Отчёт по лабораторной работе №7

дисциплина: Архитектура компьютера

Аносов Даниил Игоревич

Содержание

Список иллюстраций

Список таблиц

1 Цель работы

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

2 Задание

1. Напишите программу нахождения наименьшей из 3 целочисленных переменных a, b и c. Значения переменных выбрать из табл. 7.5 в соответствии с вариантом, полученным при выполнении лабораторной работы № 6. Создайте исполняемый файл и проверьте его работу.
2. Напишите программу, которая для введенных с клавиатуры значений и вычисляет значение заданной функции $f(x)$ и выводит результат вычислений. Вид функции $f(x)$ выбрать из таблицы 7.6 вариантов заданий в соответствии с вариантом, полученным при выполнении лабораторной работы № 6. Создайте исполняемый файл и проверьте его работу для значений x и a из 7.6.

3 Выполнение лабораторной работы

3.1 Реализация переходов в NASM

Откроем терминал и создадим каталог для программ лабораторной работы №7. В новом каталоге создадим файл для первой программы *lab7-1.asm*. (рис. 3.1).

```
[dianosov@arch arch-pc]$ mkdir lab07 && cd lab07
[dianosov@arch lab07]$ touch lab7-1.asm
[dianosov@arch lab07]$
```

Рис. 3.1: Создание каталога для программ

Введём в этот файл текст программы из предложенного листинга. (рис. 3.2).

```
%include 'in_out.asm' ; подключение внешнего файла
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 ; Вывод на экран строки
call sprintLF ; 'Сообщение № 1'
_label2:
mov eax, msg2 ; Вывод на экран строки
call sprintLF ; 'Сообщение № 2'
_label3:
mov eax, msg3 ; Вывод на экран строки
call sprintLF ; 'Сообщение № 3'
_end:
call quit ; вызов подпрограммы завершения
~
~
```

Рис. 3.2: Открытый Vim

Скомпилируем и запустим программу, предварительно скопировав из каталога предыдущей лабораторной работы вспомогательный файл с подпрограммами *in_out.asm* (рис. 3.3).

```
[dianosov@arch lab07]$ cp ../lab06/in_out.asm .
[dianosov@arch lab07]$ nasm -f elf lab7-1.asm
[dianosov@arch lab07]$ ld -m elf_i386 -o lab7-1 lab7-1.o
[dianosov@arch lab07]$ ./lab7-1
Сообщение № 2
Сообщение № 3
[dianosov@arch lab07]$
```

Рис. 3.3: Компиляция и первый запуск программы

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`).

Изменим текст программы в соответствии с листингом 7.2 (рис. 3.4).

```
%include 'in_out.asm' ; подключение внешнего файла
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 ; Вывод на экран строки
call sprintLF ; 'Сообщение № 1'
jmp _end
_label2:
mov eax, msg2 ; Вывод на экран строки
call sprintLF ; 'Сообщение № 2'
jmp _label1
_label3:
mov eax, msg3 ; Вывод на экран строки
call sprintLF ; 'Сообщение № 3'
_end:
call quit ; вызов подпрограммы завершения
~
~
```

Рис. 3.4: Vim с обновленной программой

Скомпилируем и запустим программу. (рис. 3.5).

```
[dianosov@arch lab07]$ nasm -f elf lab7-1.asm
[dianosov@arch lab07]$ ld -m elf_i386 -o lab7-1 lab7-1.o
[dianosov@arch lab07]$ ./lab7-1
Сообщение № 2
Сообщение № 1
[dianosov@arch lab07]$
```

Рис. 3.5: Повторная компиляция и запуск программы

Теперь изменим программу так, чтобы сообщения выводились в порядке 3,2,1. (рис. 3.6).

