

**Отчёт по лабораторной работе №4**  
**Дисциплина: Архитектура компьютеров и**  
**операционные системы**  
Борисова Ксения Михайловна

## **1 Цель работы**

Освоение процедуры компиляции и сборки программ, написанных на ассемблере NASM.

## Список иллюстраций

1	Создаю каталог для работы с программами на языке ассемблера NASM..	15
2	Компилирую текст программы	15
3	Задание 1	16
4	Задания 2 и 3	17
5	Задание 4	17

## 2 Задание

1. В каталоге `~/work/arch-pc/lab04` с помощью команды `cp` создайте копию файла `hello.asm` с именем `lab4.asm`
2. С помощью любого текстового редактора внесите изменения в текст программы в файле `lab4.asm` так, чтобы вместо `Hello world!` на экран выводилась строка с вашими фамилией и именем.
3. Оттранслируйте полученный текст программы `lab4.asm` в объектный файл. Выполните компоновку объектного файла и запустите получившийся исполняемый файл.
4. Скопируйте файлы `hello.asm` и `lab4.asm` в Ваш локальный репозиторий в каталог `~/work/study/2023-2024/"Архитектура компьютера"/arch-pc/labs/lab04/`.  
Загрузите файлы на Github

### **3 Теоретическое введение**

#### **4.2.1. 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. Физически шина представляет собой большое количество проводников, соединяющих устройства друг с другом. 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. Большинство команд в программах написанных на ассемблере используют регистры в качестве операндов.

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.

В качестве примера приведем названия основных регистров общего назначения (именно эти регистры чаще всего используются при написании программ):

- RAX, RCX, RDX, RBX, RSI, RDI — 64-битные
- EAX, ECX, EDX, EBX, ESI, EDI — 32-битные
- AX, CX, DX, BX, SI, DI — 16-битные
- AH, AL, CH, CL, DH, DL, BH, BL — 8-битные (половинки 16-битных регистров). Например, AH (high AX) — старшие 8 бит регистра AX, AL (low AX) — младшие 8 бит регистра AX.

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. В качестве примера приведем названия основных регистров общего назначения (именно эти регистры чаще всего используются при написании программ):

- RAX, RCX, RDX, RBX, RSI, RDI — 64-битные
- EAX, ECX, EDX, EBX, ESI, EDI — 32-битные
- AX, CX, DX, BX, SI, DI — 16-битные
- AH, AL, CH, CL, DH, DL, BH, BL — 8-битные (половинки 16-битных регистров). Например,

AH (high AX) — старшие 8 бит регистра AX, AL (low AX) — младшие 8 бит регистра AX.

Таким образом можно отметить, что вы можете написать в своей программе, например, такие команды (mov — команда пересылки данных на языке ассемблера):

```
mov ax, 1
```

```
mov eax, 1
```

Обе команды поместят в регистр AX число 1. Разница будет заключаться только в том, что вторая команда обнулит старшие разряды регистра EAX, то есть после выполнения второй команды в регистре EAX будет число 1. А первая команда оставит в старших разрядах регистра EAX старые данные. И если там были данные, отличные от нуля, то после выполнения первой команды в регистре EAX будет какое-то число, но не 1. А вот в регистре AX будет число 1.

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. ОЗУ состоит из одинаковых пронумерованных ячеек памяти. Номер ячейки памяти — это адрес хранящихся в ней данных.

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. Программа состоит из машинных команд, которые указывают, какие операции и над какими данными (или операндами), в какой последовательности необходимо выполнить.

Набор машинных команд определяется устройством конкретного процессора. Коды команд представляют собой многоразрядные двоичные комбинации из 0 и 1. 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 самом 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.

Данный алгоритм позволяет выполнить хранящуюся в ОЗУ программу. Кроме того, в зависимости от команды при её выполнении могут проходить не все этапы.

#### 4.2.2. 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, нежели в языках высокого уровня, таких как C/C++, Perl, Python и пр. Заметим, что получить полный доступ к ресурсам компьютера в современных архитектурах нельзя, самым низким уровнем работы

прикладной программы является обращение напрямую к ядру операционной системы. Именно на этом уровне и работают программы, написанные на ассемблере. Но 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.

