

Отчет по лабораторной работе №6

Дисциплина: архитектура компьютера

Зоригоо Номун

Содержание

1	Цель работы	2
2	Задание	2
3	Теоретическое введение.....	2
4	Выполнение лабораторной работы.....	3
4.1	Символьные и численные данные в NASM.....	3
4.2	Выполнение арифметических операций в NASM.....	8
4.2.1	Ответы на вопросы по программе.....	11
4.3	Выполнение заданий для самостоятельной работы	11
5	Выводы.....	13
6	Список литературы.....	14

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

С помощью утилиты `mkdir` создаю директорию, в которой буду создавать файлы с программами для лабораторной работы №6 (рис. 1). Перехожу в созданный каталог с помощью утилиты `cd`.

```
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/ag  
ch-pc$ mkdir lab06  
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/ag  
ch-pc$ cd lab06
```

Рис. 1: Создание директории

С помощью утилиты `touch` создаю файл `lab6-1.asm` (рис. 2).

```
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/ag  
ch-pc/lab06$ touch lab6-1.asm  
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/ag  
ch-pc/lab06$ ls  
lab6-1.asm
```

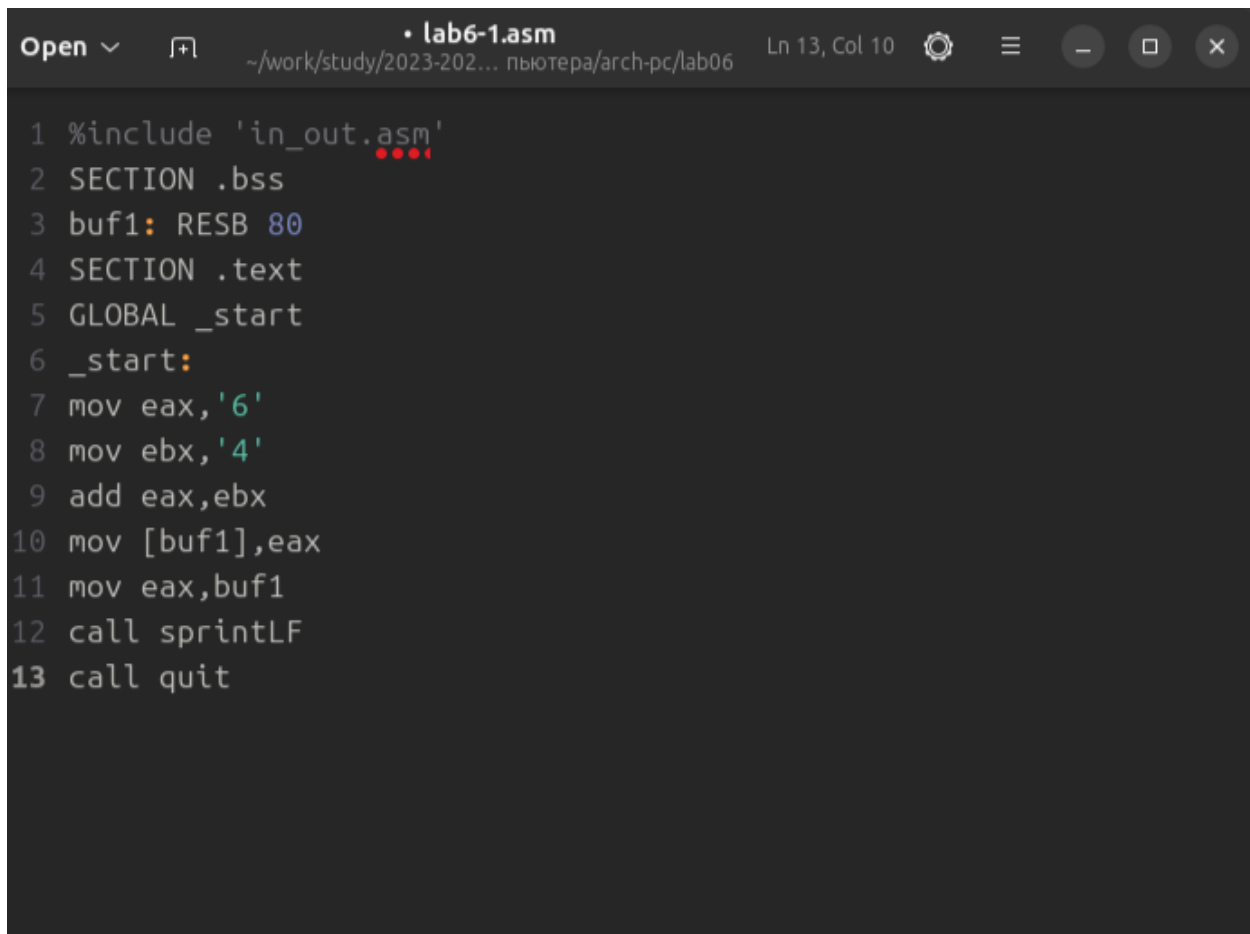
Рис. 2: Создание файла

Копирую в текущий каталог файл `in_out.asm` с помощью утилиты `cp`, т.к. он будет использоваться в других программах (рис. 3).

```
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/ag  
ch-pc/lab06$ cp ~/Downloads/in_out.asm in_out.asm  
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/ag  
ch-pc/lab06$ ls  
in_out.asm lab6-1.asm
```

Рис. 3: Создание копии файла

Открываю созданный файл `lab6-1.asm`, вставляю в него программу вывода значения регистра `eax` (рис. 4).

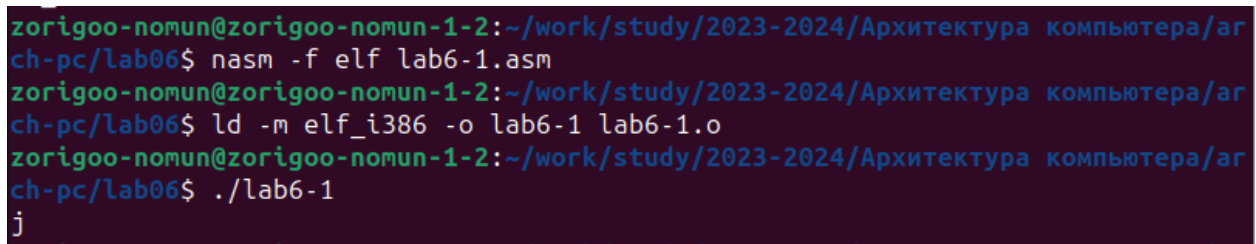


```
• lab6-1.asm
~/work/study/2023-2024... пьютера/arch-pc/lab06  Ln 13, Col 10

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. 4: Редактирование файла

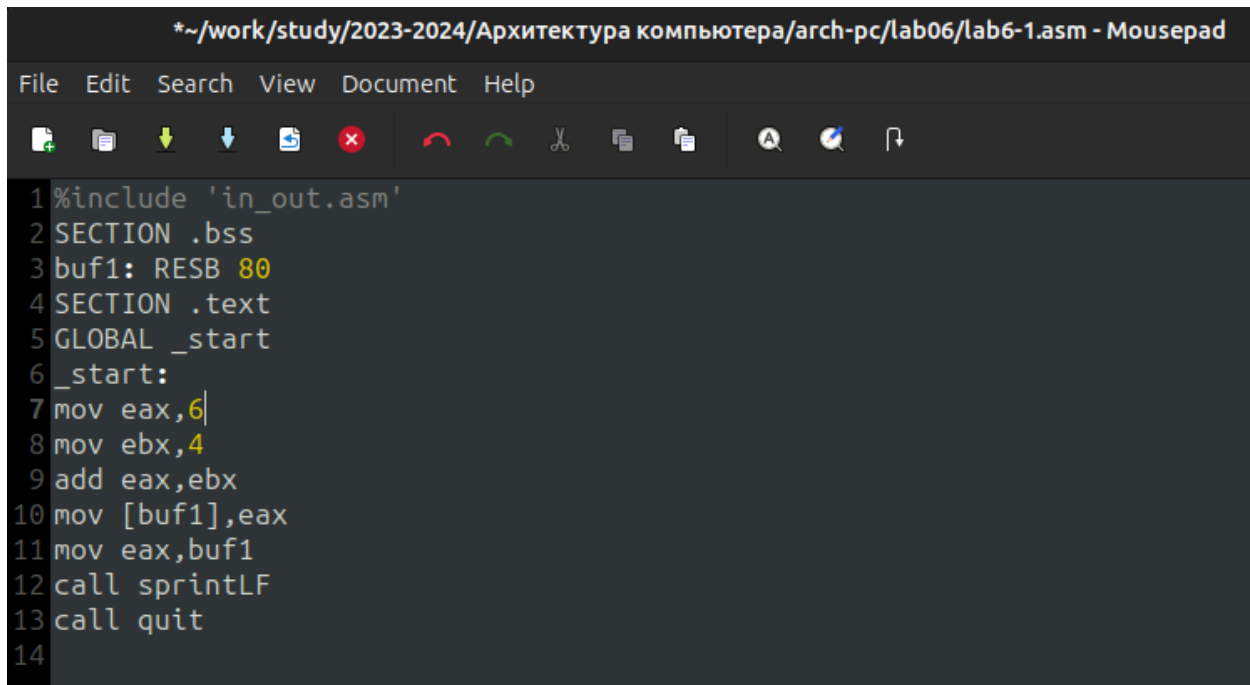
Создаю исполняемый файл программы и запускаю его (рис. 5). Вывод программы: символ j, потому что программа вывела символ, соответствующий по системе ASCII сумме двоичных кодов символов 4 и 6.



