

Отчёт по лабораторной работе №6

Дисциплина: архитектура компьютеров и операционные системы

Постнова Елизавета Андреевна

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Теоретическое введение	7
4	Выполнение лабораторной работы	9
4.1	Символьные и численные данные в NASM	9
4.2	Выполнение арифметических операций в NASM.....	13
4.2.1	Ответы на вопросы по листингу 6.4.....	16
4.3	Задание для самостоятельной работы	17
5	Выводы	20
6	Список литературы	21

Список иллюстраций

4.1	Создание каталога и файла	9
4.2	Ввод текста программы	9
4.3	Запуск программы.....	10
4.4	Замена некоторых строк кода	10
4.5	Запуск кода	11
4.6	Создание файла	11
4.7	Ввод текста программы	11
4.8	Запуск исполняемого файла	12
4.9	Изменение кода.....	12
4.10	Запуск исполняемого файла	12
4.11	Изменение кода	13
4.12	Запуск исполняемого файла	13
4.13	Создание файла.....	14
4.14	Запуск исполняемого файла	14
4.15	Изменение текста программы.....	15
4.16	Запуск исполняемого файла	15
4.17	Создание файла.....	15
4.18	Результат работы кода	16
4.19	Создание программы	17
4.20	Результат работы кода	19

Список таблиц

3.1	Описание некоторых каталогов файловой системы GNU Linux . .	8
-----	---	---

1 Цель работы

Освоение арифметических инструкций языка ассемблера NASM.

2 Задание

1. Символьные и численные данные в NASM.
2. Выполнение арифметических операций в NASM.
3. Ответы на вопросы по листингу 6.4
4. Задание 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.

Существует три основных способа адресации:

- 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.

Схема команды целочисленного сложения `add` (от англ. *addition* - добавление) выполняет сложение двух операндов и записывает результат по адресу первого операнда. Допустимые сочетания операндов для команды `add` аналогичны сочетаниям операндов для команды `mov`. Так, например, команда `add eax,ebx` прибавит значение из регистра `eax` к значению из регистра `ebx` и запишет результат в регистр `eax`. Довольно часто при написании программ встречается операция прибавления или вычитания единицы. Прибавление единицы называется инкрементом, а вычитание — декрементом. Для этих операций существуют специальные команды: `inc` (от англ. *increment*) и `dec` (от англ. *decrement*), которые увеличивают и уменьшают на 1 свой операнд. Команда `neg` рассматривает свой операнд как число со знаком и меняет знак операнда на противоположный.

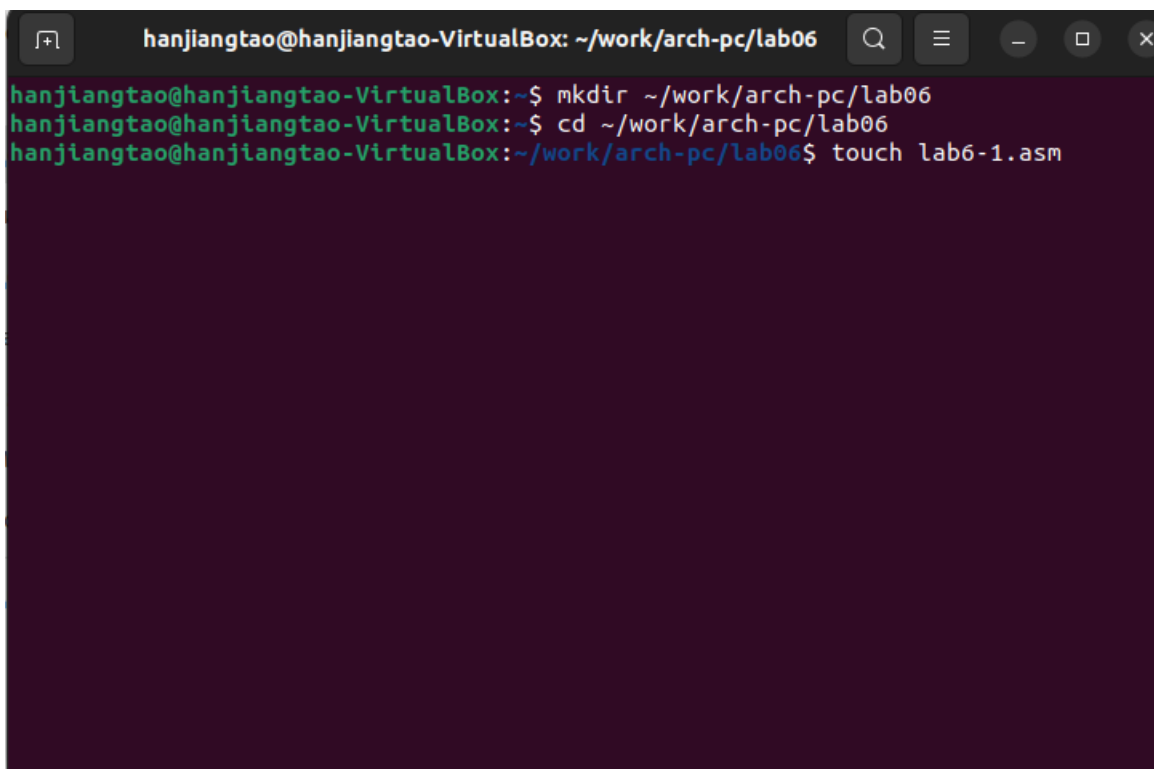
Операндом может быть регистр или ячейка памяти любого размера. Для деления, как и для умножения, существует 2 команды `div` (от англ. `divide` - деление) и `idiv`.

Например, в табл. 3.1 приведено краткое описание стандартных каталогов Unix.

