

# **Отчёт по лабораторной работе №6**

**Дисциплина: архитектура компьютера**

**Лобанов Владислав Олегович**

# Содержание

<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>Задание</b>	<b>6</b>
<b>Теоретическое введение</b>	<b>7</b>
<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>9</b>
Символьные и численные данные в NASM . . . . .	9
Выполнение арифметических операций в NASM . . . . .	13
Ответы на вопросы по программе . . . . .	16
Выполнение заданий для самостоятельной работы . . . . .	17
<b>Выводы</b>	<b>21</b>

# Список иллюстраций

1	Создание директории и файла в ней . . . . .	9
2	Копирование файла . . . . .	9
3	Редактирование файла . . . . .	10
4	Запуск исполняемого файла . . . . .	10
5	Редактирование файла . . . . .	10
6	Запуск исполняемого файла . . . . .	11
7	Создание файла . . . . .	11
8	Редактирование файла . . . . .	11
9	Запуск исполняемого файла . . . . .	11
10	Редактирование файла . . . . .	12
11	Запуск исполняемого файла . . . . .	12
12	Редактирование файла . . . . .	12
13	Запуск исполняемого файла . . . . .	13
14	Создание файла . . . . .	13
15	Редактирование файла . . . . .	14
16	Запуск исполняемого файла . . . . .	14
17	Изменение программы . . . . .	15
18	Запуск исполняемого файла . . . . .	15
19	Создание и редактирование файла . . . . .	16
20	Запуск исполняемого файла . . . . .	16
21	Создание файла и написание программы в нём . . . . .	18
22	Создание и запуск исполняемого файла . . . . .	18

## Список таблиц

## Цель работы

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

# Задание

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

# 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

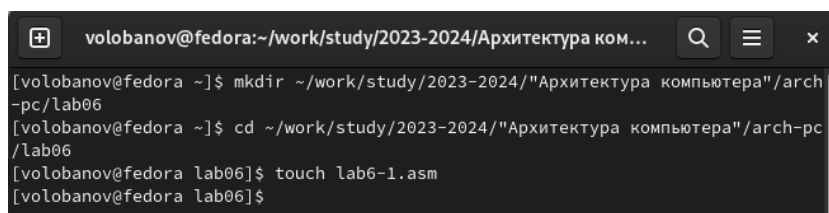
результата при выполнении над ними арифметических операций. Для решения этой проблемы необходимо проводить преобразование ASCII символов в числа и обратно



# Выполнение лабораторной работы

## Символьные и численные данные в NASM

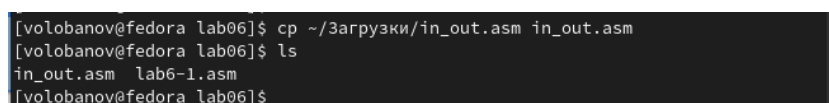
С помощью утилиты `mkdir` создаю директорию, в которой буду создавать файлы с программами для лабораторной работы №6. Перехожу в созданный каталог с помощью утилиты `cd`, в котором с помощью утилиты `touch` создаю файл `lab6-1.asm` (рис. @fig:001).



```
volobanov@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура ком...
[volobanov@fedora ~]$ mkdir ~/work/study/2023-2024/"Архитектура компьютера"/arch-pc/lab06
[volobanov@fedora ~]$ cd ~/work/study/2023-2024/"Архитектура компьютера"/arch-pc/lab06
[volobanov@fedora lab06]$ touch lab6-1.asm
[volobanov@fedora lab06]$
```

Рис. 1: Создание директории и файла в ней

Копирую в текущий каталог файл `in_out.asm` с помощью утилиты `cp`, т.к. он будет использоваться в других программах (рис. @fig:002).



```
[volobanov@fedora lab06]$ cp ~/Загрузки/in_out.asm in_out.asm
[volobanov@fedora lab06]$ ls
in_out.asm  lab6-1.asm
[volobanov@fedora lab06]$
```

Рис. 2: Копирование файла

Открываю созданный файл `lab6-1.asm`, вставляю в него программу вывода значения регистра `eax` (рис. @fig:003).



