

# **Отчёт по лабораторной работе 6**

**Архитектура компьютеров**

Исмаил М. А. НКАбд-03-24

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>7</b>
3.1	Символьные и численные данные в NASM . . . . .	7
3.2	Выполнение арифметических операций в NASM . . . . .	12
3.3	Ответы на вопросы . . . . .	17
3.4	Задание для самостоятельной работы . . . . .	18
<b>4</b>	<b>Выводы</b>	<b>21</b>

## Список иллюстраций

3.1	Программа lab6-1.asm . . . . .	8
3.2	Запуск программы lab6-1.asm . . . . .	8
3.3	Программа lab6-1.asm с числами . . . . .	9
3.4	Запуск программы lab6-1.asm с числами . . . . .	9
3.5	Программа lab6-2.asm . . . . .	10
3.6	Запуск программы lab6-2.asm . . . . .	10
3.7	Программа lab6-2.asm с числами . . . . .	11
3.8	Запуск программы lab6-2.asm с числами . . . . .	12
3.9	Запуск программы lab6-2.asm без переноса строки . . . . .	12
3.10	Программа lab6-3.asm . . . . .	13
3.11	Запуск программы lab6-3.asm . . . . .	13
3.12	Программа lab6-3.asm с другим выражением . . . . .	14
3.13	Запуск программы lab6-3.asm с другим выражением . . . . .	15
3.14	Программа variant.asm . . . . .	16
3.15	Запуск программы variant.asm . . . . .	16
3.16	Программа calc.asm . . . . .	19
3.17	Запуск программы calc.asm . . . . .	20

## Список таблиц

# 1 Цель работы

Целью работы является освоение арифметических инструкций языка ассемблера NASM.

## 2 Теоретическое введение

В ассемблере можно выделить следующие базовые операции:

- Схема команды целочисленного сложения `add` (от англ. **addition** – добавление) выполняет сложение двух операндов и записывает результат по адресу первого операнда.
- Команда целочисленного вычитания `sub` (от англ. **subtraction** – вычитание) работает аналогично команде `add`.
- Существуют специальные команды: `inc` (от англ. **increment**) и `dec` (от англ. **decrement**), которые увеличивают и уменьшают на 1 свой операнд.
- Умножение и деление, в отличие от сложения и вычитания, для знаковых и беззнаковых чисел производятся по-разному, поэтому существуют различные команды. Для беззнакового умножения используется команда `mul` (от англ. **multiply** – умножение), для знакового умножения используется команда `imul`.
- Для деления, как и для умножения, существуют две команды: `div` (от англ. **divide** – деление) и `idiv`.

## 3 Выполнение лабораторной работы

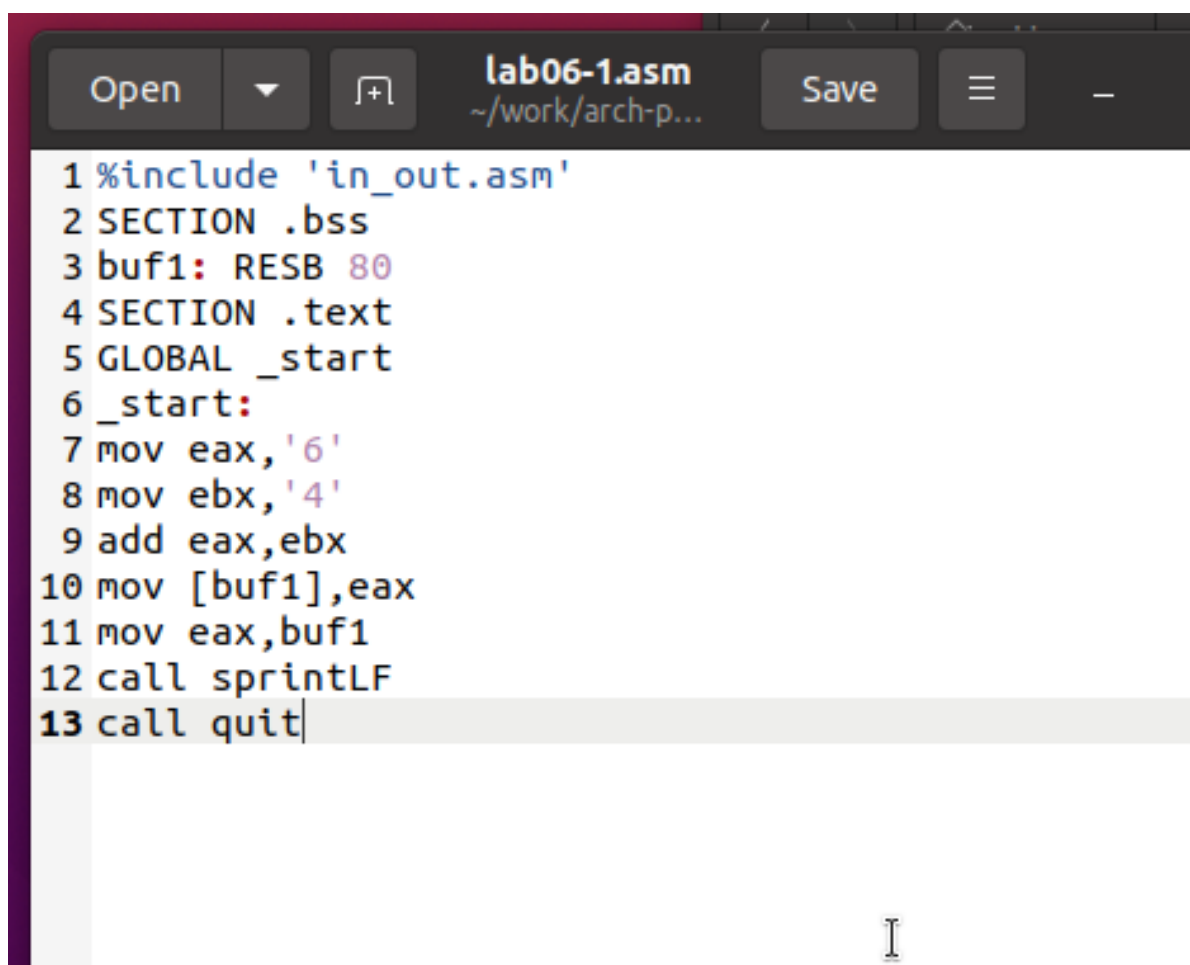
### 3.1 Символьные и численные данные в NASM

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

Рассмотрим примеры программ вывода символьных и численных значений. Программы будут выводить значения, записанные в регистр `eax`.