4 Выполнение лабораторной работы

4.1 Символьные и численные данные в NASM

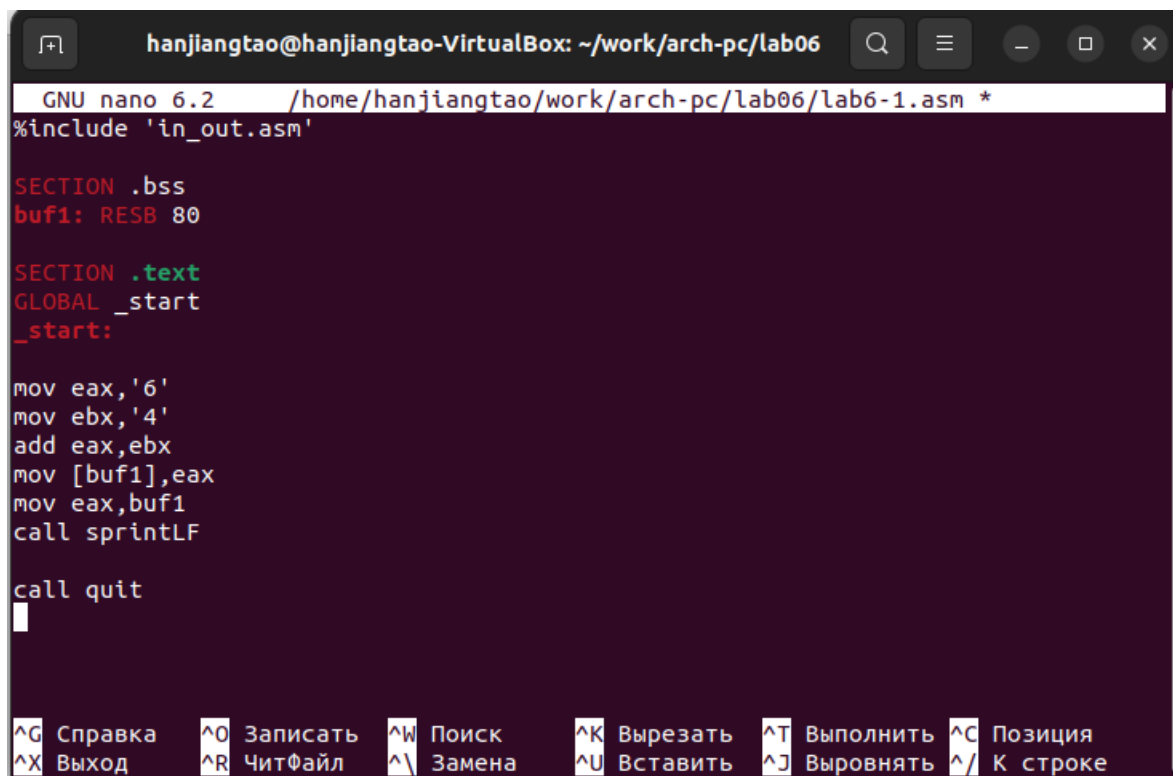
Создаю каталог для программ лабораторной работы № 6, перехожу в него и создаю файл lab6-1.asm. (рис. 4.20).



```
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox: ~/work/arch-pc/lab06
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~$ mkdir ~/work/arch-pc/lab06
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~$ cd ~/work/arch-pc/lab06
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ touch lab6-1.asm
```

Рис. 4.1: Создание каталога и файла

Ввожу в файл lab6-1.asm текст программы из листинга 6.1. (рис. 4.20).



```
GNU nano 6.2 /home/hanjiangtao/work/arch-pc/lab06/lab6-1.asm *
#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 sprintf

call quit
```

^G Справка ^O Записать ^W Поиск ^K Вырезать ^T Выполнить ^C Позиция
^X Выход ^R ЧитФайл ^\ Замена ^U Вставить ^J Выровнять ^/ К строке

Рис. 4.2: Ввод текста программы

Создаю исполняемый файл и запускаю его. (рис. 4.20).

```
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ls
lab6-1.asm
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-1.asm
lab6-1.asm:1: error: unable to open include file 'in_out.asm': No such file or d
irectory
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ mc
[2]+  Остановлен      mc
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-1.asm
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-
1 lab6-1.o
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab6-1
j
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ls
in_out.asm  lab6-1  lab6-1.asm  lab6-1.o
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
```

Рис. 4.3: Запуск программы

Далее изменю текст программы и вместо символов запишу в регистры числа.

Исправляю текст программы следующим образом:

заменяю строки

mov eax, '6'

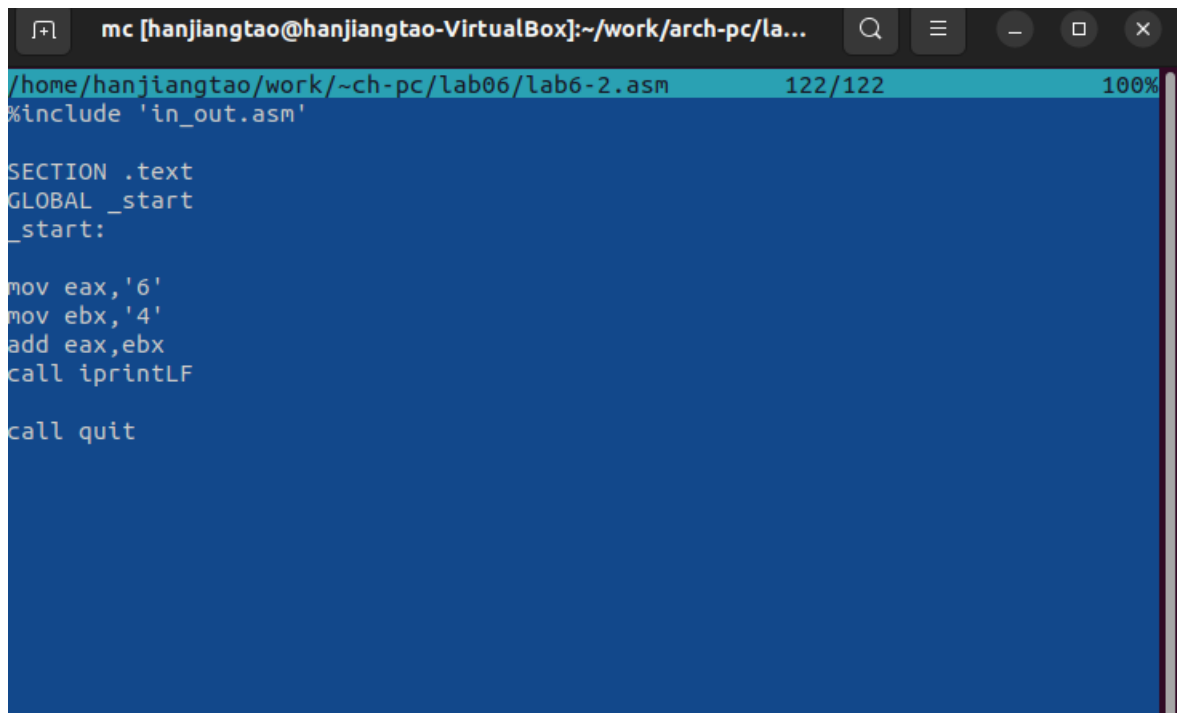
mov ebx, '4'

