Отчёт по лабораторной работе №7

Петлин Артём Дмитриевич

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 ,, и . Значения переменных выбрать из табл. 7.5 в соответствии с вариантом, полученным при выполнении лабораторной работы № 7. Создайте исполняемый файл и проверьте его работу.
2. Напишите программу, которая для введенных с клавиатуры значений и вычисляет значение заданной функции () и выводит результат вычислений. Вид функции () выбрать из таблицы 7.6 вариантов заданий в соответствии с вариантом, полученным при выполнении лабораторной работы № 7. Создайте исполняемый файл и проверьте его работу для значений и из 7.6.

3 Теоретическое введение

Для реализации ветвлений в ассемблере используются так называемые команды передачи управления или команды перехода. Можно выделить 2 типа переходов:

- условный переход – выполнение или не выполнение перехода в определенную точку программы в зависимости от проверки условия.
- безусловный переход – выполнение передачи управления в определенную точку программы без каких-либо условий.

3.1 Команды безусловного перехода

Безусловный переход выполняется инструкцией jmp (от англ. jump – прыжок), которая включает в себя адрес перехода, куда следует передать управление: jmp Адрес перехода может быть либо меткой, либо адресом области памяти, в которую предварительно помещен указатель перехода. Кроме того, в качестве операнда можно использовать имя регистра, в таком случае переход будет осуществляться по адресу, хранящемуся в этом регистре.

В следующем примере рассмотрим использование инструкции jmp:

label:

```
... ;
... ; команды
... ;
```

```
jmp label
```

3.2 Команды условного перехода

Как отмечалось выше, для условного перехода необходима проверка какого-либо условия. В ассемблере команды условного перехода вычисляют условие перехода анализируя флаги из регистра флагов.

3.2.1 Регистр флагов

Флаг – это бит, принимающий значение 1 («флаг установлен»), если выполнено некоторое условие, и значение 0 («флаг сброшен») в противном случае. Флаги работают независимо друг от друга, и лишь для удобства они помещены в единый регистр — регистр флагов, отражающий текущее состояние процессора. В следующей таблице указано положение битовых флагов в регистре флагов.

Флаги состояния (биты 0, 2, 4, 6, 7 и 11) отражают результат выполнения арифметических инструкций, таких как ADD, SUB, MUL, DIV

3.2.2 Описание инструкции cmp

Инструкция cmp является одной из инструкций, которая позволяет сравнить операнды и выставляет флаги в зависимости от результата сравнения.
Инструкция cmp является командой сравнения двух операндов и имеет такой же формат, как и команда вычитания:

```
cmp <операнд_1>, <операнд_2>
```

Команда cmp, так же как и команда вычитания, выполняет вычитание - , но результат вычитания никуда не записывается и единственным результатом команды сравнения является формирование флагов.

3.2.3 Описание команд условного перехода.

Команда условного перехода имеет вид

```
j<мнемоника перехода> label
```

Мнемоника перехода связана со значением анализируемых флагов или со способом формирования этих флагов.
В табл. 7.3. представлены команды условного перехода, которые обычно ставятся после команды сравнения cmp. В их мнемокодах указывается тот результат сравнения, при котором надо делать переход. Мнемоники, идентичные по своему действию, написаны в таблице через дробь (например, ja и jnbe). Программист выбирает, какую из них применить, чтобы получить более простой для понимания текст программы.
В качестве примера рассмотрим фрагмент программы, которая выполняет умножение переменных и и если произведение превосходит размер байта, передает управление на метку Error.

```
mov al, a
mov bl, b
mul bl
jc Error
```

3.3 Файл листинга и его структура

Листинг (в рамках понятийного аппарата NASM) — это один из выходных файлов, создаваемых транслятором. Он имеет текстовый вид и нужен при отладке программы, так как кроме строк самой программы он содержит дополнительную информацию.
Ниже приведён фрагмент файла листинга.

```
10 00000000 B804000000 mov eax,4
11 00000005 BB01000000 mov ebx,1
12 0000000A B9[00000000] mov ecx,hello
13 0000000F BA0D000000 mov edx,helloLen
14
15 00000014 CD80 int 80h
```