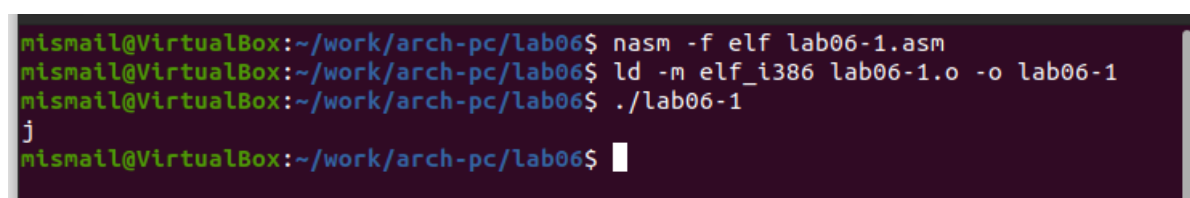
В данной программе в регистр `eax` записывается символ 6 (используя команду `mov eax, '6'`), в регистр `ebx` записывается символ 4 (используя команду `mov ebx, '4'`). Далее к значению в регистре `eax` прибавляем значение регистра `ebx` (командой `add eax, ebx`, результат сложения запишется в регистр `eax`). После этого выводим результат. (изображение 1) (изображение 2)

Так как для работы функции `sprintf` в регистр `eax` должен быть записан адрес, необходимо использовать дополнительную переменную. Для этого запишем значение регистра `eax` в переменную `buf1` (командой `mov [buf1], eax`), а затем запишем адрес переменной `buf1` в регистр `eax` (командой `mov eax, buf1`) и вызовем функцию `sprintf`.



```
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
```

Рис. 3.1: Программа lab6-1.asm



```
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab06-1.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 lab06-1.o -o lab06-1
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab06-1
j
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
```

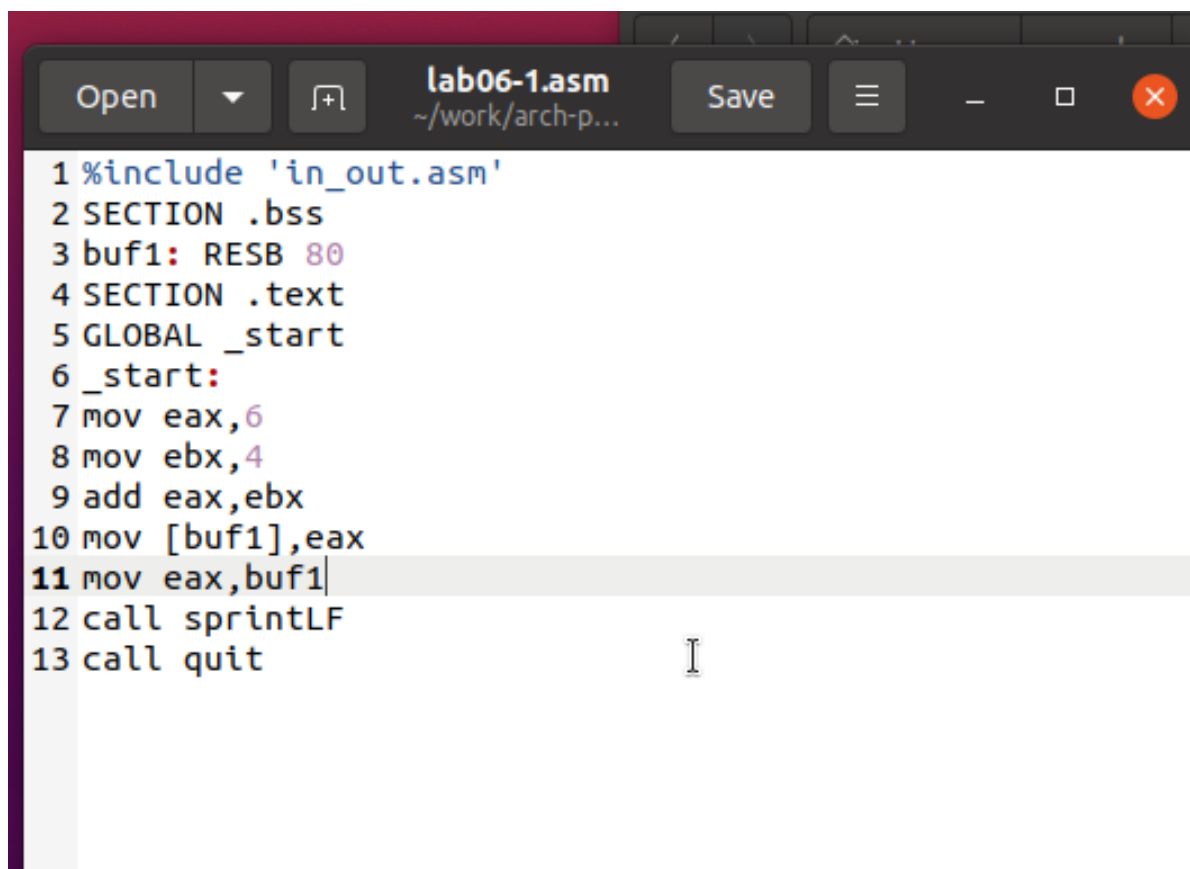
Рис. 3.2: Запуск программы lab6-1.asm

В данном случае при выводе значения регистра `eax` мы ожидаем увидеть число 10. Однако результатом будет символ `j`. Это происходит потому, что код символа 6 равен 00110110 в двоичном представлении (или 54 в десятичном представлении), а код символа 4 – 00110100 (52). Команда `add eax, ebx` запишет в регистр `eax` сумму кодов – 01101010 (106), что в свою очередь является кодом



