

Отчет по лабораторной работе №6

Дисциплина: архитектура компьютера

Светцова Анна Дмитриевна

Содержание

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

4.1 Символьные и численные данные в NASM

Перехожу в каталог, в котором буду работать с помощью утилиты `cd` и с помощью утилиты `touch` создаю файл `lab6-1.asm` (рис. 1).

```
adsvettsova@annpc ~/w/s/2/C/arch-pc/1/lab04 master 19 73 $ cd 17:09:37
adsvettsova@annpc ~ $ cd work/study/2023-2024/Computer_architecture/arch-pc/labs
/lab06
adsvettsova@annpc ~/w/s/2/C/arch-pc/1/lab06 master 19 73 $ touch lab6-1.asm
```

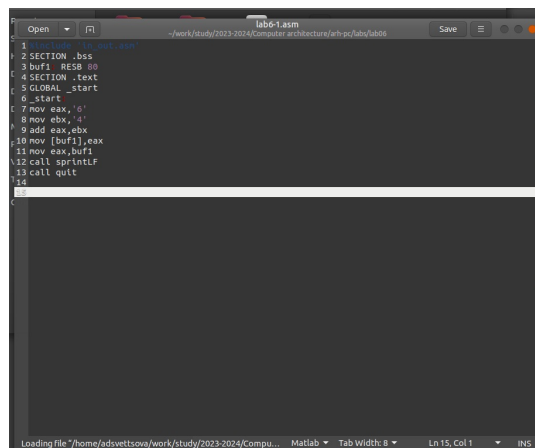
рис.1 Переход в директорию

Копирую в текущий каталог файл `in_out.asm` с помощью утилиты `cp`, т.к. он будет использоваться в других программах (рис. 2).

```
adsvettsova@annpc ~/w/s/2/C/arch-pc/1/lab06 master 19 74 $ cp ~/Downloads/in_out.
asm in_out.asm
adsvettsova@annpc ~/w/s/2/C/arch-pc/1/lab06 master 19 75 $ ls 17:29:22
in_out.asm lab6-1.asm premeditation_output
adsvettsova@annpc ~/w/s/2/C/arch-pc/1/lab06 master 19 76 $ C
```

рис.2 Создание копии файла

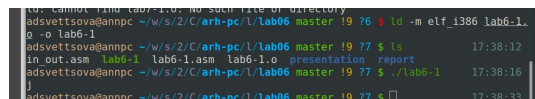
Открываю созданный файл `lab6-1.asm`, вставляю в него программу вывода значения регистра `eax` (рис. 3).



```
1 2 SECTION .bss
2 3 buf1 RESB 80
3 4 SECTION .text
4 5 GLOBAL _start
5 6 _start:
6 7 mov eax, 6
7 8 mov ebx, 4
8 9 add eax, ebx
9 10 mov [buf1], eax
10 11 mov eax, buf1
11 12 call sprintf
12 13 call quit
13
```

рис.3 Редактирование файла

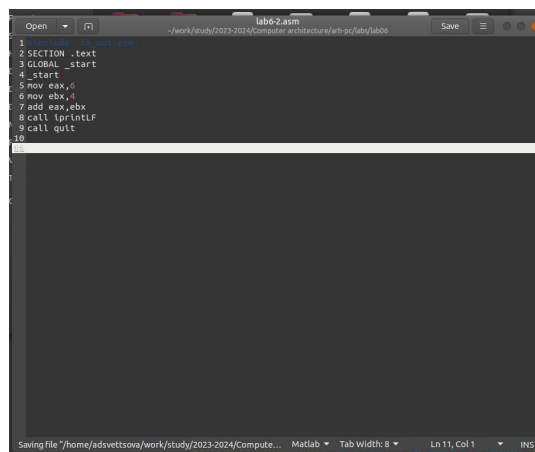
Создаю исполняемый файл программы и запускаю его (рис. 4).
Вывод программы: символ j, потому что программа вывела символ, соответствующий по системе ASCII сумме двоичных кодов символов 4 и 6.



```
adsvettsova@annpc ~/w/s/2/C/arrh-pc/1/Lab06 master 19 76 $ ld -m elf_1386 lab6-1.o -o lab6-1
adsvettsova@annpc ~/w/s/2/C/arrh-pc/1/Lab06 master 19 77 $ ls
in.out.asm lab6-1 lab6-1.asm lab6-1.o presentation report
adsvettsova@annpc ~/w/s/2/C/arrh-pc/1/Lab06 master 19 77 $ ./lab6-1
j
adsvettsova@annpc ~/w/s/2/C/arrh-pc/1/Lab06 master 19 77 $
```