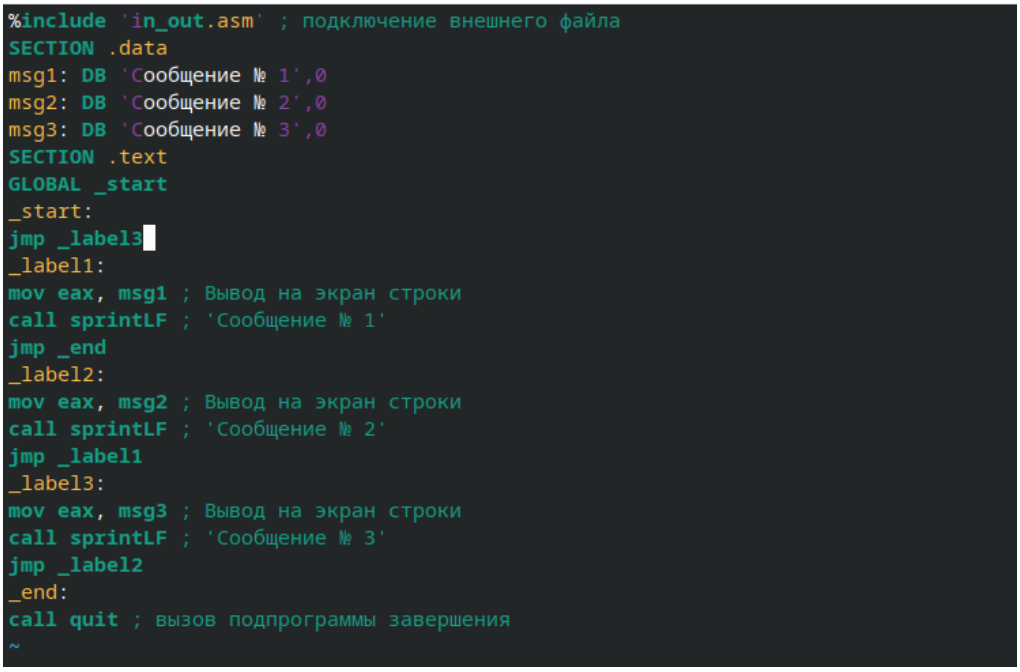


Рис. 3.6: Vim с обновленной программой

Сохраним, скомпилируем и запустим новую программу. (рис. 3.7).

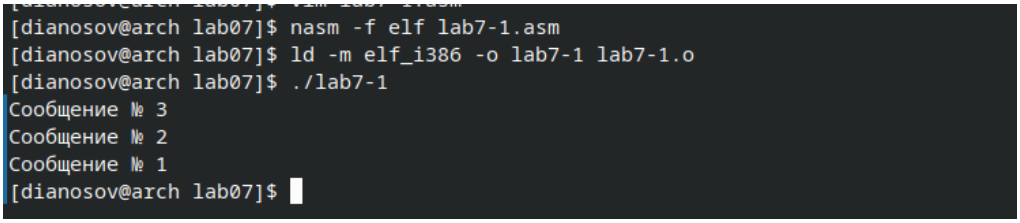
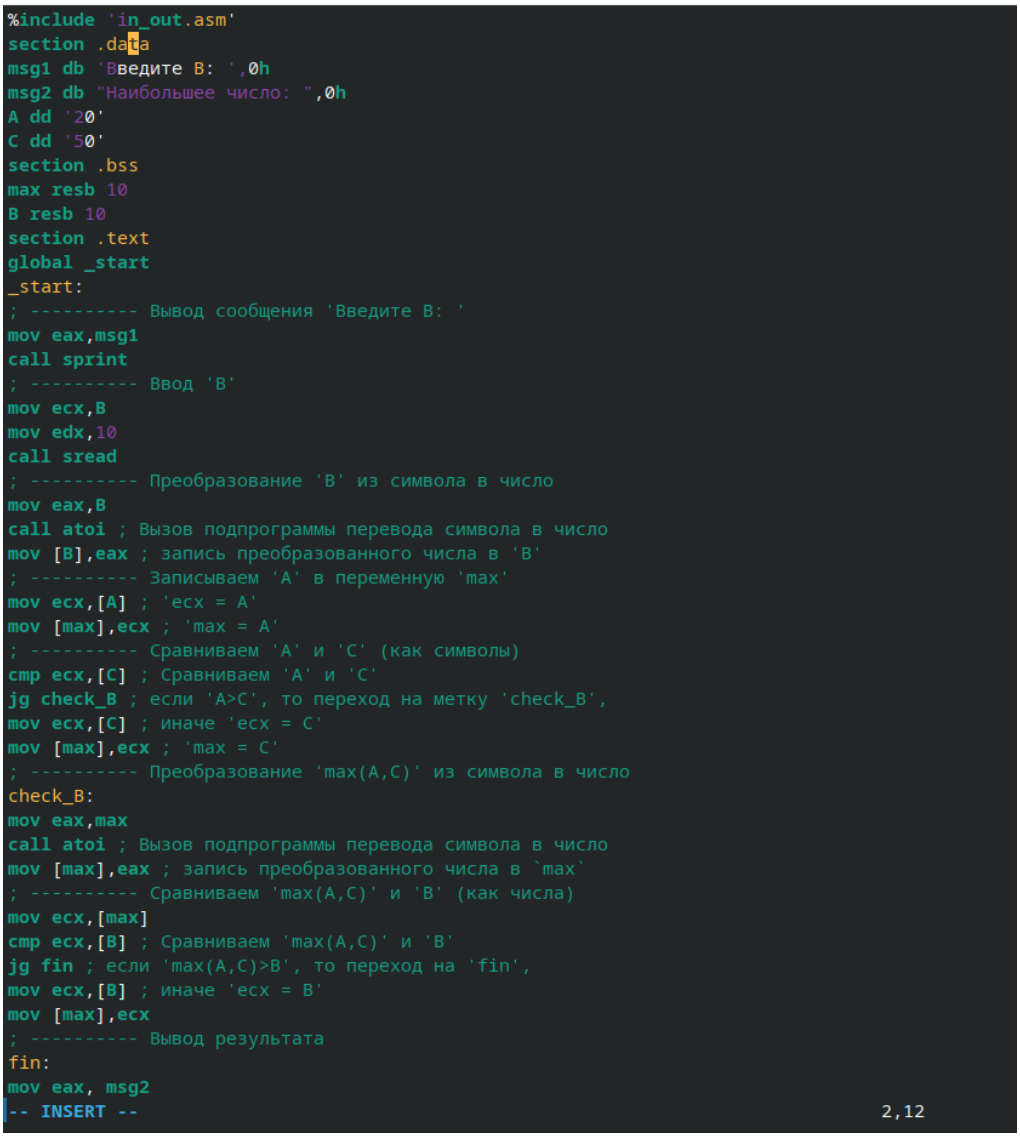


