 lab9-2.asm:11
       breakpoint    already hit 1 time
2      breakpoint    keep y 0x08049031 lab9-2.asm:22
(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.

```
yaroslavshichenko@vbox:~/work/arch-pc/lab09 — gdb lab9-2
Register group: general
eax      0x4      4
ecx      0x0      0
edx      0x0      0
ebx      0x0      0
esp      0xffffd0a0 0xffffd0a0
ebp      0x0      0x0
esi      0x0      0
edi      0x0      0
eip      0x8049005 0x8049005 <_start+5>
eflags   0x202    [ IF ]

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
0x804902a <_start+42>   int     0x80
0x804902c <_start+44>   mov     eax,0x1

native process 8698 (asm) In: _start L12 PC: 0x8049005
edi      0x0      0
eip      0x8049000 0x8049000 <_start>
eflags   0x202    [ IF ]
cs       0x23     35
--Type <RET> for more, q to quit, c to continue without paging--
ss       0x2b     43
ds       0x2b     43
es       0x2b     43
fs       0x0      0
gs       0x0      0
(gdb) si
(gdb)
```

Рис. 2.10: Изменение регистров

```
yaroslavshichenko@vbox:~/work/arch-pc/lab09 — gdb lab9-2
Register group: general
eax      0x8      8
ecx      0x804a000 134520832
edx      0x8      8
ebx      0x1      1
esp      0xffffd0a0 0xffffd0a0
ebp      0x0      0x0
esi      0x0      0
edi      0x0      0
eip      0x8049016 0x8049016 <_start+22>
eflags   0x202    [ IF ]

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
0x804902a <_start+42>   int     0x80
0x804902c <_start+44>   mov     eax,0x1

native process 8698 (asm) In: _start L16 PC: 0x8049016
--Type <RET> for more, q to quit, c to continue without paging--
ss      0x2b      43
ds      0x2b      43
es      0x2b      43
fs      0x0      0
gs      0x0      0
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) si
```

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.


```
yaroslavshichenko@vbox:~/work/arch-pc/lab09 — gdb lab9-2
Register group: general
eax      0x8      8
ecx      0x804a000 134520832
edx      0x8      8
ebx      0x1      1
esp      0xffffd0a0 0xffffd0a0
ebp      0x0      0x0
esi      0x0      0
edi      0x0      0
eip      0x8049016 0x8049016 <_start+22>
eflags   0x202    [ IF ]

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
    0x804902a <_start+42> int      0x80
    0x804902c <_start+44> mov     eax,0x1

native process 8698 (asm) In: _start L16 PC: 0x8049016
(gdb) si
(gdb) x/1sb &msg1
0x804a000 <msg1>: "Hello, "
(gdb) x/1sb 0x804a008
0x804a008 <msg2>: "world!\n\034"
(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\034"
(gdb) 
```