```
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-1.asm
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-1 lab6-1.o
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ./lab6-1
j
```

Рис. 5: Запуск исполняемого файла

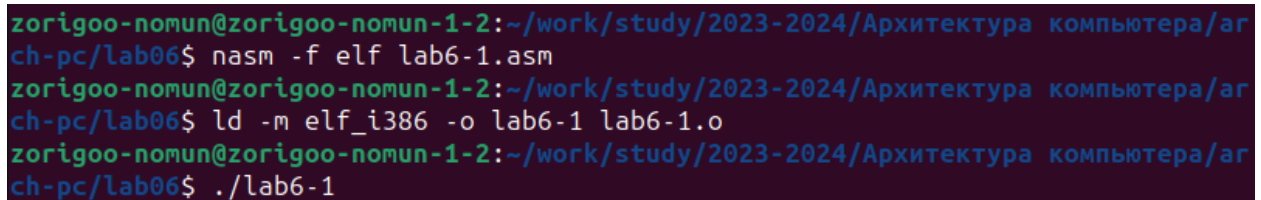
Изменяю в тексте программы символы “6” и “4” на цифры 6 и 4 (рис. 6).



```
*~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06/lab6-1.asm - Mousepad
File Edit Search View Document Help
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. 6: Редактирование файла

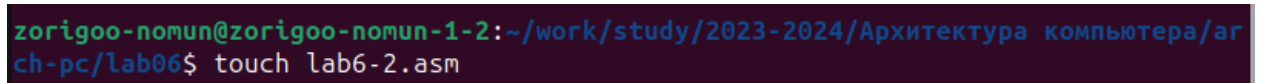
Создаю новый исполняемый файл программы и запускаю его (рис. 7). Теперь вывелся символ с кодом 10, это символ перевода строки, этот символ не отображается при выводе на экран.



```
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-1.asm
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-1 lab6-1.o
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ./lab6-1
```

