

# **Отчёт по лабораторной работе №6**

**Дисциплина: архитектура компьютера**

Иван Салиндер

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>9</b>
4.0.1	Символьные и численные данные в NASM . . . . .	9
4.0.2	Выполнение арифметических операций в NASM . . . . .	14
<b>5</b>	<b>Выполнение заданий для самостоятельной работы</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Выводы</b>	<b>22</b>
	<b>Список литературы</b>	<b>23</b>

## Список иллюстраций

4.1	Перехожу в созданный каталог с помощью утилиты cd. С помощью утилиты touch создаю файл lab6-1.asm. . . . .	9
4.2	Копирование in_out.asm. . . . .	9
4.3	Открываю файл lab6-1.asm с помощью текстового редактора nano. . . . .	10
4.4	Запуск исполняемого файла. . . . .	10
4.5	Редактирование файла. . . . .	11
4.6	Запуск исполняемого файла. . . . .	11
4.7	Создание файла. . . . .	11
4.8	Редактирование файла. . . . .	12
4.9	Запуск исполняемого файла. . . . .	12
4.10	Редактирование файла. . . . .	13
4.11	Запуск исполняемого файла. . . . .	13
4.12	Редактирование файла. . . . .	14
4.13	Запуск исполняемого файла. . . . .	14
4.14	Создание и проверка файла. . . . .	15
4.15	Редактирование файла. . . . .	15
4.16	Запуск исполняемого файла. . . . .	16
4.17	Изменение программы. . . . .	16
4.18	Запуск исполняемого файла. . . . .	17
4.19	Создание файла. . . . .	17
4.20	Редактирование файл. . . . .	18
4.21	Запуск исполняемого файл. . . . .	18
5.1	Создание файла. . . . .	19
5.2	Написание программ. . . . .	20
5.3	Запуск исполняемого файла. . . . .	20
5.4	Запуск исполняемого файла. . . . .	21

## Список таблиц

# 1 Цель работы

Цель данной лабораторной работы - освоение арифметических инструкций языка ассемблера NASM.

## 2 Задание

1. Символьные и численные данные в NASM
2. Выполнение арифметических операций в NASM
3. Выполнение заданий для самостоятельной работы

### 3 Теоретическое введение

Большинство инструкций на языке ассемблера требуют обработки операндов. Адрес операнда предоставляет место, где хранятся данные, подлежащие обработке. Это могут быть данные хранящиеся в регистре или в ячейке памяти.

Регистровая адресация – операнды хранятся в регистрах и в команде используются имена этих регистров, например: `mov ax,bx`. Непосредственная адресация – значение операнда задается непосредственно в команде, Например: `mov ax,2`. Адресация памяти – операнд задает адрес в памяти. В команде указывается символическое обозначение ячейки памяти, над содержимым которой требуется выполнить операцию. Ввод информации с клавиатуры и вывод её на экран осуществляется в символьном виде. Кодирование этой информации производится согласно кодовой таблице символов ASCII. ASCII – сокращение от American Standard Code for Information Interchange (Американский стандартный код для обмена информацией). Согласно стандарту ASCII каждый символ кодируется одним байтом. Среди инструкций NASM нет такой, которая выводит числа (не в символьном виде). Поэтому, например, чтобы вывести число, надо предварительно преобразовать его цифры в ASCII-коды этих цифр и выводить на экран эти коды, а не само число. Если же выводить число на экран непосредственно, то экран воспримет его не как число, а как последовательность ASCII-символов – каждый байт числа будет воспринят как один ASCII-символ – и выведет на экран эти символы. Аналогичная ситуация происходит и при вводе данных с клавиатуры. Введенные данные будут представлять собой символы, что сделает невозможным получение корректного результата при выполнении над ними


арифметических операций. Для решения этой проблемы необходимо проводить преобразование ASCII символов в числа и обратно



## 4 Выполнение лабораторной работы

### 4.0.1 Символьные и численные данные в NASM

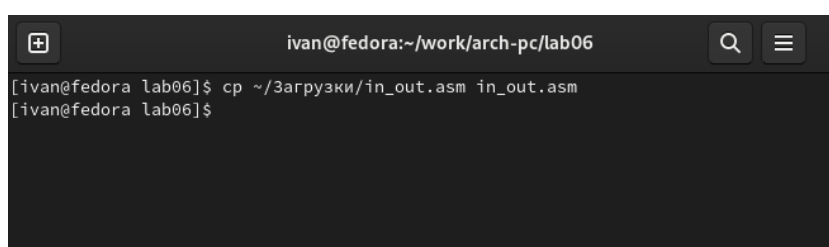
С помощью утилиты `mkdir` создаю директорию, в которой буду создавать файлы с программами для лабораторной работы №6



```
ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06
[ivan@fedora ~]$ mkdir ~/work/arch-pc/lab06
[ivan@fedora ~]$ cd ~/work/arch-pc/lab06
[ivan@fedora lab06]$ touch lab6-1.asm
[ivan@fedora lab06]$ ls
lab6-1.asm
[ivan@fedora lab06]$
```

Рис. 4.1: Перехожу в созданный каталог с помощью утилиты `cd`. С помощью утилиты `touch` создаю файл `lab6-1.asm`.

Копирую в текущий каталог файл `in_out.asm` с помощью утилиты `cp`, т.к. он будет использоваться в других программах



```
ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06
[ivan@fedora lab06]$ cp ~/Загрузки/in_out.asm in_out.asm
[ivan@fedora lab06]$
```

Рис. 4.2: Копирование `in_out.asm`.