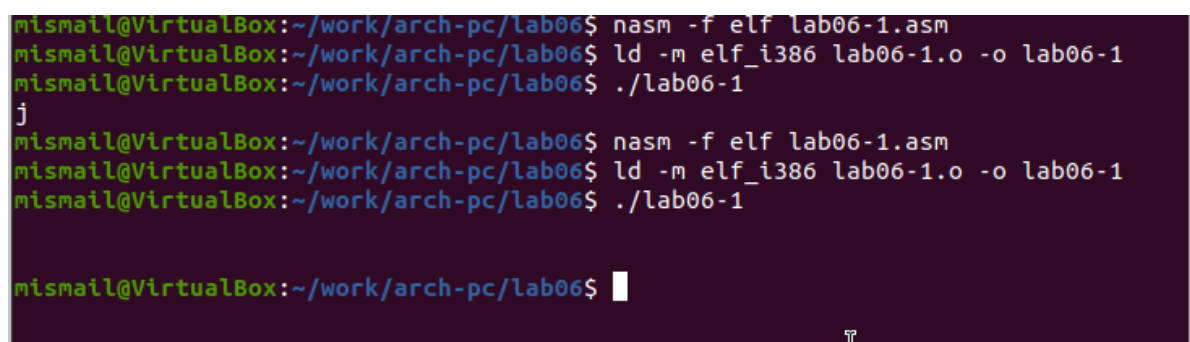
символа j.

Далее изменяю текст программы и вместо символов запишем в регистры числа.  
(изображение 3) (изображение 4)



```
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 printf
13 call _exit
```

Рис. 3.3: Программа lab6-1.asm с числами



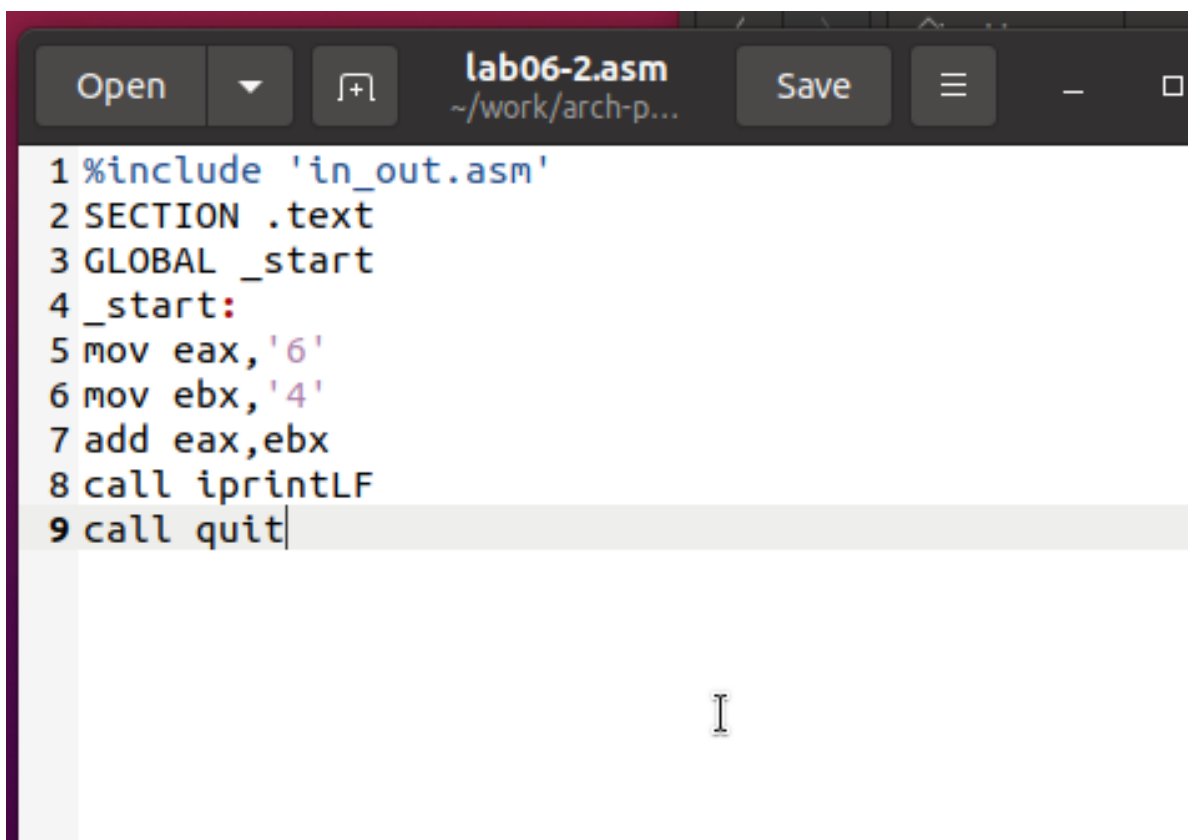
```
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab06-1.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 lab06-1.o -o lab06-1
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab06-1
j
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab06-1.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 lab06-1.o -o lab06-1
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab06-1
j
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
```

Рис. 3.4: Запуск программы lab6-1.asm с числами

Как и в предыдущем случае при исполнении программы мы не получим число

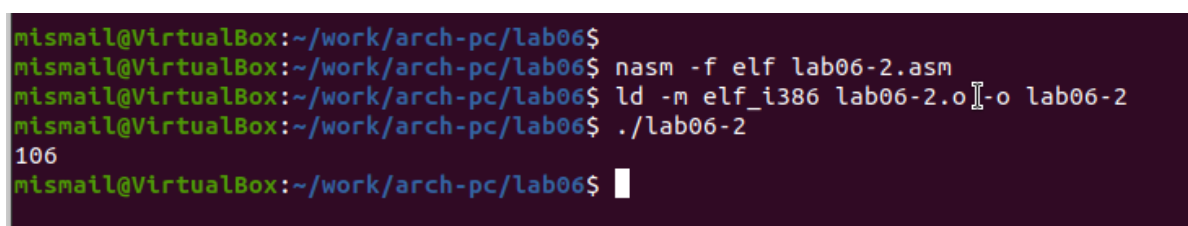
10. В данном случае выводится символ с кодом 10. Это символ конца строки (возврат каретки). В консоли он не отображается, но добавляет пустую строку.