на строки

mov eax, 6

mov ebx, 4

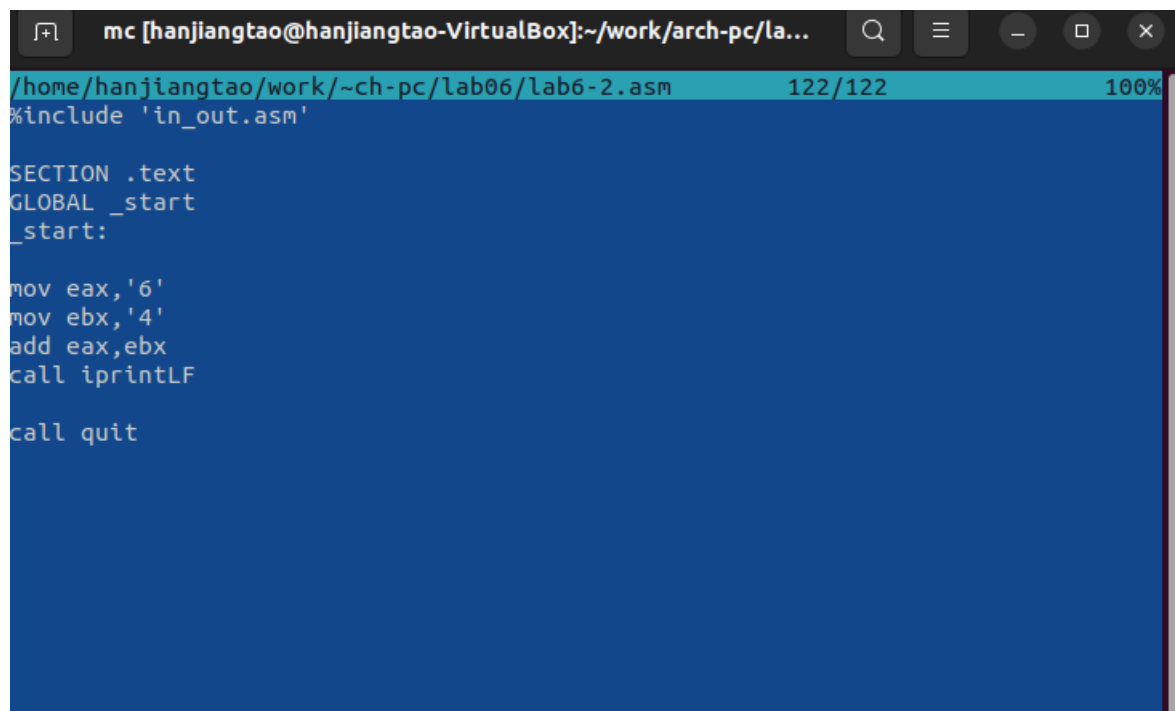
(рис. 4.20).

A screenshot of a code editor window. The title bar shows the path `mc [hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox]:~/work/arch-pc/la...`. The editor displays assembly code for a file named `lab6-2.asm`. The code includes a directive to include `in_out.asm`, followed by a `SECTION .text` declaration, a `GLOBAL _start` declaration, and the `_start:` label. The code then contains several instructions: `mov eax, '6'`, `mov ebx, '4'`, `add eax, ebx`, `call iprintLF`, and `call quit`. The editor interface includes a search bar, a menu icon, and window control buttons (minimize, maximize, close) in the top right corner. The file name `lab6-2.asm` and its size `122/122` are shown in the top right, along with a `100%` zoom level.

```
mc [hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox]:~/work/arch-pc/la...  
/home/hanjiangtao/work/~ch-pc/lab06/lab6-2.asm 122/122 100%  
%include 'in_out.asm'  
  
SECTION .text  
GLOBAL _start  
_start:  
  
mov eax, '6'  
mov ebx, '4'  
add eax, ebx  
call iprintLF  
  
call quit
```

Рис. 4.4: Замена некоторых строк кода

Создаю исполняемый файл и запускаю его. (рис. 4.20).

A screenshot of a code editor window titled 'mc [hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox]:~/work/arch-pc/la...'. The editor shows the file '/home/hanjiangtao/work/~ch-pc/lab06/lab6-2.asm' with 122/122 lines and 100% zoom. The code is as follows:

```
%include 'in_out.asm'

SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

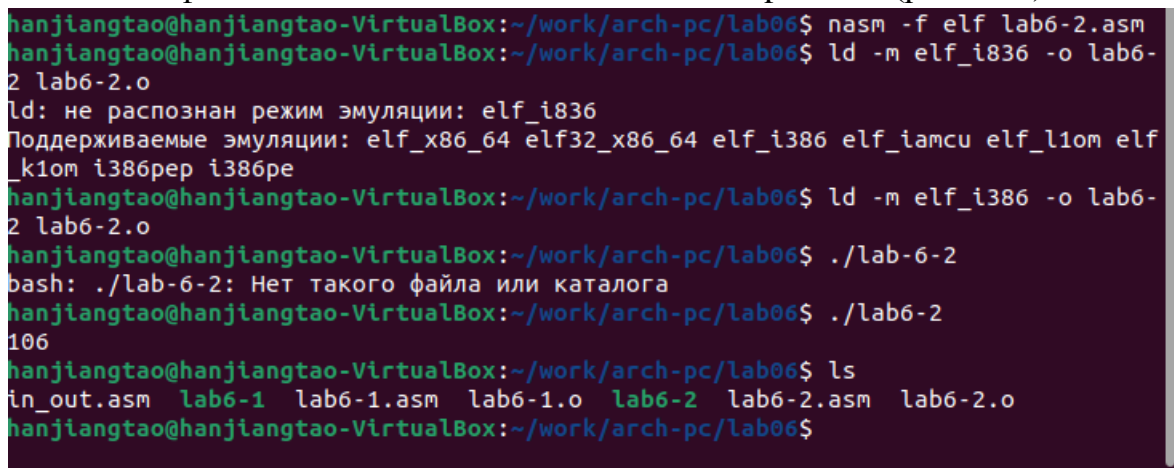
mov eax,'6'
mov ebx,'4'
add eax,ebx
call iprintLF

call quit
```

Рис. 4.5: Запуск кода

Данному коду (10) соответствует символ “LF, n”, который перемещает курсор на следующую строку. Сам символ при выводе на экран не отображается.

