

Отчёт по лабораторной работе №6

Дисциплина: Архитектура компьютера

Ларина Наталья Денисовна

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	14
4.2.1	Ответы на вопросы по программе	17
4.3	Выполнение заданий для самостоятельной работы	18
5	Выводы	21
6	Список литературы	22

Список таблиц

Список иллюстраций

4.1	Создание директории	9
4.2	Создание файла	9
4.3	Создание копии файла	9
4.4	Редактирование файла	10
4.5	Запуск исполняемого файла	10
4.6	Редактирование файла	11
4.7	Запуск исполняемого файла	11
4.8	Создание файла	11
4.9	Редактирование файла	12
4.10	Запуск исполняемого файла	12
4.11	Редактирование файла	13
4.12	Запуск исполняемого файла	13
4.13	Редактирование файла	14
4.14	Запуск исполняемого файла	14
4.15	Создание файла	14
4.16	Редактирование файла	15
4.17	Запуск исполняемого файла	15
4.18	Изменение программы	16
4.19	Запуск исполняемого файла	16
4.20	Создание файла	16
4.21	Редактирование файла	17
4.22	Запуск исполняемого файла	17
4.23	Создание файла	18
4.24	Написание программы	19
4.25	Запуск исполняемого файла	19
4.26	Запуск исполняемого файла	19

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. 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. 4.1). Перехожу в созданный каталог с помощью утилиты `cd`.

```
ndlarina@dk8n74 ~ $ mkdir ~/work/study/2023-2024/Архитектура\ компьютера/arch-pc/lab06
ndlarina@dk8n74 ~ $ cd work/study/2023-2024/Архитектура\ компьютера/arch-pc/lab06
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $
```

Рис. 4.1: Создание директории

С помощью утилиты `touch` создаю файл `lab6-1.asm` (рис. 4.2).

```
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ touch lab6-1.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ls
lab6-1.asm
```

Рис. 4.2: Создание файла

Затем копирую в текущий каталог файл `in_out.asm` с помощью утилиты `cp`, т.к. он будет использоваться в других программах (рис. 4.3).

```
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ cp ~/Загрузки/in_out.asm in_out.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ls
in_out.asm lab6-1.asm
```

Рис. 4.3: Создание копии файла

Открываю созданный файл `lab6-1.asm`, вставляю в него программу вывода значения регистра `eax` (рис. 4.4).

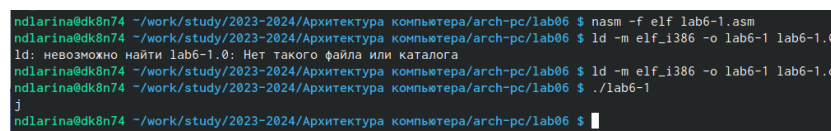


```
lab6-1.asm
~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06

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
```

Рис. 4.4: Редактирование файла

Далее создаю исполняемый файл программы и запускаю его (рис. 4.5). Вывод программы: символ j, потому что программа вывела символ, соответствующий по системе ASCII сумме двоичных кодов символов 4 и 6.



```
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ nasm -f elf lab6-1.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ld -m elf_i386 -o lab6-1 lab6-1.o
ld: невозможно найти lab6-1.0: Нет такого файла или каталога
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ld -m elf_i386 -o lab6-1 lab6-1.o
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ./lab6-1
j
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $
```

Рис. 4.5: Запуск исполняемого файла

Изменяю в тексте программы символы “6” и “4” на цифры 6 и 4 (рис. 4.6).

```

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 sprintf
13 call quit

```

Рис. 4.6: Редактирование файла

Создаю новый исполняемый файл программы и запускаю его (рис. 4.7). Теперь вывелся символ с кодом 10, это символ перевода строки, этот символ не отображается при выводе на экран.

```

ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ nasm -f elf lab6-1.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ld -m elf_i386 -o lab6-1 lab6-1.o
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ./lab6-1

```

Рис. 4.7: Запуск исполняемого файла

Создаю новый файл lab6-2.asm с помощью утилиты touch (рис. 4.8).

```

ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ touch lab6-2.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $

```

Рис. 4.8: Создание файла

Ввожу в файл текст другой программы для вывода значения регистра `eax` (рис. 4.9).