Открываю созданный файл `lab6-1.asm`, вставляю в него программу вывода значения регистра `eax`



```
Открыть ▾ + lab6-1.asm
~/work/arch-pc/lab06

%include 'in-out.asm'
SECTION .bss
buf1: RESB 80
SECTION .text
GLOBAL _start
_start:
mov eax, '6'
mov ebx, '4'
add eax, ebx
mov [buf1], eax
mov eax, buf1
call sprintLF
call quit
```

Рис. 4.3: Открываю файл lab6-1.asm с помощью текстового редактора nano.

Создаю исполняемый файл программы и запускаю его. Вывод программы: символ j, потому что программа вывела символ, соответствующий по системе ASCII сумме двоичных кодов символов 4 и 6.

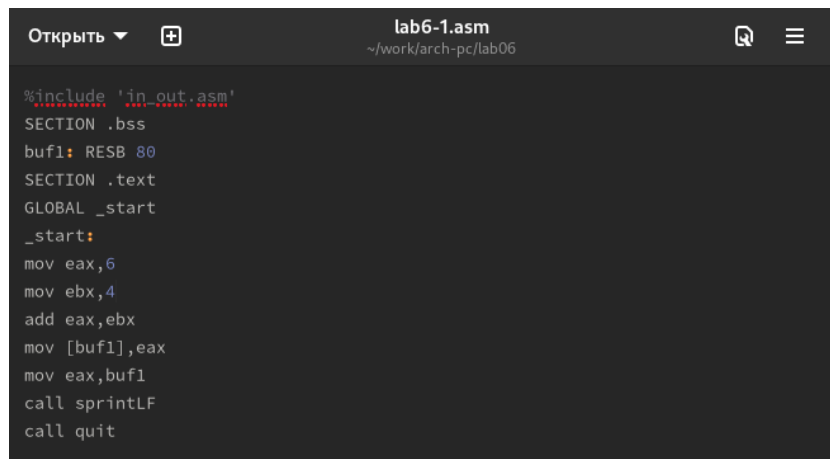


```
ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06

[ivan@fedora lab06]$ nasm -f elf lab6-1.asm
[ivan@fedora lab06]$ ld -m elf_i386 -o lab6-1 lab6-1.o
[ivan@fedora lab06]$ ./lab6-1
j
[ivan@fedora lab06]$
```

Рис. 4.4: Запуск исполняемого файла.

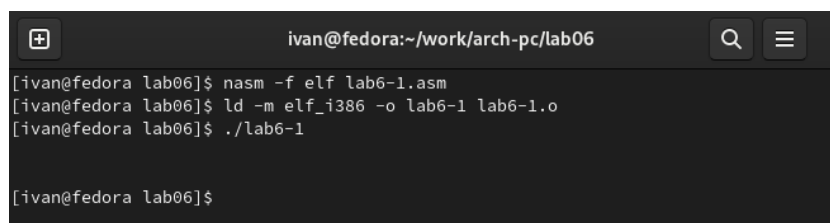
Изменяю в тексте программы символы “6” и “4” на цифры 6 и 4.

A screenshot of a text editor window titled 'lab6-1.asm' with the path '~/work/arch-pc/lab06'. The editor contains the following assembly code:

```
%include 'in-out.asm'
SECTION .bss
buf1: RESB 80
SECTION .text
GLOBAL _start
_start:
mov eax,6
mov ebx,4
add eax,ebx
mov [buf1],eax
mov eax,buf1
call sprintLF
call quit
```

Рис. 4.5: Редактирование файла.

Создаю новый исполняемый файл программы и запускаю его. Теперь вывелся символ с кодом 10, это символ перевода строки, этот символ не отображается при выводе на экран.

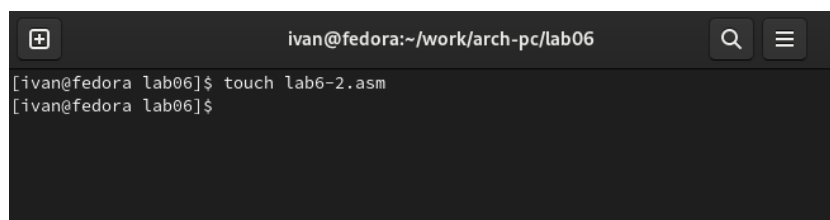
A screenshot of a terminal window with the prompt 'ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06'. The terminal shows the following commands and output:

```
[ivan@fedora lab06]$ nasm -f elf lab6-1.asm
[ivan@fedora lab06]$ ld -m elf_i386 -o lab6-1 lab6-1.o
[ivan@fedora lab06]$ ./lab6-1

[ivan@fedora lab06]$
```

Рис. 4.6: Запуск исполняемого файла.