Все ошибки и предупреждения, обнаруженные при ассемблировании, транслятор выводит на экран, и файл листинга не создаётся.
Итак, структура листинга:

- номер строки — это номер строки файла листинга (нужно помнить, что номер строки в файле листинга может не соответствовать номеру строки в файле с исходным текстом программы);
- адрес — это смещение машинного кода от начала текущего сегмента;
- машинный код представляет собой ассемблированную исходную строку в виде шестнадцатеричной последовательности. (например, инструкция int 80h начинается по смещению 00000020 в сегменте кода; далее идёт машинный код, в который ассемблируется инструкция, то есть инструкция int 80h ассемблируется в CD80 (в шестнадцатеричном представлении); CD80 — это инструкция на машинном языке, вызывающая прерывание ядра);
- исходный текст программы — это просто строка исходной программы вместе с комментариями (некоторые строки на языке ассемблера, например, строки, содержащие только комментарии, не генерируют никакого машинного кода, и поля «смещение» и «исходный текст программы» в таких строках отсутствуют, однако номер строки им присваивается).

4 Выполнение лабораторной работы

```
petlin@fedora:~$ cd ~/work/study/2023-2024/Архитектура\ компьютера/arch-pc/labs/lab07
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ touch lab7-1.asm
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ ls
lab7-1.asm  presentation  report
```

Переходим в каталог для лабораторной работы № 7 и создаём файл lab7-1.asm.

```
lab7-1.asm          [----] 44 L:[  1+19  20/ 20] *(679 / 679b) <EOF>
%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
```

```
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ nasm -f elf lab7-1.asm
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ ld -m elf_i386 -o lab7-1 lab7-1.o
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ ./lab7-1
Сообщение № 2
Сообщение № 3
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$
```

Вводим в файл lab7-1.asm текст программы из листинга 7.1. Создаём исполняемый файл и запускаем его.

```
lab7-1.asm          [----] 44 L:[  1+21  22/ 22] *(706 / 706b) <EOF>
%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
```

```
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ nasm -f elf lab7-1.asm
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ ld -m elf_i386 -o lab7-1 lab7-1.o
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ ./lab7-1
Сообщение № 2
Сообщение № 1
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$
```

Изменяем текст программы в соответствии с листингом 7.2. Создаём исполняемый файл и запускаем его.

```
lab7-1.asm          [----] 44 L:[  1+22  23/ 23] *(721 / 721b) <EOF>
%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 _label3
 _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'
   jmp _label2
 _end:
   call quit ; вызов подпрограммы завершения
```

