

# РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

## Факультет физико-математических и естественных наук

### Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

#### ОТЧЕТ

#### по лабораторной работе № 8

дисциплина: Архитектура компьютера

Студент: Ибрагимов М.М.

Группа: НПИбд-01-22

#### МОСКВА

2022 г.

#### Цель работы:

Изучение команд условного и безусловного переходов. Приобретение навыков написания программ с использованием переходов. Знакомство с назначением и структурой файла листинга.

#### Порядок выполнения лабораторной работы:

##### Реализация переходов в NASM.

Создадим каталог для программ лабораторной работы №8, перейдем в него и создадим файл lab8-1.asm (рис. 1).

```
[mmibragimov@mmibragimov ~]$ mkdir ~/work/arch-pc/lab08  
[mmibragimov@mmibragimov ~]$ cd ~/work/arch-pc/lab08  
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ touch lab8-1.asm  
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$
```

рис. 1. Создание каталога и файла lab8-1.asm

Инструкция jmp в NASM используется для реализации безусловных переходов. Рассмотрим пример программы с использованием инструкции jmp. Введем в файл lab8-1.asm следующий текст программы (рис. 2).

```

lab8-1.asm      [----] 0
#include 'in_out.asm'

SECTION .data
msg1: DB 'Сообщение № 1',0
msg2: DB 'Сообщение № 2',0
msg3: DB 'Сообщение № 3',0

SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

jmp _label2

_label1:
mov eax, msg1
call sprintLF

_label2:
mov eax, msg2
call sprintLF

_label3:
mov eax, msg3
call sprintLF

_end:
call quit

```

рис. 2. Текст программы lab8-1

Создадим исполняемый файл и запустим его (рис. 3).

```

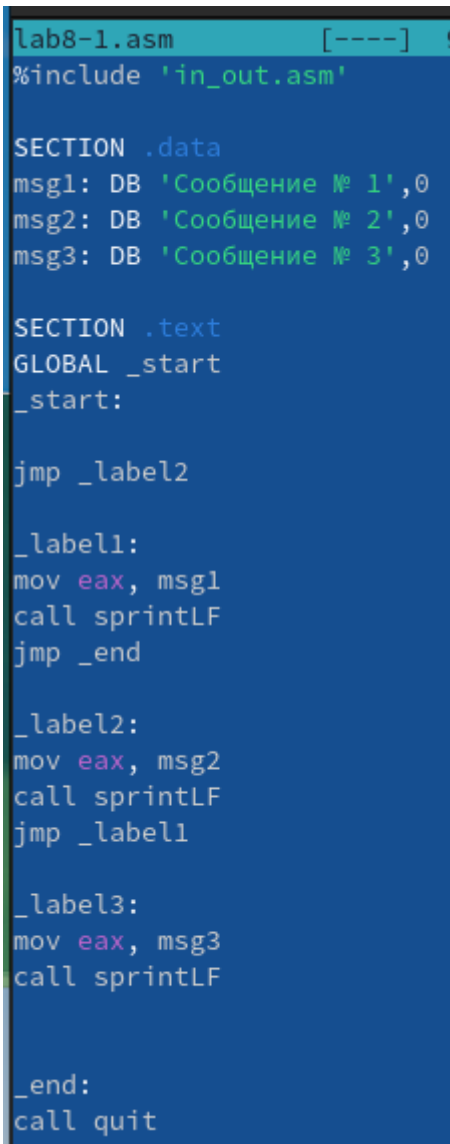
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ nasm -f elf lab8-1.asm
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ld -m elf_i386 lab8-1.o -o lab8-1
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ./lab8-1
Сообщение № 2
Сообщение № 3
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$

```

рис. 3. Результат работы программы lab8-1

Таким образом, использование инструкции `jmp _label2` меняет порядок исполнения инструкций и позволяет выполнить инструкции начиная с метки `_label2`, пропустив вывод первого сообщения. Инструкция `jmp` позволяет осуществлять переходы не только вперед, но и назад. Изменим программу таким образом, чтобы она выводила сначала 'Сообщение № 2', потом 'Сообщение № 1' и завершала работу. Для этого в текст программы

после вывода сообщения № 2 добавим инструкцию `jmp` с меткой `_label1` (т.е. переход к инструкциям вывода сообщения № 1) и после вывода сообщения № 1 добавим инструкцию `jmp` с меткой `_end` (т.е. переход к инструкции `call quit`) (рис. 4).