Рис. 3.7: Компиляция и запуск новой программы

Как видно, программа работает корректно.

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: A, B и C. Значения для A и C задаются в программе, значение B вводится с клавиатуры.

Текст новой программы, взятый из листинга, введем в новый файл *lab7-2.asm*



```
%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:
; ---------- Вывод сообщения 'Введите B: '
mov eax,msg1
call sprint
; ---------- Ввод 'B'
mov ecx,B
mov edx,10
call sread
; ---------- Преобразование 'B' из символа в число
mov eax,B
call atoi ; Вызов подпрограммы перевода символа в число
mov [B],eax ; запись преобразованного числа в 'B'
; ---------- Записываем 'A' в переменную 'max'
mov ecx,[A] ; 'ecx = A'
mov [max],ecx ; 'max = A'
; ---------- Сравниваем 'A' и 'C' (как символы)
cmp ecx,[C] ; Сравниваем 'A' и 'C'
jg check_B ; если 'A>C', то переход на метку 'check_B',
mov ecx,[C] ; иначе 'ecx = C'
mov [max],ecx ; 'max = C'
; ---------- Преобразование 'max(A,C)' из символа в число
check_B:
mov eax,max
call atoi ; Вызов подпрограммы перевода символа в число
mov [max],eax ; запись преобразованного числа в `max`
; ---------- Сравниваем 'max(A,C)' и 'B' (как числа)
mov ecx,[max]
cmp ecx,[B] ; Сравниваем 'max(A,C)' и 'B'
jg fin ; если 'max(A,C)>B', то переход на 'fin',
mov ecx,[B] ; иначе 'ecx = B'
mov [max],ecx
; ---------- Вывод результата
fin:
mov eax, msg2
-- INSERT --                                                    2,12
```

Рис. 3.8: Редактирование файла *lab7-2.asm*

Создадим исполняемый файл и проверим работу программы. (рис. 3.9).

```
[dianosov@arch lab07]$ nasm -f elf lab7-2.asm
[dianosov@arch lab07]$ ld -m elf_i386 -o lab7-2 lab7-2.o
[dianosov@arch lab07]$ ./lab7-2
Введите B: 34
Наибольшее число: 50
[dianosov@arch lab07]$ ./lab7-2
Введите B: 100
Наибольшее число: 100
[dianosov@arch lab07]$ ./lab7-2
Введите B: 0
Наибольшее число: 50
[dianosov@arch lab07]$
```

Рис. 3.9: Повторная компиляция и запуск новой программы

Обратим внимание, 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 сравнивать все 3 переменные как символы (т.е. не использовать функцию atoi). Однако если переменные преобразовать из символов числа, над ними можно корректно проводить арифметические операции.