Следует отметить, что процессор понимает не команды ассемблера, а последовательности из нулей и единиц — машинные коды. До появления языков ассемблера программистам приходилось писать программы, используя только лишь машинные коды, которые были крайне сложны для запоминания, так как представляли собой числа, записанные в двоичной или шестнадцатеричной системе счисления.

Преобразование или трансляция команд с языка ассемблера в исполняемый машинный код осуществляется специальной программой транслятором— Ассемблер.

Программы, написанные на языке ассемблера, не уступают в качестве и скорости программам, написанным на машинном языке, так как транслятор просто переводит мнемонические обозначения команд в последовательности бит (нулей и единиц).

Используемые мнемоники обычно одинаковы для всех процессоров одной архитектуры или семейства архитектур (среди широко известных — мнемоники процессоров и контроллеров x86, ARM, SPARC,

PowerPC, M68k). Таким образом для каждой архитектуры существует свой ассемблер и, соответственно, свой язык ассемблера.

Наиболее распространёнными ассемблерами для архитектуры x86 являются:

- для DOS/Windows: Borland Turbo Assembler (TASM), Microsoft Macro Assembler (MASM) и Watcom assembler (WASM);
- для GNU/Linux: gas (GNU Assembler), использующий AT&T-синтаксис, в отличие от большинства других популярных ассемблеров, которые используют Intel-синтаксис.

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.

Допустимыми символами в метках являются буквы, цифры, а также следующие символы:

\_, \$, #, @, ~, . и ?.

Начинаться метка или идентификатор могут с буквы, ., \_ и ?. Перед идентификаторами, которые пишутся как зарезервированные слова, нужно писать \$, чтобы компилятор трактовал его верно (так называемое экранирование). Максимальная длина идентификатора 4095 символов.

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.

#### 4.2.3. 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 `nas`, текста программы в машинный код, называемый объектным. На данном

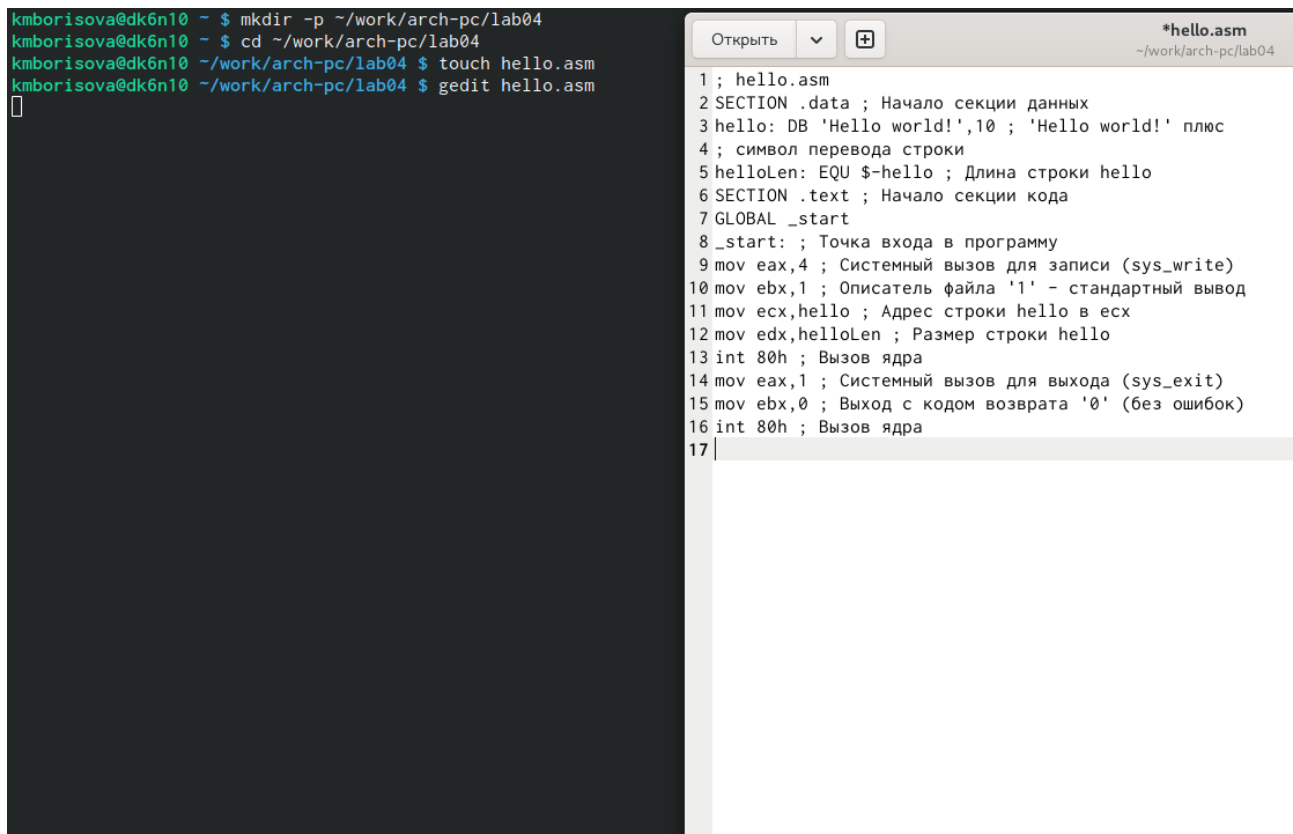
этапе также может быть получен листинг программы, содержащий кроме текста программы различную дополнительную информацию, созданную транслятором. Тип объектного файла — o, файла листинга — lst.