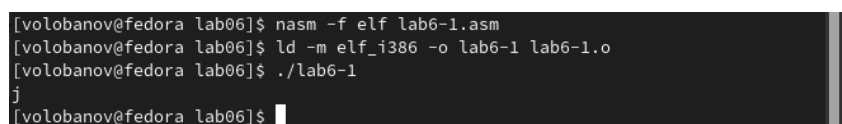
```
[volobanov@fedora lab06]$ gedit lab6-1.asm

*lab6-1.asm
~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06

1 %include 'in_out.asm'
2 SECTION .bss
3 buf1: RESB 80
4 SECTION .text
5 GLOBAL _start
6 _start:
7 mov eax, '6'
8 mov ebx, '4'
9 add eax, ebx
10 mov [buf1], eax
11 mov eax, buf1
12 call sprintLF
13 call quit
14 |
```

Рис. 3: Редактирование файла

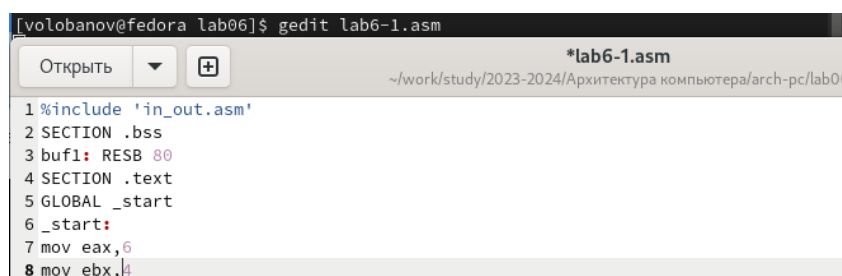
Создаю исполняемый файл программы и запускаю его (рис. @fig:004). Вывод программы: символ j, потому что программа вывела символ, соответствующий по системе ASCII сумме двоичных кодов символов 4 и 6.



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

Рис. 4: Запуск исполняемого файла

Изменяю в тексте программы символы “6” и “4” на цифры 6 и 4 (рис. @fig:005).



```
[volobanov@fedora lab06]$ gedit lab6-1.asm

*lab6-1.asm
~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06

1 %include 'in_out.asm'
2 SECTION .bss
3 buf1: RESB 80
4 SECTION .text
5 GLOBAL _start
6 _start:
7 mov eax, 6
8 mov ebx, 4
```

Рис. 5: Редактирование файла

Создаю новый исполняемый файл программы и запускаю его (рис. @fig:006). Теперь вывелся символ с кодом 10, это символ перевода строки, этот символ не отображается при выводе на экран.

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

[volobanov@fedora lab06]$
```

Рис. 6: Запуск исполняемого файла

Создаю новый файл lab6-2.asm с помощью утилиты touch (рис. @fig:007).

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

Рис. 7: Создание файла

Ввожу в файл текст другой программы для вывода значения регистра eax (рис. @fig:008).

```
[volobanov@fedora lab06]$ gedit lab6-2.asm

*lab6-2.asm
~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06

1 %include 'in_out.asm'
2 SECTION .text
3 GLOBAL _start
4 _start:
5 mov eax, '6'
6 mov ebx, '4'
7 add eax, ebx
8 call iprintLF
9 call quit
```

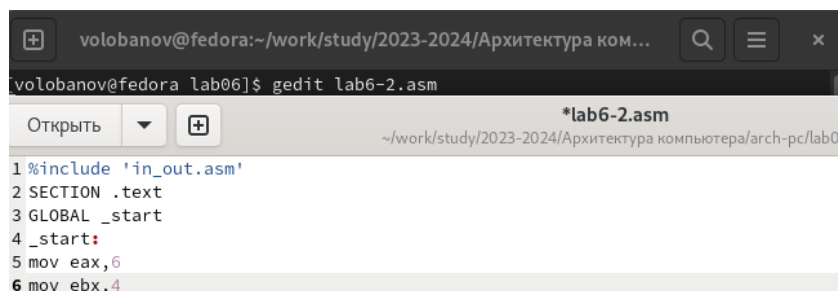
Рис. 8: Редактирование файла

Создаю и запускаю исполняемый файл lab6-2 (рис. @fig:009). 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”.

