# Отчет по лабораторной работе №9

## Дисциплина: архитектура компьютера

Гаязов Рузаль Ильшатович

## Содержание



## Цель работы

Приобретение навыков написания программ с использованием подпрограмм. Знакомство с методами отладки при помощи GDB и его основными возможностями.

## Теоретическое введение

Отладка — это процесс поиска и исправления ошибок в программе. В общем случае его можно разделить на четыре этапа:

• обнаружение ошибки; • поиск её местонахождения; • определение причины ошибки; • исправление ошибки.

Можно выделить следующие типы ошибок:

• синтаксические ошибки — обнаруживаются во время трансляции исходного кода и вызваны нарушением ожидаемой формы или структуры языка; • семантические ошибки — являются логическими и приводят к тому, что программа запускается, отрабатывает, но не даёт желаемого результата; • ошибки в процессе выполнения — не обнаруживаются при трансляции и вызывают пре- рывание выполнения программы (например, это ошибки, связанные с переполнением или делением на ноль).

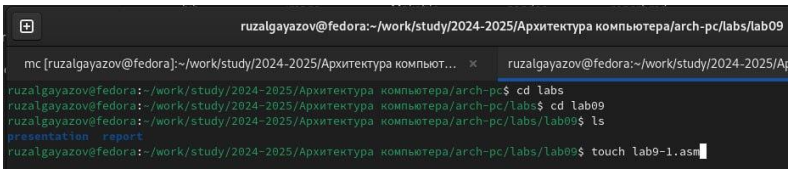
Второй этап — поиск местонахождения ошибки. Некоторые ошибки обнаружить доволь- но трудно. Лучший способ найти место в программе, где находится ошибка, это разбить программу на части и произвести их отладку отдельно друг от друга.

Третий этап — выяснение причины ошибки. После определения местонахождения ошибки обычно проще определить причину неправильной работы программы.

Последний этап — исправление ошибки. После этого при повторном запуске программы, может обнаружиться следующая ошибка, и процесс отладки начнётся заново.

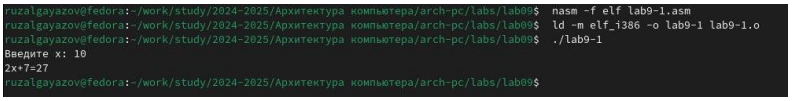
## Выполнение лабораторной работы

Создаю файл lab9-1.asm (рис. -@fig:001).



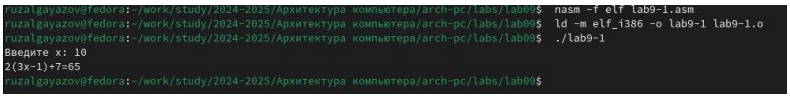

*Создание файла*

Копирую в файл код из листинга, компилирую и запускаю его (рис. -@fig:002).



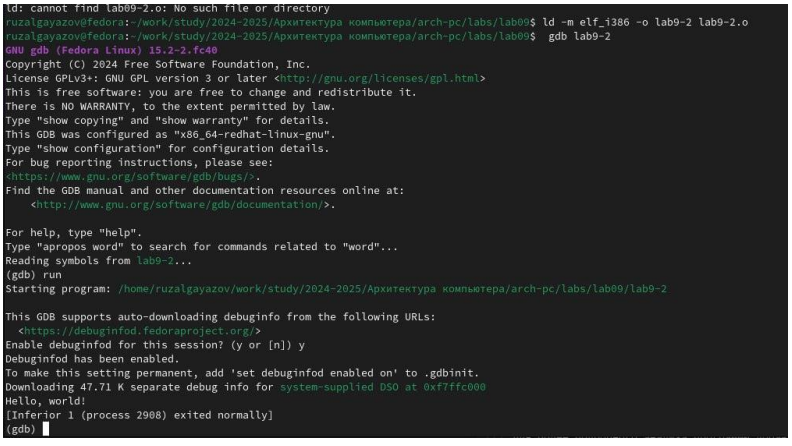

*Запуск программы*

Изменяю текст программы, добавив в нее подпрограмму (рис. -@fig:003).