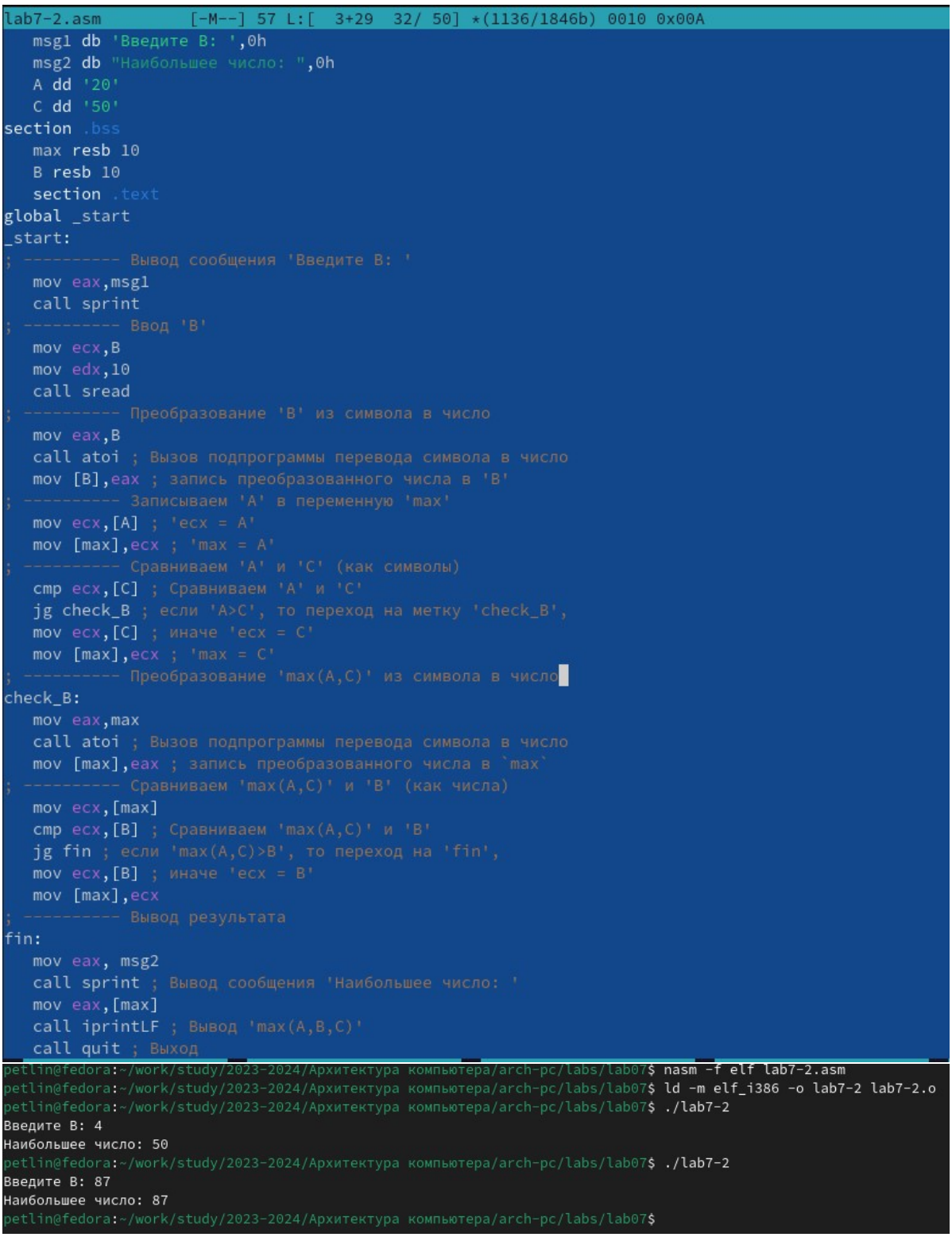
```
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ nasm -f elf lab7-1.asm
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ ld -m elf_i386 -o lab7-1 lab7-1.o
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ ./lab7-1
Сообщение № 3
Сообщение № 2
Сообщение № 1
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$
```

Изменяем текст программы добавив или изменив инструкции jmp, чтобы вывод программы был следующим:

```
user@dk4n31:~$ ./lab7-1
Сообщение № 3
Сообщение № 2
Сообщение № 1
user@dk4n31:~$
```

Проверяем корректность работы.

```
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ touch lab7-2.asm
```



Создаём файл lab7-2.asm в каталоге ~/work/arch-pc/lab07. Внимательно изучаем текст программы из листинга 7.3 и вводим в lab7-2.asm. Создаём исполняемый