```
volobanov@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура ком...
[volobanov@fedora lab06]$ nasm -f elf lab6-2.asm
[volobanov@fedora lab06]$ ld -m elf_i386 -o lab6-2 lab6-2.o
[volobanov@fedora lab06]$ ./lab6-2
106
[volobanov@fedora lab06]$
```

Рис. 9: Запуск исполняемого файла

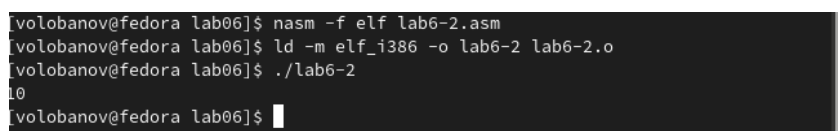
Заменяю в тексте программы в файле lab7-2.asm символы “6” и “4” на числа 6 и 4 (рис. @fig:010).



```
volobanov@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура ком...  
[volobanov@fedora lab06]$ gedit lab6-2.asm  
Открыть *lab6-2.asm  
~/.work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06  
1 %include 'in_out.asm'  
2 SECTION .text  
3 GLOBAL _start  
4 _start:  
5 mov eax,6  
6 mov ebx,4
```

Рис. 10: Редактирование файла

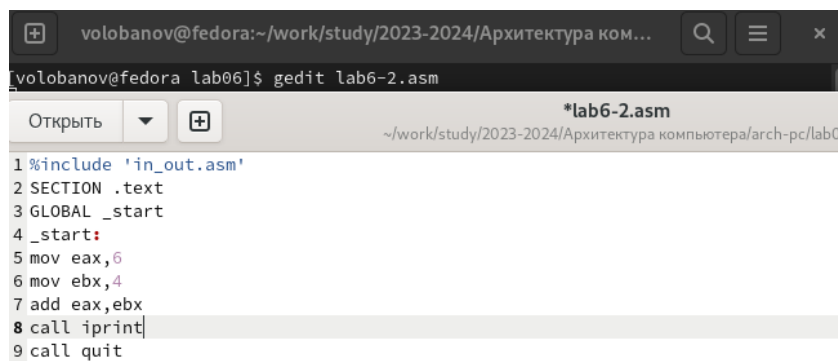
Создаю и запускаю новый исполняемый файл (рис. @fig:011). Теперь программа складывает не соответствующие символам коды в системе ASCII, а сами числа, поэтому вывод 10.



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

Рис. 11: Запуск исполняемого файла

Заменяю в тексте программы функцию `iprintLF` на `iprint` (рис. @fig:012).



```
volobanov@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура ком...  
[volobanov@fedora lab06]$ gedit lab6-2.asm  
Открыть *lab6-2.asm  
~/.work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06  
1 %include 'in_out.asm'  
2 SECTION .text  
3 GLOBAL _start  
4 _start:  
5 mov eax,6  
6 mov ebx,4  
7 add eax,ebx  
8 call iprint  
9 call quit
```

Рис. 12: Редактирование файла

Создаю и запускаю новый исполняемый файл (рис. @fig:013). Вывод изменился,

потому что символ переноса строки “отображался”, когда программа исполнялась с функцией `iprintLF`, а `iprint` не добавляет к выводу символ переноса строки, в отличие от `iprintLF`.

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

Рис. 13: Запуск исполняемого файла

## Выполнение арифметических операций в NASM

Создаю файл `lab6-3.asm` с помощью утилиты `touch` (рис. @fig:014).

```
volobanov@fedora lab06]$ touch lab6-3.asm
volobanov@fedora lab06]$
```

Рис. 14: Создание файла

Ввожу в созданный файл текст программы для вычисления значения выражения  $f(x) = (5 * 2 + 3)/3$  (рис. @fig:015).