A screenshot of a text editor showing the assembly code for a file named 'lab8-1.asm'. The code is written in NASM syntax. It includes a header file 'in\_out.asm'. It defines three data segments: 'msg1' with the string 'Сообщение № 1', 'msg2' with 'Сообщение № 2', and 'msg3' with 'Сообщение № 3'. It then defines a text segment with labels '\_start', '\_label1', '\_label2', '\_label3', and '\_end'. The '\_start' label jumps to '\_label2'. '\_label1' moves 'msg1' to 'eax', calls 'sprintf', and jumps to '\_end'. '\_label2' moves 'msg2' to 'eax', calls 'sprintf', and jumps to '\_label1'. '\_label3' moves 'msg3' to 'eax' and calls 'sprintf'. '\_end' calls 'quit'.

```
lab8-1.asm [----] 9
#include 'in_out.asm'

SECTION .data
msg1: DB 'Сообщение № 1',0
msg2: DB 'Сообщение № 2',0
msg3: DB 'Сообщение № 3',0

SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

jmp _label2

_label1:
mov eax, msg1
call sprintf
jmp _end

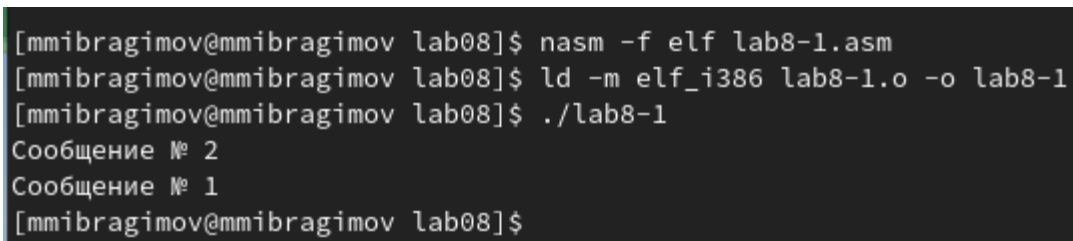
_label2:
mov eax, msg2
call sprintf
jmp _label1

_label3:
mov eax, msg3
call sprintf

_end:
call quit
```

рис. 4. Измененный текст программы lab8-1

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

A screenshot of a terminal window showing the compilation and execution of the assembly program. The user runs 'nasm -f elf lab8-1.asm' to create 'lab8-1.o', then 'ld -m elf\_i386 lab8-1.o -o lab8-1' to create the executable 'lab8-1', and finally './lab8-1' to run it. The output shows 'Сообщение № 2' followed by 'Сообщение № 1'.

```
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ nasm -f elf lab8-1.asm
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ld -m elf_i386 lab8-1.o -o lab8-1
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ./lab8-1
Сообщение № 2
Сообщение № 1
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$
```

рис. 5. Результат работы измененной программы lab8-1

Далее изменим текст программы lab8-1 так, чтобы сообщения выводились в обратном порядке, затем запустим программу (рис. 6-7).



```
lab8-1.asm [----] 0
%include 'in_out.asm'

SECTION .data
msg1: DB 'Сообщение № 1',0
msg2: DB 'Сообщение № 2',0
msg3: DB 'Сообщение № 3',0

SECTION .text
GLOBAL _start
_start:

jmp _label3

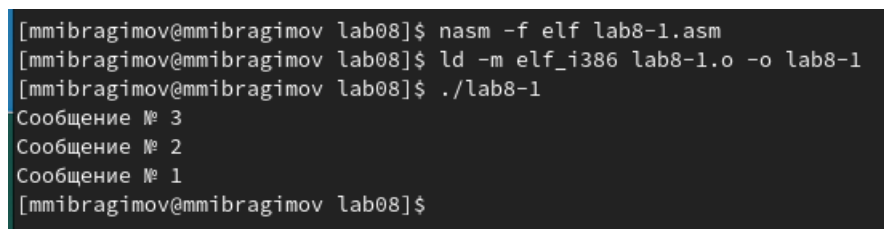
_label1:
mov eax, msg1
call sprintf
jmp _end

_label2:
mov eax, msg2
call sprintf
jmp _label1

_label3:
mov eax, msg3
call sprintf
jmp _label2

_end:
call quit
```