Как отмечалось выше, для работы с числами в файле `in_out.asm` реализованы подпрограммы для преобразования ASCII символов в числа и обратно. Преобразую текст программы с использованием этих функций. (изображение 5) (изображение 6)



```
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. 3.5: Программа lab6-2.asm



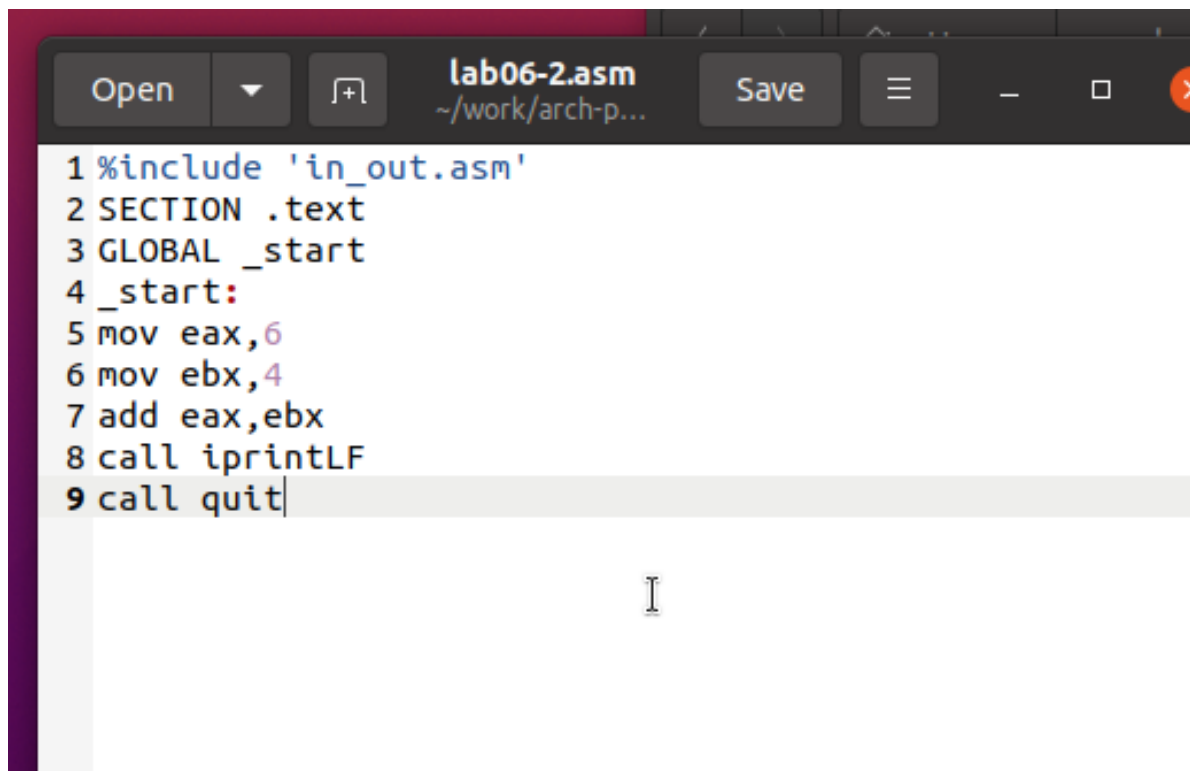
```
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab06-2.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 lab06-2.o -o lab06-2
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab06-2
106
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
```

Рис. 3.6: Запуск программы lab6-2.asm

В результате работы программы мы получим число 106. В данном случае, как и

в первом, команда `add` складывает коды символов '6' и '4' ( $54+52=106$ ). Однако, в отличие от прошлой программы, функция `iprintLF` позволяет вывести число, а не символ, кодом которого является это число.

Аналогично предыдущему примеру изменим символы на числа. (изображение 7) (изображение 8)



```
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. 3.7: Программа `lab6-2.asm` с числами

Функция `iprintLF` позволяет вывести число, и операндами были числа (а не коды символов). Поэтому получаем число 10.

```

mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab06-2.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 lab06-2.o -o lab06-2
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab06-2
106
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab06-2.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 lab06-2.o -o lab06-2
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab06-2.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab06-2
10
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$