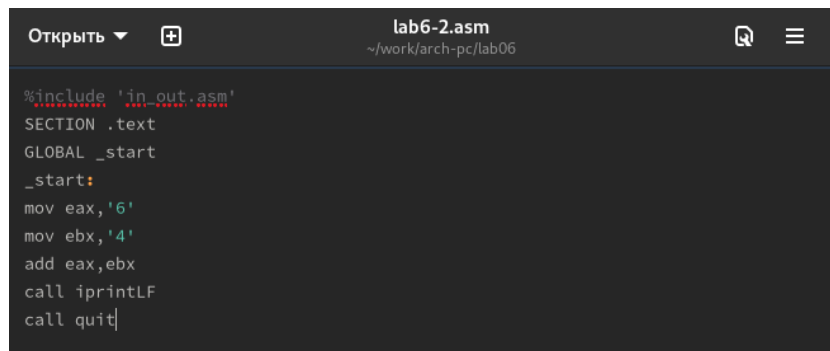
Создаю новый файл lab6-2.asm с помощью утилиты touch.

A screenshot of a terminal window with the prompt 'ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06'. The terminal shows the following commands and output:

```
[ivan@fedora lab06]$ touch lab6-2.asm
[ivan@fedora lab06]$
```

Рис. 4.7: Создание файла.

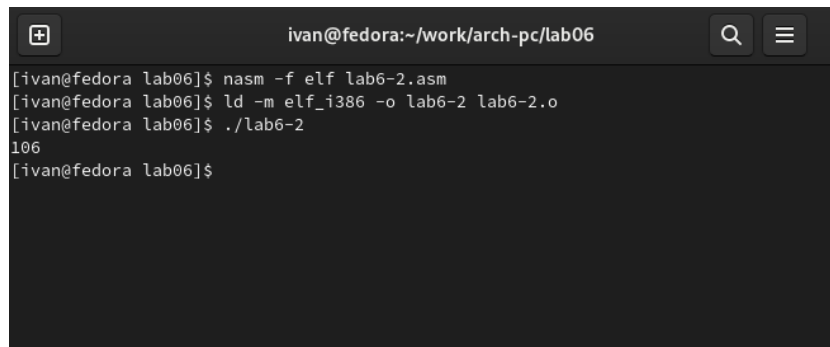
Ввожу в файл текст другой программы для вывода значения регистра eax.



```
Открыть ▾ + lab6-2.asm  
~/work/arch-pc/lab06  
%include 'in-out.asm'  
SECTION .text  
GLOBAL _start  
_start:  
mov eax, '6'  
mov ebx, '4'  
add eax, ebx  
call iprintLF  
call quit
```

Рис. 4.8: Редактирование файла.

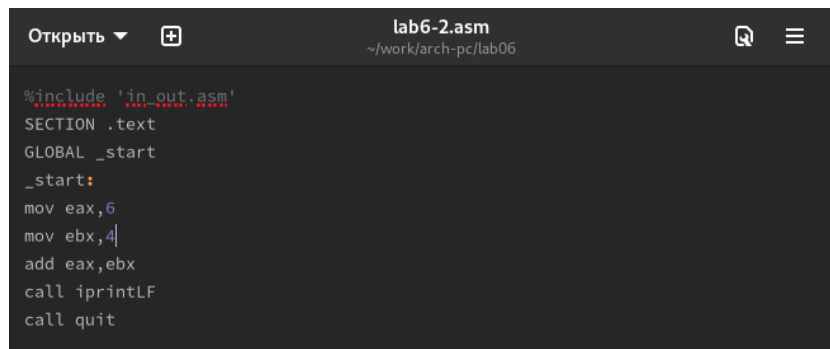
Создаю и запускаю исполняемый файл lab6-2. Теперь вывод число 106, потому что программа позволяет вывести именно число, а не символ, хотя все еще происходит именно сложение кодов символов “6” и “4”.



```
ivan@fedora: ~/work/arch-pc/lab06  
[ivan@fedora lab06]$ nasm -f elf lab6-2.asm  
[ivan@fedora lab06]$ ld -m elf_i386 -o lab6-2 lab6-2.o  
[ivan@fedora lab06]$ ./lab6-2  
106  
[ivan@fedora lab06]$
```

Рис. 4.9: Запуск исполняемого файла.

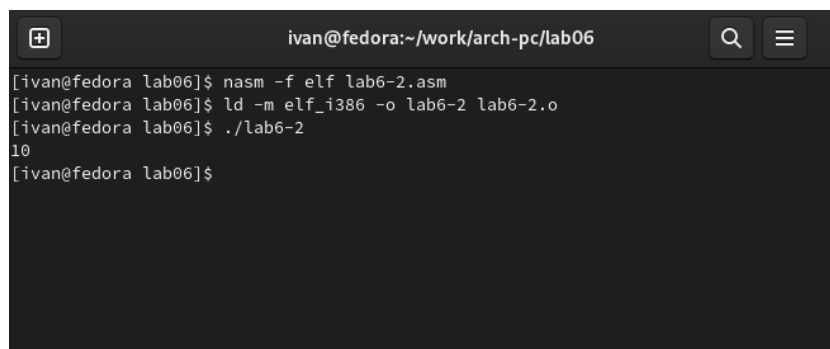
Заменяю в тексте программы в файле lab6-2.asm символы “6” и “4” на числа 6 и 4.

A screenshot of a text editor window titled 'lab6-2.asm' with the path '~/work/arch-pc/lab06'. The editor contains the following assembly code:

```
%include 'in-out.asm'
SECTION .text
GLOBAL _start
_start:
mov eax,6
mov ebx,4
add eax,ebx
call iprintLF
call quit
```

Рис. 4.10: Редактирование файла.