файл и проверяем его работу для разных значений B.

```
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ nasm -f elf -l lab7-2.lst lab7-2.asm
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ mcedit lab7-2.lst
```

```
lab7-2.lst        [----]  0 L:[  1+ 2   3/225] *(147 /14560b) 0032 0x020
    1                                   %include 'in_out.asm'
    1                                <1> ;---------------   slen  --------------------
    2                                <1> ; Функция вычисления длины сообщения
    3                                <1> slen:.....................
    4 00000000 53                    <1>     push    ebx.............
    5 00000001 89C3                  <1>     mov     ebx, eax........
    6                                <1>.....
    7                                <1> nextchar:..................
    8 00000003 803800                <1>     cmp     byte [eax], 0...
    9 00000006 7403                  <1>     jz      finished........
   10 00000008 40                    <1>     inc     eax.............
   11 00000009 EBF8                  <1>     jmp     nextchar........
   12                                <1>.....
   13                                <1> finished:
   14 0000000B 29D8                  <1>     sub     eax, ebx
   15 0000000D 5B                    <1>     pop     ebx.............
   16 0000000E C3                    <1>     ret.....................
   17                                <1>.
   18                                <1>.
   19                                <1> ;---------------  sprint  --------------------
   20                                <1> ; Функция печати сообщения
   21                                <1> ; входные данные: mov eax,<message>
   22                                <1> sprint:
   23 0000000F 52                    <1>     push    edx
   24 00000010 51                    <1>     push    ecx
   25 00000011 53                    <1>     push    ebx
   26 00000012 50                    <1>     push    eax
   27 00000013 E8E8FFFFFF            <1>     call    slen
   28                                <1>.....
   29 00000018 89C2                  <1>     mov     edx, eax
   30 0000001A 58                    <1>     pop     eax
   31                                <1>.....
   32 0000001B 89C1                  <1>     mov     ecx, eax
   33 0000001D BB01000000            <1>     mov     ebx, 1
   34 00000022 B804000000            <1>     mov     eax, 4
   35 00000027 CD80                  <1>     int     80h
   36                                <1>.
   37 00000029 5B                    <1>     pop     ebx
   38 0000002A 59                    <1>     pop     ecx
   39 0000002B 5A                    <1>     pop     edx
   40 0000002C C3                    <1>     ret
   41                                <1>.
   42                                <1>.
   43                                <1> ;----------------  sprintLF  ----------------
   44                                <1> ; Функция печати сообщения с переводом строки
   45                                <1> ; входные данные: mov eax,<message>
```

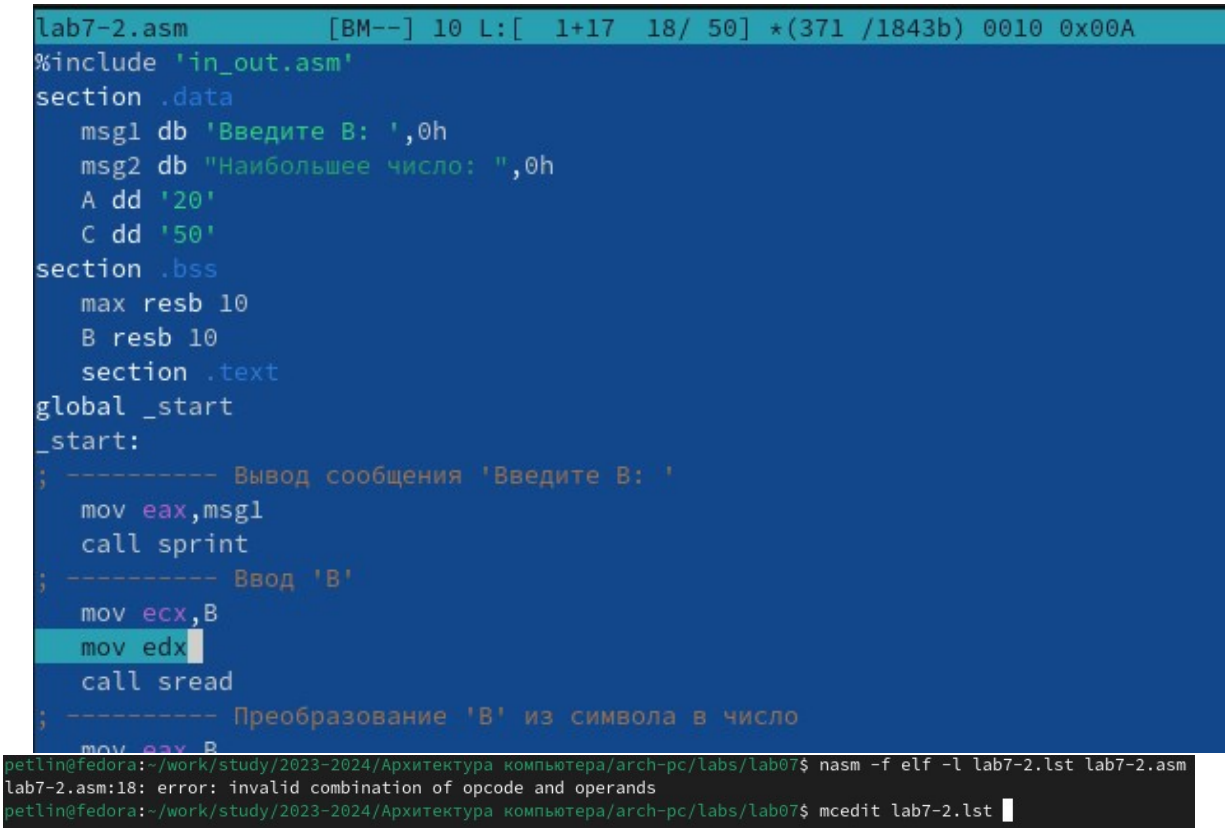
Создаём файл листинга для программы из файла lab7-2.asm и открываем его с помощью текстового редактора.