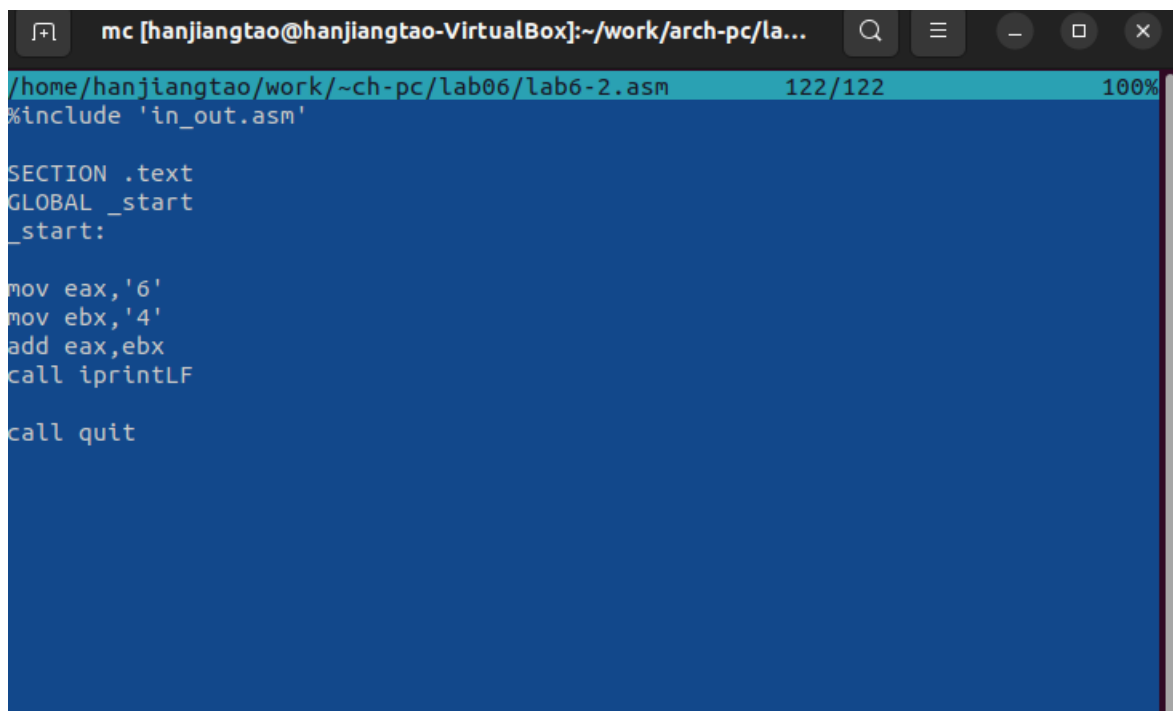
Создаю файл lab6-2.asm в каталоге ~/work/arch-pc/lab06 (рис. 4.20).

A screenshot of a terminal window showing the following commands and output:

```
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-2.asm
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-2 lab6-2.o
ld: не распознан режим эмуляции: elf_i386
Поддерживаемые эмуляции: elf_x86_64 elf32_x86_64 elf_i386 elf_iamcu elf_l1om elf_k1om i386pep i386pe
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-2 lab6-2.o
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab6-2
bash: ./lab6-2: Нет такого файла или каталога
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab6-2
106
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ls
in_out.asm lab6-1 lab6-1.asm lab6-1.o lab6-2 lab6-2.asm lab6-2.o
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
```

Рис. 4.6: Создание файла

и ввожу в него текст программы из листинга 6.2. (рис. 4.20).

A screenshot of a code editor window. The title bar shows the file path: mc [hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox]:~/work/arch-pc/la... The editor displays assembly code for a file named lab6-2.asm. The code includes a directive to include 'in_out.asm', followed by a section declaration for the text segment, a global symbol _start, and several instructions: mov eax, '6', mov ebx, '4', add eax, ebx, call iprintLF, and call quit. The editor has a dark theme with a blue background for the code area. The status bar at the bottom shows the file path, line numbers 122/122, and a zoom level of 100%.

```
mc [hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox]:~/work/arch-pc/la...  
/home/hanjiangtao/work/~ch-pc/lab06/lab6-2.asm 122/122 100%  
%include 'in_out.asm'  
  
SECTION .text  
GLOBAL _start  
_start:  
  
mov eax, '6'  
mov ebx, '4'  
add eax, ebx  
call iprintLF  
  
call quit
```

Рис. 4.7: Ввод текста программы

Создаю исполняемый файл и запускаю его. (рис. 4.20).