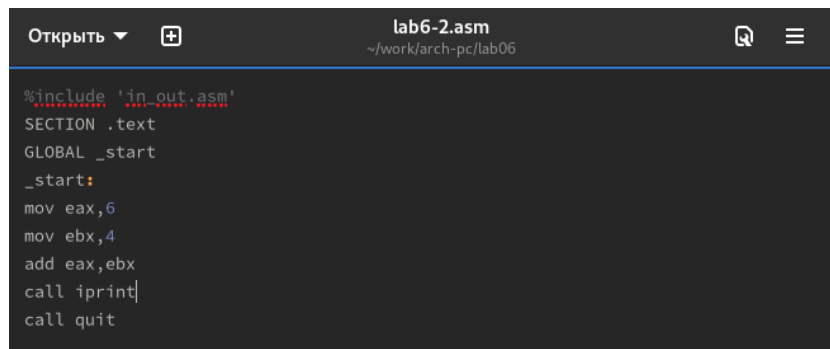
Создаю и запускаю новый исполняемый файл. Теперь программа складывает не соответствующие символам коды в системе ASCII, а сами числа, поэтому вывод 10.

A screenshot of a terminal window with the prompt 'ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06'. The terminal shows the following commands and output:

```
[ivan@fedora lab06]$ nasm -f elf lab6-2.asm
[ivan@fedora lab06]$ ld -m elf_i386 -o lab6-2 lab6-2.o
[ivan@fedora lab06]$ ./lab6-2
10
[ivan@fedora lab06]$
```

Рис. 4.11: Запуск исполняемого файла.

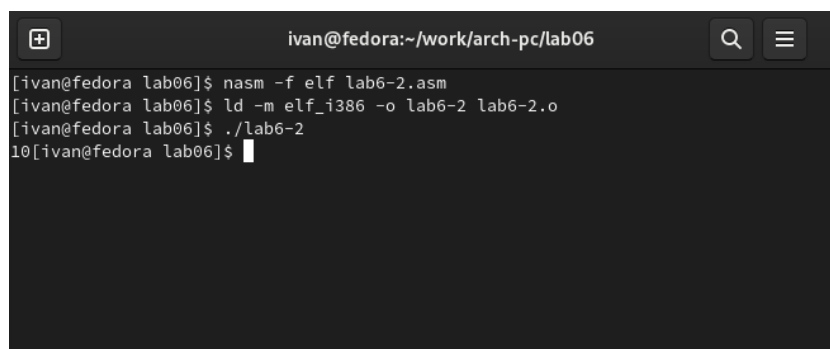
Заменяю в тексте программы функцию iprintLF на iprint.



```
Открыть ▾ + lab6-2.asm  
~/work/arch-pc/lab06  
%include 'in-out.asm'  
SECTION .text  
GLOBAL _start  
_start:  
mov eax,6  
mov ebx,4  
add eax,ebx  
call iprintl  
call quit
```

Рис. 4.12: Редактирование файла.

Создаю и запускаю новый исполняемый файл. Вывод не изменился, потому что символ переноса строки не отображался, когда программа исполнялась с функцией `iprintLF`, а `iprint` не добавляет к выводу символ переноса строки, в отличие от `iprintLF`.



```
ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06  
[ivan@fedora lab06]$ nasm -f elf lab6-2.asm  
[ivan@fedora lab06]$ ld -m elf_i386 -o lab6-2 lab6-2.o  
[ivan@fedora lab06]$ ./lab6-2  
10[ivan@fedora lab06]$
```

Рис. 4.13: Запуск исполняемого файла.

## 4.0.2 Выполнение арифметических операций в NASM

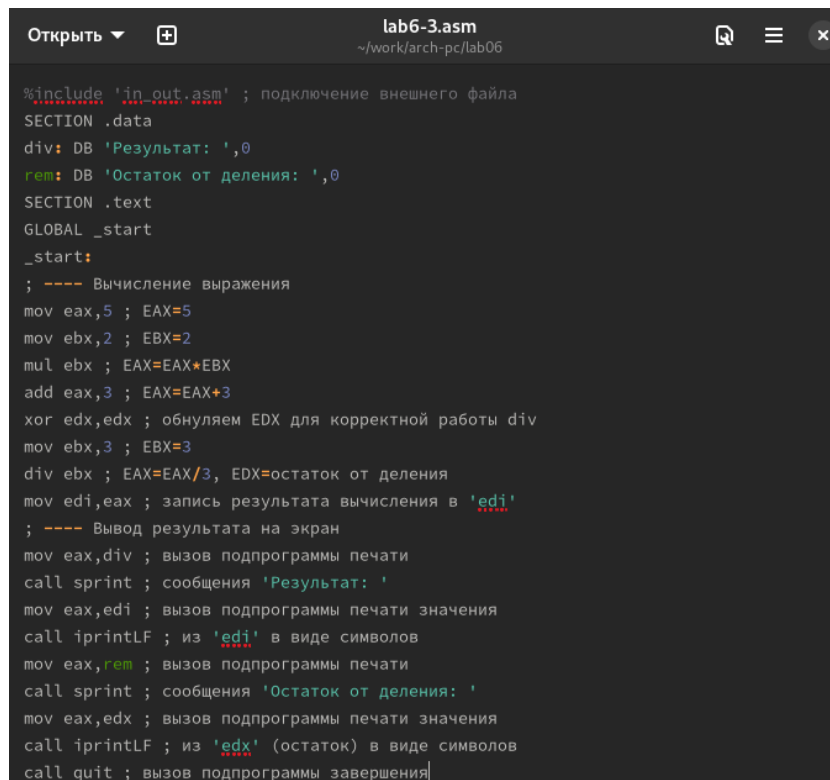
Создаю файл `lab6-3.asm` с помощью утилиты `touch`. И проверяю с помощью `ls`.



```
ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06
[ivan@fedora lab06]$ touch lab6-3.asm
[ivan@fedora lab06]$ ls
in_out.asm  lab6-1  lab6-1.asm  lab6-1.o  lab6-2  lab6-2.asm  lab6-2.o  lab6-3.asm
[ivan@fedora lab06]$
```

Рис. 4.14: Создание и проверка файла.

