

# **Лабораторная работа №4**

**Дисциплина: Архитектура компьютера**

Малюга Валерия Васильевна

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>6</b>
3.1	Основные принципы работы компьютера . . . . .	6
3.2	Ассемблер и язык ассемблера . . . . .	8
3.3	Процесс создания и обработки программы на языке ассемблера .	9
<b>4</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>10</b>
4.1	Создание программы Hello world! . . . . .	10
4.2	Работа с транслятором NASM . . . . .	11
4.3	Работа с расширенным синтаксисом командной строки NASM . .	11
4.4	Работа с компоновщиком LD . . . . .	11
4.5	Запуск исполняемого файла . . . . .	12
4.6	Выполнение заданий для самостоятельной работы . . . . .	12
<b>5</b>	<b>Выводы</b>	<b>15</b>

## Список иллюстраций

4.1	Создание программы Hello world . . . . .	10
4.2	Компиляция программы hello . . . . .	11
4.3	Компиляция текста программы . . . . .	11
4.4	Передача объектного файла на обработку компоновщику . . . . .	12
4.5	Запуск программы Hello world . . . . .	12
4.6	Изменение программы lab4.asm . . . . .	13
4.7	Трансляция в объектный файл и его компоновка. Запуск исполняе- мого файла . . . . .	13
4.8	Копирование файлов в локальный репозиторий и отправка на Github	14

# **1 Цель работы**

Цель данной лабораторной работы - освоить процедуры компиляции и сборки программ, написанных на ассемблере NASM.

## 2 Задание

1. Создание программы Hello world!
2. Работа с транслятором NASM
3. Работа с расширенным синтаксисом командной строки NASM
4. Работа с компоновщиком LD
5. Запуск исполняемого файла
6. Выполнение заданий для самостоятельной работы.

## 3 Теоретическое введение

### 3.1 Основные принципы работы компьютера

Основными функциональными элементами любой электронно-вычислительной машины (ЭВМ) являются центральный процессор, память и периферийные устройства. Взаимодействие этих устройств осуществляется через общую шину, к которой они подключены. В современных компьютерах проводники выполнены в виде электропроводящих дорожек на материнской (системной) плате.

Основной задачей процессора является обработка информации, а также организация координации всех узлов компьютера. В состав **центрального процессора (ЦП)** входят следующие устройства:

**арифметико-логическое устройство (АЛУ)** — выполняет логические и арифметические действия, необходимые для обработки информации, хранящейся в памяти;

**устройство управления (УУ)** — обеспечивает управление и контроль всех устройств компьютера;

**регистры** — сверхбыстрая оперативная память небольшого объёма, входящая в состав процессора, для временного хранения промежуточных результатов выполнения инструкций; регистры процессора делятся на два типа: регистры общего назначения и специальные регистры.

Для того, чтобы писать программы на ассемблере, необходимо знать, какие регистры процессора существуют и как их можно использовать. Практически все команды представляют собой преобразование данных хранящихся в регистрах

процессора, это например пересылка данных между регистрами или между регистрами и памятью, преобразование (арифметические или логические операции) данных хранящихся в регистрах.

Доступ к регистрам осуществляется не по адресам, как к основной памяти, а по именам. Каждый регистр процессора архитектуры x86 имеет свое название, состоящее из 2 или 3 букв латинского алфавита.

Другим важным узлом ЭВМ является **оперативное запоминающее устройство (ОЗУ)**. ОЗУ — это быстродействующее энергозависимое запоминающее устройство, которое напрямую взаимодействует с узлами процессора, предназначенное для хранения программ и данных, с которыми процессор непосредственно работает в текущий момент.

В состав ЭВМ также входят **периферийные устройства**, которые можно разделить на:

**устройства внешней памяти**, которые предназначены для долговременного хранения больших объёмов данных (жёсткие диски, твердотельные накопители, магнитные ленты);

**устройства ввода-вывода**, которые обеспечивают взаимодействие ЦП с внешней средой.

В основе вычислительного процесса ЭВМ лежит **принцип программного управления**. Это означает, что компьютер решает поставленную задачу как последовательность действий, записанных в виде программы.

Набор машинных команд определяется устройством конкретного процессора. В коде машинной команды можно выделить две части: *операционную* и *адресную*. В операционной части хранится код команды, которую необходимо выполнить. В адресной части хранятся данные или адреса данных, которые участвуют в выполнении данной операции.