Рис. 2.12: Изменение значения переменной

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

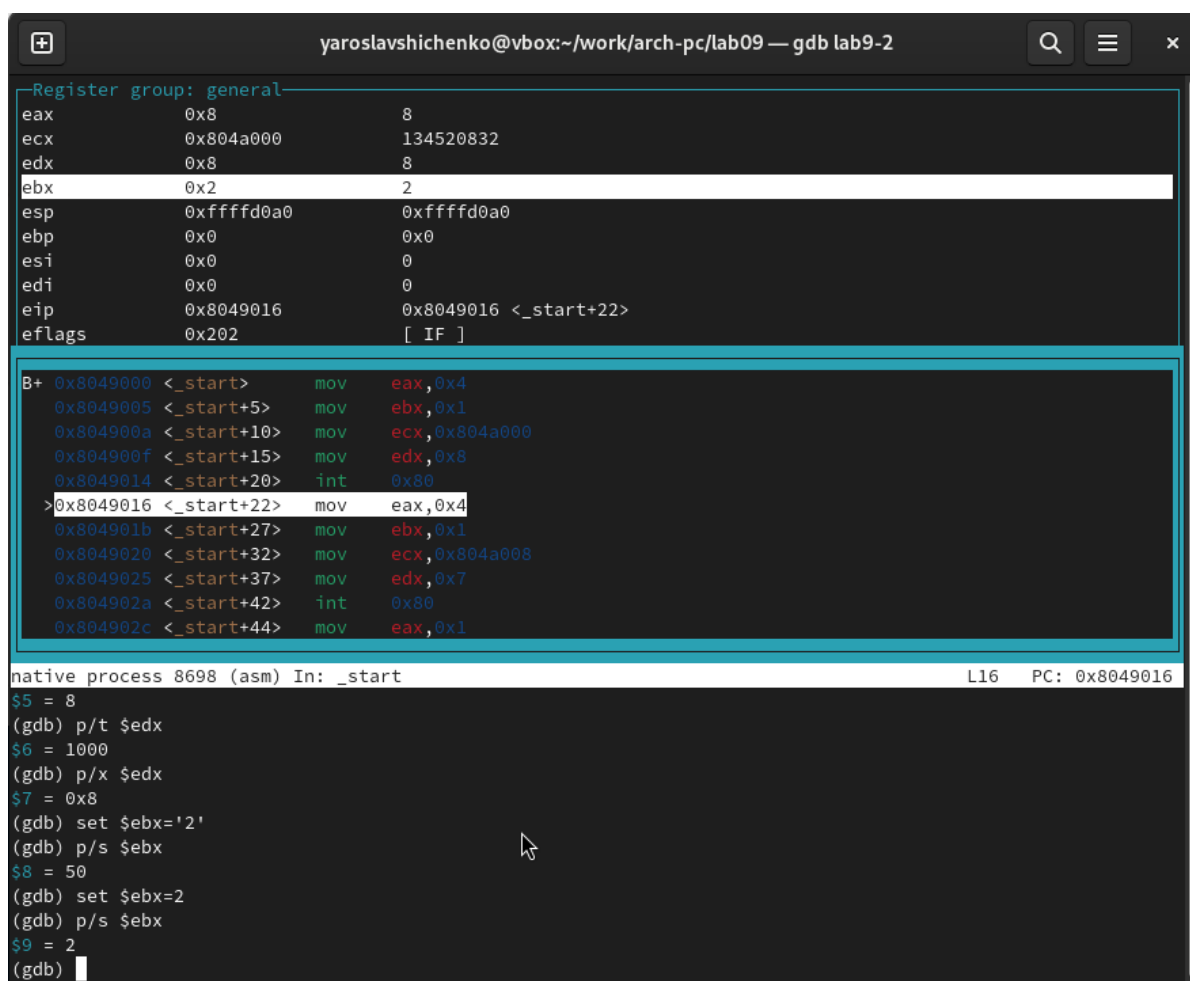
```
yaroslavshichenko@vbox:~/work/arch-pc/lab09 — gdb lab9-2
Register group: general
eax      0x8      8
ecx      0x804a000 134520832
edx      0x8      8
ebx      0x1      1
esp      0xffffd0a0 0xffffd0a0
ebp      0x0      0x0
esi      0x0      0
edi      0x0      0
eip      0x8049016 0x8049016 <_start+22>
eflags   0x202    [ IF ]

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
0x804902a <_start+42>   int     0x80
0x804902c <_start+44>   mov     eax,0x1

native process 8698 (asm) In: _start L16 PC: 0x8049016
$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



```
yaroslavshichenko@vbox:~/work/arch-pc/lab09 — gdb lab9-2

Register group: general
eax      0x8      8
ecx      0x804a000 134520832
edx      0x8      8
ebx      0x2      2
esp      0xffffd0a0 0xffffd0a0
ebp      0x0      0x0
esi      0x0      0
edi      0x0      0
eip      0x8049016 0x8049016 <_start+22>
eflags   0x202    [ IF ]

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
0x804902a <_start+42>   int     0x80
0x804902c <_start+44>   mov     eax,0x1