Ввожу в созданный файл текст программы для вычисления значения выражения  $f(x) = (5 * 2 + 3)/3$

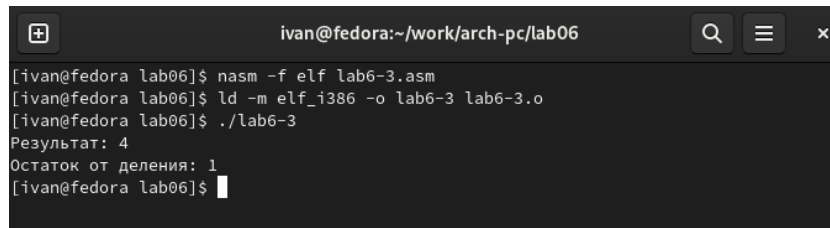


```
Открыть  lab6-3.asm
~/work/arch-pc/lab06

#include 'in_out.asm' ; подключение внешнего файла
SECTION .data
div: DB 'Результат: ',0
rem: DB 'Остаток от деления: ',0
SECTION .text
GLOBAL _start
_start:
; ---- Вычисление выражения
mov eax,5 ; EAX=5
mov ebx,2 ; EBX=2
mul ebx ; EAX=EAX*EBX
add eax,3 ; EAX=EAX+3
xor edx,edx ; обнуляем EDX для корректной работы div
mov ebx,3 ; EBX=3
div ebx ; EAX=EAX/3, EDX=остаток от деления
mov edi,eax ; запись результата вычисления в 'edi'
; ---- Вывод результата на экран
mov eax,div ; вызов подпрограммы печати
call sprint ; сообщения 'Результат: '
mov eax,edi ; вызов подпрограммы печати значения
call iprintLF ; из 'edi' в виде символов
mov eax,rem ; вызов подпрограммы печати
call sprint ; сообщения 'Остаток от деления: '
mov eax,edx ; вызов подпрограммы печати значения
call iprintLF ; из 'edx' (остаток) в виде символов
call quit ; вызов подпрограммы завершения
```

Рис. 4.15: Редактирование файла.

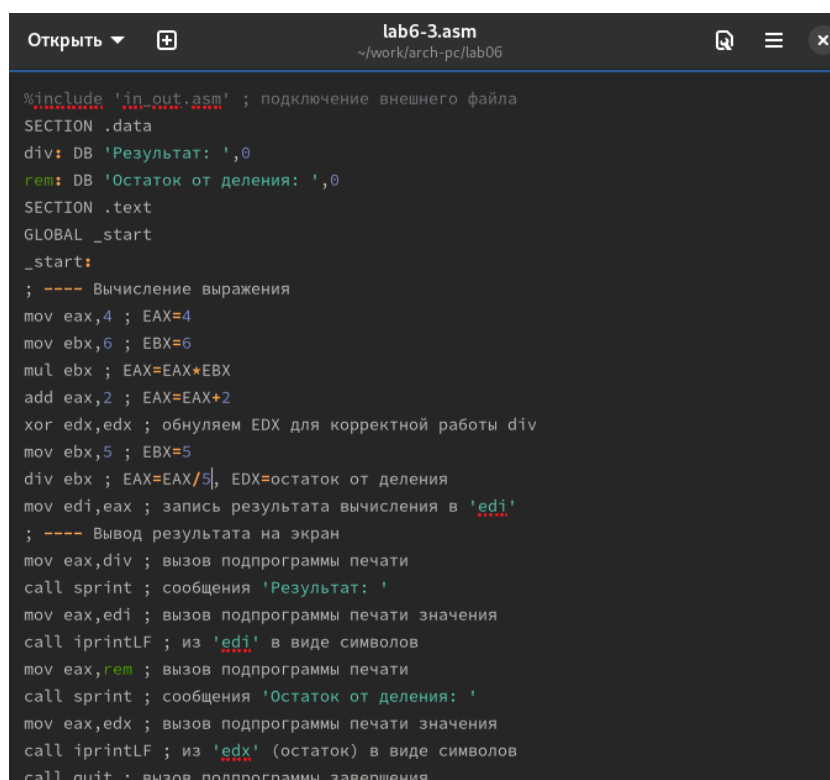
Создаю исполняемый файл и запускаю его.



```
ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06
[ivan@fedora lab06]$ nasm -f elf lab6-3.asm
[ivan@fedora lab06]$ ld -m elf_i386 -o lab6-3 lab6-3.o
[ivan@fedora lab06]$ ./lab6-3
Результат: 4
Остаток от деления: 1
[ivan@fedora lab06]$
```

Рис. 4.16: Запуск исполняемого файла.