рис.4 Запуск исполняемого файла

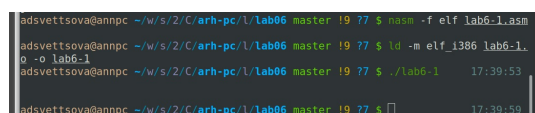
Изменяю в тексте программы символы “6” и “4” на цифры 6 и 4 (рис. 5).



```
1 2 SECTION .text
2 3 GLOBAL _start
3 4 _start:
4 5 mov eax, 6
5 6 mov ebx, 4
6 7 add eax, ebx
7 8 call printf
8 9 call quit
9
```

рис.5 Редактирование файла

Создаю новый исполняемый файл программы и запускаю его (рис. 6). Теперь вывелся символ с кодом 10, это символ перевода строки, этот символ не отображается при выводе на экран.



```
adsvettsova@annpc ~/w/s/2/C/arrh-pc/1/Lab06 master 19 77 $ ld -m elf_1386 -f lab6-1.asm -o lab6-1
adsvettsova@annpc ~/w/s/2/C/arrh-pc/1/Lab06 master 19 77 $ ld -m elf_1386 lab6-1.o -o lab6-1
adsvettsova@annpc ~/w/s/2/C/arrh-pc/1/Lab06 master 19 77 $ ./lab6-1
adsvettsova@annpc ~/w/s/2/C/arrh-pc/1/Lab06 master 19 77 $
```

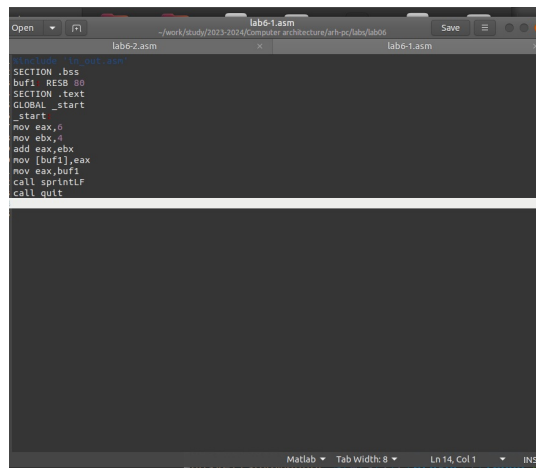
рис.6 Запуск исполняемого файла

Создаю новый файл lab6-2.asm с помощью утилиты touch (рис. 7).

```
adsvetsova@anncpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/lab06 master 19 77 $ touch lab6-2.asm
adsvetsova@anncpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/lab06 master 19 78 $ ls -l lab6-2.asm
```

рис.7 Создание файла

Ввожу в файл текст другой программы для вывода значения регистра eax (рис. 8).



```
lab6-2.asm
#include <stdio.h>
SECTION .bss
buf1 RESB 80
SECTION .text
GLOBAL _start
_start:
mov eax, 6
mov ebx, 0
add eax, ebx
mov [buf1], eax
mov eax, buf1
call sprintf
call quit
```