```

Рис. 3.8: Запуск программы lab6-2.asm с числами

Заменял функцию `iprintLF` на `iprint`. Создал исполняемый файл и запустил его. Вывод отличается тем, что нет переноса строки. (изображение 9)

```

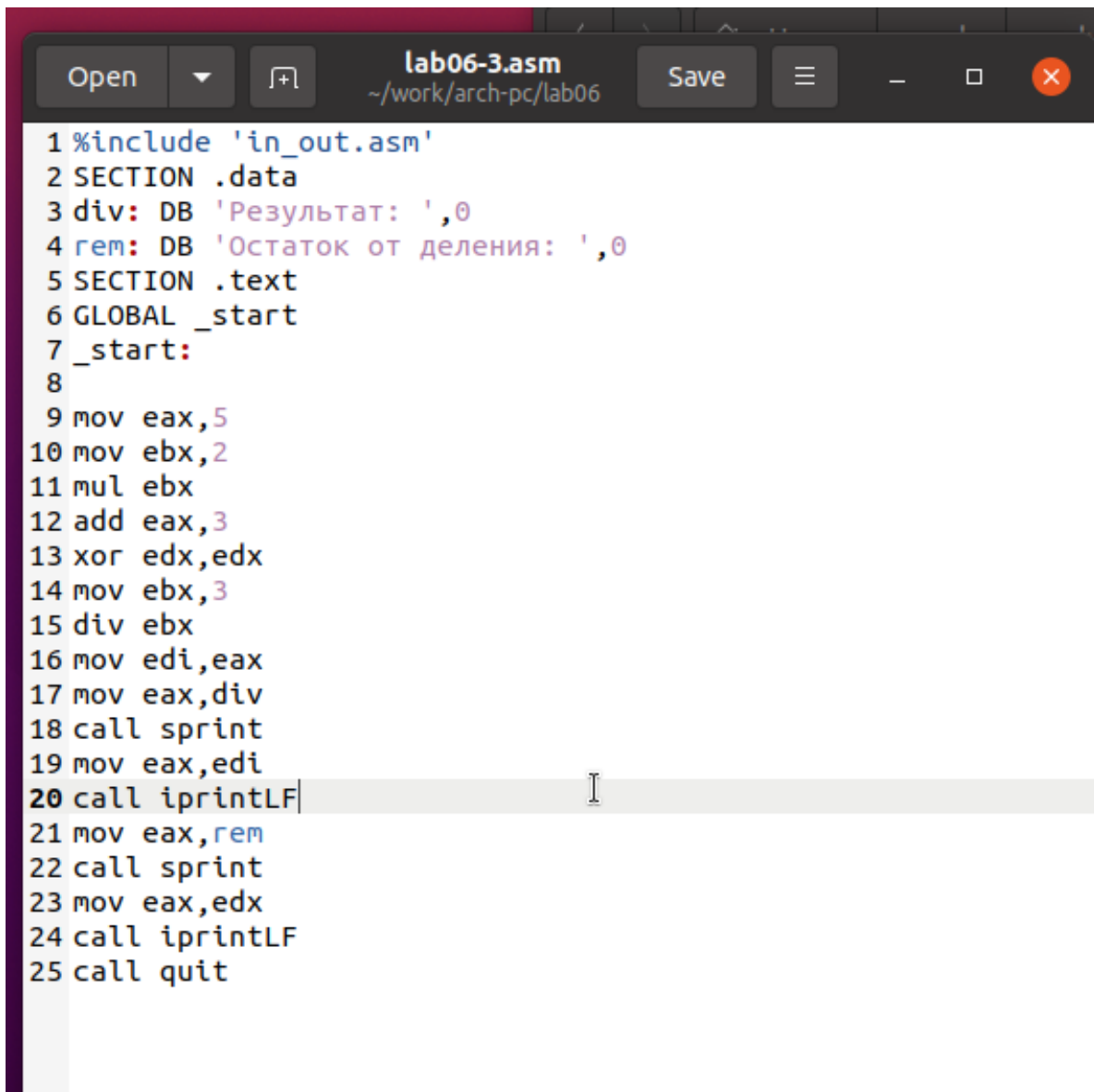
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab06-2.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 lab06-2.o -o lab06-2
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab06-2
106
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab06-2.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 lab06-2.o -o lab06-2
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab06-2.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab06-2
10
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 lab06-2.o -o lab06-2
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab06-2.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 lab06-2.o -o lab06-2
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab06-2
10mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$

```

Рис. 3.9: Запуск программы lab6-2.asm без переноса строки

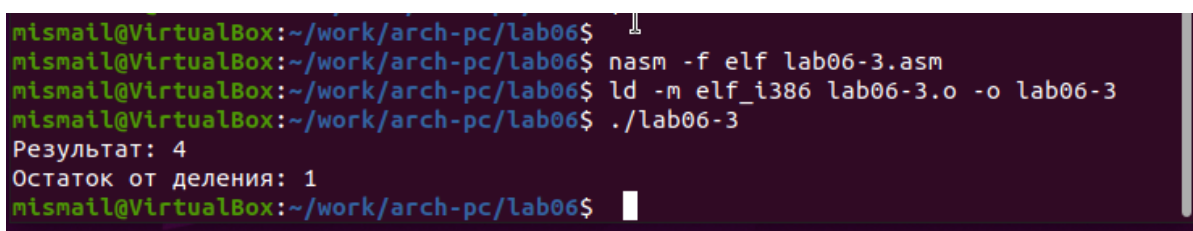
## 3.2 Выполнение арифметических операций в NASM

В качестве примера выполнения арифметических операций в NASM приведем программу вычисления арифметического выражения  $f(x) = (5 * 2 + 3) / 3$ . (изображение 10) (изображение 11)



```
1 %include 'in_out.asm'
2 SECTION .data
3 div: DB 'Результат: ',0
4 rem: DB 'Остаток от деления: ',0
5 SECTION .text
6 GLOBAL _start
7 _start:
8
9 mov eax,5
10 mov ebx,2
11 mul ebx
12 add eax,3
13 xor edx,edx
14 mov ebx,3
15 div ebx
16 mov edi,eax
17 mov eax,div
18 call sprint
19 mov eax,edi
20 call iprintLF
21 mov eax,rem
22 call sprint
23 mov eax,edx
24 call iprintLF
25 call quit
```