*Изменение программы*

В созданный файл копирую программу второго листинга, транслирую с созданием файла листинга и отладки, компоную и запускаю в отладчике. Запустил программу командой run (рис. -@fig:004).




*Запуск программы*

Для более подробного анализа программы добавляю брейкпоинт на метку _start и снова запускаю отладку (рис. -@fig:005).

```
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/ruzalgayazov/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/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]) y
Debuginfod has been enabled.
To make this setting permanent, add 'set debuginfod enabled on' to .gdbinit.
Downloading 47.71 K separate debug info for system-supplied DSO at 0xf7ffc000
Hello, world!
[Inferior 1 (process 2908) exited normally]
(gdb) break _start
Breakpoint 1 at 0x8049000: file lab9-2.asm, line 9.
(gdb) run
Starting program: /home/ruzalgayazov/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab09/lab9-2

Breakpoint 1, _start () at lab9-2.asm:9
9           mov eax, 4
(gdb)
```

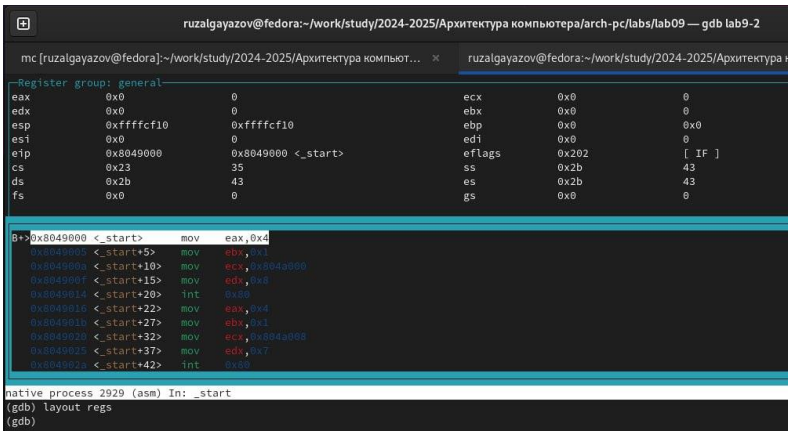
*Запуск отладичка*

Далее смотрю дисассимилированный код программы, перевожу на команд с синтаксисом Intel (рис. -@fig:006). Различия между синтаксисом ATT и Intel заключаются в порядке операндов (ATT - Операнд источника указан первым. Intel - Операнд назначения указан первым), их размере (ATT - размер операндов указывается явно с помощью суффиксов, непосредственные операнды предваряются символом $; Intel - Размер операндов неявно определяется контекстом, как ax, eax, непосредственные операнды пишутся напрямую), именах регистров(ATT - имена регистров предваряются символом %, Intel - имена регистров пишутся без префиксов).

```
(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)
```

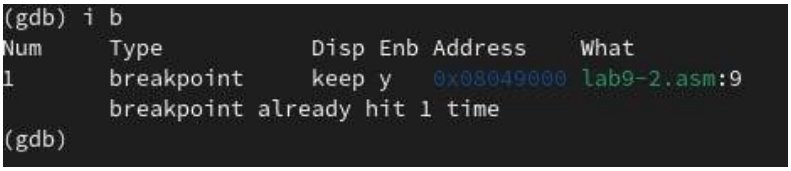
*Дисассимилирование программы*

Включаю режим псевдографики для более удобного анализа программы (рис. -@fig:007).