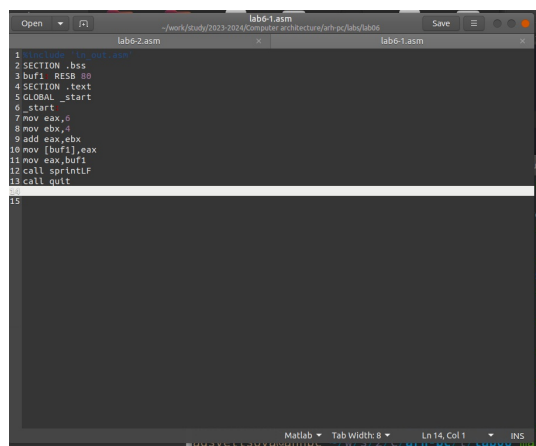
рис.8 Редактирование файла

Создаю и запускаю исполняемый файл lab6-2 (рис. 9). 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”.

```
adsvetsova@anncpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/lab06 master 19 77 $ touch lab6-2.asm
adsvetsova@anncpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/lab06 master 19 78 $ nasm -f elf lab6-2.asm
adsvetsova@anncpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/lab06 master 19 79 $ ld -m elf_i386 lab6-2.o -o lab6-2
adsvetsova@anncpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/lab06 master 19 710 $ ./lab6-2 17:42:48
106
adsvetsova@anncpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/lab06 master 19 710 $ 17:43:03
```

рис.9 Запуск исполняемого файла

Заменяю в тексте программы в файле lab6-2.asm символы “6” и “4” на числа 6 и 4 (рис. 10).



```
lab6-2.asm
#include <stdio.h>
SECTION .bss
3 buf1 RESB 80
SECTION .text
5 GLOBAL _start
6 _start:
7 mov eax, 6
8 mov ebx, 0
9 add eax, ebx
10 mov [buf1], eax
11 mov eax, buf1
12 call sprintf
13 call quit
```

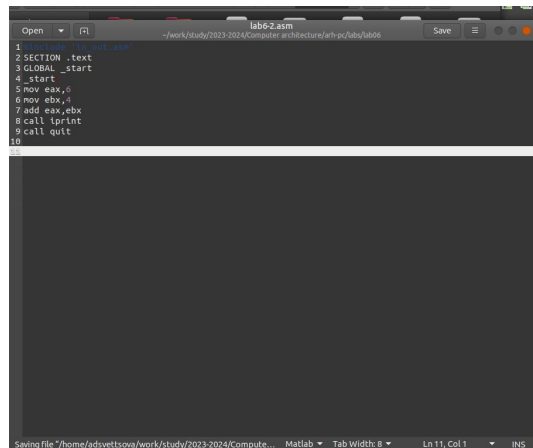
рис.10 Редактирование файла

Создаю и запускаю новый исполняемый файл (рис. 11). Теперь программа складывает не соответствующие символы кода в системе ASCII, а сами числа, поэтому вывод 10.

```
adsvettsova@annc ~/w/s/2/C/arb-pc/L/lab06 master !9 710 $ nasm -f elf lab6-2.asm
adsvettsova@annc ~/w/s/2/C/arb-pc/L/lab06 master !9 710 $ ld -m elf_i386 lab6-2.o -o lab6-2
adsvettsova@annc ~/w/s/2/C/arb-pc/L/lab06 master !9 710 $ ./lab6-2 17:44:09
10
adsvettsova@annc ~/w/s/2/C/arb-pc/L/lab06 master !9 710 $ 17:44:11
```

рис.11 Запуск исполняемого файла

Заменяю в тексте программы функцию `iprintLF` на `iprint` (рис. 12).



```
1  ;...
2 SECTION .text
3 GLOBAL _start
4 _start
5 mov eax,5
6 mov ebx,4
7 add eax,ebx
8 call iprint
9 call quit
10
```

