

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № 7

дисциплина: Архитектура компьютера

Студент: Волгин А.А.

Группа: НПИбд-01-22

МОСКВА

2022 г.

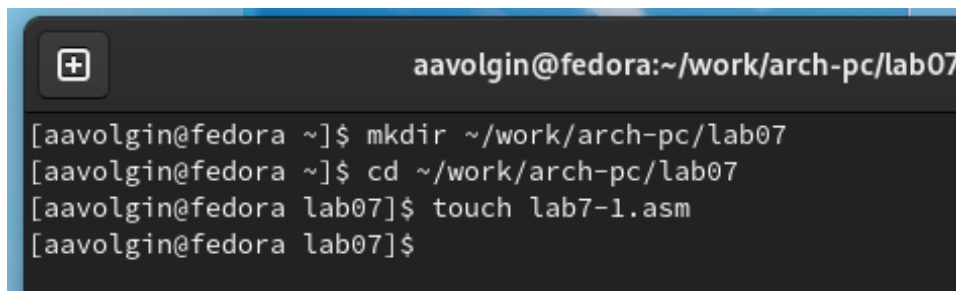
Цель работы:

Освоение арифметических инструкций языка ассемблера NASM.

Порядок выполнения лабораторной работы:

Символьные и численные данные в NASM.

Создадим каталог для программ лабораторной работы №7, перейдем в него и создадим файл lab7-1.asm (рис. 1).

A screenshot of a terminal window with a dark background. The title bar at the top shows a window icon, a plus sign, and the text 'aavolgin@fedora:~/work/arch-pc/lab07'. The terminal displays four lines of commands and their outputs: 1. '[aavolgin@fedora ~]\$ mkdir ~/work/arch-pc/lab07' 2. '[aavolgin@fedora ~]\$ cd ~/work/arch-pc/lab07' 3. '[aavolgin@fedora lab07]\$ touch lab7-1.asm' 4. '[aavolgin@fedora lab07]\$' (prompt only).

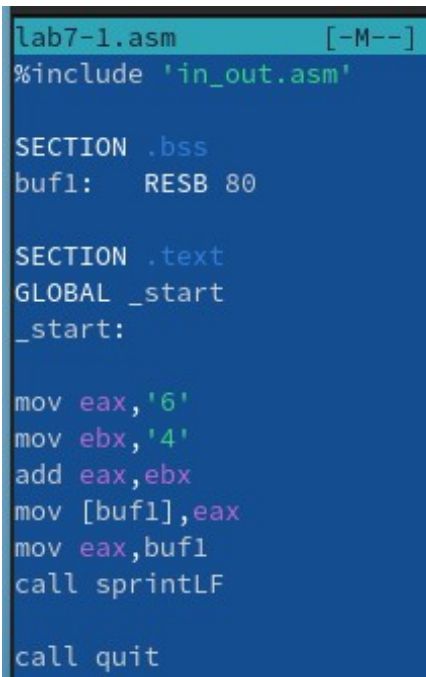
```
aavolgin@fedora:~/work/arch-pc/lab07
[aavolgin@fedora ~]$ mkdir ~/work/arch-pc/lab07
[aavolgin@fedora ~]$ cd ~/work/arch-pc/lab07
[aavolgin@fedora lab07]$ touch lab7-1.asm
[aavolgin@fedora lab07]$
```

Рис. 1. Создание каталога и файла

Затем рассмотрим примеры программ вывода символьных и численных значений. Программы будут выводить значения, записанные в регистры `eax`.

Введем в файл lab7-1.asm текст программы (рис. 2). В данной программе в регистр `eax` записывается символ 6 (`mov eax,'6'`), в регистр `ebx` символ 4 (`mov ebx,'4'`). Далее к значению в регистре `eax` прибавляем значение регистра `ebx` (`add eax,ebx`, результат сложения запишется в регистр `eax`). Далее выводим результат. 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` (`mov [buf1],eax`), а затем запишем адрес переменной `buf1` в регистр `eax` (`mov eax,buf1`) и вызовем функцию `sprintLF`.



```
lab7-1.asm [-M--]
#include 'in_out.asm'

SECTION .bss
buf1:  RESB 80

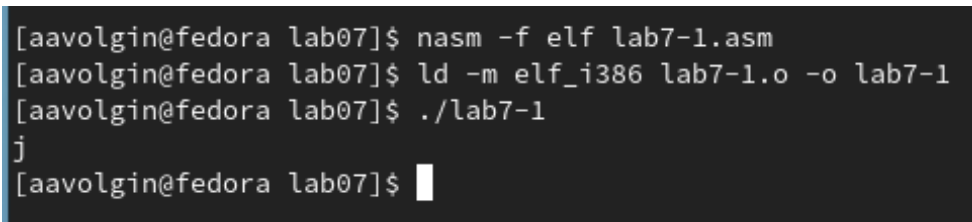
SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

mov  eax,'6'
mov  ebx,'4'
add  eax,ebx
mov  [buf1],eax
mov  eax,buf1
call sprintLF

call quit
```