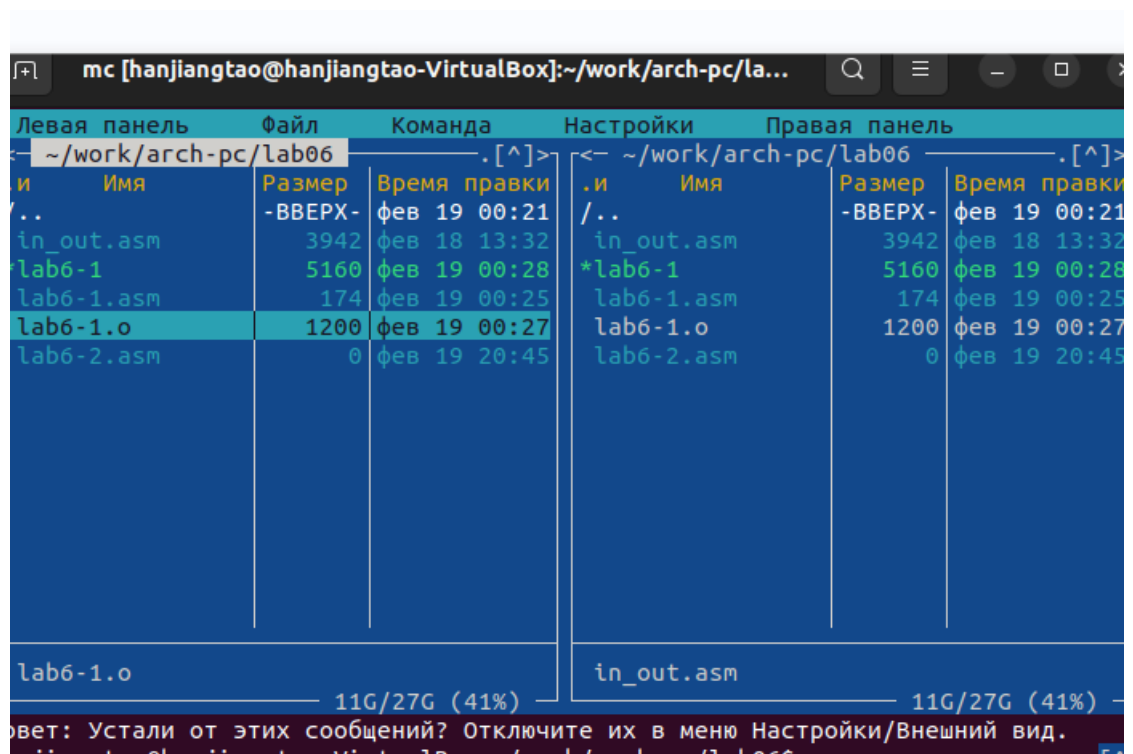


Рис. 4.8: Запуск исполняемого файла

В этой программе заменяю строки

mov eax, '6'

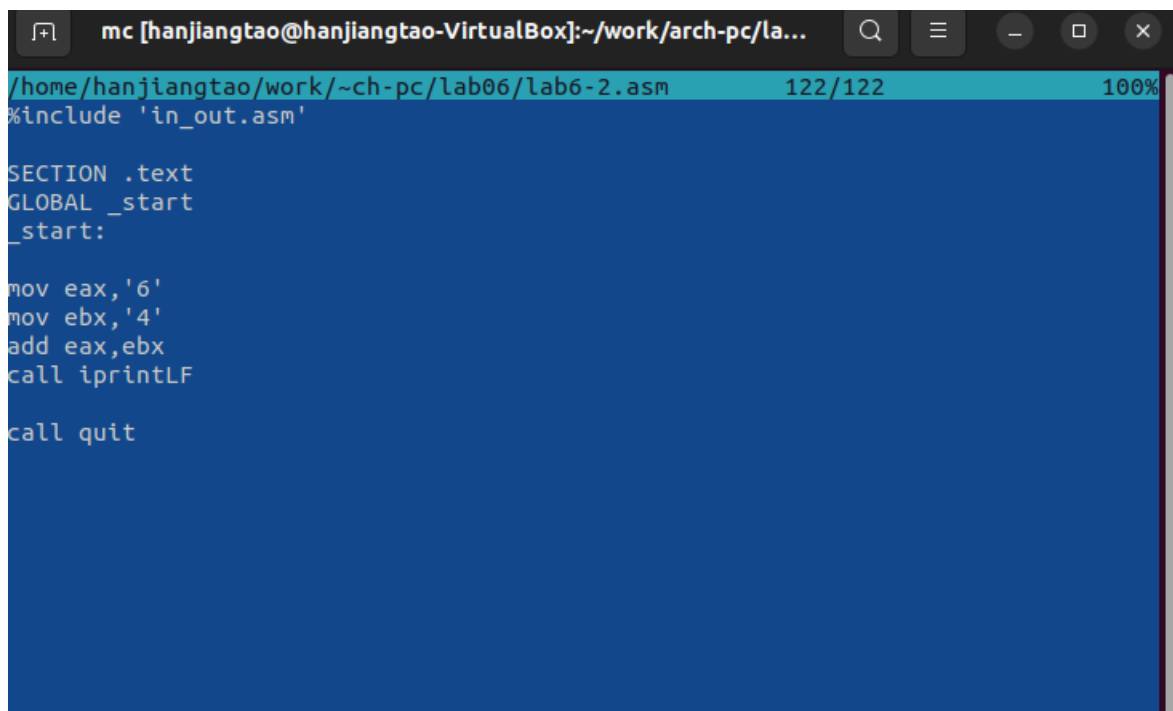
mov ebx, '4'

на строки

mov eax, 6

mov ebx, 4

(рис. 4.20).

A screenshot of a code editor window titled 'mc [hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox]:~/work/arch-pc/la...'. The editor shows the file '/home/hanjiangtao/work/~ch-pc/lab06/lab6-2.asm' at line 122 of 122, zoomed to 100%. The code includes a directive to include 'in_out.asm', followed by a section declaration '.text' and a global symbol '_start'. The code then moves the value 6 into the EAX register and the value 4 into the EBX register, adds EBX to EAX, and calls the 'iprintLF' function. Finally, it calls the 'quit' function.

```
mc [hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox]:~/work/arch-pc/la...
/home/hanjiangtao/work/~ch-pc/lab06/lab6-2.asm 122/122 100%
#include 'in_out.asm'

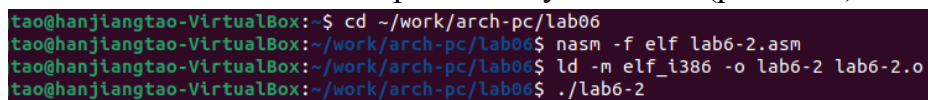
SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

mov eax,'6'
mov ebx,'4'
add eax,ebx
call iprintLF

call quit
```

Рис. 4.9: Изменение кода

Создаю исполняемый файл и запускаю его. (рис. 4.20).