3.2 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 *lab7-2.asm*. (рис. 3.10). Будем использовать команду:

```
nasm -f elf -l lab7-2.lst lab7-2.asm
```

```
[dianosov@arch lab07]$ nasm -f elf -l lab7-2.lst lab7-2.asm
[dianosov@arch lab07]$ ls
in_out.asm  lab7-1  lab7-1.asm  lab7-1.o  lab7-2  lab7-2.asm  lab7-2.lst  lab7-2.o
[dianosov@arch lab07]$
```

Рис. 3.10: Создание файла листинга для *lab7-2.asm*

Откроем файл листинга в редакторе **Vim** и обратим внимание на строки 45-47. (рис. 3.11).

```
45 00000159 B8[13000000]            mov eax, msg2
46 0000015E E8ACFEFFFF              call sprint ; Вывод сообщения 'Наибольшее числ
47 00000163 A1[00000000]            mov eax,[max]
```

Машинные коды в строках 45 и 47 имеют в конце значения в квадратных скобках, так как они соответствуют вызовам инструкций с двумя операндами. Строка 46 же отвечает вызову функции sprint, поэтому её машинный код (E8ACFEFFFF) - это единая строка. Итого, машинный код, отвечающий инструкции с одним операндом - это слитная строка, а если операндов больше, чем один - то машинный код будет содержать часть в квадратных скобках.

```
 9 0000000A <res Ah>                B resb 10
10                                  section .text
11                                  global _start
12                                  _start:
13                                  ; ---------- Вывод сообщения 'Введите B: '
14 000000E8 B8[00000000]            mov eax,msg1
15 000000ED E81DFFFFFF              call sprint
16                                  ; ---------- Ввод 'B'
17 000000F2 B9[0A000000]            mov ecx,B
18 000000F7 BA0A000000              mov edx,10
19 000000FC E842FFFFFF              call sread
20                                  ; ---------- Преобразование 'B' из символа в число
21 00000101 B8[0A000000]            mov eax,B
22 00000106 E891FFFFFF              call atoi ; Вызов подпрограммы перевода символа в число
23 0000010B A3[0A000000]            mov [B],eax ; запись преобразованного числа в 'B'
24                                  ; ---------- Записываем 'A' в переменную 'max'
25 00000110 8B0D[35000000]          mov ecx,[A] ; 'ecx = A'
26 00000116 890D[00000000]          mov [max],ecx ; 'max = A'
27                                  ; ---------- Сравниваем 'A' и 'C' (как символы)
28 0000011C 3B0D[39000000]          cmp ecx,[C] ; Сравниваем 'A' и 'C'
29 00000122 7F0C                    jg check_B ; если 'A>C', то переход на метку 'check_B',
30 00000124 8B0D[39000000]          mov ecx,[C] ; иначе 'ecx = C'
31 0000012A 890D[00000000]          mov [max],ecx ; 'max = C'
32                                  ; ---------- Преобразование 'max(A,C)' из символа в число
33                                  check_B:
34 00000130 B8[00000000]            mov eax,max
35 00000135 E862FFFFFF              call atoi ; Вызов подпрограммы перевода символа в число
36 0000013A A3[00000000]            mov [max],eax ; запись преобразованного числа в `max`
37                                  ; ---------- Сравниваем 'max(A,C)' и 'B' (как числа)
38 0000013F 8B0D[00000000]          mov ecx,[max]
39 00000145 3B0D[0A000000]          cmp ecx,[B] ; Сравниваем 'max(A,C)' и 'B'
40 0000014B 7F0C                    jg fin ; если 'max(A,C)>B', то переход на 'fin',
41 0000014D 8B0D[0A000000]          mov ecx,[B] ; иначе 'ecx = B'
42 00000153 890D[00000000]          mov [max],ecx
43                                  ; ---------- Вывод результата
44                                  fin:
45 00000159 B8[13000000]            mov eax, msg2
46 0000015E E8ACFEFFFF              call sprint ; Вывод сообщения 'Наибольшее число: '
47 00000163 A1[00000000]            mov eax,[max]
48 00000168 E819FFFFFF              call iprintLF ; Вывод 'max(A,B,C)'
49 0000016D E869FFFFFF              call quit ; Выход
~
~
~
~
-- INSERT --                                                  216,75-70     Bot
```

Рис. 3.11: Содержимое файла листинга

4 Задание для самостоятельной работы

4.1 Нахождение наименьшего из трёх чисел

4.1.1 Введение

Напишем программу, которая находит наименьшее из трёх введённых пользователем чисел. Для этого воспользуемся кодом программы из предыдущих примеров, и изменим его должным образом. Скопируем файл *lab7-2.asm* и дадим новой программе имя *task1.asm*. (рис. 4.1, 4.2).