Рис. 3.10: Программа lab6-3.asm

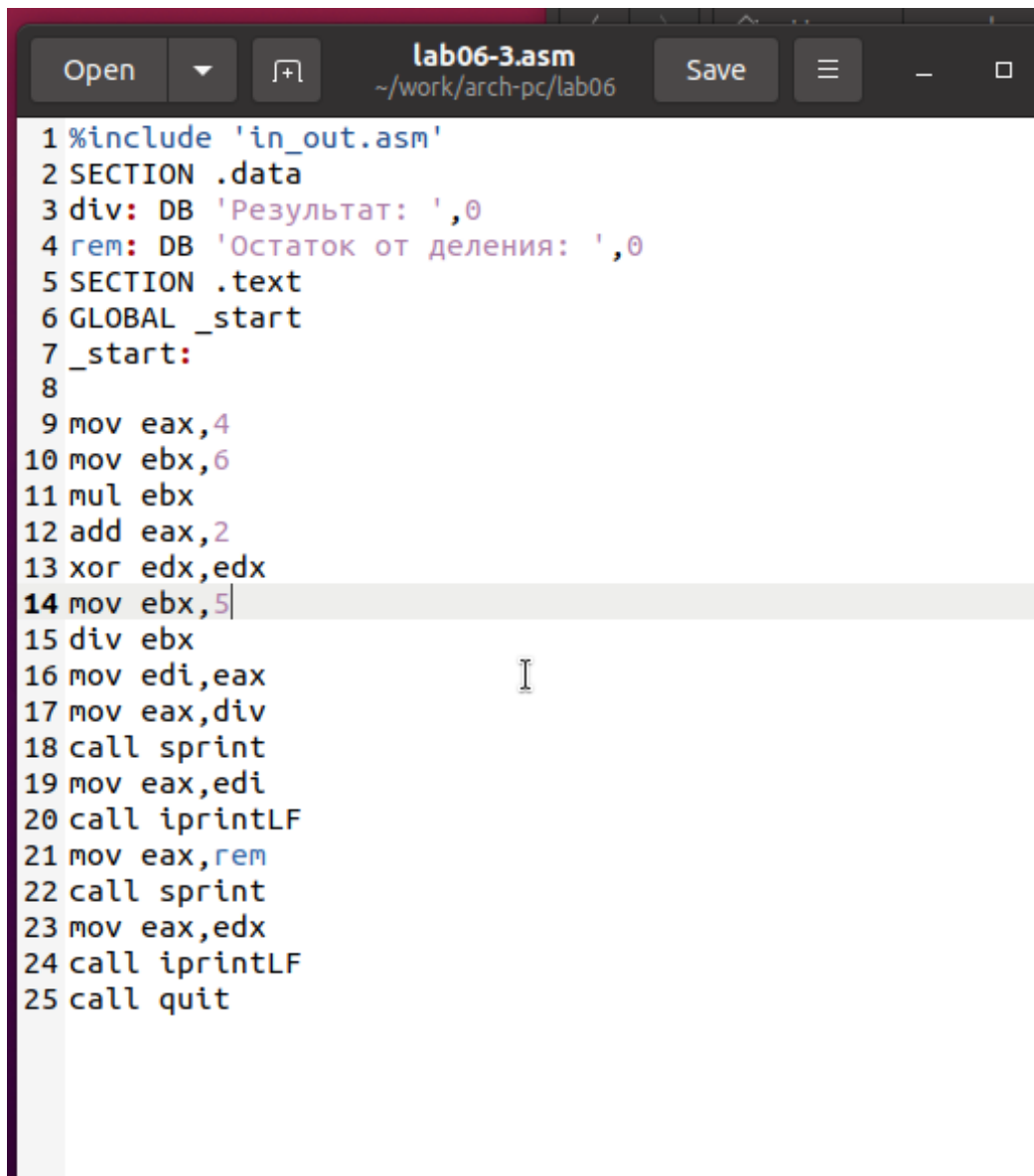


```
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab06-3.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 lab06-3.o -o lab06-3
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab06-3
Результат: 4
Остаток от деления: 1
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
```

Рис. 3.11: Запуск программы lab6-3.asm

Изменил текст программы для вычисления выражения  $f(x) = (4 * 6 +$

2)/5 \$. Создал исполняемый файл и проверил его работу. (изображение 12)  
(изображение 13)



```
1 %include 'in_out.asm'
2 SECTION .data
3 div: DB 'Результат: ',0
4 rem: DB 'Остаток от деления: ',0
5 SECTION .text
6 GLOBAL _start
7 _start:
8
9 mov eax,4
10 mov ebx,6
11 mul ebx
12 add eax,2
13 xor edx,edx
14 mov ebx,5
15 div ebx
16 mov edi,eax
17 mov eax,div
18 call sprintf
19 mov eax,edi
20 call iprintLF
21 mov eax,rem
22 call sprintf
23 mov eax,edx
24 call iprintLF
25 call quit
```

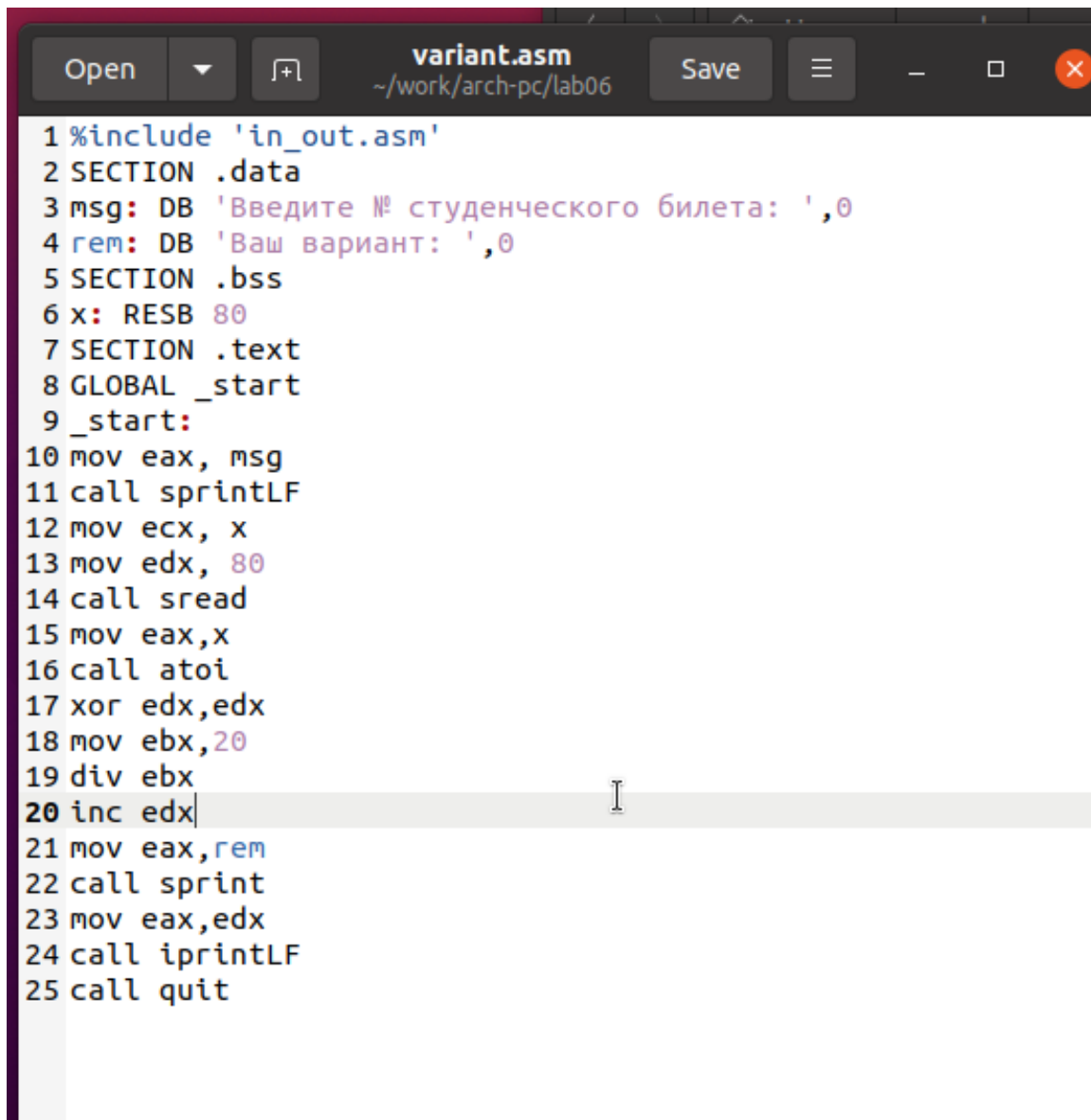
Рис. 3.12: Программа lab6-3.asm с другим выражением

```
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab06-3.asm  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 lab06-3.o -o lab06-3  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab06-3  
Результат: 4  
Остаток от деления: 1  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab06-3.asm  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 lab06-3.o -o lab06-3  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./lab06-3  
Результат: 5  
Остаток от деления: 1  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
```