При выполнении каждой команды процессор выполняет определённую последовательность стандартных действий, которая называется **командным циклом процессора**. В общем виде он заключается в следующем:

1. формирование адреса в памяти очередной команды;
2. считывание кода команды из памяти и её дешифрация;
3. выполнение команды;
4. переход к следующей команде.

## 3.2 Ассемблер и язык ассемблера

**Язык ассемблера** (assembly language, сокращённо asm) — машинно-ориентированный язык низкого уровня. Можно считать, что он больше любых других языков приближен к архитектуре ЭВМ и её аппаратным возможностям, что позволяет получить к ним более полный доступ. В отличие от языков высокого уровня ассемблерная программа содержит только тот код, который ввёл программист. Таким образом язык ассемблера — это язык, с помощью которого понятным для человека образом пишутся команды для процессора.

Процессор понимает не команды ассемблера, а последовательности из нулей и единиц — **машинные коды**. Преобразование или *трансляция* команд с языка ассемблера в исполняемый машинный код осуществляется специальной программой транслятором — **Ассемблер**. Для каждой архитектуры существует свой ассемблер и, соответственно, свой язык ассемблера.

NASM — это открытый проект ассемблера, версии которого доступны под различные операционные системы и который позволяет получать объектные файлы для этих систем. В NASM используется Intel-синтаксис и поддерживаются инструкции x86-64.

Типичный формат записи команд NASM имеет вид:

[метка:] мнемокод [операнд {, операнд}] [; комментарий]

Здесь **мнемокод** — непосредственно мнемоника инструкции процессору, которая является обязательной частью команды. **Операндами** могут быть числа, данные, адреса регистров или адреса оперативной памяти. **Метка** — это идентификатор, с которым ассемблер ассоциирует некоторое число, чаще всего



адрес в памяти. Т.о. метка перед командой связана с адресом данной команды. Программа на языке ассемблера также может содержать **директивы** — инструкции, не переводящиеся непосредственно в машинные команды, а управляющие работой транслятора. Например, директивы используются для определения данных (констант и переменных) и обычно пишутся большими буквами.

### 3.3 Процесс создания и обработки программы на языке ассемблера

В процессе создания ассемблерной программы можно выделить четыре шага: **Набор текста** программы в текстовом редакторе и сохранение её в отдельном файле. Каждый файл имеет свой тип (или расширение), который определяет назначение файла. Файлы с исходным текстом программ на языке ассемблера имеют тип `asm`.

**Трансляция** — преобразование с помощью транслятора, например `nasm`, текста программы в машинный код, называемый объектным. На данном этапе также может быть получен листинг программы, содержащий кроме текста программы различную дополнительную информацию, созданную транслятором. Тип объектного файла — `o`, файла листинга — `lst`.

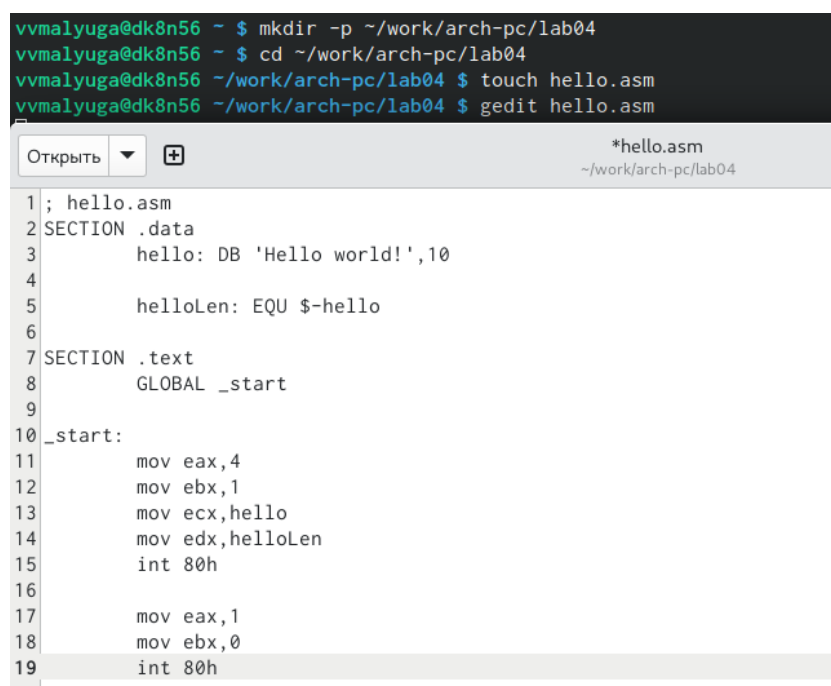
**Компоновка или линковка** — этап обработки объектного кода компоновщиком (`ld`), который принимает на вход объектные файлы и собирает по ним исполняемый файл. Исполняемый файл обычно не имеет расширения. Кроме того, можно получить файл карты загрузки программы в ОЗУ, имеющий расширение `map`.