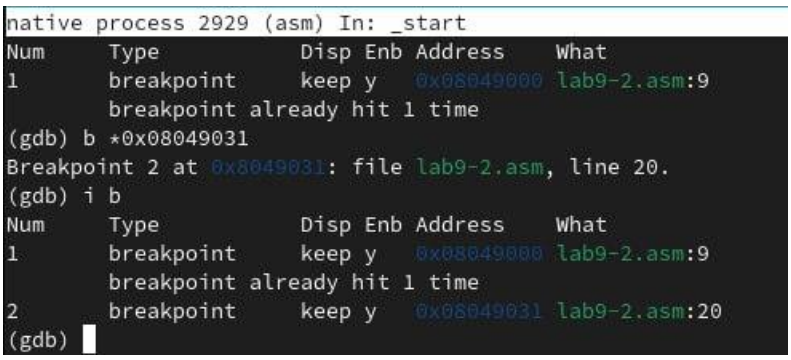

*Режим псевдографики*

Проверяю в режиме псевдографики, что брейкпоинт сохранился (рис. -@fig:008).



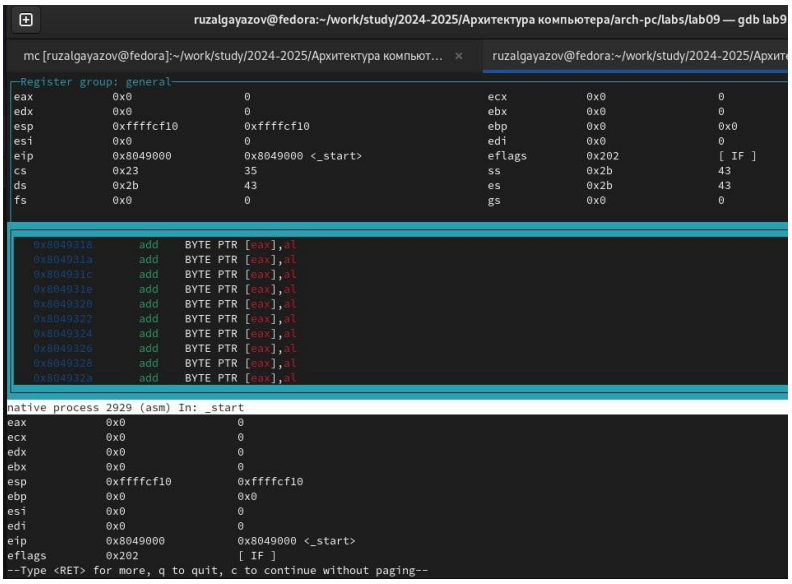

*Список брейкпоинтов*

Устаналиваю еще одну точку останова по адресу инструкции (рис. -@fig:009).



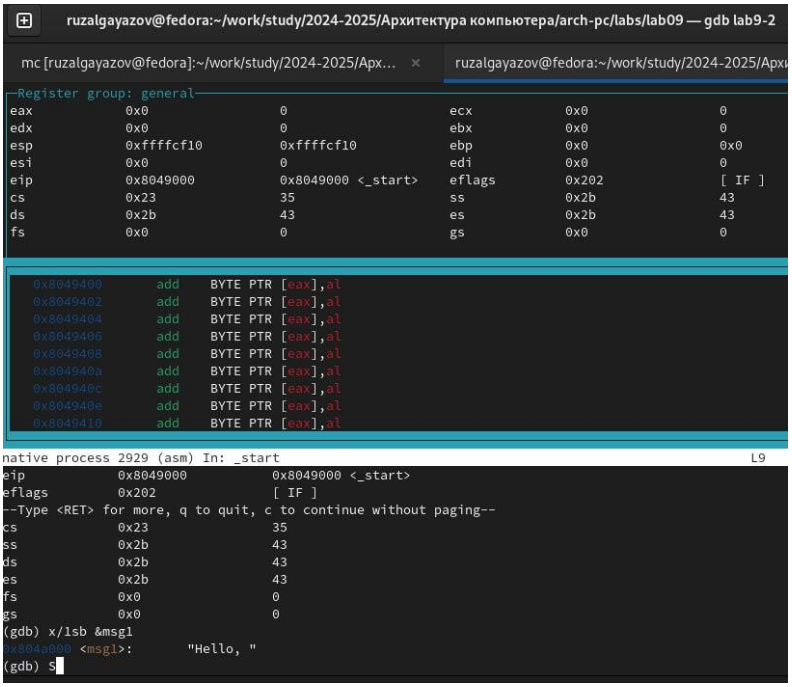

*Добавление точки останова*

Просматриваю содержимое регистров командой info registers (рис. -@fig:010).