```
[volobanov@fedora lab06]$ gedit lab6-3.asm

lab6-3.asm
~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab

1 ;-----
2 ; Программа вычисления выражения
3 ;-----
4 %include 'in_out.asm' ; подключение внешнего файла
5 SECTION .data
6 div: DB 'Результат: ',0
7 rem: DB 'Остаток от деления: ',0
8 SECTION .text
9 GLOBAL _start
10 _start:
11 ; ---- Вычисление выражения
12 mov eax,5 ; EAX=5
13 mov ebx,2 ; EBX=2
14 mul ebx ; EAX=EAX*EBX
15 add eax,3 ; EAX=EAX+3
16 xor edx,edx ; обнуляем EDX для корректной работы div
17 mov ebx,3 ; EBX=3
18 div ebx ; EAX=EAX/3, EDX=остаток от деления
19 mov edi,eax ; запись результата вычисления в 'edi'
20 ; ---- Вывод результата на экран
21 mov eax,div ; вызов подпрограммы печати
22 call sprint ; сообщения 'Результат: '
23 mov eax,edi ; вызов подпрограммы печати значения
24 call iprintLF ; из 'edi' в виде символов
25 mov eax,rem ; вызов подпрограммы печати
26 call sprint ; сообщения 'Остаток от деления: '
27 mov eax,edx ; вызов подпрограммы печати значения
28 call iprintLF ; из 'edx' (остаток) в виде символов
29 call quit ; вызов подпрограммы завершения
```

Рис. 15: Редактирование файла

Создаю исполняемый файл и запускаю его (рис. @fig:016).

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

Рис. 16: Запуск исполняемого файла

Изменяю программу так, чтобы она вычисляла значение выражения  $f(x) = (4 * 6 + 2)/5$ (рис. @fig:017).

```

[volobanov@fedora lab06]$ gedit lab6-3.asm
*lab6-3.asm
~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab6-3.asm
Открыть
1 ;-----
2 ; Программа вычисления выражения
3 ;-----
4 %include 'in_out.asm' ; подключение внешнего файла
5 SECTION .data
6 div: DB 'Результат: ',0
7 rem: DB 'Остаток от деления: ',0
8 SECTION .text
9 GLOBAL _start
10 _start:
11 ; ---- Вычисление выражения
12 mov eax,4 ; EAX=4
13 mov ebx,6 ; EBX=6
14 mul ebx ; EAX=EAX*EBX
15 add eax,2 ; EAX=EAX+2
16 xor edx,edx ; обнуляем EDX для корректной работы div
17 mov ebx,5 ; EBX=5
18 div ebx ; EAX=EAX/5, EDX=остаток от деления
19 mov edi,eax ; запись результата вычисления в 'edi'
20 ; ---- Вывод результата на экран
21 mov eax,div ; вызов подпрограммы печати
22 call sprint ; сообщения 'Результат: '
23 mov eax,edi ; вызов подпрограммы печати значения
24 call iprintLF ; из 'edi' в виде символов
25 mov eax,rem ; вызов подпрограммы печати
26 call sprint ; сообщения 'Остаток от деления: '
27 mov eax,edx ; вызов подпрограммы печати значения
28 call iprintLF ; из 'edx' (остаток) в виде символов

```

Рис. 17: Изменение программы

Создаю и запускаю новый исполняемый файл (рис. @fig:018). Для проверки правильности работы программы я сам посчитал значение выражения, программа отработала верно.

```

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

```

Рис. 18: Запуск исполняемого файла

Создаю файл variant.asm с помощью утилиты touch и ввожу в файл текст программы для вычисления варианта задания по номеру студенческого билета (рис. @fig:019).

```
[volobanov@fedora lab06]$ touch variant.asm
[volobanov@fedora lab06]$ gedit variant.asm

variant.asm
~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06/

1 ;-----
2 ; Программа вычисления варианта
3 ;-----
4 %include 'in_out.asm'
5 SECTION .data
6 msg: DB 'Введите № студенческого билета: ',0
7 rem: DB 'Ваш вариант: ',0
8 SECTION .bss
9 x: RESB 80
10 SECTION .text
11 GLOBAL _start
12 _start:
13 mov eax, msg
14 call sprintf
15 mov ecx, x
16 mov edx, 80
17 call sread
18 mov eax,x ; вызов подпрограммы преобразования
19 call atoi ; ASCII кода в число, 'eax=x'
20 xor edx,edx
21 mov ebx,20
```

Рис. 19: Создание и редактирование файла

Создаю и запускаю исполняемый файл (рис. @fig:020). Ввожу номер своего студ. билета с клавиатуры, программа вывела, что мой вариант - 20.