рис.12 Редактирование файла

Создаю и запускаю новый исполняемый файл (рис. 13). 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`.

```
adsvettsova@annc ~/w/s/2/C/arb-pc/L/lab06 master !9 710 $ nasm -f elf lab6-2.asm
adsvettsova@annc ~/w/s/2/C/arb-pc/L/lab06 master !9 710 $ ld -m elf_i386 lab6-2.o -o lab6-2
adsvettsova@annc ~/w/s/2/C/arb-pc/L/lab06 master !9 710 $ ./lab6-2 17:44:09
10
adsvettsova@annc ~/w/s/2/C/arb-pc/L/lab06 master !9 710 $ 17:44:11
```

рис.13 Запуск исполняемого файла

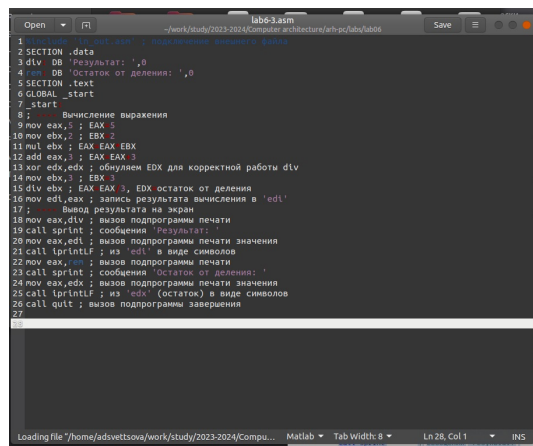
4.2 Выполнение арифметических операций в NASM

Создаю файл `lab6-3.asm` с помощью утилиты `touch` (рис. 14).

```
adsvettsova@annc ~/w/s/2/C/arb-pc/L/lab06 master !9 710 $ touch lab6-3.asm
```

рис.14 Создание файла

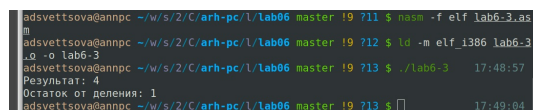
Ввожу в созданный файл текст программы для вычисления значения выражения $f(x) = (5 * 2 + 3)/3$ (рис. 15).



```
1 2 SECTION .data
3 div DB 'Результат: ',0
4 DB 'Остаток от деления: ',0
5 SECTION .text
6 GLOBAL _start
7 _start:
8 ; Вычисление выражения
9 mov eax,5 ; EAX 5
10 mov ebx,2 ; EBX 2
11 mul ebx ; EAX EAX EBX
12 add eax,2 ; EAX EAX 3
13 xor edx,edx ; обнулим EDX для корректной работы div
14 mov ebx,3 ; EBX 3
15 div ebx ; EAX EAX 3, EDX остаток от деления
16 mov edi,eax ; запись результата вычисления в 'edi'
17 ; Вывод результата на экран
18 mov eax,div ; вызов подпрограммы печати
19 call sprintf ; сообщение 'Результат: '
20 mov eax,edi ; вызов подпрограммы печати значения
21 call printf ; из 'edi' в виде символов
22 mov eax,div ; вызов подпрограммы печати
23 call sprintf ; сообщения 'Остаток от деления: '
24 mov eax,edx ; вызов подпрограммы печати значения
25 call printf ; из 'edx' (остаток) в виде символов
26 call quit ; вызов подпрограммы завершения
27
```

рис.15 Редактирование файла

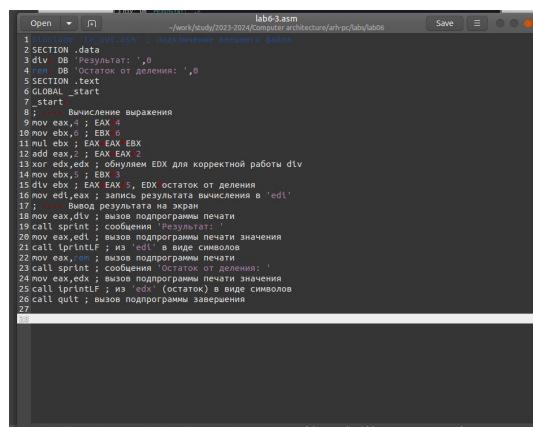
Создаю исполняемый файл и запускаю его (рис. 16).



```
adsvetsova@annpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/Lab06 master !9 711 $ nasm -f elf lab6-3.asm
adsvetsova@annpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/Lab06 master !9 712 $ ld -m elf_i386 lab6-3.o -o lab6-3
adsvetsova@annpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/Lab06 master !9 713 $ ./lab6-3 17:48:57
Результат: 4
Остаток от деления: 1
adsvetsova@annpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/Lab06 master !9 713 $ 17:49:04
```