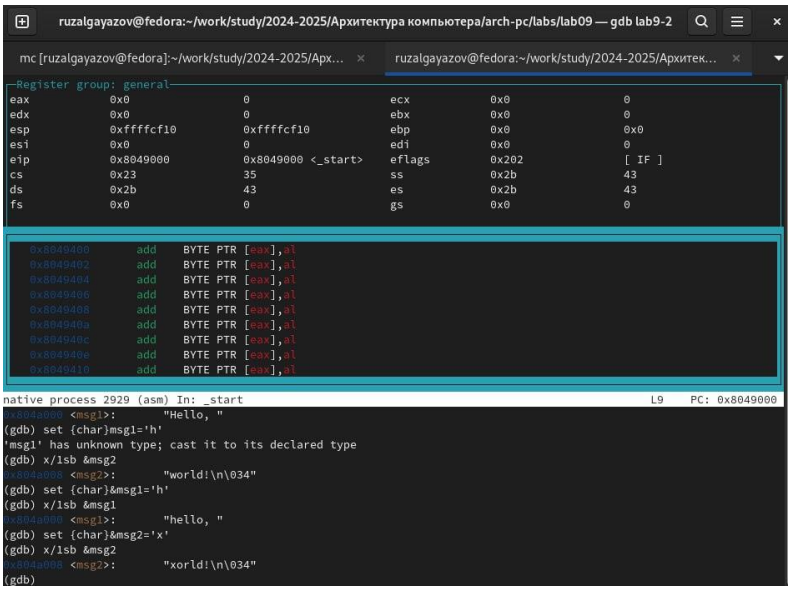

*Просмотр содержимого регистров*

Смотрю содержимое переменных по имени и по адресу (рис. -@fig:011).



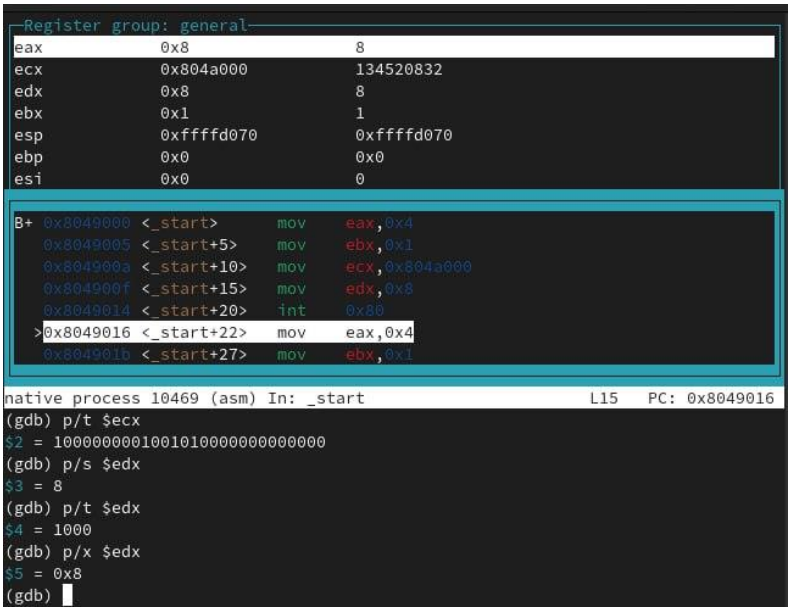

*Просмотр содержимого*

Меняю содержимое переменных по имени и по адресу (рис. -@fig:012).