Пояснение строк:

Строка 33: 0000001D-адрес в сегменте кода, BB01000000-машинный код, mov ebx,1-присвоение переменной ecx значения 1

Строка 34: 00000022-адрес в сегменте кода, B804000000-машинный код, mov eax,4-присвоение переменной eax значения 4

Строка 35 00000027-адрес в сегменте кода, CD80-машинный код, int 80h-вызов ядра.



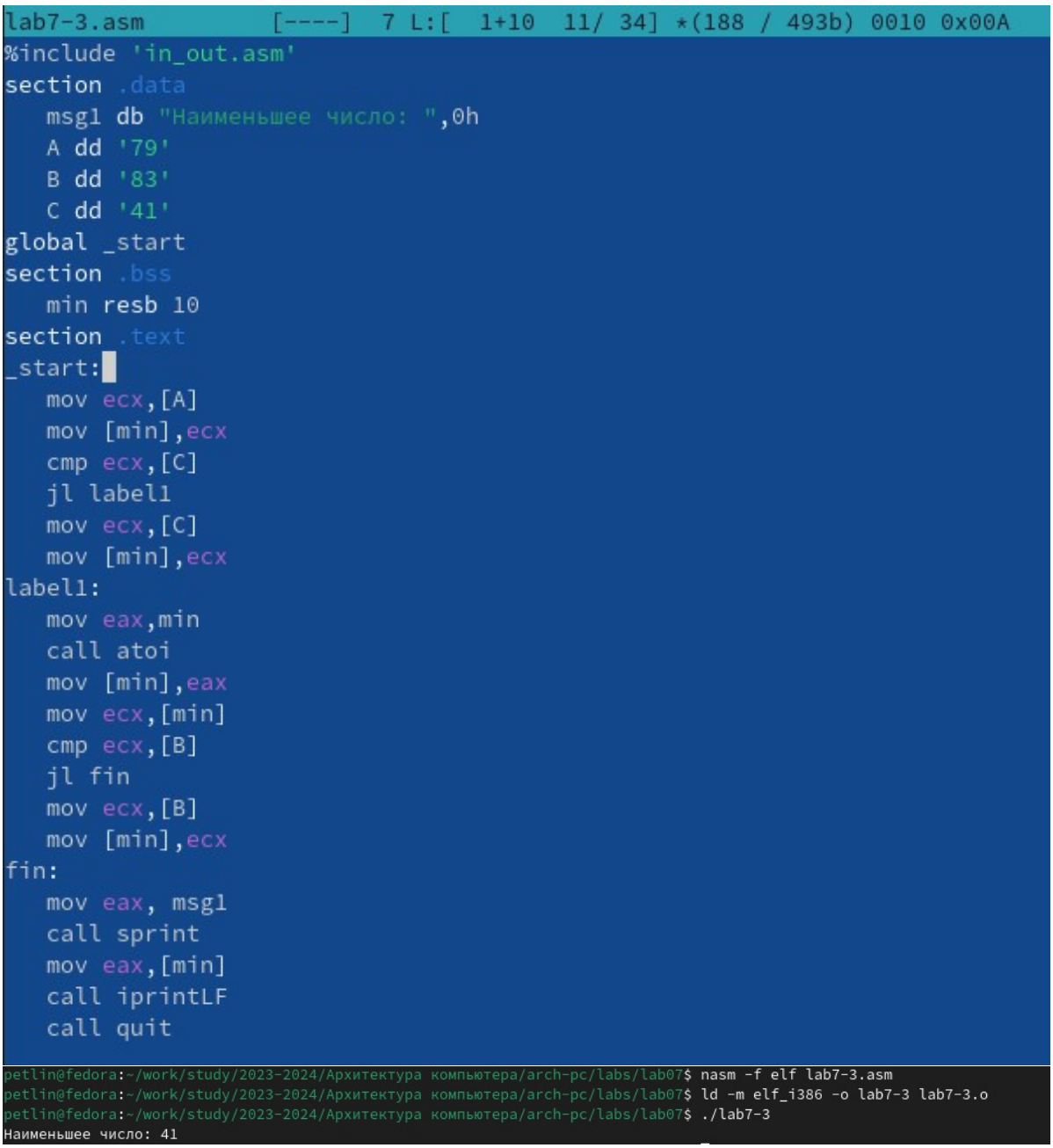
```
 2                                  section .data
 3 00000000 D092D0B2D0B5D0B4D0-        msg1 db 'Введите B: ',0h
 3 00000009 B8D182D0B520423A20-
 3 00000012 00..................
 4 00000013 D09DD0B0D0B8D0B1D0-        msg2 db "Наибольшее число: ",0h
 4 0000001C BED0BBD18CD188D0B5-
 4 00000025 D0B520D187D0B8D181-
 4 0000002E D0BBD0BE3A2000.....
 5 00000035 32300000                   A dd '20'
 6 00000039 35300000                   C dd '50'
 7                                  section .bss
 8 00000000 <res Ah>                   max resb 10
 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                                     mov edx
18          ******************      error: invalid combination of opcode and operands
19 000000F7 E847FFFFFF                 call sread
20                                  ; ---------- Преобразование 'B' из символа в число