native process 8698 (asm) In: _start L16 PC: 0x8049016
$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.

```
yaroslavshichenko@vbox:~/work/arch-pc/lab09 — gdb --args lab9-3 argument 1 argument 2 arg...
Type "show configuration" for configuration details.
For bug reporting instructions, please see:
<https://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: file lab9-3.asm, line 5.
(gdb) r
Starting program: /home/yaroslavshichenko/work/arch-pc/lab09/lab9-3 argument 1 argument 2 argument\ 3

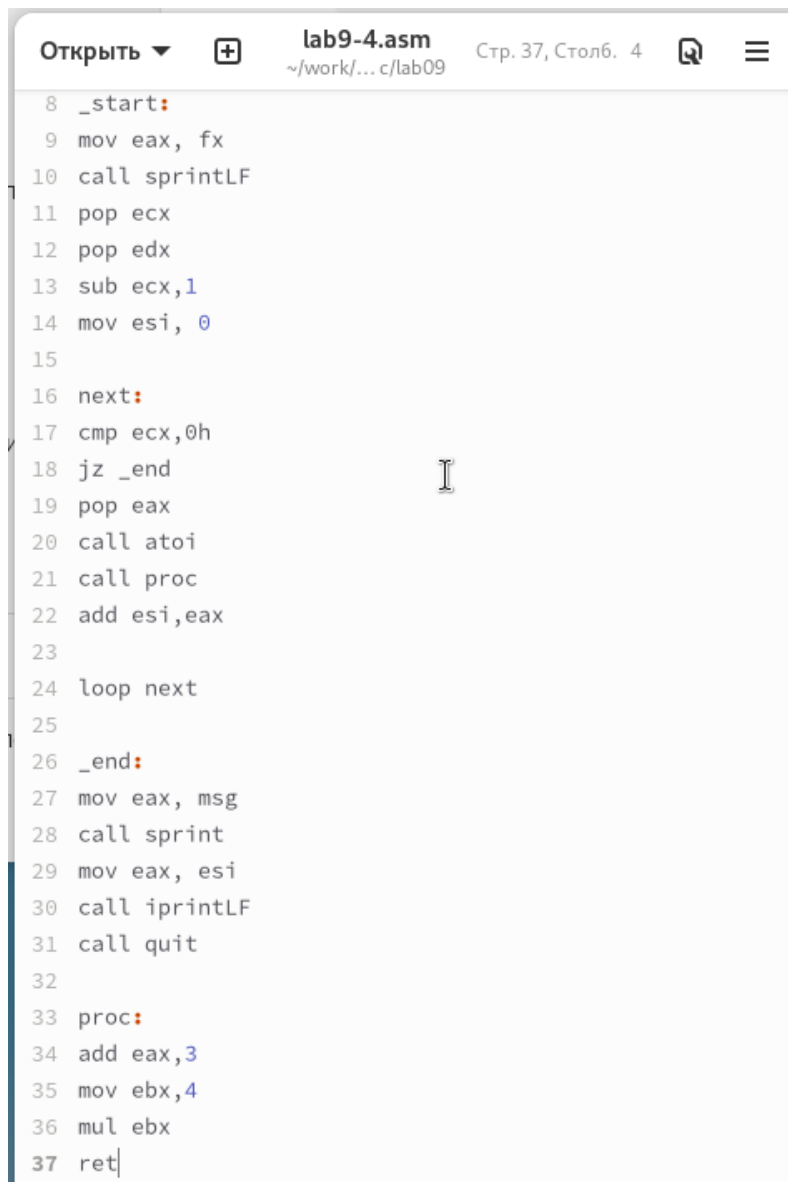
This GDB supports auto-downloading debuginfo from the following URLs:
<https://debuginfod.fedoraproject.org/>
Enable debuginfod for this session? (y or [n])
Debuginfod has been disabled.
To make this setting permanent, add 'set debuginfod enabled off' to .gdbinit.

Breakpoint 1, _start () at lab9-3.asm:5
5      pop ecx ; Извлекаем из стека в `ecx` количество
(gdb) x/x $esp
0xffffd070:  0x00000006
(gdb) x/s *(void**)(esp + 4)
0xffffd23b:  "/home/yaroslavshichenko/work/arch-pc/lab09/lab9-3"
(gdb) x/s *(void**)(esp + 8)
0xffffd26d:  "argument"
(gdb) x/s *(void**)(esp + 12)
0xffffd276:  "1"
(gdb) x/s *(void**)(esp + 16)
0xffffd278:  "argument"
(gdb) x/s *(void**)(esp + 20)
0xffffd281:  "2"
(gdb) x/s *(void**)(esp + 24)
0xffffd283:  "argument 3"
(gdb)
```