Рис. 3.13: Запуск программы lab6-3.asm с другим выражением

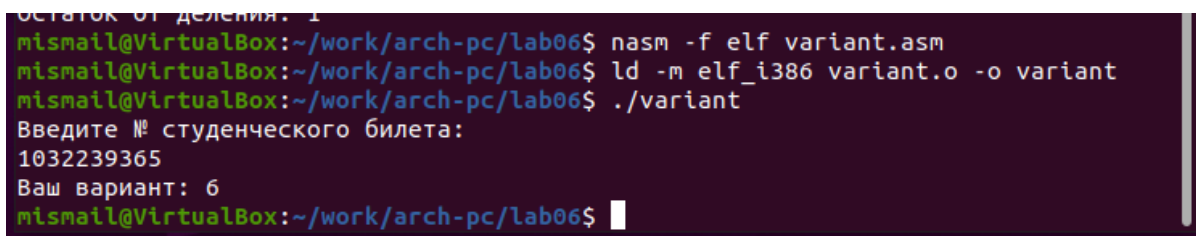
В качестве другого примера рассмотрим программу вычисления варианта задания по номеру студенческого билета. (изображение 14) (изображение 15)

В данном случае число, над которым необходимо проводить арифметические операции, вводится с клавиатуры. Как отмечалось выше, ввод с клавиатуры осуществляется в символьном виде, и для корректной работы арифметических операций в NASM символы необходимо преобразовать в числа. Для этого может быть использована функция `atoi` из файла `in_out.asm`.



```
1 %include 'in_out.asm'
2 SECTION .data
3 msg: DB 'Введите № студенческого билета: ',0
4 rem: DB 'Ваш вариант: ',0
5 SECTION .bss
6 x: RESB 80
7 SECTION .text
8 GLOBAL _start
9 _start:
10 mov eax, msg
11 call sprintf
12 mov ecx, x
13 mov edx, 80
14 call sread
15 mov eax, x
16 call atoi
17 xor edx, edx
18 mov ebx, 20
19 div ebx
20 inc edx
21 mov eax, rem
22 call sprintf
23 mov eax, edx
24 call iprintLF
25 call quit
```

Рис. 3.14: Программа variant.asm



```
Остаток от деления: 1
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf variant.asm
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 variant.o -o variant
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./variant
Введите № студенческого билета:
1032239365
Ваш вариант: 6
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
```

Рис. 3.15: Запуск программы variant.asm



### 3.3 Ответы на вопросы

1. Какие строки листинга отвечают за вывод на экран сообщения ‘Ваш вариант:’?
  - Инструкция `mov eax, tem` перекладывает значение переменной с фразой ‘Ваш вариант:’ в регистр `eax`.
  - Инструкция `call sprint` вызывает подпрограмму для вывода строки.
2. Для чего используются следующие инструкции?
  - Инструкция `mov ecx, x` используется для перемещения значения переменной `x` в регистр `ecx`.
  - Инструкция `mov edx, 80` используется для перемещения значения `80` в регистр `edx`.
  - Инструкция `call sread` вызывает подпрограмму для считывания значения студенческого билета из консоли.
3. Для чего используется инструкция “`call atoi`”?
  - Инструкция “`call atoi`” используется для преобразования введенных символов в числовой формат.
4. Какие строки листинга отвечают за вычисления варианта?
  - Инструкция `xor edx, edx` обнуляет регистр `edx`.
  - Инструкция `mov ebx, 20` записывает значение `20` в регистр `ebx`.
  - Инструкция `div ebx` выполняет деление номера студенческого билета на `20`.
  - Инструкция `inc edx` увеличивает значение регистра `edx` на `1`.