Рис. 7: Запуск исполняемого файла

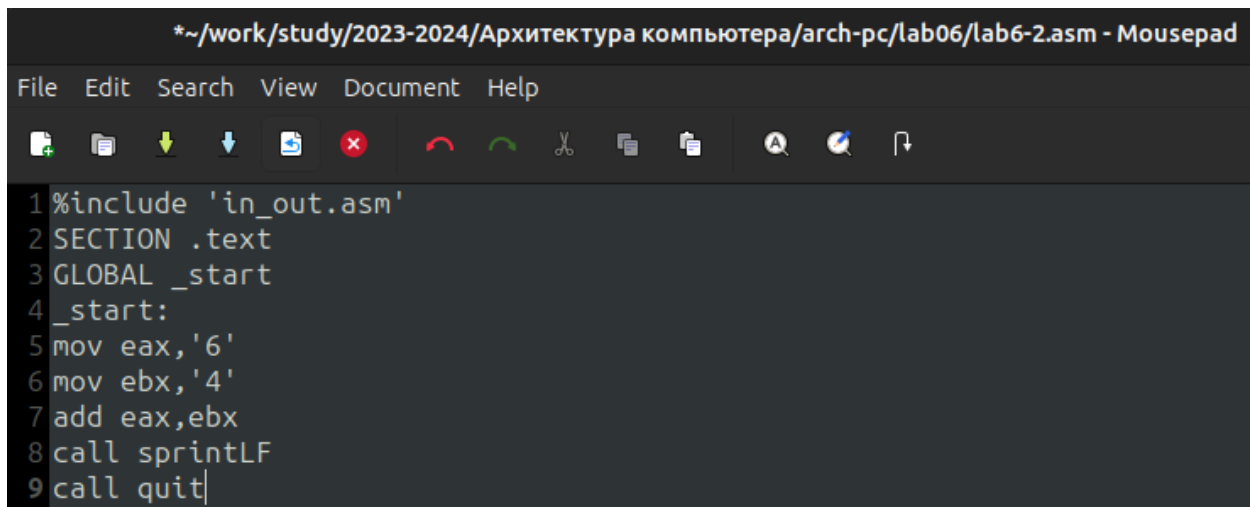
Создаю новый файл lab6-2.asm с помощью утилиты touch (рис. 8).



```
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ touch lab6-2.asm
```

Рис. 8: Создание файла

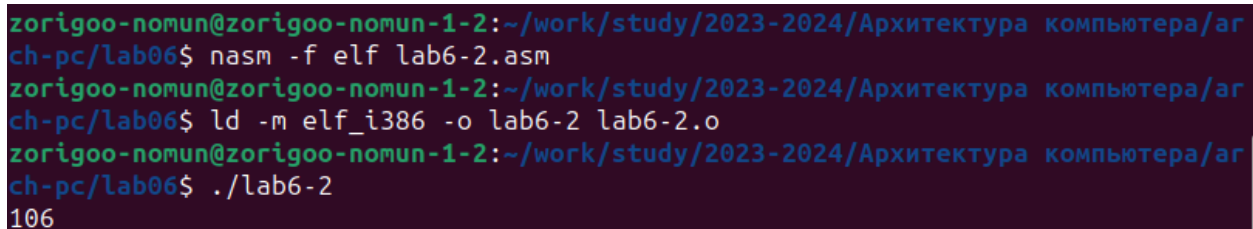
Ввожу в файл текст другой программы для вывода значения регистра eax (рис. 9).



```
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 sprintLF
9 call quit
```