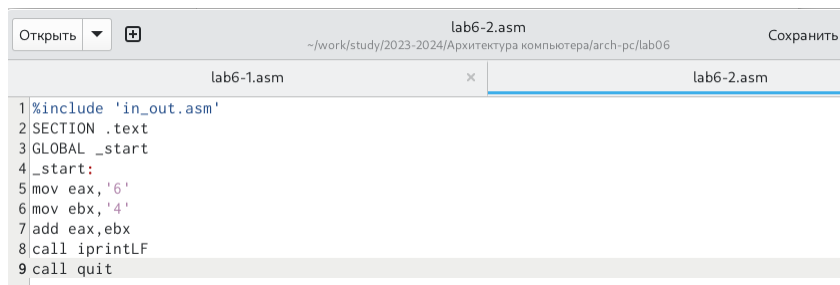


Рис. 4.9: Редактирование файла

Создаю и запускаю исполняемый файл `lab6-2` (рис. 4.10). 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”.

```
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ nasm -f elf lab6-2.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ld -m elf_i386 -o lab6-2 lab6-2.o
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ./lab6-2
106
```

Рис. 4.10: Запуск исполняемого файла

Заменяю в тексте программы в файле `lab6-2.asm` символы “6” и “4” на числа 6 и 4 (рис. 4.11).

```

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. 4.11: Редактирование файла

Создаю и запускаю новый исполняемый файл (рис. 4.12). Теперь программа складывает не соответствующие символам коды в системе ASCII, а сами числа, поэтому вывод 10.

```

ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ nasm -f elf lab6-2.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ld -m elf_i386 -o lab6-2 lab6-2.o
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ./lab6-2
10

```

Рис. 4.12: Запуск исполняемого файла

Заменяю в тексте программы функцию iprintLF на iprint (рис. 4.13).

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

Рис. 4.13: Редактирование файла

Создаю и запускаю новый исполняемый файл (рис. 4.14). 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`.

```
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ nasm -f elf lab6-2.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ld -m elf_i386 -o lab6-2 lab6-2.o
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ./lab6-2
10
```

Рис. 4.14: Запуск исполняемого файла

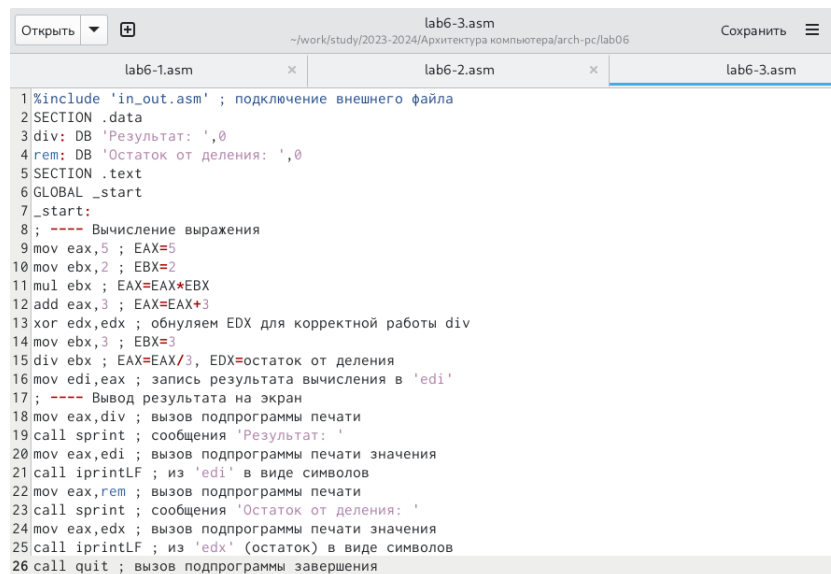
4.2 Выполнение арифметических операций в NASM

Создаю файл `lab6-3.asm` с помощью утилиты `touch` (рис. 4.15).

```
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ touch lab6-3.asm
```

Рис. 4.15: Создание файла

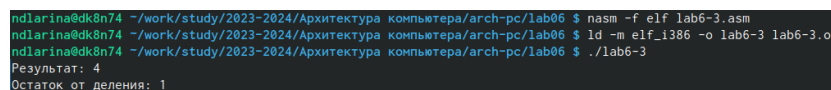
Ввожу в созданный файл текст программы для вычисления значения выражения $f(x) = (5 * 2 + 3)/3$ (рис. 4.16).