рис. 6. Измененный текст программы lab8-1



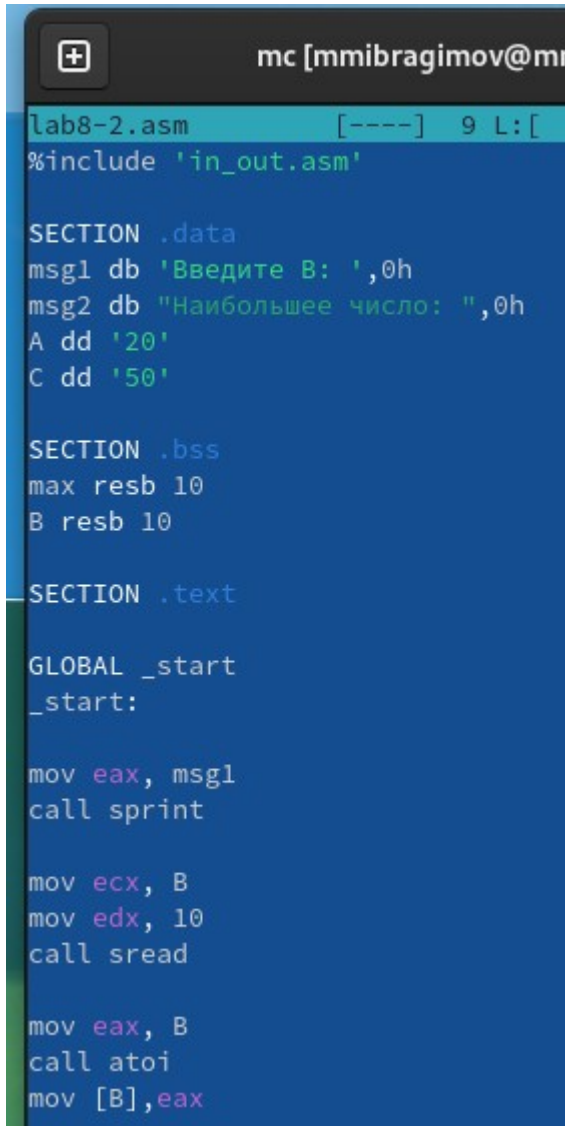
```
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ nasm -f elf lab8-1.asm
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ld -m elf_i386 lab8-1.o -o lab8-1
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ./lab8-1
Сообщение № 3
Сообщение № 2
Сообщение № 1
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$
```

рис. 7. Результат работы измененной программы lab8-1

Использование инструкции jmp приводит к переходу в любом случае. Однако, часто при написании программ необходимо использовать условные переходы, т.е. переход должен происходить если выполнено какое-либо условие. В качестве примера рассмотрим программу, которая определяет и

выводит на экран наибольшую из 3 целочисленных переменных: А, В и С. Значения для А и С задаются в программе, значение В вводится с клавиатуры.

Создадим файл lab8-2.asm в каталоге ~/work/arch-рс/lab08 и введем в него следующий текст программы (рис. 8-9).



```
lab8-2.asm [-----] 9 L: [
%include 'in_out.asm'

SECTION .data
msg1 db 'Введите В: ',0h
msg2 db "Наибольшее число: ",0h
A dd '20'
C dd '50'

SECTION .bss
max resb 10
B resb 10

SECTION .text

GLOBAL _start
_start:

mov eax, msg1
call sprint

mov ecx, B
mov edx, 10
call sread

mov eax, B
call atoi
mov [B],eax
```

рис. 8. Текст программы lab8-2 (1)

```

mov ecx,[A]
mov [max],ecx

cmp ecx,[C]
jg check_B
mov ecx,[C]
mov [max],ecx

check_B:
mov eax,max
call atoi
mov [max],eax

mov ecx,[max]
cmp ecx,[B]
jg fin
mov ecx,[B]
mov [max],ecx

fin:
mov eax, msg2
call sprint
mov eax,[max]
call iprintLF
call quit

```

рис. 9. Текст программы lab8-2 (2)

Создадим файл и проверим его работу для разных значений В (рис. 10).

```

[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ nasm -f elf lab8-2.asm
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ld -m elf_i386 lab8-2.o -o lab8-2
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ./lab8-2
Введите В: 10
Наибольшее число: 50
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ./lab8-2
Введите В: 33
Наибольшее число: 50
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ./lab8-2
Введите В: 54
Наибольшее число: 54
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$

```

рис. 10. Работа программы lab8-2

Обратим внимание, что в данном примере переменные A и C сравниваются как символы, а переменная B и максимум из A и C как числа (для этого используется функция `atoi` преобразования символа в число). Это сделано для демонстрации того, как сравниваются данные. Данную программу можно упростить и сравнить все 3 переменные как символы (т.е. не использовать функцию `atoi`). Однако если переменные преобразовать из символов в числа, над ними можно корректно проводить арифметические операции.