Рис. 2.15: Вывод значения регистра

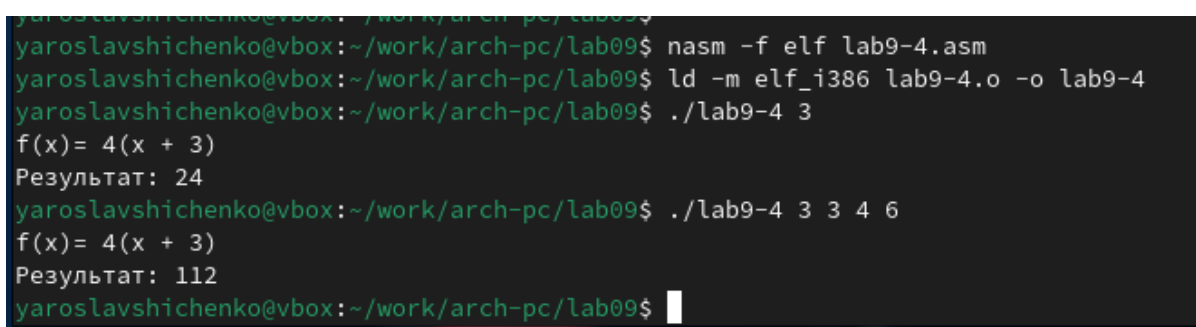
Объясню, почему шаг изменения адреса равен 4 ([esp+4], [esp+8], [esp+12]) - шаг равен размеру переменной - 4 байтам.

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



```
Открыть ▾ lab9-4.asm ~\work\... c\lab09 Стр. 37, Столб. 4
8 _start:
9 mov eax, fx
10 call sprintf
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 proc
22 add esi,eax
23
24 loop next
25
26 _end:
27 mov eax, msg
28 call sprintf
29 mov eax, esi
30 call iprintLF
31 call quit
32
33 proc:
34 add eax,3
35 mov ebx,4