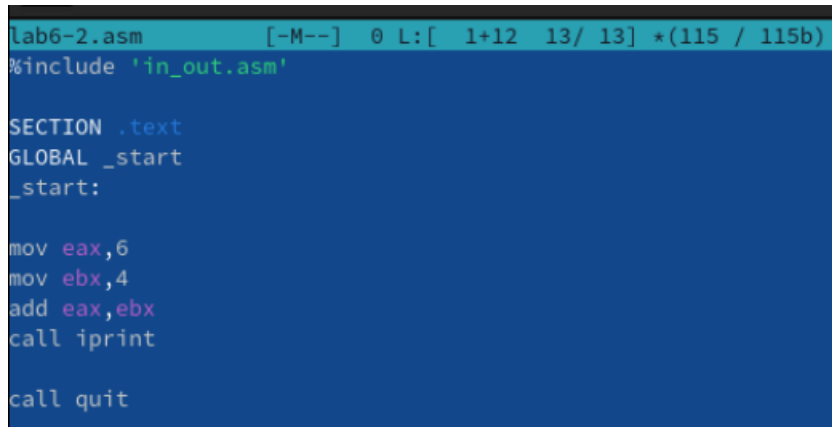
A screenshot of a terminal window showing the steps to build and run the program. The user navigates to the directory ~/work/arch-pc/lab06, uses nasm to assemble lab6-2.asm into lab6-2.o, and then uses ld to link it into an ELF executable named lab6-2. Finally, the user runs the executable with ./lab6-2.

```
tao@hanjiangtao-VirtualBox:~$ cd ~/work/arch-pc/lab06
tao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-2.asm
tao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-2 lab6-2.o
tao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab6-2
```

Рис. 4.10: Запуск исполняемого файла

В результате получаем число 10.

Заменяю функцию `iprintLF` на `iprint`. (рис. 4.20).



```
lab6-2.asm      [-M--]  0 L:[ 1+12 13/ 13] *(115 / 115b)
#include 'in_out.asm'

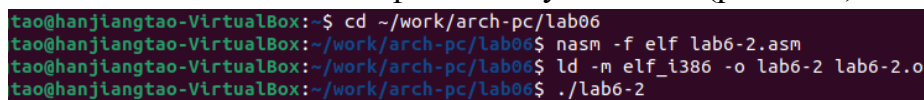
SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

mov  eax,6
mov  ebx,4
add  eax,ebx
call iprint

call quit
```

Рис. 4.11: Изменение кода

Создаю исполняемый файл и запускаю его. (рис. 4.20).



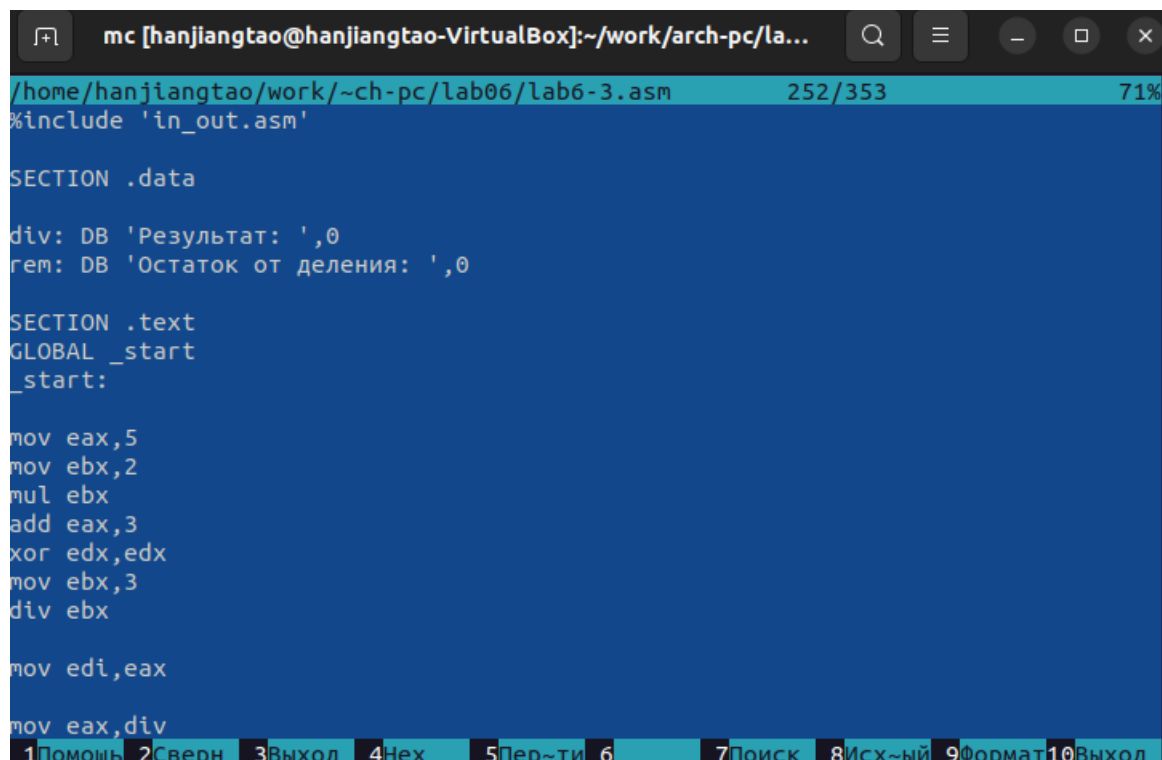
```
tao@hanjiangtao-VirtualBox:~$ cd ~/work/arch-pc/lab06
tao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-2.asm
tao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-2 lab6-2.o
tao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab6-2
```

Рис. 4.12: Запуск исполняемого файла

Вывод функций `iprintLF` и `iprint` отличается тем, что при использовании первой выполняется перенос на следующую строку после вывода, а при использовании второй этого не происходит.