Рис. 2. Код программы lab7-1

Затем создадим исполняемый файл и запустим его (рис. 3).



```
[aavolgin@fedora lab07]$ nasm -f elf lab7-1.asm
[aavolgin@fedora lab07]$ ld -m elf_i386 lab7-1.o -o lab7-1
[aavolgin@fedora lab07]$ ./lab7-1
j
[aavolgin@fedora lab07]$
```

Рис. 3. Результат работы программы

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` (см. таблицу ASCII).

Далее изменим текст программы и вместо символов, запишем в регистры числа (рис. 4).

```

lab7-1.asm [-M--
#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 sprintLF

call quit

```

Рис. 4. Исправленный код программы lab7-1

Создадим исполняемый файл и запустим его (рис. 5).

```

[aavolgin@fedora lab07]$ nasm -f elf lab7-1.asm
[aavolgin@fedora lab07]$ ld -m elf_i386 lab7-1.o -o lab7-1
[aavolgin@fedora lab07]$ ./lab7-1

[aavolgin@fedora lab07]$

```

Рис. 5. Результат работы программы

Как и в предыдущем случае при исполнении программы мы не получим число 10, в данном случае выводится символ с кодом 10, этому коду соответствует управляющий символ перевода строки.

Для работы с числами в файле in_out.asm реализованы подпрограммы для преобразования ASCII символов в числа и обратно. Преобразуем текст программы с использованием этих функций. Создадим файл lab7-2.asm и введем в него следующий текст (рис. 6).

```

lab7-2.asm [---
#include 'in_out.asm'

SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

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

call iprintLF

call quit

```

Рис. 6. Код программы lab7-2

Создадим исполняемый файл и запустим его (рис. 7).

```

[aavolgin@fedora lab07]$ nasm -f elf lab7-2.asm
[aavolgin@fedora lab07]$ ld -m elf_i386 lab7-2.o -o lab7-2
[aavolgin@fedora lab07]$ ./lab7-2
106
[aavolgin@fedora lab07]$

```

Рис. 7. Результат работы программы

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 программы из листинга 7.1, функция `iprintLF` позволяет вывести число, а не символ, кодом которого является это число.

Аналогично предыдущему примеру изменим символы на числа (рис. 8).

```
lab7-2.asm [----
%include 'in_out.asm'

SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

mov eax,6
mov ebx,4
add eax,ebx

call iprintLF

call quit
```

Рис. 8. Изменение кода программы lab7-2

В итоге при выполнении программы получился следующий результат (рис. 9).

```
[aavolgin@fedora lab07]$ nasm -f elf lab7-2.asm
[aavolgin@fedora lab07]$ ld -m elf_i386 lab7-2.o -o lab7-2
[aavolgin@fedora lab07]$ ./lab7-2
10
[aavolgin@fedora lab07]$
```

Рис. 9. Результат работы программы lab7-2

Заменяем функцию iprintLF из рис. 8 на iprint (рис. 10).

```
[aavolgin@fedora lab07]$ nasm -f elf lab7-2.asm
[aavolgin@fedora lab07]$ ld -m elf_i386 lab7-2.o -o lab7-2
[aavolgin@fedora lab07]$ ./lab7-2
10[aavolgin@fedora lab07]$
```