```
[volobanov@fedora lab06]$ nasm -f elf variant.asm
[volobanov@fedora lab06]$ ld -m elf_i386 -o variant.o
[volobanov@fedora lab06]$ ./variant
Введите № студенческого билета:
1132236124
Ваш вариант: 5
[volobanov@fedora lab06]$
```

Рис. 20: Запуск исполняемого файла

## Ответы на вопросы по программе

1. За вывод сообщения “Ваш вариант” отвечают строки кода:

```
mov eax, rem
call sprint
```

2. Инструкция `mov ecx, x` используется, чтобы положить адрес вводимой строки `x` в регистр `ecx` `mov edx, 80` - запись в регистр `edx` длины вводимой строки



call sread - вызов подпрограммы из внешнего файла, обеспечивающей ввод сообщения с клавиатуры

3. call atoi используется для вызова подпрограммы из внешнего файла, которая преобразует ascii-код символа в целое число и записывает результат в регистр eax
4. За вычисления варианта отвечают строки:

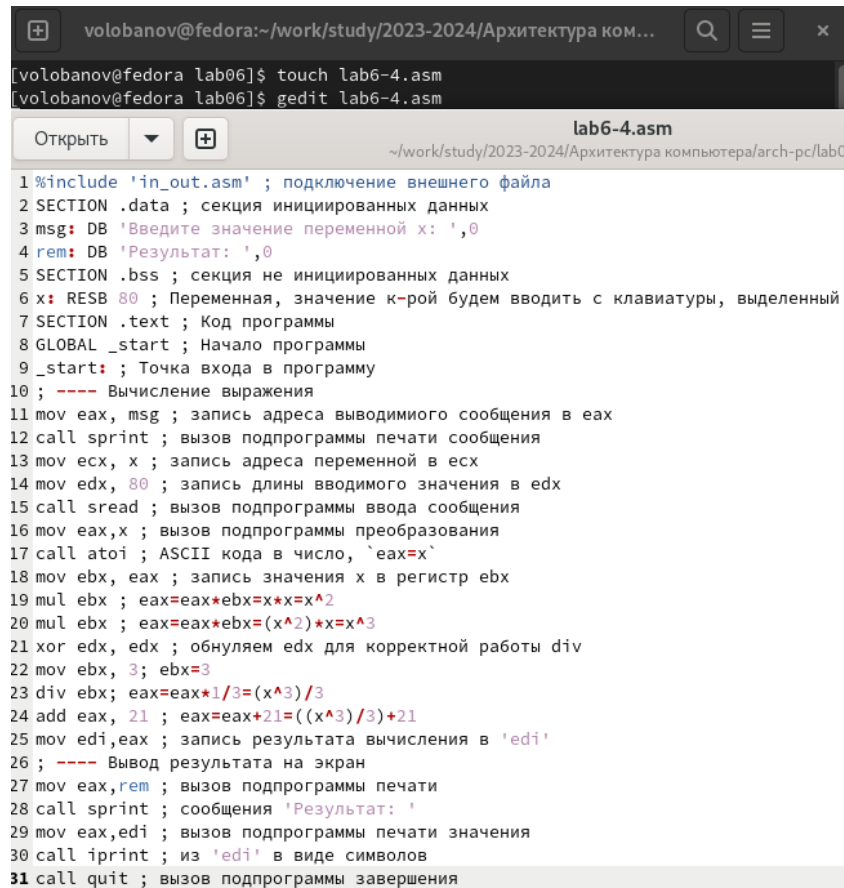
```
xor edx,edx ; обнуление edx для корректной работы div
mov ebx,20 ; ebx = 20
div ebx ; eax = eax/20, edx - остаток от деления
inc edx ; edx = edx + 1
```

5. При выполнении инструкции div ebx остаток от деления записывается в регистр edx
6. Инструкция inc edx увеличивает значение регистра edx на 1
7. За вывод на экран результатов вычислений отвечают строки:

```
mov eax,edx
call iprintLF
```

## Выполнение заданий для самостоятельной работы

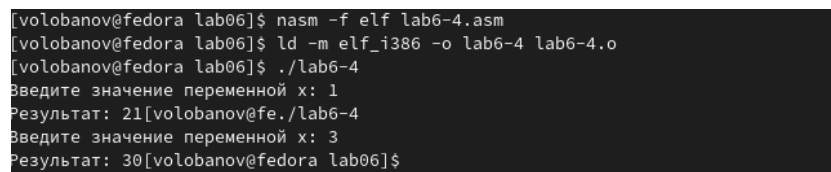
Создаю файл lab6-4.asm с помощью утилиты touch и открываю его для редактирования, ввожу в него текст программы для вычисления значения выражения  $(x^3)^{(1/3)}+21$  (рис. @fig:021). Это выражение из варианта 20.