рис.16 Запуск исполняемого файла

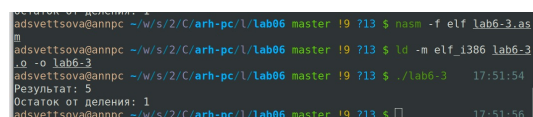
Изменяю программу так, чтобы она вычисляла значение выражения $f(x) = (4 * 6 + 2)/5$ (рис. 17).



```
1 2 SECTION .data
3 div DB 'Результат: ',0
4 DB 'Остаток от деления: ',0
5 SECTION .text
6 GLOBAL _start
7 _start:
8 ; Вычисление выражения
9 mov eax,4 ; EAX 4
10 mov ebx,6 ; EBX 6
11 mul ebx ; EAX EAX EBX
12 add eax,2 ; EAX EAX 2
13 xor edx,edx ; обнулим EDX для корректной работы div
14 mov ebx,5 ; EBX 5
15 div ebx ; EAX EAX 5, EDX остаток от деления
16 mov edi,eax ; запись результата вычисления в 'edi'
17 ; Вывод результата на экран
18 mov eax,div ; вызов подпрограммы печати
19 call sprintf ; сообщения 'Результат: '
20 mov eax,edi ; вызов подпрограммы печати значения
21 call printf ; из 'edi' в виде символов
22 mov eax,div ; вызов подпрограммы печати
23 call sprintf ; сообщения 'Остаток от деления: '
24 mov eax,edx ; вызов подпрограммы печати значения
25 call printf ; из 'edx' (остаток) в виде символов
26 call quit ; вызов подпрограммы завершения
27
```

рис.17 Изменение программы

Создаю и запускаю новый исполняемый файл (рис. 18). Я посчитала для проверки правильности работы программы значение выражения самостоятельно, программа отработала верно.



```
adsvetsova@annpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/Lab06 master !9 713 $ nasm -f elf lab6-3.asm
adsvetsova@annpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/Lab06 master !9 713 $ ld -m elf_i386 lab6-3.o -o lab6-3
adsvetsova@annpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/Lab06 master !9 713 $ ./lab6-3 17:51:54
Результат: 5
Остаток от деления: 1
adsvetsova@annpc ~/w/s/2/C/arh-pc/l/Lab06 master !9 713 $ 17:51:56
```

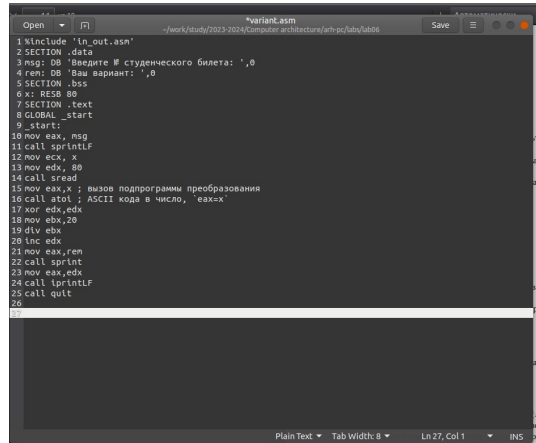
рис.18 Запуск исполняемого файла

Создаю файл variant.asm с помощью утилиты touch (рис. 19).

```
adsvetsova@annpc ~/w/s/2/C/arh-pc/1/Lab06 master 19 713 $ touch variant.asm
```