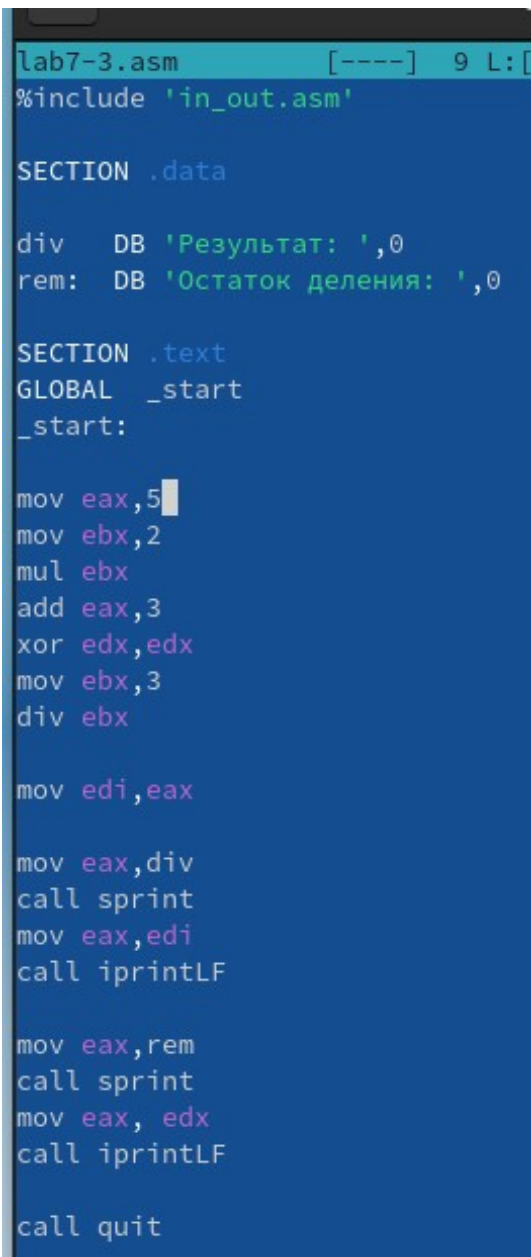
Рис. 10. Результат работы программы с iprint

Как видим, отличие команды iprint от iprintLF заключается в том, что команда iprint не переводит строку.

Выполнение арифметических операций в NASM.

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

Создадим файл lab7-3.asm в каталоге ~/work/arch-pc/lab07 и введем в него следующий текст (рис. 11).



```
lab7-3.asm [----] 9 L: [
#include 'in_out.asm'

SECTION .data

div DB 'Результат: ',0
rem: DB 'Остаток 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
call sprint
mov eax,edi
call iprintLF

mov eax,rem
call sprint
mov eax,edx
call iprintLF

call quit
```

Рис. 11. Код программы lab7-3

Создадим исполняемый файл и запустим программу (рис. 12).

```

[aavolgin@fedora lab07]$ nasm -f elf lab7-3.asm
[aavolgin@fedora lab07]$ ld -m elf_i386 lab7-3.o -o lab7-3
[aavolgin@fedora lab07]$ ./lab7-3
Результат: 4
Остаток деления: 1
[aavolgin@fedora lab07]$

```

Рис. 12. Результат работы программы lab7-3

Изменим текст программы для вычисления выражения $f(x) = (4 * 6 + 2) / 5$ (рис. 13). Затем создадим файл и проверим его работу (рис. 14).

```

lab7-3.asm      [-M--]  9  L: [
#include  'in_out.asm'

SECTION .data

div: DB 'Результат: ',0
rem: DB 'Остаток деления: ',0

SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

mov  eax,4
mov  ebx,6
mul  ebx
add  eax,2
xor  edx,edx
mov  ebx,5
div  ebx

mov  edi,eax

mov  eax,div
call sprint
mov  eax,edi
call iprintLF

mov  eax,rem
call sprint
mov  eax,edx
call iprintLF

call quit

```

Рис. 13. Код новой программы lab7-3

```
[aavolgin@fedora lab07]$ nasm -f elf lab7-3.asm
[aavolgin@fedora lab07]$ ld -m elf_i386 lab7-3.o -o lab7-3
[aavolgin@fedora lab07]$ ./lab7-3
Результат: 5
Остаток деления: 1
[aavolgin@fedora lab07]$
```

Рис. 14. Результат работы программы lab7-3

В качестве другого примера рассмотрим программу вычисления варианта задания по номеру студенческого билета, работающую по следующему алгоритму:

- вывести запрос на введение № студенческого билета
- вычислить номер варианта по формуле: $(S_n \bmod 20) + 1$, где S_n – номер студенческого билета (В данном случае $a \bmod b$ – это остаток от деления a на b).
- вывести на экран номер варианта.