Рис. 9: Редактирование файла

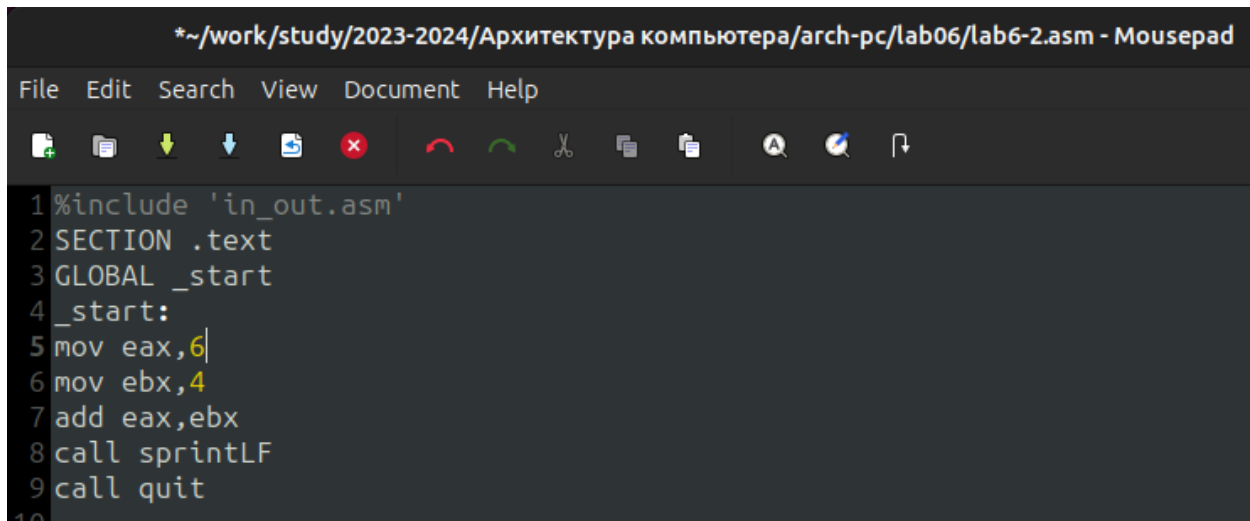
Создаю и запускаю исполняемый файл lab6-2 (рис. 10). Теперь вывод число 106, потому что программа позволяет вывести именно число, а не символ, хотя все еще происходит именно сложение кодов символов “6” и “4”.



```
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-2.asm
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-2 lab6-2.o
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ./lab6-2
106
```

Рис. 10: Запуск исполняемого файла

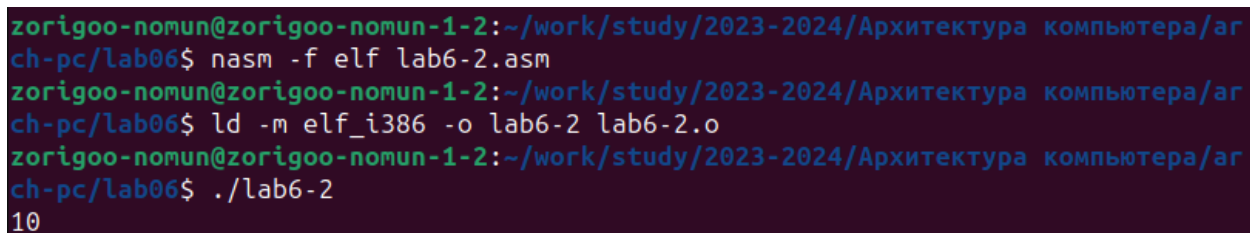
Заменяю в тексте программы в файле lab6-2.asm символы “6” и “4” на числа 6 и 4 (рис. 11).



```
*~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06/lab6-2.asm - Mousepad
File Edit Search View Document Help
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 sprintLF
9 call quit
10
```

Рис. 11: Редактирование файла

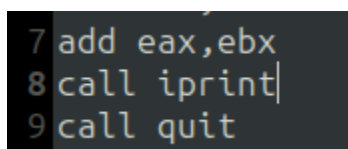
Создаю и запускаю новый исполняемый файл (рис. 12).. Теперь программа складывает не соответствующие символам коды в системе ASCII, а сами числа, поэтому вывод 10.



```
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-2.asm
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-2 lab6-2.o
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ./lab6-2
10
```

Рис. 12: Запуск исполняемого файла

Заменяю в тексте программы функцию `iprintLF` на `iprint` (рис. 13).



```
7 add eax,ebx
8 call iprint
9 call quit
```

Рис. 13: Редактирование файла

Создаю и запускаю новый исполняемый файл (рис. 14). 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`.

```

zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-2.asm
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-2 lab6-2.o
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ./lab6-2
10zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/