36 mul ebx
37 ret
```

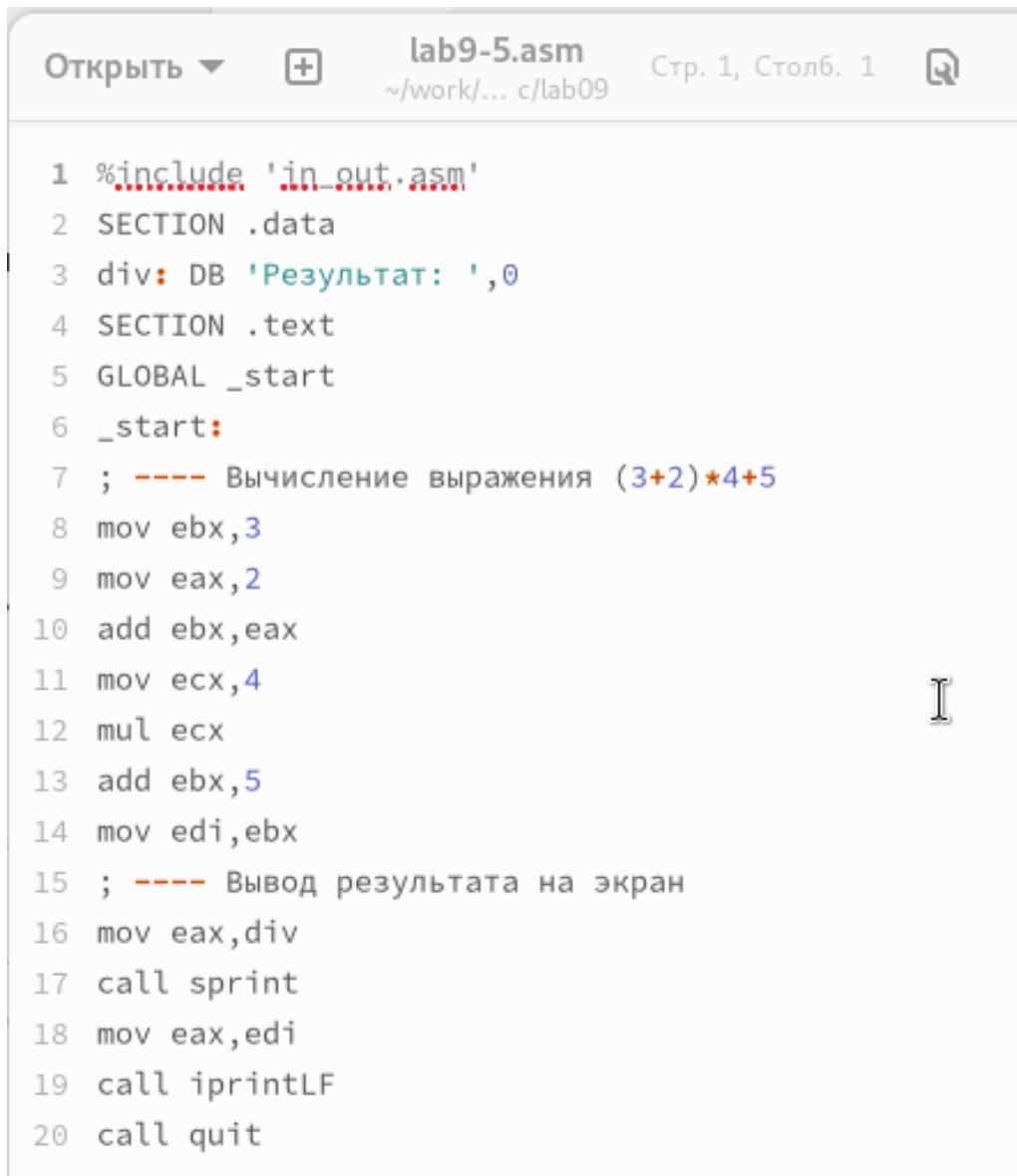
Рис. 2.16: Программа в файле lab9-4.asm



```
yaroslavshichenko@vbox: ~/work/arch-pc/lab09$ nasm -f elf lab9-4.asm
yaroslavshichenko@vbox: ~/work/arch-pc/lab09$ ld -m elf_i386 lab9-4.o -o lab9-4
yaroslavshichenko@vbox: ~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-4 3
f(x)= 4(x + 3)
Результат: 24
yaroslavshichenko@vbox: ~/work/arch-pc/lab09$ ./lab9-4 3 3 4 6
f(x)= 4(x + 3)
Результат: 112
yaroslavshichenko@vbox: ~/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 исправлю ее.