- 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.

Из-за специфики программирования, а также по традиции для создания программ на языке ассемблера обычно пользуются утилитами командной строки (хотя поддержка ассемблера есть в некоторых универсальных интегрированных средах).

## 4 Выполнение лабораторной работы

Создаю каталог для работы с программами на языке ассемблера NASM. Перехожу в созданный каталог. Создаю текстовый файл с именем hello.asm.



The screenshot shows a terminal window on the left and a text editor window on the right. The terminal shows the following commands and output:

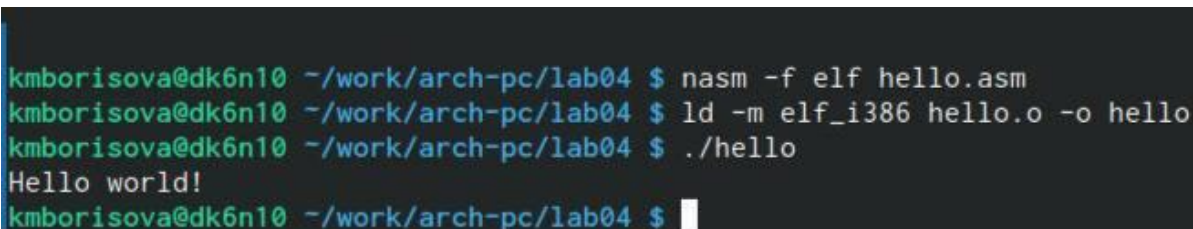
```
kmborisova@dk6n10 ~$ mkdir -p ~/work/arch-pc/lab04
kmborisova@dk6n10 ~$ cd ~/work/arch-pc/lab04
kmborisova@dk6n10 ~/work/arch-pc/lab04$ touch hello.asm
kmborisova@dk6n10 ~/work/arch-pc/lab04$ gedit hello.asm
```

The text editor window shows the content of hello.asm:

```
1 ; hello.asm
2 SECTION .data ; Начало секции данных
3 hello: DB 'Hello world!',10 ; 'Hello world!' плюс
4 ; символ перевода строки
5 helloLen: EQU $-hello ; Длина строки hello
6 SECTION .text ; Начало секции кода
7 GLOBAL _start
8 _start: ; Точка входа в программу
9 mov eax,4 ; Системный вызов для записи (sys_write)
10 mov ebx,1 ; Описатель файла '1' - стандартный вывод
11 mov ecx,hello ; Адрес строки hello в ecx
12 mov edx,helloLen ; Размер строки hello
13 int 80h ; Вызов ядра
14 mov eax,1 ; Системный вызов для выхода (sys_exit)
15 mov ebx,0 ; Выход с кодом возврата '0' (без ошибок)
16 int 80h ; Вызов ядра
17
```

Рис.1

Компилирую текст программы «Hello World».Компилирую исходный файл hello.asm в obj.o). Отправляю объектный файл на обработку компоновщику. Запускаю на выполнение созданный исполняемый файл.