4.2 Выполнение арифметических операций в NASM

Создаю файл `lab6-3.asm` в каталоге `~/work/arch-pc/lab06` и ввожу в него текст из листинга 6.3. (рис. 4.20).



```
mc [hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox]:~/work/arch-pc/la...
/home/hanjiangtao/work/~ch-pc/lab06/lab6-3.asm 252/353 71%
%include 'in_out.asm'

SECTION .data
div: DB 'Результат: ',0
rem: DB 'Остаток от деления: ',0

SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

mov eax,5
mov ebx,2
mul ebx
add eax,3
xor edx,edx
mov ebx,3
div ebx

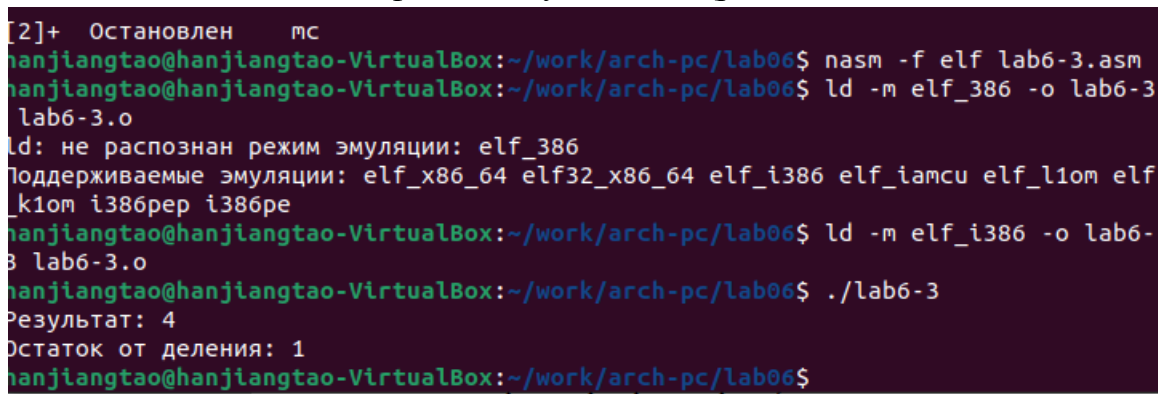
mov edi,eax

mov eax,div
```

1Помощь 2Сверн 3Выход 4Hex 5Пер~ти 6 7Поиск 8Исх~ый 9Формат10Выход

Рис. 4.13: Создание файла

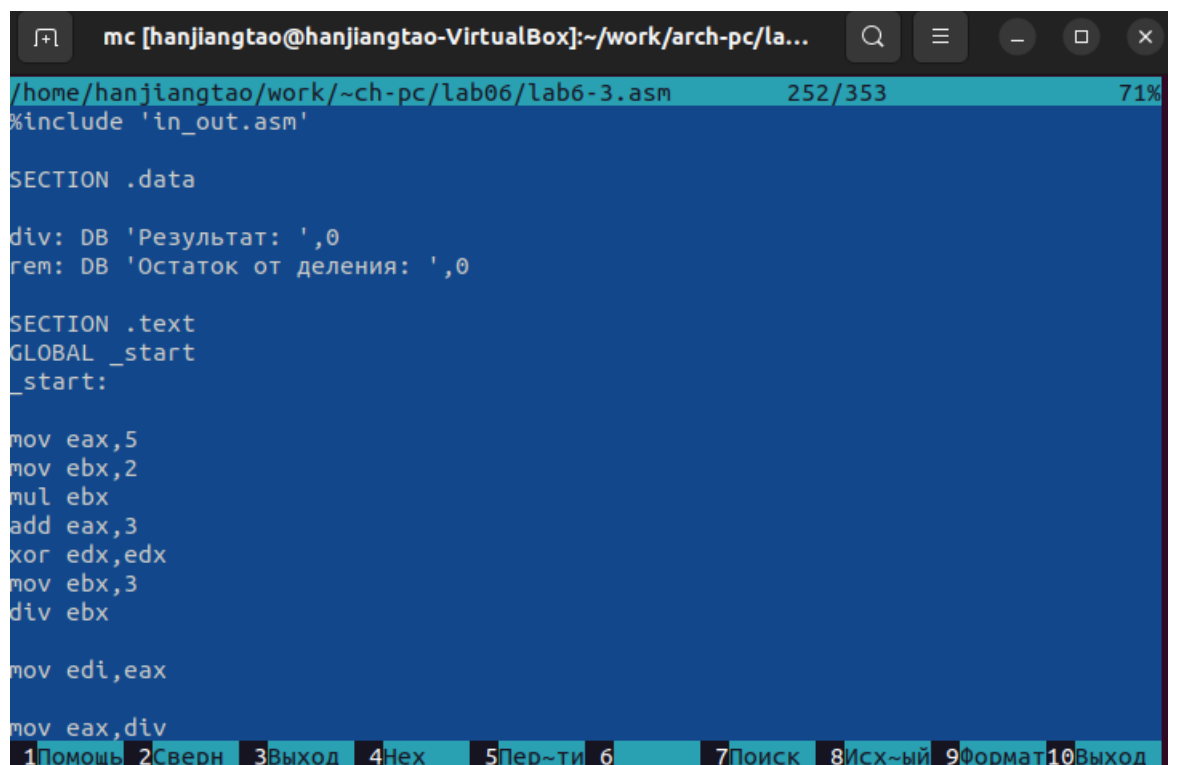
Создаю исполняемый файл и запускаю его. (рис. 4.20).



```
[2]+ Остановлен mc
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-3.asm
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_386 -o lab6-3
lab6-3.o
ld: не распознан режим эмуляции: elf_386
Поддерживаемые эмуляции: elf_x86_64 elf32_x86_64 elf_i386 elf_iamcu elf_l1om elf
_k1om i386pep i386pe
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-
3 lab6-3.o
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab6-3
Результат: 4
Остаток от деления: 1
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
```

Рис. 4.14: Запуск исполняемого файла

Изменяю текст программы для вычисления выражения $f(x) = (4 * 6 + 2)/5$, делая замену чисел в регистрах. (рис. 4.20).



```
mc [hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox]:~/work/arch-pc/la...
/home/hanjiangtao/work/~ch-pc/lab06/lab6-3.asm 252/353 71%
%include 'in_out.asm'

SECTION .data
div: DB 'Результат: ',0
rem: DB 'Остаток от деления: ',0

SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

mov eax,5
mov ebx,2
mul ebx
add eax,3
xor edx,edx
mov ebx,3
div ebx

mov edi,eax

mov eax,div
```

1Помощь 2Сверн 3Выход 4Нех 5Пер~ти 6 7Поиск 8Исх~ый 9Формат10Выход

Рис. 4.15: Изменение текста программы

Создаю исполняемый файл и проверяю его работу. (рис. 4.20).

```

[2]+ Остановлен   мс
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-3.asm
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_386 -o lab6-3
lab6-3.o
ld: не распознан режим эмуляции: elf_386
Поддерживаемые эмуляции: elf_x86_64 elf32_x86_64 elf_i386 elf_iamcu elf_l1om elf
_k1om i386pep i386pe
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-
3 lab6-3.o
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab6-3
Результат: 4
Остаток от деления: 1
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$