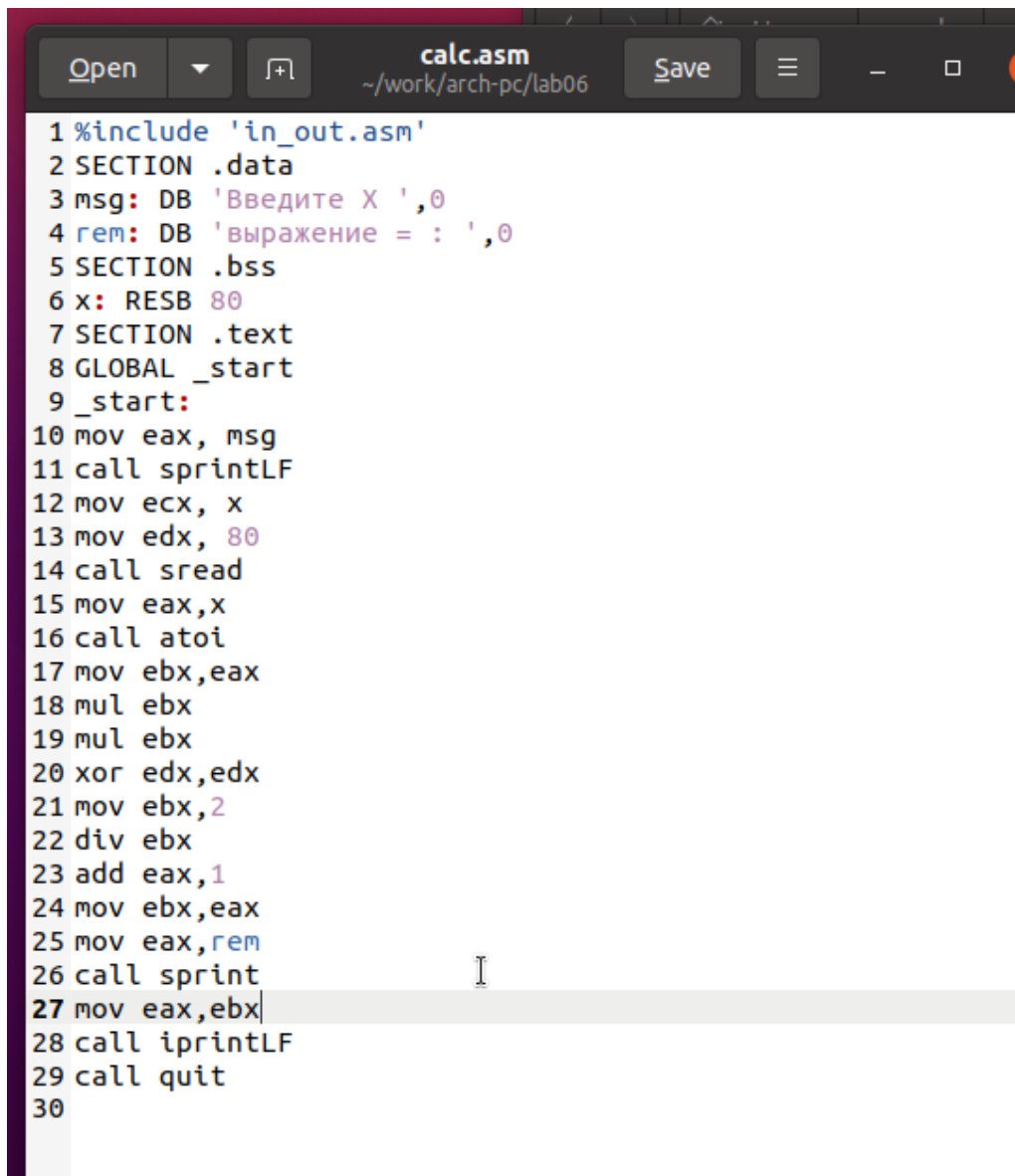
Здесь происходит деление номера студенческого билета на `20`. В регистре `edx` хранится остаток, к нему прибавляется `1`.
5. В какой регистр записывается остаток от деления при выполнении инструкции “`div ebx`”?

- Остаток от деления записывается в регистр `edx`.
6. Для чего используется инструкция `inc edx`?
- Инструкция `inc edx` используется для увеличения значения в регистре `edx` на 1, согласно формуле вычисления варианта.
7. Какие строки листинга отвечают за вывод на экран результата вычислений?
- Инструкция `mov eax, edx` перекладывает результат вычислений в регистр `eax`.
  - Инструкция `call iprintLF` вызывает подпрограмму для вывода значения на экран.

### 3.4 Задание для самостоятельной работы

Написать программу вычисления выражения  $y = f(x)$ . Программа должна выводить выражение для вычисления, выводить запрос на ввод значения  $x$ , вычислять заданное выражение в зависимости от введенного  $x$ , выводить результат вычислений. Вид функции  $f(x)$  выбрать из таблицы 6.3 вариантов заданий в соответствии с номером, полученным при выполнении лабораторной работы. Создайте исполняемый файл и проверьте его работу для значений  $x_1$  и  $x_2$  из 6.3. (изображение 16) (изображение 17)

Получили вариант 6 -  $x^{3/2} + 1$  для  $x=2, x=5$



```
1 %include 'in_out.asm'
2 SECTION .data
3 msg: DB 'Введите X ',0
4 rem: DB 'выражение = : ',0
5 SECTION .bss
6 x: RESB 80
7 SECTION .text
8 GLOBAL _start
9 _start:
10 mov eax, msg
11 call sprintf
12 mov ecx, x
13 mov edx, 80
14 call sread
15 mov eax, x
16 call atoi
17 mov ebx, eax
18 mul ebx
19 mul ebx
20 xor edx, edx
21 mov ebx, 2
22 div ebx
23 add eax, 1
24 mov ebx, eax
25 mov eax, rem
26 call sprintf
27 mov eax, ebx
28 call iprintLF
29 call quit
30
```

Рис. 3.16: Программа calc.asm

При \$ x=2 \$ получается 5.

При \$ x=5 \$ получается 63.

```
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ nasm -f elf calc.asm  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 calc.o -o calc  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./calc  
Введите X  
1  
выражение = : 1  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./calc  
Введите X  
2  
выражение = : 5  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$ ./calc  
Введите X  
5  
выражение = : 63  
mismail@VirtualBox:~/work/arch-pc/lab06$
```

Рис. 3.17: Запуск программы calc.asm

Программа считает верно.

## **4 Выводы**

Изучили работу с арифметическими операциями.