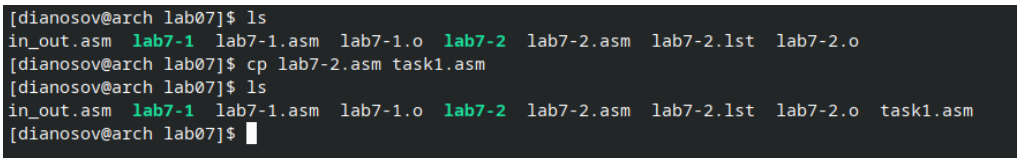


Рис. 4.1: Копирование файла *lab7-2.asm*

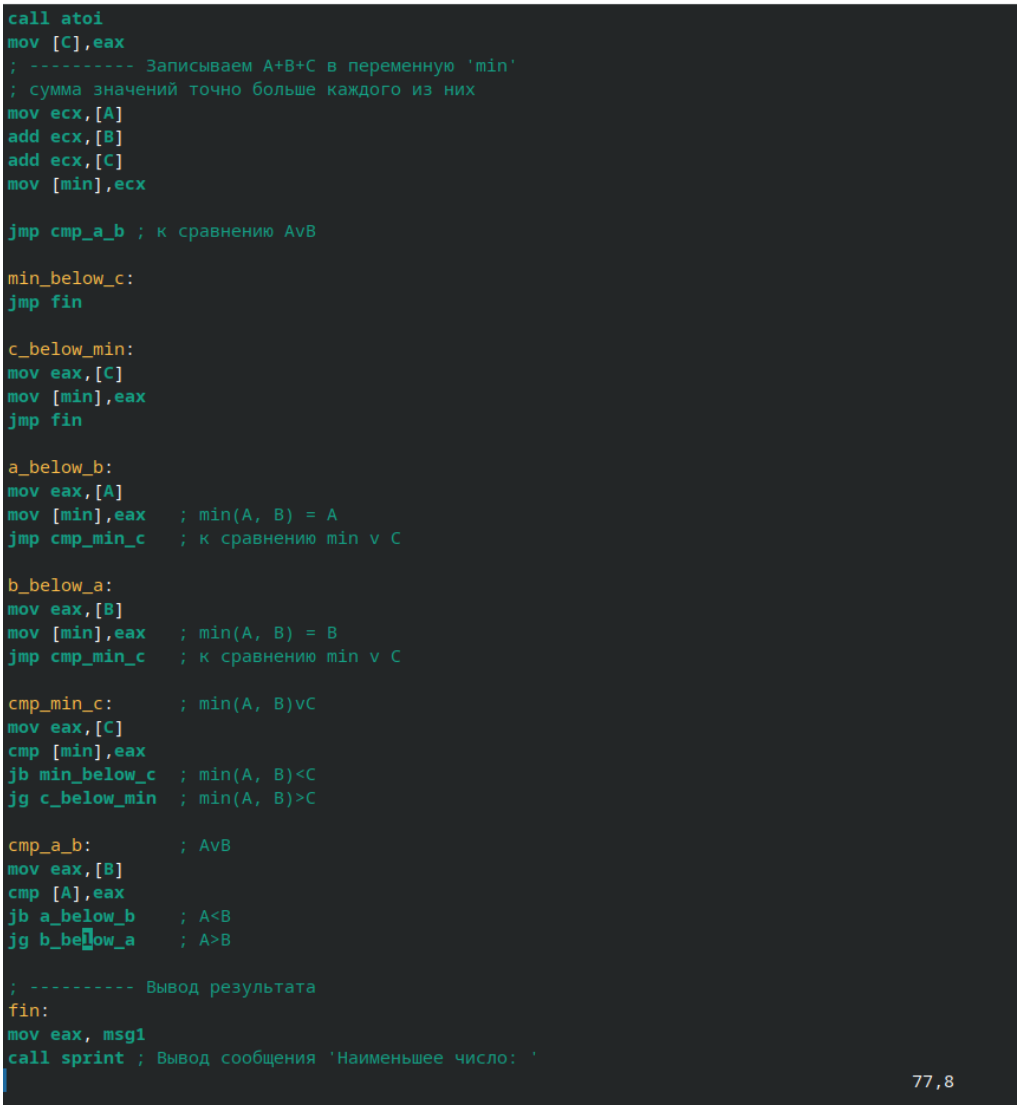


Рис. 4.2: Редактирование файла *task1.asm*

4.1.2 Алгоритм работы программы. Тестирование

Алгоритм работы программы: сравниваем `A` и `B`, минимальное из них кладём в переменную `min`. Сравниваем `min` с `C`. Минимальное из них - минимальное из всех чисел - результат работы программы. Пример на рис. 4.3. Скомпилируем и запустим новую программу.