рис.19 Создание файла

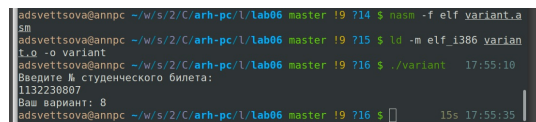
Ввожу в файл текст программы для вычисления варианта задания по номеру студенческого билета (рис. 20).



```
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 ; вызов подпрограммы преобразования
16 call atoi ; ASCII кода в число, "eax=x"
17 xor edx,edx
18 mov ebx,20
19 div ebx
20 inc ebx
21 mov eax,rem
22 call sprint
23 mov ecx,edx
24 call sprintf
25 call quit
26
```

рис.20 Редактирование файла

Создаю и запускаю исполняемый файл (рис. 21). Ввожу номер своего студ. билета с клавиатуры, программа вывела, что мой вариант - 8.



```
adsvetsova@annpc ~/w/s/2/C/arh-pc/1/Lab06 master 19 714 $ nasm -f elf variant.a
adsvetsova@annpc ~/w/s/2/C/arh-pc/1/Lab06 master 19 715 $ ld -m elf_i386 varian
t.o -o variant
adsvetsova@annpc ~/w/s/2/C/arh-pc/1/Lab06 master 19 716 $ ./variant 17:55:10
Введите № студенческого билета:
1132238887
Ваш вариант: 8
adsvetsova@annpc ~/w/s/2/C/arh-pc/1/Lab06 master 19 716 $
```

рис.21 Запуск исполняемого файла

4.2.1 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
```

4.3 Выполнение заданий для самостоятельной работы

Создаю файл `lab6-4.asm` с помощью утилиты `touch` (рис. 22).

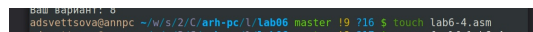


рис.22 Создание файла

Открываю созданный файл для редактирования, ввожу в него текст программы для вычисления значения выражения $(11 + x) * 2 - 6$ (рис. 23). Это выражение было под вариантом 8.

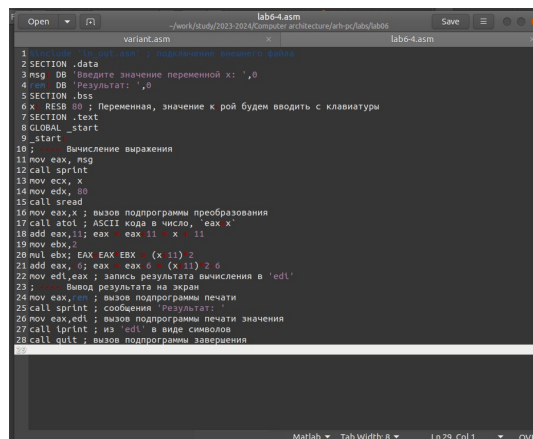


рис.23 Написание программы

Создаю и запускаю исполняемый файл (рис. 24). При вводе значения 10, вывод - 36. Программа отработала верно.

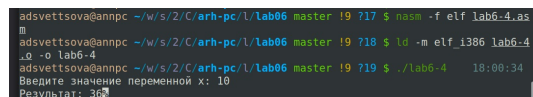


рис.24 Запуск исполняемого файла

Листинг 4.1. Программа для вычисления значения выражения $(11 + x) * 2 - 6$.


```

%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 размер - 80 байт

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`
add eax, 11;  $eax = eax + 11 = x + 11$ 
mov ebx, 2 ; запись значения 2 в регистр ebx
mul ebx;  $EAX = EAX * EBX = (x + 11) * 2$ 
add eax, -6;  $eax = eax - 6 = (x + 11) * 2 - 6$ 
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

```

5 Выводы

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

6 Список литературы

1. Лабораторная работа №7
2. Таблица ASCII