```
Открыть ▾  + lab9-5.asm Стр. 1, Столб. 1
~/work/... c/lab09

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. 2.18: Код с ошибкой

The screenshot shows a GDB window titled "yaroslavshichenko@vbox:~/work/arch-pc/lab09 — gdb lab9-5". The top panel displays the register "eax" with a value of 8. Below it, a memory dump shows the address "ffffd0a0" with a value of 0. A message "[Register Values Unavailable]" is also visible. The main panel shows assembly code with the following instructions:

```

0x8049100 <_start+24> mov    eax,0x804a000
0x8049105 <_start+29> call  0x804900f <sprint>
0x804910a <_start+34> mov    eax,edi
0x804910c <_start+36> call  0x8049086 <iprintLF>
0x8049111 <_start+41> call  0x80490db <quit>

```

The bottom panel shows the GDB prompt with the following commands and output:

```

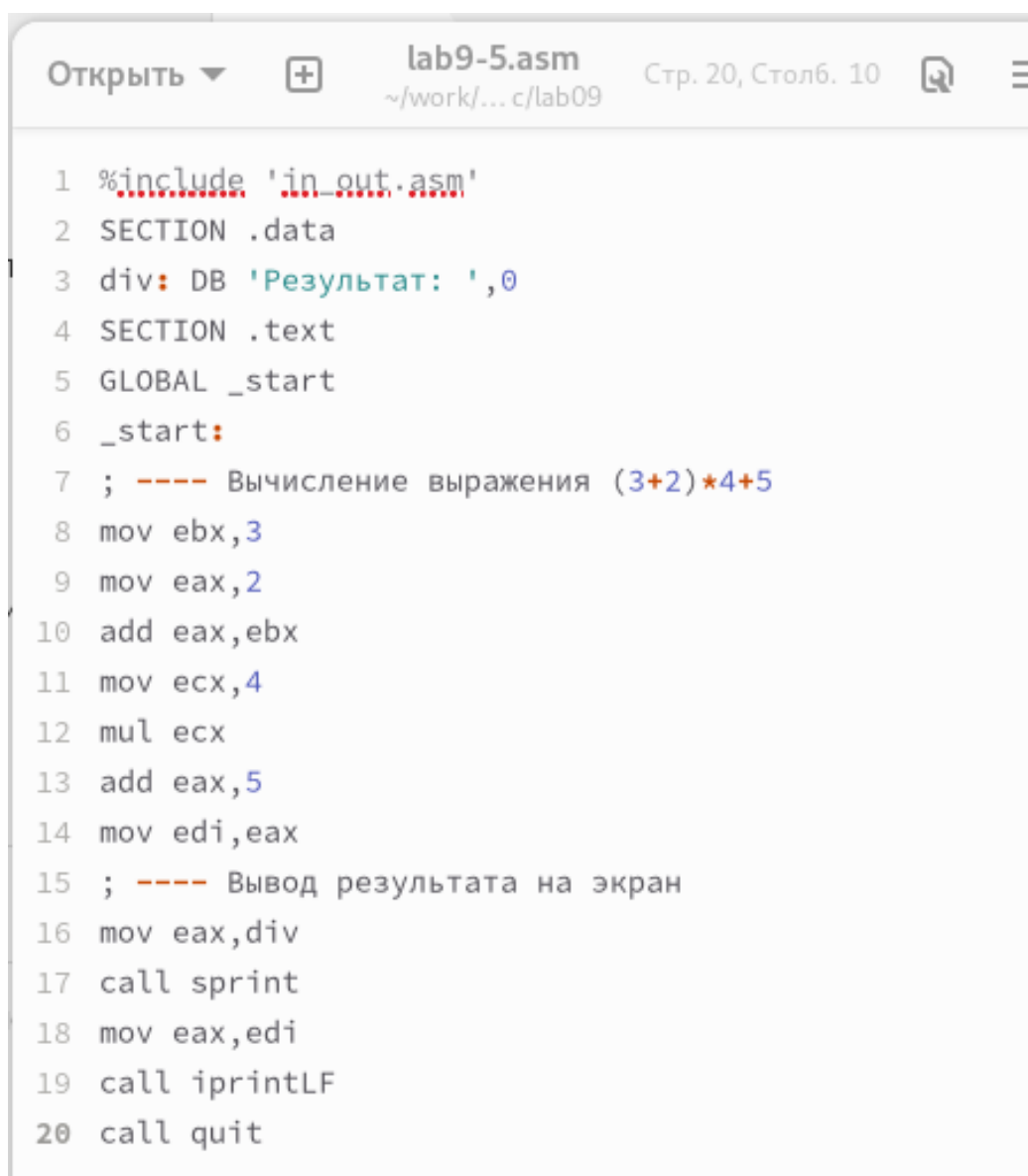
>
native process 8823 (asm) In: _start
No process (asm) In:
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) c
Continuing.
Результат: 10
[Inferior 1 (process 8823) exited normally]
(gdb)

```

The status bar at the bottom right shows "L16 PC: 0x8049100" and "L?? PC: ??".

Рис. 2.19: Отладка

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



```
Открыть ▾  + lab9-5.asm Стр. 20, Столб. 10
~/work/... c/lab09

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


```
yaroslavshichenko@vbox:~/work/arch-pc/lab09 — gdb lab9-5
eax 25
ffff0a0 xffffd0a0
[ Register Values Unavailable ]
0490fe x80490fe <_start+22>

0x80490fe <_start+22> mov %eax,%edi
0x8049100 <_start+24> add %b804a000,%eax
0x8049105 <_start+29> call 0x804900f <sprint>
0x804910a <_start+34> mul %edi,%eax
0x804910c <_start+36> call 0x8049086 <iprintLF>
>0x8049111 <_start+41> call 0x80490db <quit>
0,%eax
nt>
<iprintLF>

native process 8856 (asm) In: _start L14 PC: 0x80490fe
To makeNo process (asm) In: 'set debuginfo enabled off' to .gdbinit. L?? PC: ??
Breakpoint 1, _start () at lab9-5.asm:8
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) si
(gdb) c
Continuing.
Результат: 25
[Inferior 1 (process 8856) exited normally]
(gdb)
```

Рис. 2.21: Проверка работы

3 Выводы

Освоили работу с подпрограммами и отладчиком.