Изменяю программу так, чтобы она вычисляла значение выражения  $f(x) = (4 * 6 + 2)/5$



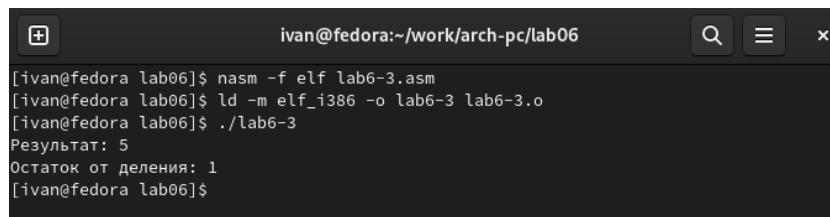
```
lab6-3.asm
~/work/arch-pc/lab06

%include 'in_out.asm' ; подключение внешнего файла
SECTION .data
div: DB 'Результат: ',0
rem: DB 'Остаток от деления: ',0
SECTION .text
GLOBAL _start
_start:
; ---- Вычисление выражения
mov eax,4 ; EAX=4
mov ebx,6 ; EBX=6
mul ebx ; EAX=EAX*EBX
add eax,2 ; EAX=EAX+2
xor edx,edx ; обнуляем EDX для корректной работы div
mov ebx,5 ; EBX=5
div ebx ; EAX=EAX/5, EDX=остаток от деления
mov edi,eax ; запись результата вычисления в 'edi'
; ---- Вывод результата на экран
mov eax,div ; вызов подпрограммы печати
call sprint ; сообщения 'Результат: '
mov eax,edi ; вызов подпрограммы печати значения
call iprintLF ; из 'edi' в виде символов
mov eax,rem ; вызов подпрограммы печати
call sprint ; сообщения 'Остаток от деления: '
mov eax,edx ; вызов подпрограммы печати значения
call iprintLF ; из 'edx' (остаток) в виде символов
call quit ; вызов подпрограммы завершения
```

Рис. 4.17: Изменение программы.

Создаю и запускаю новый исполняемый файл.

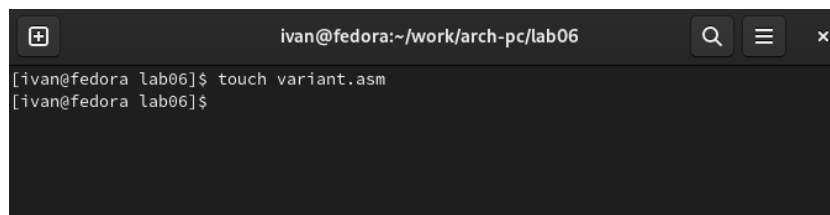


A terminal window titled 'ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06' with search, menu, and close icons. It shows the execution of assembly and linking commands. The output of the linker shows a result of 5 and a remainder of 1.

```
ivan@fedora lab06$ nasm -f elf lab6-3.asm
ivan@fedora lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-3 lab6-3.o
ivan@fedora lab06$ ./lab6-3
Результат: 5
Остаток от деления: 1
ivan@fedora lab06$
```

Рис. 4.18: Запуск исполняемого файла.

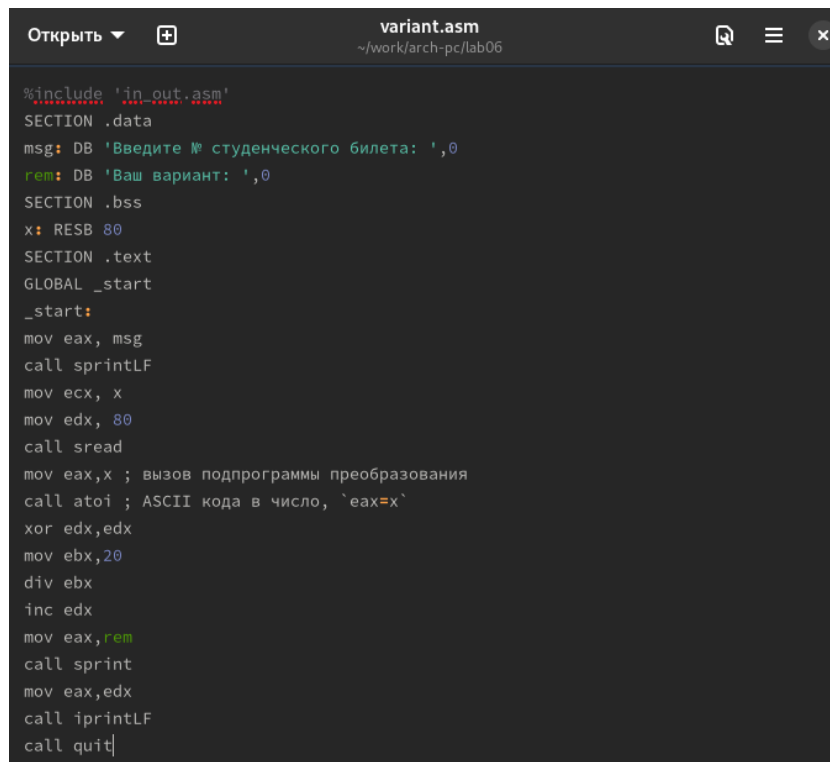
Создаю файл `variant.asm` с помощью утилиты `touch`.

A terminal window titled 'ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06' with search, menu, and close icons. It shows the command to create a new file using the 'touch' utility.

```
ivan@fedora lab06$ touch variant.asm
ivan@fedora lab06$
```

Рис. 4.19: Создание файла.