**Запуск программы.** Конечной целью является работоспособный исполняемый файл. Ошибки на предыдущих этапах могут привести к некорректной работе программы, поэтому может присутствовать этап отладки программы при помощи специальной программы — отладчика. При нахождении ошибки необходимо провести коррекцию программы, начиная с первого шага.

## 4 Выполнение лабораторной работы

### 4.1 Создание программы Hello world!

Создаю каталог для работы с программами на языке ассемблера NASM. Перешла в созданный каталог, создала текстовый файл с именем `hello.asm`. Открыла этот файл с помощью текстового редактора `gedit` и ввела в него необходимый текст (рис. 4.1).



```
vvimalyuga@dk8n56 ~ $ mkdir -p ~/work/arch-pc/lab04
vvimalyuga@dk8n56 ~ $ cd ~/work/arch-pc/lab04
vvimalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ touch hello.asm
vvimalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ gedit hello.asm
```

The screenshot shows a terminal window with the commands to create the directory, change to it, create the file, and open it with gedit. Below the terminal is a window of the gedit text editor. The title bar shows the file name as `*hello.asm` and the path as `~/work/arch-pc/lab04`. The editor contains the following assembly code:

```
1 ; hello.asm
2 SECTION .data
3     hello: DB 'Hello world!',10
4
5     helloLen: EQU $-hello
6
7 SECTION .text
8     GLOBAL _start
9
10 _start:
11     mov eax,4
12     mov ebx,1
13     mov ecx,hello
14     mov edx,helloLen
15     int 80h
16
17     mov eax,1
18     mov ebx,0
19     int 80h
```

Рис. 4.1: Создание программы Hello world

## 4.2 Работа с транслятором NASM

Для компиляции программы “Hello world” написала в терминале команду `nasm -f elf hello.asm`. Впоследствии проверила выполнение этой команды с помощью `ls`. Действительно, транслятор преобразовал `hello.asm` в `hello.o` (рис. 4.2).

```
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ nasm -f elf hello.asm
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ ls
hello.asm  hello.o
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $
```

Рис. 4.2: Компиляция программы hello

## 4.3 Работа с расширенным синтаксисом командной строки NASM

Ввела команду, которая скомпилировала файл `hello.asm` в файл `obj.o`, при этом в файл были включены символы для отладки (ключ `-g`), также с помощью ключа `-l` был создан файл листинга `list.lst`. Далее проверила с помощью утилиты `ls` правильность выполнения команды (рис. [4.3]).

```
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ ls
hello.asm  hello.o  list.lst  obj.o
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $
```

Рис. 4.3: Компиляция текста программы

## 4.4 Работа с компоновщиком LD

Передала объектный файл на обработку компоновщику, чтобы получить исполняемую программу. Выполнила команду `ld -m elf_i386 obj.o -o main`. Исполняемый файл будет иметь имя `main`, т.к. после ключа `-o` было задано значение `main`. Объектный файл, из которого собран этот исполняемый файл, имеет имя `obj.o` (рис.

[4.4]).

```
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ ld -m elf_i386 hello.o -o hello
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ ld -m elf_i386 obj.o -o main
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ ls
hello  hello.asm  hello.o  list.lst  main  obj.o
```

Рис. 4.4: Передача объектного файла на обработку компоновщику

## 4.5 Запуск исполняемого файла

Запустила созданный исполняемый файл, набрав в терминале команду (рис. [4.5]).

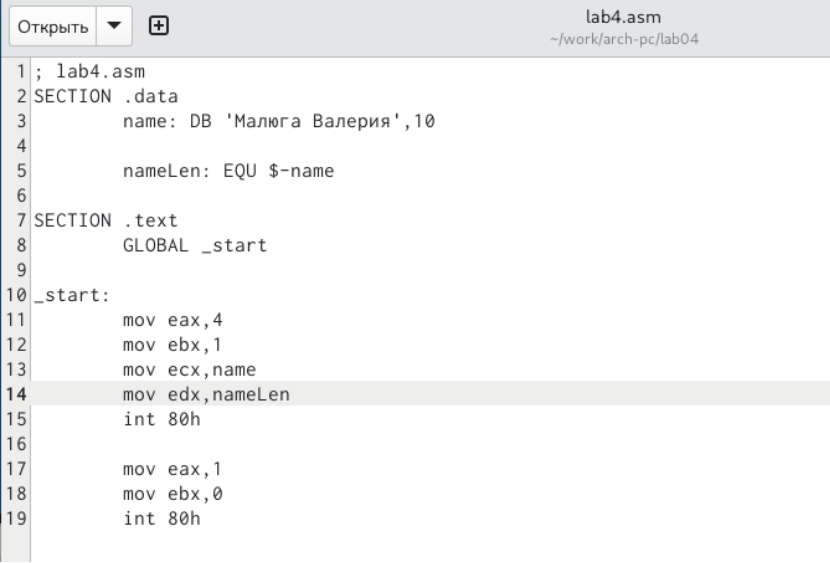
```
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ ./hello
Hello world!
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ █
```