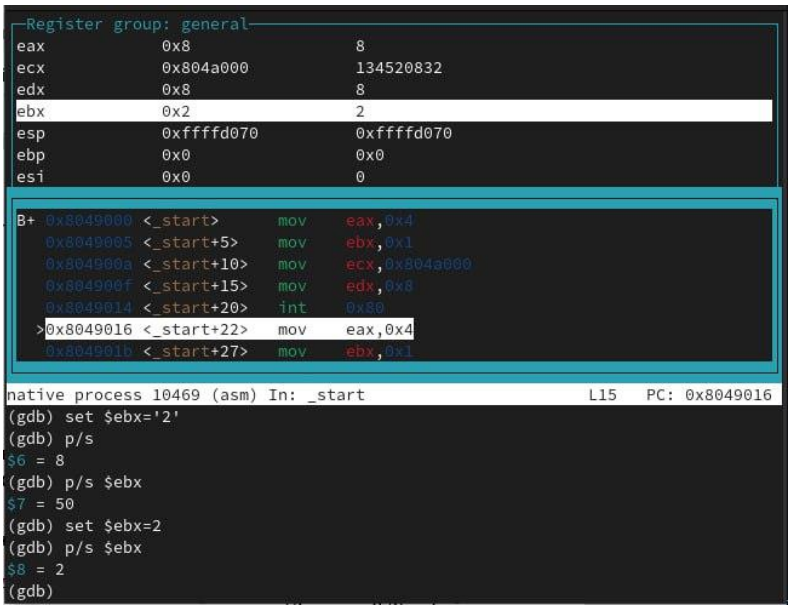

*Изменение содержимого*

Вывожу в различных форматах значение регистра edx (рис. -@fig:013).



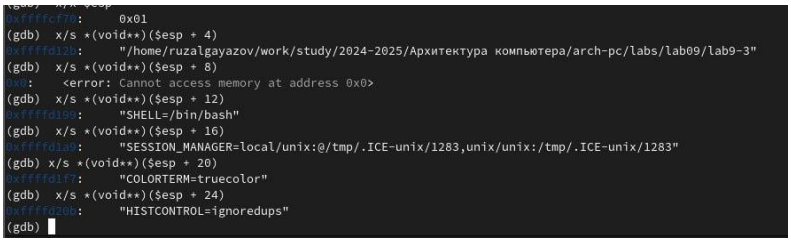

*Просмотр значения регистра разными представлениями*

С помощью команды set меняю содержимое регистра ebx (рис. -@fig:014).




*Примеры использования set*

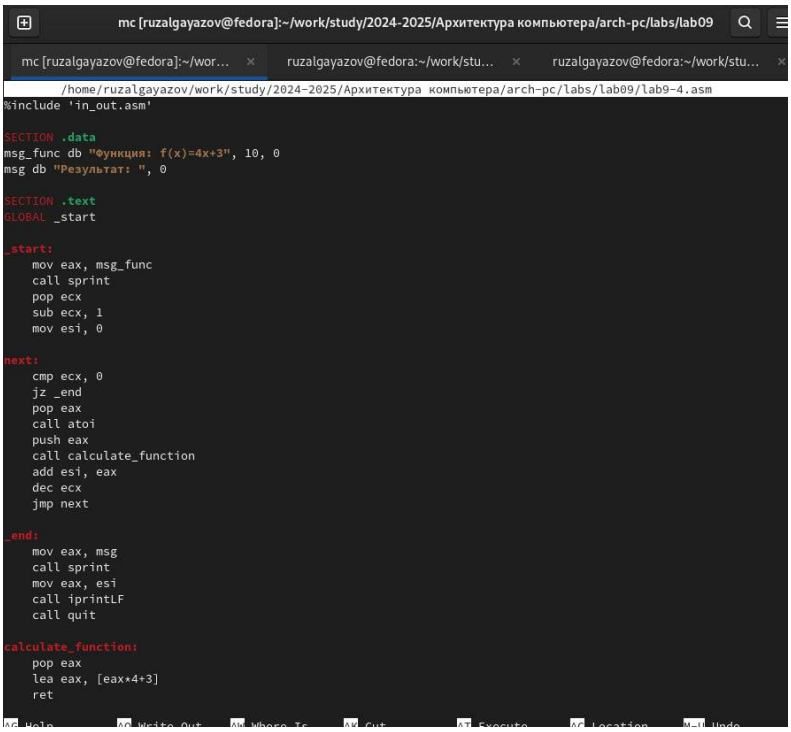
Копирую программу из предыдущей лабораторной работы в текущий каталог. Запускаю программу с режиме отладки с указанием аргументов, указываю брейкпопнт и запускаю отладку. Проверяю работу стека, изменяя аргумент команды просмотра регистра esp на +4, число обусловлено разрядностью системы, а указатель void занимает как раз 4 байта, ошибка при аргументе +24 означает, что аргументы на вход программы закончились. (рис. -@fig:015).