```
1 %include 'in_out.asm' ; подключение внешнего файла
2 SECTION .data ; секция иницированных данных
3 msg: DB 'Введите значение переменной x: ',0
4 rem: DB 'Результат: ',0
5 SECTION .bss ; секция не иницированных данных
6 x: RESB 80 ; Переменная, значение к-рой будем вводить с клавиатуры, выделенный
7 SECTION .text ; Код программы
8 GLOBAL _start ; Начало программы
9 _start: ; Точка входа в программу
10 ; ---- Вычисление выражения
11 mov eax, msg ; запись адреса выводимого сообщения в eax
12 call sprint ; вызов подпрограммы печати сообщения
13 mov ecx, x ; запись адреса переменной в ecx
14 mov edx, 80 ; запись длины вводимого значения в edx
15 call sread ; вызов подпрограммы ввода сообщения
16 mov eax,x ; вызов подпрограммы преобразования
17 call atoi ; ASCII кода в число, `eax=x`
18 mov ebx, eax ; запись значения x в регистр ebx
19 mul ebx ; eax=eax*ebx=x*x=x^2
20 mul ebx ; eax=eax*ebx=(x^2)*x=x^3
21 xor edx, edx ; обнуляем edx для корректной работы div
22 mov ebx, 3 ; ebx=3
23 div ebx ; eax=eax*1/3=(x^3)/3
24 add eax, 21 ; eax=eax+21=((x^3)/3)+21
25 mov edi,eax ; запись результата вычисления в 'edi'
26 ; ---- Вывод результата на экран
27 mov eax,rem ; вызов подпрограммы печати
28 call sprint ; сообщения 'Результат: '
29 mov eax,edi ; вызов подпрограммы печати значения
30 call iprint ; из 'edi' в виде символов
31 call quit ; вызов подпрограммы завершения
```

Рис. 21: Создание файла и написание программы в нём

Создаю и запускаю исполняемый файл(рис. @fig:022). При вводе значения 1, вывод 21. Тут же провожу ещё один запуск исполняемого файла для проверки работы программы с другим значением на входе. Программа отработала верно.



```
[volobanov@fedora lab06]$ nasm -f elf lab6-4.asm
[volobanov@fedora lab06]$ ld -m elf_i386 -o lab6-4 lab6-4.o
[volobanov@fedora lab06]$ ./lab6-4
Введите значение переменной x: 1
Результат: 21[volobanov@fe./lab6-4
Введите значение переменной x: 3
Результат: 30[volobanov@fedora lab06]$
```

Рис. 22: Создание и запуск исполняемого файла

**\*\*Листинг 4.1. Программа для вычисления значения выражения  $(x^3)^{(1/3)+21}$ .\*\***

```
%include 'in_out.asm' ; подключение внешнего файла
```

```

SECTION .data ; секция инициированных данных
msg: DB 'Введите значение переменной x: ',0
rem: DB 'Результат: ',0
SECTION .bss ; секция не инициированных данных
x: RESB 80 ; Переменная, значение к-рой будем вводить с клавиатуры, выделенный ра
SECTION .text ; Код программы
GLOBAL _start ; Начало программы
_start: ; Точка входа в программу
; ---- Вычисление выражения
mov eax, msg ; запись адреса выводимого сообщения в eax
call sprint ; вызов подпрограммы печати сообщения
mov ecx, x ; запись адреса переменной в ecx
mov edx, 80 ; запись длины вводимого значения в edx
call sread ; вызов подпрограммы ввода сообщения
mov eax,x ; вызов подпрограммы преобразования
call atoi ; ASCII кода в число, `eax=x`
mov ebx, eax ; запись значения x в регистр ebx
mul ebx ;  $eax=eax*ebx=x*x=x^2$ 
mul ebx ;  $eax=eax*ebx=(x^2)*x=x^3$ 
xor edx, edx ; обнуляем edx для корректной работы div
mov ebx, 3;  $ebx=3$ 
div ebx;  $eax=eax*1/3=(x^3)/3$ 
add eax, 21 ;  $eax=eax+21=((x^3)/3)+21$ 
mov edi,eax ; запись результата вычисления в 'edi'
; ---- Вывод результата на экран
mov eax,rem ; вызов подпрограммы печати
call sprint ; сообщения 'Результат: '
mov eax,edi ; вызов подпрограммы печати значения
call iprint ; из 'edi' в виде символов

```

**call** quit ; вызов подпрограммы завершения

## **Выводы**

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