Рис. 4.5: Запуск программы Hello world

## 4.6 Выполнение заданий для самостоятельной работы

1. В каталоге ~/work/arch-pc/lab04 с помощью команды `cp` создала копию файла `hello.asm` с именем `lab4.asm` (рис. [4.6]).
2. С помощью текстового редактора `gedit` внесла изменения в текст программы в файле `lab4.asm` так, чтобы вместо `Hello world!` на экран выводилась строка с моими фамилией и именем (рис. [4.6]).

```
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ cp hello.asm lab4.asm
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ ls
hello  hello.asm  hello.o  lab4.asm  list.lst  main  obj.o
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ gedit lab4.asm
```



```
1; lab4.asm
2SECTION .data
3    name: DB 'Малюга Валерия',10
4
5    nameLen: EQU $-name
6
7SECTION .text
8    GLOBAL _start
9
10_start:
11    mov eax,4
12    mov ebx,1
13    mov ecx,name
14    mov edx,nameLen
15    int 80h
16
17    mov eax,1
18    mov ebx,0
19    int 80h
```

Рис. 4.6: Изменение программы lab4.asm

3. Оттранслировала полученный текст программы lab4.asm в объектный файл. Выполнила компоновку объектного файла и запустила получившийся исполняемый файл (рис. [4.7]).

```
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ nasm -f elf lab4.asm
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ ls
hello  hello.asm  hello.o  lab4.asm  lab4.o  list.lst  main  obj.o
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ ld -m elf_i386 lab4.o -o lab4
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ ls
hello  hello.asm  hello.o  lab4  lab4.asm  lab4.o  list.lst  main  obj.o
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ ./lab4
Малюга Валерия
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $
```

Рис. 4.7: Трансляция в объектный файл и его компоновка. Запуск исполняемого файла

4. Скопировала файлы hello.asm и lab4.asm в локальный репозиторий в каталог ~/work/study/2023-2024/“Архитектура компьютера”/arch-pc/labs/lab04/. Загрузила файлы на Github (рис. [4.8]).

```

vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ cp hello.asm ~/work/study/2023-2024/"Архитектура компьютера"/arch-pc/labs/lab04/hello.asm
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ cp lab4.asm ~/work/study/2023-2024/"Архитектура компьютера"/arch-pc/labs/lab04/lab4.asm
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/arch-pc/lab04 $ cd ~/work/study/2023-2024/"Архитектура компьютера"/arch-pc/labs/lab04/
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab04 $ ls
hello.asm  lab4.asm  presentation  report
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab04 $ git add .
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab04 $ git commit -am 'feat(main): add files lab-4'
[master 6e0d07a] feat(main): add files lab-4
2 files changed, 38 insertions(+)
create mode 100644 labs/lab04/hello.asm
create mode 100644 labs/lab04/lab4.asm
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab04 $ git push
Перечисление объектов: 9, готово.
Подсчет объектов: 100% (9/9), готово.
При сжатии изменений используется до 6 потоков
Сжатие объектов: 100% (6/6), готово.
Запись объектов: 100% (6/6), 796 байтов | 796.00 КиБ/с, готово.
Всего 6 (изменений 2), повторно использовано 0 (изменений 0), повторно использовано пакетов 0
remote: Resolving deltas: 100% (2/2), completed with 2 local objects.
To github.com:vvmalyuga/study_2023-2024_arhpc.git
64c53a2..6e0d07a master -> master
vvmalyuga@dk8n56 ~/work/study/2023-2024/Архитектура компьютера/arch-pc/labs/lab04 $

```

Рис. 4.8: Копирование файлов в локальный репозиторий и отправка на Github

## **5 Выводы**

При выполнении данной лабораторной работы я освоила процедуры компиляции и сборки программ, написанных на ассемблере NASM.