21 000000FC B8[0A000000]               mov eax,B
22 00000101 E896FFFFFF                 call atoi ; Вызов подпрограммы перевода символа в число
23 00000106 A3[0A000000]               mov [B],eax ; запись преобразованного числа в 'B'
24                                  ; ---------- Записываем 'A' в переменную 'max'
25 0000010B 8B0D[35000000]             mov ecx,[A] ; 'ecx = A'
26 00000111 890D[00000000]             mov [max],ecx ; 'max = A'
27                                  ; ---------- Сравниваем 'A' и 'C' (как символы)
28 00000117 3B0D[39000000]             cmp ecx,[C] ; Сравниваем 'A' и 'C'
29 0000011D 7F0C                       jg check_B ; если 'A>C', то переход на метку 'check_B',
30 0000011F 8B0D[39000000]             mov ecx,[C] ; иначе 'ecx = C'
31 00000125 890D[00000000]             mov [max],ecx ; 'max = C'
32                                  ; ---------- Преобразование 'max(A,C)' из символа в число
```

Открываем файл с программой lab7-2.asm и в инструкции с двумя операндами удаляем один операнд. Выполняем трансляцию с получением файла листинга. Мы получаем ошибку, однако файлы lab7-2 и lab7-2.lst все равно создаются. Открываем файл листинга и замечаем ошибку в строке, в которой мы удалили один операнд.