### **Изучение структуры файлы листинга.**

Обычно `nasm` создаёт в результате ассемблирования только объектный файл. Получить файл листинга можно, указав ключ `-l` и задав имя файла листинга в командной строке. Создадим файл листинга для программы из файла `lab8-2.asm` (рис. 11).



```
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ nasm -f elf -l lab8-2.lst lab8-2.asm
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$
```

рис. 11. Создание файла листинга для программы `lab8-2`

Затем откроем этот файл (рис. 12-13).

```

lab8-2.lst      [----]  0 L:[ 1+ 0  1/229] *(0  /13433b) 0032 0x020
1              %include 'in_out.asm'
2              <1> ;----- slen -----
3              <1> ; Функция вычисления длины сообщения
4              <1> slen:.....
5 00000000 53    <1>      push    ebx.....
6 00000001 89C3  <1>      mov     ebx, eax.....
7              <1>.....
8              <1> nextchar:.....
9 00000003 803800 <1>      cmp     byte [eax], 0...
10 00000006 7403  <1>      jz      finished.....
11 00000008 40    <1>      inc     eax.....
12 00000009 EBF8  <1>      jmp     nextchar.....
13              <1>.....
14              <1> finished:
15 0000000B 29D8  <1>      sub     eax, ebx
16 0000000D 5B    <1>      pop     ebx.....
17 0000000E C3    <1>      ret.....
18              <1>.
19              <1>.
20              <1> ;----- sprint -----
21              <1> ; Функция печати сообщения
22              <1> ; входные данные: mov eax,<message>
23              <1> sprint:
24 0000000F 52    <1>      push    edx
25 00000010 51    <1>      push    ecx
26 00000011 53    <1>      push    ebx
27 00000012 50    <1>      push    eax
28 00000013 E8E8FFFFFF <1>      call    slen
29              <1>.....
30 00000018 89C2  <1>      mov     edx, eax
31 0000001A 58    <1>      pop     eax
32              <1>.....
33 0000001B 89C1  <1>      mov     ecx, eax
34 0000001D BB01000000 <1>      mov     ebx, 1
35 00000022 B804000000 <1>      mov     eax, 4
36 00000027 CD80  <1>      int     80h
37              <1>.
38 00000029 5B    <1>      pop     ebx
39 0000002A 59    <1>      pop     ecx
40 0000002B 5A    <1>      pop     edx
41 0000002C C3    <1>      ret
42              <1>.
43              <1>.

```

рис. 12. Файл листинга программы lab8-2 (1)



```

2.....
3                                SECTION .data
4 00000000 D092D0B2D0B5D0B4D0-   msg1 db 'Введите B: ',0h
4 00000009 B8D182D0B520423A20-
4 00000012 00.....
5 00000013 D09DD0B0D0B8D0B1D0-   msg2 db "Наибольшее число: ",0h
5 0000001C BED0BBD18CD188D0B5-
5 00000025 D0B520D187D0B8D181-
5 0000002E D0BBD0BE3A2000.....
6 00000035 32300000             A dd '20'
7 00000039 35300000             C dd '50'
8.....
9                                SECTION .bss
10 00000000 <res Ah>            max resb 10
11 0000000A <res Ah>            B resb 10
12.....
13                                SECTION .text
14.....
15                                GLOBAL _start
16                                _start:
17.....
18 000000E8 B8[00000000]         mov eax, msg1
19 000000ED E81DFFFFFF           call sprint
20.....
21 000000F2 B9[0A000000]         mov ecx, B
22 000000F7 BA0A000000          mov edx, 10
23 000000FC E842FFFFFF           call sread
24.....
25 00000101 B8[0A000000]         mov eax, B
26 00000106 E891FFFFFF           call atoi
27 0000010B A3[0A000000]         mov [B],eax
28.....
29 00000110 8B0D[35000000]        mov ecx,[A]
30 00000116 890D[00000000]        mov [max],ecx
31.....
32 0000011C 3B0D[39000000]        cmp ecx,[C]
33 00000122 7F0C                jg check_B
34 00000124 8B0D[39000000]        mov ecx,[C]
35 0000012A 890D[00000000]        mov [max],ecx
36.....
37                                check_B:
38 00000130 B8[00000000]         mov eax,max
39 00000135 E862FFFFFF           call atoi