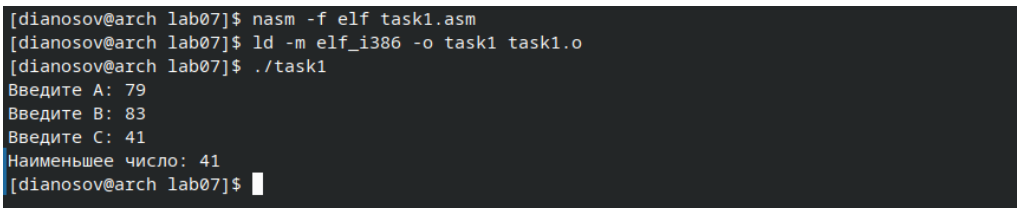


Рис. 4.3: Компиляция и запуск *task1.asm*

Тестовый запуск был проведён со значениями 79, 83, 41, соответствующими варианту №6, полученному в предыдущей лабораторной работе.

4.1.3 Исходный код программы

Исходный текст *task1.asm* приведён ниже.

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

msga db 'Введите A: ',0h
msgb db 'Введите B: ',0h
msgc db 'Введите C: ',0h
msg1 db "Наименьшее число: ",0h
section .bss
min resb 10
A resb 10 ; резервируем место не
B resb 10 ; только под B,
C resb 10 ; но и под A и C
section .text
global _start
_start:
; ---------- Ввод A, B, C
mov eax,msga
call sprint
```

```
mov ecx,A
mov edx, 10
call sread
mov eax,msgb
call sprint
mov ecx,B
call sread
mov eax,msgc
call sprint
mov ecx,C
call sread
; ---------- Преобразование A,B,C из символов в числа
mov eax,A
call atoi ; Вызов подпрограммы перевода символа в число
mov [A],eax ; запись преобразованного числа в 'A'
mov eax,B
call atoi
mov [B],eax
mov eax,C
call atoi
mov [C],eax
; ---------- Записываем A+B+C в переменную 'min'
; сумма значений точно больше каждого из них
mov ecx,[A]
add ecx,[B]
add ecx,[C]
mov [min],ecx

jmp cmp_a_b ; к сравнению AvB
```

```
min_below_c:
jmp fin

c_below_min:
mov eax,[C]
mov [min],eax
jmp fin

a_below_b:
mov eax,[A]
mov [min],eax   ; min(A, B) = A
jmp cmp_min_c   ; к сравнению min и C

b_below_a:
mov eax,[B]
mov [min],eax   ; min(A, B) = B
jmp cmp_min_c   ; к сравнению min и C

cmp_min_c:      ; min(A, B)иC
mov eax,[C]
cmp [min],eax
jb min_below_c  ; min(A, B)<C
jg c_below_min  ; min(A, B)>C

cmp_a_b:        ; AиB
mov eax,[B]
cmp [A],eax
jb a_below_b    ; A<B
```

```
jg b_below_a    ; A>B

; ---------- Вывод результата
fin:
mov eax, msg1
call sprint ; Вывод сообщения 'Наименьшее число: '
mov eax,[min]
call iprintLF ; Вывод 'min(A,B,C)'
call quit ; Выход
```

4.2 Вычисление значения функции

4.2.1 Введение

(рис. 4.4).

Редактирование файла *variant.asm*

Рис. 4.4: Редактирование файла *variant.asm*

(рис. 4.5).

Компиляция и запуск *variant.asm*

Рис. 4.5: Компиляция и запуск *variant.asm*

(рис. 4.6).

Редактирование файла *task.asm*

Рис. 4.6: Редактирование файла *task.asm*

(рис. 4.7).

Проверка корректности работы *task.asm*

Рис. 4.7: Проверка корректности работы *task.asm*

Задание выполнено, загрузим новую версию проекта курса на GitHub. Загрузка файлов на GitHub

5 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены команды условного и безусловного переходов. Приобретены навыки написания программ с использованием переходов.