The screenshot shows a terminal window with the following commands and output:

```
kmborisova@dk6n10 ~/work/arch-pc/lab04$ nasm -f elf hello.asm
kmborisova@dk6n10 ~/work/arch-pc/lab04$ ld -m elf_i386 hello.o -o hello
kmborisova@dk6n10 ~/work/arch-pc/lab04$ ./hello
Hello world!
kmborisova@dk6n10 ~/work/arch-pc/lab04$
```

Рис.2

Выполнив команду «ld -m elf\_i386 obj.o -o main» имя файла будет «main». Имя объектного файла- «obj.o».

#### 4.5. Выполнение самостоятельной работы

1. Создаю копию файла в каталоге hello.asm с именем lab4.asm

```
kmborisova@dk6n10 ~ $ gedit hello.asm
kmborisova@dk6n10 ~ $ cd ~/work/arch-pc/lab04
kmborisova@dk6n10 ~/work/arch-pc/lab04 $ ./hello
Hello world!
kmborisova@dk6n10 ~/work/arch-pc/lab04 $ cp hello.asm lab4.asm
kmborisova@dk6n10 ~/work/arch-pc/lab04 $ ls
hello  hello~  hello.asm  hello.o  lab4.asm  list.lst  main  obj.o
kmborisova@dk6n10 ~/work/arch-pc/lab04 $
```

Рис.3

2. С помощью любого текстового редактора вношу изменения в текст программы в файле lab4.asm так, чтобы вместо Hello world! на экран выводилась строка с моими фамилией и именем.

3. Оттранслировала полученный текст программы lab4.asm в объектный файл. Выполнила компоновку объектного файла и запустила получившийся исполняемый файл.

```
kmborisova@dk3n55 ~/work/arch-pc/lab04 $ nasm -f elf hello.asm
kmborisova@dk3n55 ~/work/arch-pc/lab04 $ nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm
kmborisova@dk3n55 ~/work/arch-pc/lab04 $ ld -m elf_i386 hello.o -o hello
kmborisova@dk3n55 ~/work/arch-pc/lab04 $ ld -m elf_i386 obj.o -o main
kmborisova@dk3n55 ~/work/arch-pc/lab04 $ ./hello
Борисова Ксения
kmborisova@dk3n55 ~/work/arch-pc/lab04 $
```

Рис.4. Задание 2 и 3

4. Копирую файлы hello.asm и lab4.asm в свой локальный репозиторий.

```
kmborisova@dk7n12 ~ $ cd ~/work/arch-pc/lab04
kmborisova@dk7n12 ~/work/arch-pc/lab04 $ cp hello.asm ~/work/study/2025-2026/"Архитектура компьютера."/study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04/report
kmborisova@dk7n12 ~/work/arch-pc/lab04 $ cp lab4.asm ~/work/study/2025-2026/"Архитектура компьютера."/study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04/report
kmborisova@dk7n12 ~/work/arch-pc/lab04 $ ls
hello hello~ hello.asm hello.o lab4.asm lab4.o list.lst main obj.o
kmborisova@dk7n12 ~/work/arch-pc/lab04 $ cd
kmborisova@dk7n12 ~ $ cd ~/work/study/2025-2026/"Архитектура компьютера."/study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04/report
kmborisova@dk7n12 ~/work/study/2025-2026/Архитектура компьютера./study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04/report $ ls
arch-pc--lab04--report.qmd _assets bib hello.asm image lab4.asm Makefile _quarto.yml _resources
kmborisova@dk7n12 ~/work/study/2025-2026/Архитектура компьютера./study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04/report $
```

*Рис.5*

Загружаю файлы на Github.

## 5 Выводы

В ходе выполнения работы, я освоила процедуры компиляции и сборки программ, написанных на ассемблере NASM.

## Список литературы

ТУИС [Архитектура ЭВМ

4. Лабораторная работа №4. Создание и процесс обработки программ на языке ассемблера NASM]