```

1Помощь
2Сохранить
3Блок
4Замена
5Копия
6Переместить
7Поиск
8Удалить

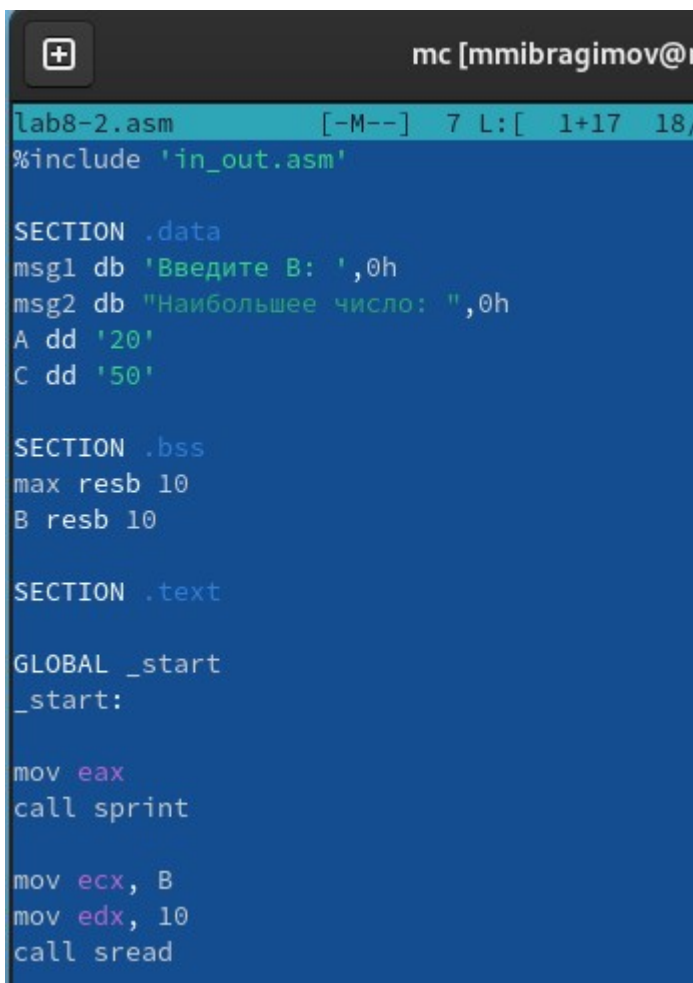
рис. 13. Файл листинга программы lab8-2 (2)

Как видим на рис. 12 показаны некоторые функции, прописанные в файле in\_out.asm, который мы подключаем, на рис. 13 отображена непосредственно часть текста программы lab8-2, разберем несколько строк из этого текста:

Строка 10: после обозначения строки видим 00000000 это адрес, т.е. смещение машинного кода от начала текущего сегмента, поскольку строка 10 является самым начало сегмента SECTION .bss, ее адрес будет 00000000, затем идет машинный код: <res Ah> показывает, что было зарезервировано А байт (то есть 10 байт) памяти для переменной max, которая уже отображена в самой правой строке: max resb 10 – это код программы, здесь мы выделяем память из 10 однобайтовых ячеек по адресу с меткой max.

Строка 33: ее адрес уже равняется 00000122, 7FOC – ассемблированная инструкция jg, которая используется в этой строке для условной передачи управления по результатам арифметического сравнения в 32 строке esx и [C].

Откроем файл с программой lab8-2.asm и в любой инструкции с двумя операндами удалим один операнд. Выполним трансляцию с получением файла листинга (14-15).



```
mc [mmibragimov@r
lab8-2.asm      [-M--]  7 L:[ 1+17 18/
#include 'in_out.asm'

SECTION .data
msg1 db 'Введите B: ',0h
msg2 db "Наибольшее число: ",0h
A dd '20'
C dd '50'

SECTION .bss
max resb 10
B resb 10

SECTION .text

GLOBAL _start
_start:

mov eax
call sprint

mov ecx, B
mov edx, 10
call sread
```