```

Рис. 14: Запуск исполняемого файла

4.2 Выполнение арифметических операций в NASM

Создаю файл lab6-3.asm с помощью утилиты touch (рис. 15).

```

ch-pc/lab06$ touch lab6-3.asm

```

Рис. 15: Создание файла

Ввожу в созданный файл текст программы для вычисления значения выражения $f(x) = (5 * 2 + 3)/3$ (рис. 16).

```

*~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06/lab6-3.asm - Mousepad
File Edit Search View Document Help
1 %include 'in_out.asm' ; подключение внешнего файла
2 SECTION .data
3 div: DB 'Результат: ',0
4 rem: 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,3 ; EAX=EAX+3
13 xor edx,edx ; обнуляем 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 sprint ; сообщения 'Результат: '
20 mov eax,edi ; вызов подпрограммы печати значения
21 call iprintLF ; из 'edi' в виде символов
22 mov eax,rem ; вызов подпрограммы печати
23 call sprint ; сообщения 'Остаток от деления: '
24 mov eax,edx ; вызов подпрограммы печати значения
25 call iprintLF ; из 'edx' (остаток) в виде символов
26 call quit ; вызов подпрограммы завершения

```

Рис. 16: Редактирование файла

Создаю исполняемый файл и запускаю его (рис. 17).

```
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-3.asm
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-3 lab6-3.o
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ./lab6-3
Результат: 4
Остаток от деления: 1
```

Рис. 17: Запуск исполняемого файла

Изменяю программу так, чтобы она вычисляла значение выражения $f(x) = (4 * 6 + 2)/5$ (рис. 18).

```
*~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06/lab6-3.asm
File Edit Search View Document Help
1 %include 'in_out.asm' ; подключение внешнего файла
2 SECTION .data
3 div: DB 'Результат: ',0
4 rem: 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 ; обнуляем 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 sprint ; сообщения 'Результат: '
20 mov eax,edi ; вызов подпрограммы печати значения
21 call iprintLF ; из 'edi' в виде символов
22 mov eax,rem ; вызов подпрограммы печати
23 call sprint ; сообщения 'Остаток от деления: '
24 mov eax,edx ; вызов подпрограммы печати значения
25 call iprintLF ; из 'edx' (остаток) в виде символов
26 call quit ; вызов подпрограммы завершения
```

Рис. 18: Изменение программы

Создаю и запускаю новый исполняемый файл (рис. 19). Программа отработала верно.

```
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-3.asm
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-3 lab6-3.o
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ./lab6-3
Результат: 5
Остаток от деления: 1
```

Рис. 19: Запуск исполняемого файла

Создаю файл variant.asm с помощью утилиты touch (рис. 20).

```
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ touch variant.asm
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ mousepad variant.asm
```

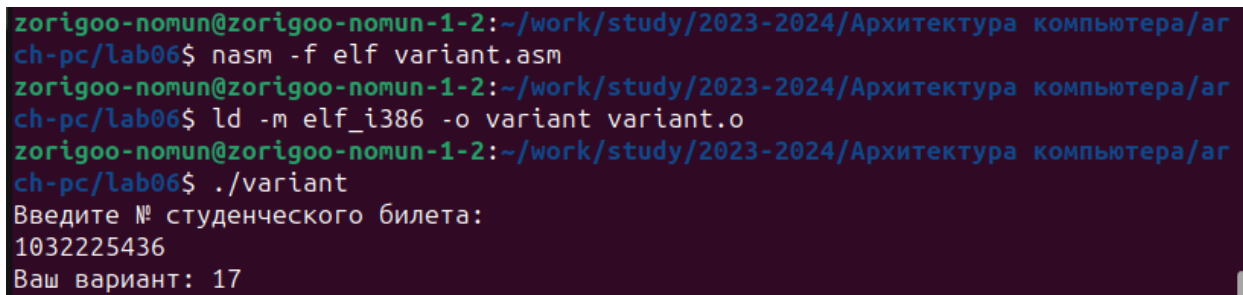
Рис. 20: Создание файла

Ввожу в файл текст программы для вычисления варианта задания по номеру студенческого билета (рис. 21).

```
*~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06/variant.asm - Mousepad
File Edit Search View Document Help
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 edx
21 mov eax, rem
22 call sprintf
23 mov eax, edx
24 call iprintf
25 call quit
```