```
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 iprintf ; 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 iprintf ; из 'edx' (остаток) в виде символов
26 call quit ; вызов подпрограммы завершения
```

Рис. 4.16: Редактирование файла

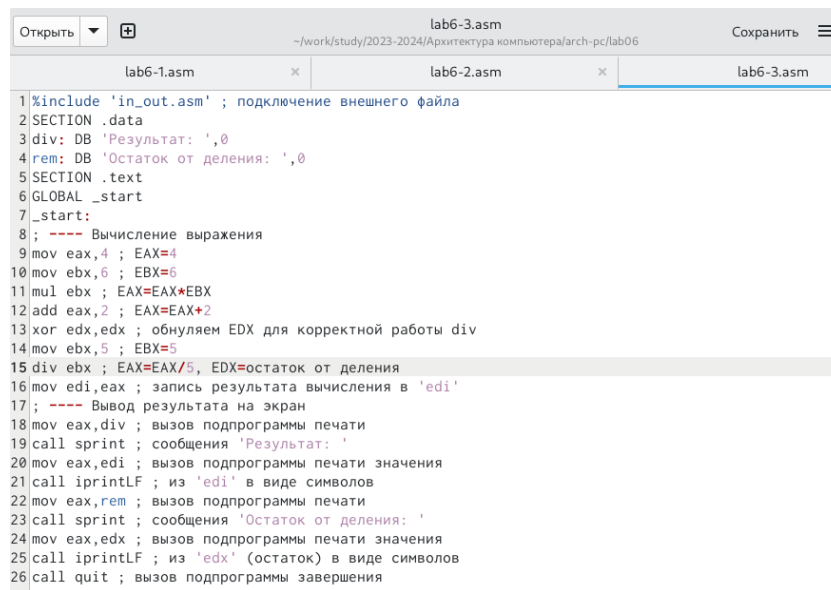
Создаю исполняемый файл и запускаю его (рис. 4.17).



```
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ nasm -f elf lab6-3.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ld -m elf_i386 -o lab6-3 lab6-3.o
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ./lab6-3
Результат: 4
Остаток от деления: 1
```

Рис. 4.17: Запуск исполняемого файла

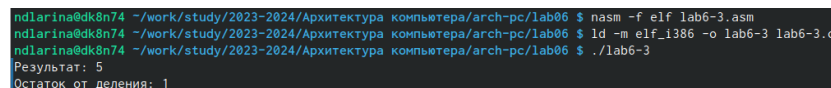
Изменяю программу так, чтобы она вычисляла значение выражения $f(x) = (4 * 6 + 2)/5$ (рис. 4.18).



```
Открыть  lab6-3.asm  Сохранить
~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06
lab6-1.asm  lab6-2.asm  lab6-3.asm
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. 4.18: Изменение программы

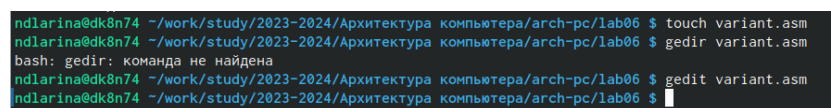
Создаю и запускаю новый исполняемый файл (рис. 4.19). Я посчитала для проверки правильности работы программы значение выражения самостоятельно, программа отработала верно.



```
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ nasm -f elf lab6-3.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ld -m elf_i386 -o lab6-3 lab6-3.o
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ./lab6-3
Результат: 5
Остаток от деления: 1
```

Рис. 4.19: Запуск исполняемого файла

Создаю файл variant.asm с помощью утилиты touch (рис. 4.20).



```
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ touch variant.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ gedit variant.asm
bash: gedit: команда не найдена
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ gedit variant.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $
```

Рис. 4.20: Создание файла

Ввожу в файл текст программы для вычисления варианта задания по номеру студенческого билета (рис. 4.21).