```

Рис. 4.16: Запуск исполняемого файла

Создаю файл `variant.asm` в каталоге `~/work/arch-pc/lab06` (рис. 4.20).

```

hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ touch ~/work/arch-pc/la
b06/variant.asm
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$

```

Рис. 4.17: Создание файла

Текст программы из листинга 6.4 ввожу в файл `variant.asm`, создаю исполняемый файл и запускаю его. Проверяю результат работы программы, вычислив номер варианта аналитически (ответ верный). (рис. 4.20).

```

bash: ./variant: Нет такого файла или каталога
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf variant.asm
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o variant variant.o
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./variant
Введите № студенческого билета:
hanjiangtao
Ваш вариант: 1
hanjiangtao@hanjiangtao-VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$

```

Рис. 4.18: Результат работы кода

4.2.1 Ответы на вопросы по листингу 6.4

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

```

mov eax,rem
call sprint

```

2. `mov ecx, x` - Используется, чтобы положить адрес вводимой строки `x` в регистр.

`mov edx, 80` - Используется для записи в регистр `edx` длины вводимой строки.

`call sread` - Используется для вызова 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
mov ebx,20
div ebx
inc edx

```

5. При выполнении инструкции `div ebx` остаток от деления записывается в регистр `edx`.

6. Инструкция “inc edx” увеличивает значение регистра edx на 1.

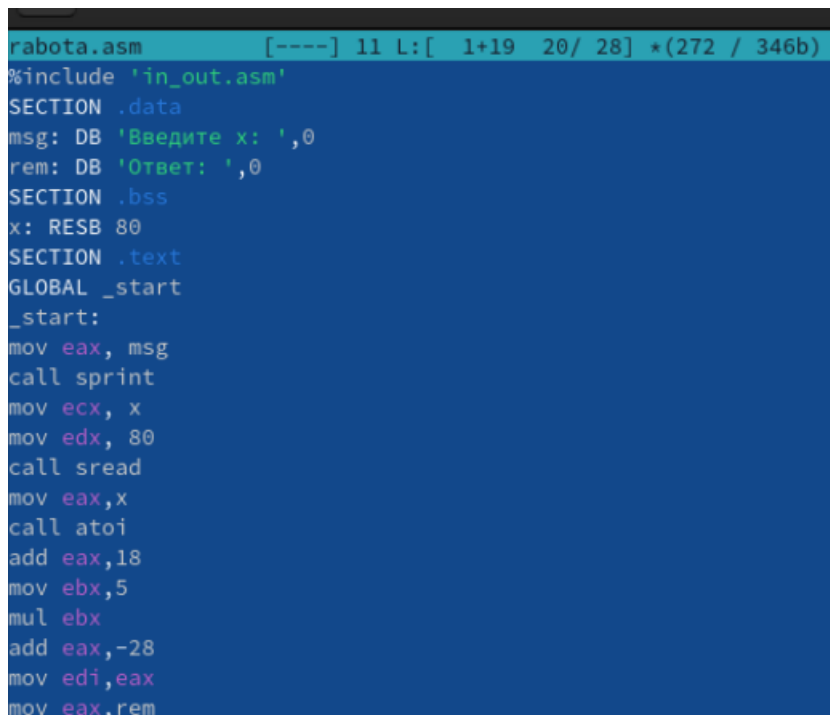
7. За вывод на экран результатов вычислений отвечают строки:

```
mov eax,edx
```

```
call iprintLF
```

4.3 Задание для самостоятельной работы

Вывод программы variant.asm показал, что мой номер варианта - 10, поэтому мне нужно написать программу (rabota.asm) для вычисления выражения $5(x + 18) - 28$ и проверить ее работу для значений $x_1 = 2$ и $x_2 = 3$. (рис. 4.20).



```
rabota.asm [----] 11 L:[ 1+19 20/ 28] *(272 / 346b)
%include 'in_out.asm'
SECTION .data
msg: DB 'Введите x: ',0
rem: DB 'Ответ: ',0
SECTION .bss
x: RESB 80
SECTION .text
GLOBAL _start
_start:
mov eax, msg
call sprint
mov ecx, x
mov edx, 80
call sread
mov eax, x
call atoi
add eax, 18
mov ebx, 5
mul ebx
add eax, -28
mov edi, eax
mov eax, rem
```

Рис. 4.19: Создание программы

Код программы:

```
%include 'in_out.asm'
```

```

SECTION .data
msg: DB 'Введите x:',0
rem: DB 'Ответ:',0
SECTION .bss
x: RESB 80
SECTION .text
GLOBAL _start
_start:
mov eax, msg
call sprint
mov ecx, x
mov edx, 80
call sread
mov eax,x
call atoi
add eax,18
mov ebx,5
mul ebx
add eax,-28
mov edi,eax
mov eax,rem
call sprint
mov eax,edi
call iprintLF
call quit

```

Создаю исполняемый файл и проверяю его работу. (рис. 4.20).

```
[earpostnova@fedora lab06]$ nasm -f elf rabota.asm
[earpostnova@fedora lab06]$ ld -m elf_i386 -o rabota rabota.o
[earpostnova@fedora lab06]$ ./rabota
Введите x: 2
Ответ: 72
[earpostnova@fedora lab06]$ ./rabota
Введите x: 3
Ответ: 77
```

Рис. 4.20: Результат работы кода

5 Выводы

С помощью данной лабораторной работы я освоила арифметические инструкции языка ассемблер NASM, что пригодится мне при выполнении последующих лабораторных работ.

6 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, 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. — 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).
1. GNU Bash Manual [Электронный ресурс]. Free Software Foundation, 2016. URL: <https://www.gnu.org/software/bash/manual/>.
2. Newham C. Learning the bash Shell: Unix Shell Programming. O'Reilly Media, 2005. 354 с.
3. Zarrelli G. Mastering Bash. Packt Publishing, 2017. 502 с.
4. Robbins A. Bash Pocket Reference. O'Reilly Media, 2016. 156 с.
5. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. 6-е изд. СПб.: Питер, 2013. 874 с.
6. Таненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. 4-е изд. СПб.: Питер, 2015. 1120 с.