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 используется функция `atoi` из файла `in_out.asm`.

Создадим файл `variant.asm` в каталоге `~/work/arch-pc/lab07` и напишем в нем код программы (рис. 15).


```

variant.asm      [-M--]   8 L:[  1+ 4   5/ 34]
#include    'in_out.asm'

SECTION .data
msg: DB 'Введите № студенческого билета: ',0
rem: DB 'Ваш вариант: ',0

SECTION .bss
x: RESB 80

SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

mov eax, msg
call sprintLF

mov ecx, x
mov edx, 80
call sread

mov eax, x
call atoi

xor edx, edx
mov ebx, 20
div ebx
inc ebx

mov eax, rem
call sprint
mov eax, edx
call iprintLF

call quit

```

Рис. 15. Код программы variant

```

[aavolgin@fedora lab07]$ nasm -f elf variant.asm
[aavolgin@fedora lab07]$ ld -m elf_i386 variant.o -o variant
[aavolgin@fedora lab07]$ ./variant
Введите № студенческого билета:
1132226535
Ваш вариант: 15
[aavolgin@fedora lab07]$

```

Рис. 16. Результат работы программы variant

Как видим, мой вариант для следующего задания №15.

Ответы на вопросы:

1. За вывод на экран сообщения 'Ваш вариант:' отвечают следующие строки:

```
rem: DB 'Ваш вариант: ',0
```

```
mov eax,rem
```

```
call sprint
```

2. Инструкция `push` используется для преобразования текста программы в объектный код; инструкция `mov ecx,x` используется для записи адреса под вводимую строку; инструкция `mov edx, 80` используется для определения длины вводимой строки; инструкция `call read` используется для ввода сообщения с клавиатуры.
3. Инструкция `call atoi` используется для преобразования `ascii`-кода символа в целое число и записывает результат в регистр `eax`.
4. За вычисление варианта отвечают следующие строки кода:

```
mov eax,x
```

```
call atoi
```

```
xor edx,edx
```

```
mov ebx,20
```

```
div ebx
```

```
inc edx
```

5. Остаток от деления при выполнении инструкции `div ebx` записывается в регистр `edx`.
6. Инструкция `inc edx` используется для увеличения значения регистра `edx` на 1.
7. За вывод на экран результата вычислений отвечают следующие строки кода:

```
mov eax,edx
```

```
call iprintLF
```

Порядок выполнения самостоятельной работы:

Напишем программу вычисления выражения, в соответствии с вариантом, полученным в предыдущем задании - вариант № 15. Моё выражение будет следующим: $(5 + x)^2 - 3$. Создадим файл task.asm и напишем код (рис. 17).

```
task.asm [----]
%include 'in_out.asm'

SECTION .data
msg DB 'Введите x: ', 0
ans DB 'Ответ: ', 0

SECTION .bss
x: RESB 80

SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

mov eax, msg
call sprintLF

mov ecx, x
mov edx, 80
call sread

mov eax, x
call atoi

mov ebx, 5
add eax, ebx
mul eax
mov ebx, 3
sub eax, ebx

mov ebx, eax
mov eax, ans
call sprint
mov eax, ebx
call iprintLF

call quit
```

Рис. 17. Код программы task

Затем создадим исполняемый файл, запустим программу и проверим его для значений $x_1 = 5$; $x_2 = 1$ (рис. 18).

```
[aavolgin@fedora lab07]$ nasm -f elf task.asm
[aavolgin@fedora lab07]$ ld -m elf_i386 task.o -o task
[aavolgin@fedora lab07]$ ./task
Введите x:
5
Ответ: 97
[aavolgin@fedora lab07]$ ./task
Введите x:
1
Ответ: 33
[aavolgin@fedora lab07]$
```

Рис. 18. Результат работы программы task

Как видим, все вычисления прошли корректно.

Вывод:

Во время выполнения лабораторной работы были освоены арифметические инструкции языка ассемблера NASM: add – сложение, sub – вычитание, mul – умножение, div – деление нацело, inc – увеличение на 1, dec – уменьшение на 1, neg – изменение знака числа.