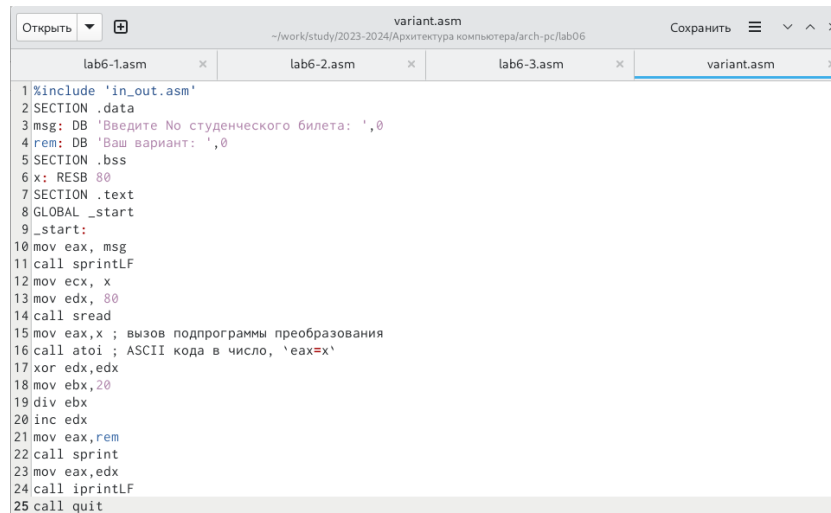


Рис. 4.21: Редактирование файла

Создаю и запускаю исполняемый файл (рис. 4.22). Ввожу номер своего студенческого билета с клавиатуры, программа вывела, что мой вариант - 6.

```

ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ nasm -f elf variant.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ld -m elf_i386 -o variant variant.o
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ./variant
Введите No студенческого билета:
1132236025
Ваш вариант: 6

```

Рис. 4.22: 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 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`

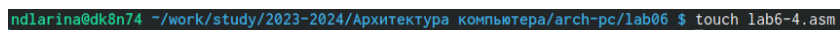
6. Инструкция `inc edx` увеличивает значение регистра `edx` на 1

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. 4.23).



```
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ touch lab6-4.asm
```

Рис. 4.23: Создание файла

Открываю созданный файл для редактирования, ввожу в него текст программы для вычисления значения выражения $(x^3)/2 + 1$ (рис. 4.24). Это выражение было под вариантом 6.

```
Открыть lab6-4.asm Сохранить
1 %include 'in_out.asm'
2 SECTION .data
3 msg: DB 'Введите значение переменной x: ',0
4 rem: DB 'Результат: ',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
18 mov ebx, eax
19 mul ebx; EAX=EAX*EBX=x*x^2
20 mul ebx; EAX=EAX*EBX=(x^2)*x=x^3
21 mov ebx, 2
22 div ebx; EAX=EAX/2=(x^3)/2
23 inc eax; EAX=EAX+1=((x^3)/2)+1
24
25 mov edi, eax
26 mov eax, rem
27 call sprintf
28 mov eax, edi
29 call iprintf
30 call quit
```

Рис. 4.24: Написание программы

Создаю и запускаю исполняемый файл (рис. 4.25). При вводе значения 2, результат - 5.

```
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ nasm -f elf lab6-4.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ld -m elf_i386 -o lab6-4 lab6-4.o
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ./lab6-4
Введите значение переменной x:
2
Результат: 5
```

Рис. 4.25: Запуск исполняемого файла

Провожу еще один запуск исполняемого файла для проверки работы программы с другим значением на входе (рис. 4.26). При вводе значения 5, результат - 63. Программа отработала верно.

```
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ nasm -f elf lab6-4.asm
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ld -m elf_i386 -o lab6-4 lab6-4.o
ndlarina@dk8n74 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/lab06 $ ./lab6-4
Введите значение переменной x:
5
Результат: 63
```

Рис. 4.26: Запуск исполняемого файла

Листинг 4.1. Программа для вычисления значения выражения $(x^3)/2 + 1$.

```
%include 'in_out.asm'
SECTION .data
```

```

msg: DB 'Введите значение переменной x: ',0
rem: DB 'Результат: ',0
SECTION .bss
x: RESB 80
SECTION .text
GLOBAL _start
_start:
mov eax, msg
call sprintf
mov ecx, x
mov edx, 80
call sread
mov eax, x ; вызов подпрограммы преобразования
call atoi ; ASCII кода в число, `eax=x`

mov ebx, eax
mul ebx; EAX=EAX*EBX= $x*x=x^2$ 
mul ebx; EAX=EAX*EBX= $(x^2)*x=x^3$ 
mov ebx, 2
div ebx; EAX=EAX/2= $(x^3)/2$ 
inc eax; EAX=EAX+1= $((x^3)/2)-1$ 

mov edi, eax
mov eax, rem
call sprintf
mov eax, edi
call iprintLF
call quit

```

5 Выводы

При выполнении данной лабораторной работы мне удалось освоить арифметические инструкции языка ассемблера NASM.

6 Список литературы

1. Лабораторная работа №6