Ввожу в файл текст программы для вычисления варианта задания по номеру студенческого билета.

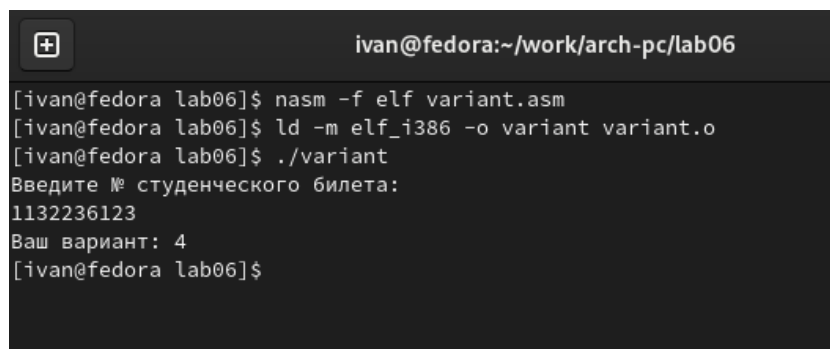


```
Открыть + variant.asm
~/work/arch-pc/lab06

%include 'in_out.asm'
SECTION .data
msg: DB 'Введите № студенческого билета: ',0
rem: DB 'Ваш вариант: ',0
SECTION .bss
x: RESB 80
SECTION .text
GLOBAL _start
_start:
mov eax, msg
call sprintf
mov ecx, x
mov edx, 80
call sread
mov eax, x ; вызов подпрограммы преобразования
call atoi ; ASCII кода в число, `eax=x`
xor edx, edx
mov ebx, 20
div ebx
inc edx
mov eax, rem
call sprintf
mov eax, edx
call iprintLF
call quit
```

Рис. 4.20: Редактирование файл.

Создаю и запускаю исполняемый файл. Ввожу номер своего студенческого билета с клавиатуры, программа вывела, что мой вариант 4.



```
ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06

[ivan@fedora lab06]$ nasm -f elf variant.asm
[ivan@fedora lab06]$ ld -m elf_i386 -o variant variant.o
[ivan@fedora lab06]$ ./variant
Введите № студенческого билета:
1132236123
Ваш вариант: 4
[ivan@fedora lab06]$
```

Рис. 4.21: Запуск исполняемого файл.

## 5 Выполнение заданий для самостоятельной работы

Создаю файл lab6-4.asm с помощью утилиты touch.

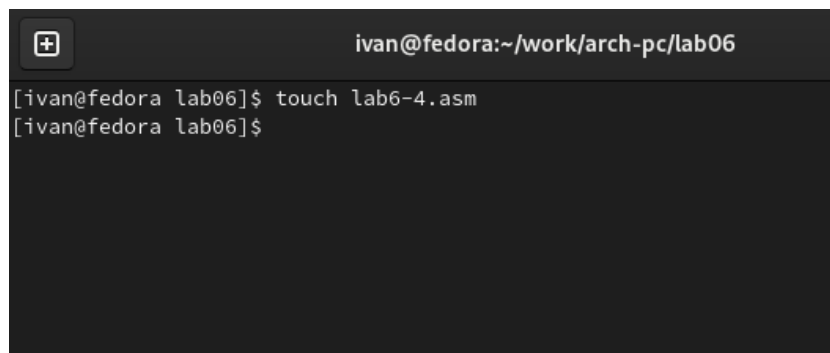
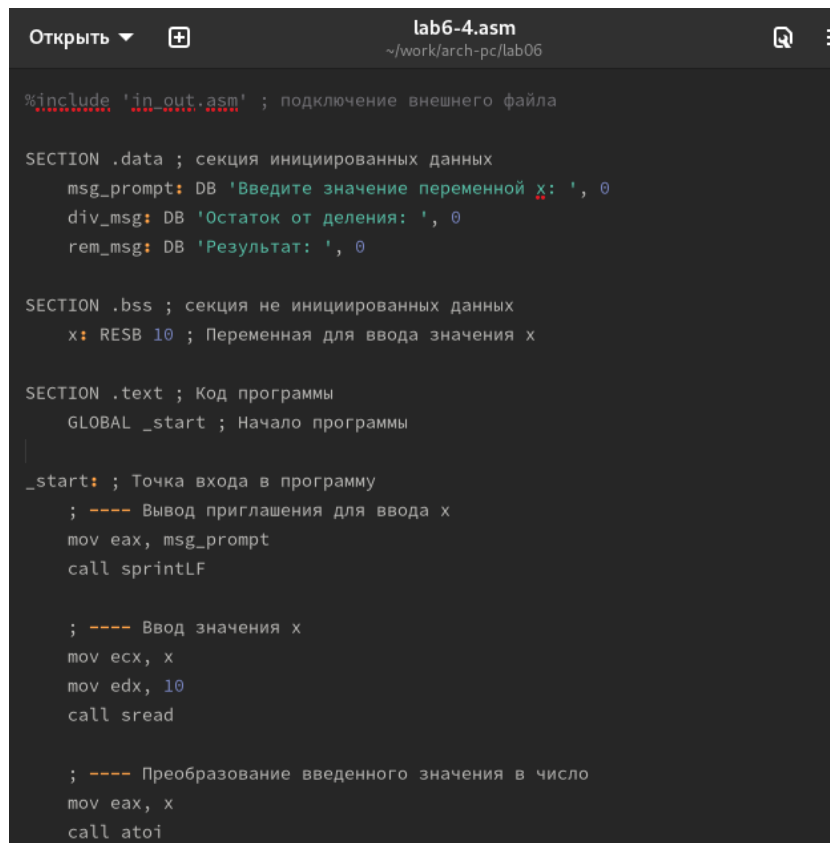
A terminal window with a dark background. The title bar shows a window icon and the text 'ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06'. The terminal content shows two lines: '[ivan@fedora lab06]\$ touch lab6-4.asm' followed by a new prompt line '[ivan@fedora lab06]\$'.