рис. 14. Удаление операнда msg1 в строке mov eax, msg1

```

lab8-2.lst      [----]  0 L:[185+ 0 185/230] *(11264/13518b) 0032 0x020      [*]
10 00000000 <res Ah>                                max resb 10
11 0000000A <res Ah>                                B resb 10
12.....
13.....                                           SECTION .text
14.....
15.....                                           GLOBAL _start
16.....                                           _start:
17.....
18.....                                           mov eax
18      *****                                     error: invalid combination of opcode and operands
19 000000E8 E822FFFFFF                                call sprint
20.....
21 000000ED B9[0A000000]                              mov ecx, B
22 000000F2 BA0A000000                                mov edx, 10
23 000000F7 E847FFFFFF                                call sread
24.....
25 000000FC B8[0A000000]                              mov eax, B
26 00000101 E896FFFFFF                                call atoi
27 00000106 A3[0A000000]                              mov [B],eax
28.....
29 0000010B 8B0D[35000000]                            mov ecx,[A]
30 00000111 890D[00000000]                            mov [max],ecx
31.....

```

рис. 15. Листинг программы с удаленным операндом

В листинге отображается, что указана неверная комбинация операндов как раз в той строке, в которой мы убрали один операнд.

### Порядок выполнения самостоятельной работы:

Напишем программу (lab8-3) нахождения наименьшей из 3 целочисленных переменных a, b и c. Значения для моего варианта (9 вариант) будут следующими: a = 24, b = 98, c = 15. Создадим исполняемый файл и проверим его работу (рис. 16-17).

```

lab8-3.asm      [-M--] 12 L: [
#include 'in_out.asm'

SECTION .data
msg db "Наименьшее число: ",0h
A dd '24'
B dd '98'
C dd '15'

SECTION .bss
min resb 10

SECTION .text

GLOBAL _start
_start:

mov ecx,[A]
mov [min],ecx

cmp ecx,[B]
jl check_C
mov ecx,[B]
mov [min],ecx

check_C:
mov eax,min
call atoi
mov [min],eax

mov ecx,[min]
cmp ecx,[C]
jl fin
mov ecx,[C]
mov [min],ecx

fin:
mov eax,msg
call sprint
mov eax,[min]
call iprintLF
call quit

```

рис. 16. Текст программы lab8-3

В данном случае сначала сравниваются A и B, если  $A < B$ , идем сразу на метку check\_C, если нет, то присваиваем регистру ecx значение B, тот же процесс происходит, когда сравниваем ecx и C, только теперь программа переходит на метку fin.

```

[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ nasm -f elf lab8-3.asm
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ld -m elf_i386 lab8-3.o -o lab8-3
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ./lab8-3
Наименьшее число: 24
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$

```

рис. 17. Результат работы программы

Напишем программу lab8-4 для решения следующей задачи (рис. 18-22).

$$9 \quad \begin{cases} a+x, & x \leq a \\ a, & x > a \end{cases} \quad (5;7) \quad (6;4)$$

рис. 18. Задание

```

lab8-4.asm      [----]  9  L:
#include "in_out.asm"

section .data
msg_input_x db "Введите x: ",0h
msg_input_a db "Введите a: ",0h
msg_out_f db "f(x) = "

section .bss
x resb 10
a resb 10

section .text

global _start
_start:

mov eax, msg_input_x
call sprint
mov ecx, x
mov edx, 10
call sread
mov eax, x
call atoi
mov [x], eax

mov eax, msg_input_a
call sprint
mov ecx, a
mov edx, 10
call sread
mov eax, a
call atoi
mov [a], eax

mov eax, [x]
mov ebx, [a]
cmp eax, ebx
jle _sumax
mov edi, [a]
mov eax, msg_out_f
call sprint
mov eax, edi
call iprintLF
call quit

```

рис. 19. Текст программы (1)

```
_sumax:
mov edi, [a]
add edi, [x]
mov eax, msg_out_f
call sprint
mov eax, edi
call iprintLF
call quit
```

рис. 20. Текст программы (2)

```
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ nasm -f elf lab8-4.asm
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ld -m elf_i386 lab8-4.o -o lab8-4
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ./lab8-4
Введите x: 5
Введите a: 7
f(x) = 12
```

рис. 21. Результат работы программы 1 набор

```
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$ ./lab8-4
Введите x: 6
Введите a: 4
f(x) = 4
[mmibragimov@mmibragimov lab08]$
```

рис. 22. Результат работы программы 2 набор

### **Вывод:**

Во время выполнения лабораторной работы были изучены команды условного и безусловного переходов, приобретены навыки написания программ с использованием переходов, изучено назначение и структура файла листинга.