*Проверка работы стека*

## Задание для самостоятельной работы

Меняю программу самостоятельной части с использованием подпрограммы (рис. -@fig:016).



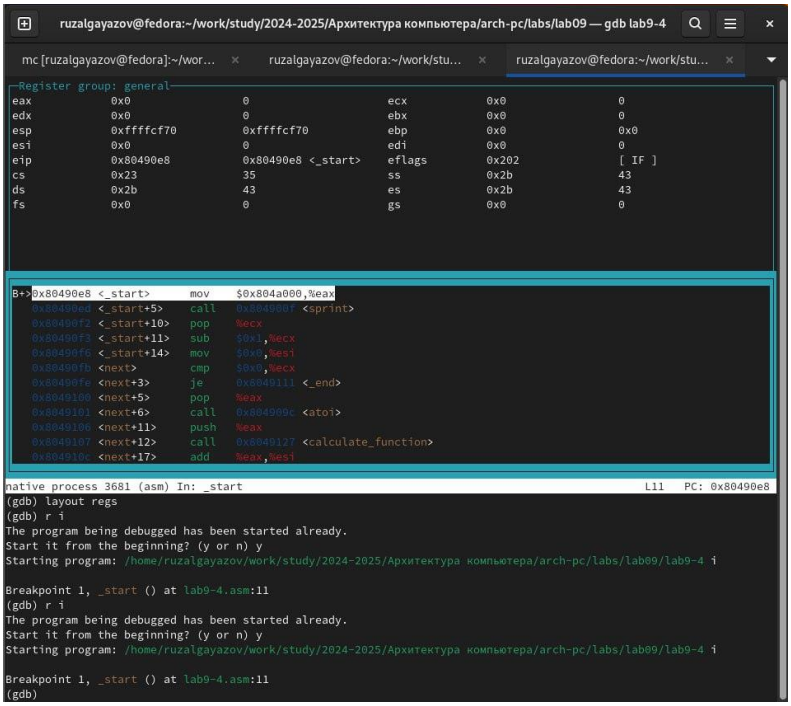

*Измененная программа*

Код программы:

```
%include 'in_out.asm'

SECTION .data
msg_func db "Функция: f(x)=4x+3", 10, 0
msg db "Результат: ", 0

SECTION .text
GLOBAL _start

_start:
    mov eax, msg_func
    call sprint
    pop ecx
    sub ecx, 1
    mov esi, 0

next:
    cmp ecx, 0
    jz _end
    pop eax
    call atoi
    push eax
    call calculate_function
    add esi, eax
    dec ecx
    jmp next
```