Рис. 21: Редактирование файла

Создаю и запускаю исполняемый файл (рис. 22). Ввожу номер своего студ. билета с клавиатуры, программа вывела, что мой вариант - 17.



```
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ nasm -f elf variant.asm
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o variant variant.o
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ./variant
Введите № студенческого билета:
1032225436
Ваш вариант: 17
```

Рис. 22: 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 esx, x` используется, чтобы положить адрес вводимой строки `x` в регистр `esx` `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. 23).

```
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ touch lab6-4.asm
```

Рис. 23: Создание файла

Открываю созданный файл для редактирования, ввожу в него текст программы для вычисления значения выражения $18 \cdot (x+1)/6$ (рис. 24). Это выражение было под вариантом 17.

```
~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06/lab6-4.asm - Mousep
File Edit Search View Document Help
1 %include 'in_out.asm' ; подключение внешнего файла
2 SECTION .data
3 msg: DB 'Вводите значение переменной x: ',0
4 rem: DB 'Результат: ',0
5 SECTION .bss
6 x: RESB 80; Переменная, значение к-рой будем вводить с клавиатуры
7 SECTION .text
8 GLOBAL _start
9 _start:
10 ; ---- Вычисление выражения
11 mov eax, msg
12 call sprint
13 mov ecx, x
14 mov edx, 80
15 call sread
16 mov eax, x ; вызов подпрограммы преобразования
17 call atoi ; ASCII кода в число, 'eax=x'
18 add eax, 1; eax = eax + 1 = x + 1
19 mov ebx, 18
20 mul ebx; EAX=EBX*EAX = 18*(x+1)
21 add eax, 6; eax = eax/6 = 18*(x+1)/6
22 mov edi, eax ; запись результата вычисления в 'edi'
23 ; ---- Вывод результата на экран
24 mov eax, rem ; вызов подпрограммы печати
25 call sprint ; сообщения 'Результат: '
26 mov eax, edi ; вызов подпрограммы печати значения
27 call iprint ; из 'edi' в виде символов
28 call quit ; вызов подпрограммы завершения
29
```

Рис. 24: Написание программы

Создаю и запускаю исполняемый файл (рис. 25). При вводе значения 3, вывод 78.

```
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ nasm -f elf lab6-4.asm
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ld -m elf_i386 -o lab6-4 lab6-4.o
zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$ ./lab6-4
Вводите значение переменной x: 3
Результат: 78zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06$
```

Рис. 25: Запуск исполняемого файла

При вводе значения 1, вывод 42 (рис. 26)

```
Результат: 78zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура
компьютера/ar
ch-pc/lab06$ ./lab6-4
Вводите значение переменной x: 1
Результат: 42zorigoo-nomun@zorigoo-nomun-1-2:~/work/study/2023-2024/Архитектура
```

Рис. 26: Запуск исполняемого файла

Листинг 4.1. Программа для вычисления значения выражения $18 \cdot (x+1)/6$

```
%include 'in_out.asm' ; подключение внешнего файла
SECTION .data ; секция инициализированных данных
msg: DB 'Введите значение переменной x: ',0
rem: DB 'Результат: ',0
SECTION .bss ; секция не инициализированных данных
x: RESB 80 ; Переменная, значение к-рой будем вводить с клавиатуры, выделенны
й 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,1; eax = eax+1 = x + 1
mov ebx,18 ; запись значения 18 в регистр ebx
mul ebx; EAX=EBX*EAX = 18*(x+1)
add eax,6; eax = eax/6 = 18*(x+1)/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 №6
2. Таблица ASCII