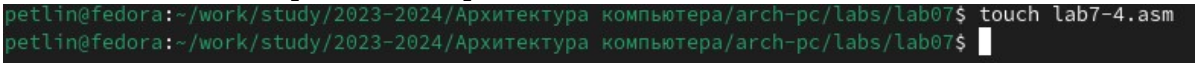
4.1 Задание для самостоятельной работы

Вариант №6

```
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ touch lab7-3.asm
```



Создаем файл lab7-3.asm, вписываем в него программу, которая будет искать наименьшее из трех чисел. Смотрим на результат выполнения программы и убеждаемся что всве работает верно.



```
lab7-4.asm         [-M--]  3 L:[  1+46  47/ 47] *(708 / 708b) <EOF>
%include 'in_out.asm'
section .data
   msg1 db "Введите x: ",0h
   msg2 db "Введите a: ",0h
   msg3 db "Результат: ",0h
global _start
section .bss
   res resb 10
   X resb 10
   A resb 10
section .text
_start:
   mov eax,msg1
   call sprint
   mov ecx,X
   mov edx,10
   call sread
   mov eax,X
   call atoi
   mov [X],eax
   mov eax,msg2
   call sprint
   mov ecx,A
   mov edx,10
   call sread
   mov eax,A
   call atoi
   mov [A],eax ;
   cmp eax,[X]
   je label1
   mov ebx,5
   mov eax,[X]
   mul ebx
   mov [res],eax
   jmp fin
label1:
   mov ecx,[X]
   add eax,ecx
   mov [res],eax
   jmp fin
fin:
   mov eax,msg3
   call sprint
   mov eax,[res]
   call iprintLF
   call quit
```

```
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ nasm -f elf lab7-4.asm
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ ld -m elf_i386 -o lab7-4 lab7-4.o
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ ./lab7-4
Введите x: 2
Введите a: 2
Результат: 4
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$ ./lab7-4
Введите x: 2
Введите a: 1
Результат: 10
petlin@fedora:~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab07$
```

Создаем файл lab7-4.asm, вписываем в него программу, которая будет выполнять действия описанные в данной нам функции. Смотрим на результат выполнения программы и убеждаемся что всве работает верно.

5 Выводы

Мы изучили команды условного и безусловного переходов. Мы приобрели навыки написания программ с использованием переходов. Мы познакомились с назначением и структурой файла листинга.

Список литературы

1. GDB: The GNU Project Debugger. — URL: https://www.gnu.org/software/gdb/.

2. GNU Bash Manual. — 2016. — URL: https://www.gnu.org/software/bash/manual/.

3. Midnight Commander Development Center. — 2021. — URL: https://midnight-commander. org/.

4. NASM Assembly Language Tutorials. — 2021. — URL: https://asmtutor.com/.

5. Newham C. Learning the bash Shell: Unix Shell Programming. — O'Reilly Media, 2005. — 354 c. — (In a Nutshell). — ISBN 0596009658. — URL: http://www.amazon.com/Learningbash-Shell-Programming-Nutshell/dp/0596009658.

6. Robbins A. Bash Pocket Reference. — O'Reilly Media, 2016. — 156 c. — ISBN 978-1491941591.

7. The NASM documentation. — 2021. — URL: https://www.nasm.us/docs.php.

8. Zarrelli G. Mastering Bash. — Packt Publishing, 2017. — 502 c. — ISBN 9781784396879.

9. Колдаев В. Д., Лупин С. А. Архитектура ЭВМ. — М. : Форум, 2018.

10. Куляс О. Л., Никитин К. А. Курс программирования на ASSEMBLER. — М. : Солон-Пресс, 2017.

11. Новожилов О. П. Архитектура ЭВМ и систем. — М. : Юрайт, 2016.

12. Расширенный ассемблер: NASM. — 2021. — URL: https://www.opennet.ru/docs/RUS/nasm/.

13. Робачевский А., Немнюгин С., Стесик О. Операционная система UNIX. — 2-е изд. — БХВПетербург, 2010. — 656 с. — ISBN 978-5-94157-538-1.

14. Столяров А. Программирование на языке ассемблера NASM для ОС Unix. — 2-е изд. — М. : МАКС Пресс, 2011. — URL: http://www.stolyarov.info/books/asm_unix.

15. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. — 6-е изд. — СПб. : Питер, 2013. — 874 с. — (Классика Computer Science).

16. Таненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. — 4-е изд. — СПб. : Питер, 2015. — 1120 с. — (Классика Computer Science).