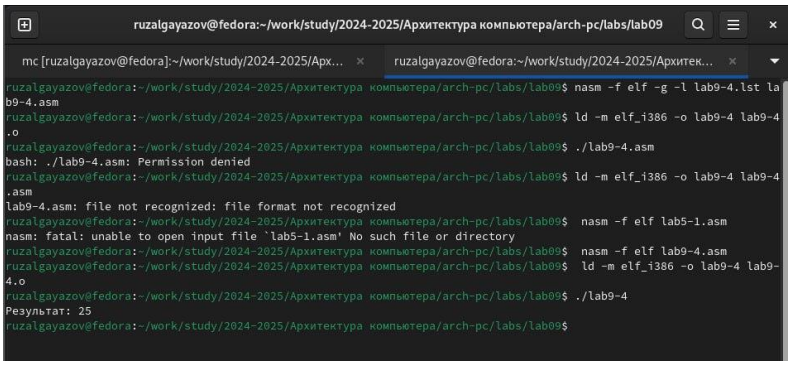
```
_end:
    mov eax, msg
    call sprint
    mov eax, esi
    call iprintLF
    call quit

calculate_function:
    pop eax
    lea eax, [eax*4+3]
    ret
```

Запускаю программу в режике отладичка и пошагово через si просматриваю изменение значений регистров через i r. При выполнении инструкции mul ecx можно заметить, что результат умножения записывается в регистр eax, но также меняет и edx. Значение регистра ebx не обновляется напрямую, поэтому результат программа неверно подсчитывает функцию (рис. -@fig:017).




*Поиск ошибки*

Исправляю найденную ошибку, теперь программа верно считает значение функции (рис. -@fig:018).




*Проверка корректировок в программме*

Код измененной программы:

```
%include 'in_out.asm'

SECTION .data
div: DB 'Результат: ', 0

SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

mov ebx, 3
mov eax, 2
add ebx, eax
mov eax, ebx
mov ecx, 4
mul ecx
add eax, 5
mov edi, eax

mov eax, div
call sprint
mov eax, edi
call iprintLF

call quit
```

## Выводы

В результате выполнения данной лабораторной работы я приобрел навыки написания программ с использованием подпрограмм, а так же познакомился с методами отладки при поомщи GDB и его основными возможностями.

## Список литературы

1. GDB: The GNU Project Debugger. — URL: https://www.gnu.org/software/gdb/.
2. GNU Bash Manual. — 2016. — URL: https://www.gnu.org/software/bash/manual/.

3. Midnight Commander Development Center. — 2021. — URL: https://midnight-commander. org/.
4. NASM Assembly Language Tutorials. — 2021. — URL: https://asmtutor.com/.
5. Newham C. Learning the bash Shell: Unix Shell Programming. — O'Reilly Media, 2005. — 354 с. — (In a Nutshell). — ISBN 0596009658. — URL: http://www.amazon.com/Learningbash-Shell-Programming-Nutshell/dp/0596009658.
6. Robbins A. Bash Pocket Reference. — O'Reilly Media, 2016. — 156 с. — ISBN 978-1491941591.
7. The NASM documentation. — 2021. — URL: https://www.nasm.us/docs.php.
8. Zarrelli G. Mastering Bash. — Packt Publishing, 2017. — 502 с. — ISBN 9781784396879.
9. Колдаев В. Д., Лупин С. А. Архитектура ЭВМ. — М. : Форум, 2018.
10. Куляс О. Л., Никитин К. А. Курс программирования на ASSEMBLER. — М. : Солон-Пресс,
11. Новожилов О. П. Архитектура ЭВМ и систем. — М. : Юрайт, 2016.
12. Расширенный ассемблер: NASM. — 2021. — URL: https://www.opennet.ru/docs/RUS/nasm/.
13. Робачевский А., Немнюгин С., Стесик О. Операционная система UNIX. — 2-е изд. — БХВПетербург, 2010. — 656 с. — ISBN 978-5-94157-538-1.
14. Столяров А. Программирование на языке ассемблера NASM для ОС Unix. — 2-е изд. — М. : МАКС Пресс, 2011. — URL: http://www.stolyarov.info/books/asm_unix.
15. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. — 6-е изд. — СПб. : Питер, 2013. — 874 с. — (Классика Computer Science).
16. Таненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. — 4-е изд. — СПб. : Питер, 2015. — 1120 с. — (Классика Computer Science).