Рис. 5.1: Создание файла.

Открываю созданный файл для редактирования, ввожу в него текст программы для вычисления значения выражения  $X$  в степени  $\frac{4}{3} \cdot (x - 1) + 5$ . Это выражение было под вариантом 4.



```
Открыть + lab6-4.asm
~/work/arch-pc/lab06

%include 'in_out.asm' ; подключение внешнего файла

SECTION .data ; секция инициированных данных
    msg_prompt: DB 'Введите значение переменной x: ', 0
    div_msg: DB 'Остаток от деления: ', 0
    rem_msg: DB 'Результат: ', 0

SECTION .bss ; секция не инициированных данных
    x: RESB 10 ; Переменная для ввода значения x

SECTION .text ; Код программы
    GLOBAL _start ; Начало программы

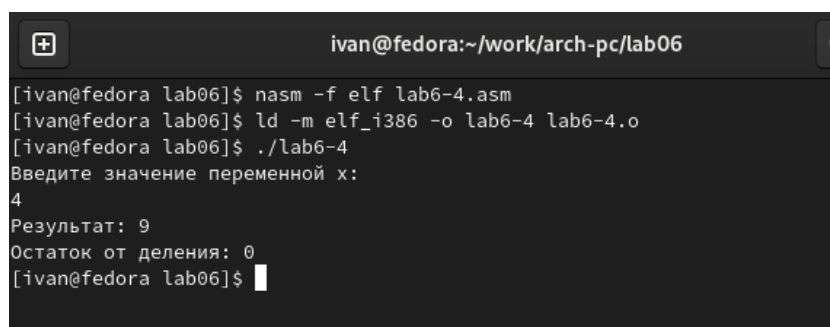
_start: ; Точка входа в программу
    ; ---- Вывод приглашения для ввода x
    mov eax, msg_prompt
    call sprintf

    ; ---- Ввод значения x
    mov ecx, x
    mov edx, 10
    call sread

    ; ---- Преобразование введенного значения в число
    mov eax, x
    call atoi
```

Рис. 5.2: Написание программ.

Создаю и запускаю исполняемый файл. При вводе значения 4, вывод 9.

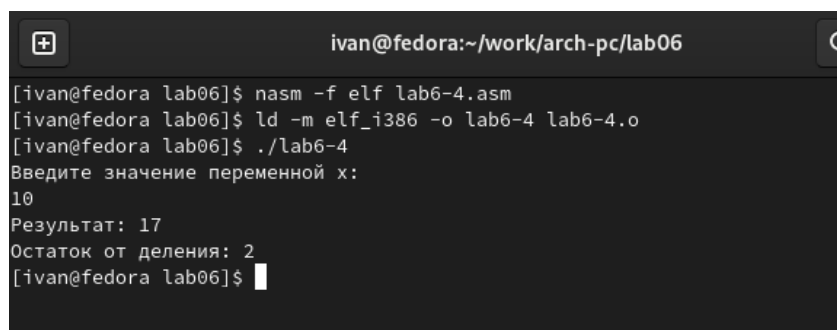


```
ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06

[ivan@fedora lab06]$ nasm -f elf lab6-4.asm
[ivan@fedora lab06]$ ld -m elf_i386 -o lab6-4 lab6-4.o
[ivan@fedora lab06]$ ./lab6-4
Введите значение переменной x:
4
Результат: 9
Остаток от деления: 0
[ivan@fedora lab06]$
```

Рис. 5.3: Запуск исполняемого файла.

Провожу еще один запуск исполняемого файла для проверки работы программы с другим значением на входе. Программа отработала верно.

A terminal window with a dark background and light text. The title bar at the top reads 'ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06'. The terminal content shows a series of commands and their outputs: 'nasm -f elf lab6-4.asm' is executed; 'ld -m elf\_i386 -o lab6-4 lab6-4.o' is executed; './lab6-4' is executed, leading to a prompt 'Введите значение переменной x:' where '10' is entered; the program then outputs 'Результат: 17' and 'Остаток от деления: 2' before returning to the shell prompt '[ivan@fedora lab06]\$'.

```
ivan@fedora:~/work/arch-pc/lab06
[ivan@fedora lab06]$ nasm -f elf lab6-4.asm
[ivan@fedora lab06]$ ld -m elf_i386 -o lab6-4 lab6-4.o
[ivan@fedora lab06]$ ./lab6-4
Введите значение переменной x:
10
Результат: 17
Остаток от деления: 2
[ivan@fedora lab06]$
```

Рис. 5.4: Запуск исполняемого файла.

## 6 Выводы

При выполнении данной лабораторной работы я освоил арифметические инструкции языка ассемблера NASM.

## 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/Learning-bash-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, 2017.
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. — БХВ-Петербург, 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](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).