

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ОТЧЕТ

ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 4

дисциплина: *Архитектура компьютера*

Студент: Загидуллина Э. Д.

Группа: НБИбд-01-25

МОСКВА

2025 г.

Оглавление

1. Цель работы.....	4
2. Задание.....	5
3. Теоретическое введение.....	6
4. Выполнение лабораторной работы.....	8
4.1 Создание программы Hello world	8
4.2 Работа с транслятором NASM	9
4.3 Работа с расширенным синтаксисом командной строки NASM.....	9
4.4 Работа с компоновщиком LD	10
4.5 Запуск исполняемого файла.....	11
4.6 Задание для самостоятельной работы	11
5 Выводы	13

Список иллюстраций

Рис. 4.1 Перемещение между директориями

Рис. 4.2 Создание пустого файла

Рис. 4.3 Открытие файла в текстовом редакторе

Рис. 4.4 Заполнение файла

Рис. 4.5 Компиляция текста программы и проверка правильности выполнения

Рис. 4.6 Скачивание библиотеки NASM

Рис. 4.7 Компиляция текста программы и проверка правильности выполнения

Рис. 4.8 Скачивание библиотеки binutils

Рис. 4.9 Передача объектного файла на обработку компоновщику проверка
правильности выполнения

Рис. 4.10 Запуск исполняемого файла

Рис. 4.11 Создание копии файла

Рис. 4.12 Открытие текстового редактора

Рис. 4.13 Редактирование текста программы

Рис. 4.14 Компиляция текста программы и проверка создания файла

Рис. 4.15 Передача объектного файла на обработку компоновщику и проверка

Рис. 4.16 Запуск исполняемого файла и вывод содержимого на экран

Рис. 4.17 Загрузка файлов на GitHub

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

Основными функциональными элементами любой 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 плате. Основной задачей процессора является обработка информации, а также организация координации всех узлов компьютера. В состав центрального процессора 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 operandов. 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

Другим важным узлом ЭВМ является оперативное запоминающее устройство

(ОЗУ). ОЗУ — это быстродействующее энергозависимое запоминающее устройство, которое напрямую взаимодействует 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. Периферийные устройства в составе ЭВМ: - устройства внешней памяти, которые предназначены для долговременного хранения больших объёмов данных. - 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.

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. 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.

Язык ассемблера (assembly language, сокращённо asm) — машинноориентированный язык низкого уровня. 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.

4. Выполнение лабораторной работы

4.1 Создание программы Hello world

С помощью утилиты cd перемещаюсь в каталог, в котором буду работать (рис. 4.1).

```
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs$ ls
lab01 lab02 lab03 lab04 lab05 lab06 lab07 lab08 lab09 lab10 lab11 README.md README.ru.md
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs$ cd lab04
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs/lab04$ ls
presentation_report
```

Рис. 4.1 Перемещение между директориями

Создаю в текущем каталоге пустой текстовый файл hello.asm с помощью утилиты touch (рис. 4.2).

```
presentation_report
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs/lab04$ touch hello.asm
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs/lab04$
```

Рис. 4.2 Создание пустого файла

Открываю созданный файл в текстовом редакторе gedit (рис. 4.3)

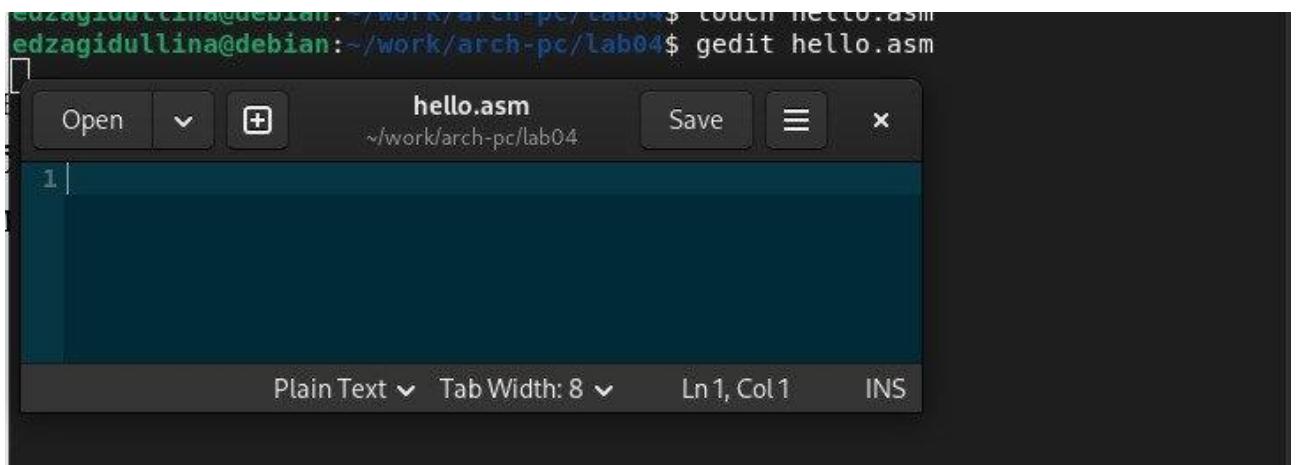


Рис. 4.3 Открытие файла в текстовом редакторе

Заполняю файл, вставляя в него программу для вывода “Hello word!” (рис. 4.4)

The screenshot shows a text editor window titled "hello.asm". The code is written in NASM assembly language. It defines a data section containing the string "Hello world!", calculates its length, and then defines a .text section containing the _start label, which initializes registers for a system call to write the string to standard output, followed by a system call to exit.

```
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
7 SECTION .text ; Начало секции кода
8     GLOBAL _start
9
10 _start: ; Точка входа в программу
11     mov eax,4 ; Системный вызов для записи (sys_write)
12     mov ebx,1 ; Описатель файла '1' - стандартный вывод
13     mov ecx,hello ; Адрес строки hello в ecx
14     mov edx,helloLen ; Размер строки hello
15     int 80h ; Вызов ядра
16
17     mov eax,1 ; Системный вызов для выхода (sys_exit)
18     mov ebx,0 ; Выход с кодом возврата '0' (без ошибок)
19     int 80h ; Вызов ядра
```

Рис. 4.4 Заполнение файла

4.2 Работа с транслятором NASM

Превращаю текст программы для вывода “Hello world!” в объектный код с помощью транслятора NASM, используя команду nasm -f elf hello.asm, ключ -f указывает транслятору nasm, что требуется создать бинарный файл в формате ELF (рис. 4.5). Далее проверяю правильность выполнения команды с помощью утилиты ls: действительно, создан файл “hello.o”.

```
edzagidullina@debian:~/work/study/2025-2026/Архитектура компьютера/study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04$ nasm -f elf hello.asm
edzagidullina@debian:~/work/study/2025-2026/Архитектура компьютера/study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04$ ls
hello.asm  hello.o  presentation  report
```

Рис. 4.5 Компиляция текста программы и проверка правильности выполнения

4.3 Работа с расширенным синтаксисом командной строки NASM

Скачиваю библиотеку NASM для работы с командой nasm (рис.4.6)

```

edzagidullina@debian:~/work/arch-pc/lab04$ sudo apt update
[sudo] password for edzagidullina:
Hit:1 http://deb.debian.org/debian trixie InRelease
Get:2 http://security.debian.org/debian-security trixie-security InRelease [43.4 kB]
Get:3 http://deb.debian.org/debian trixie-updates InRelease [47.3 kB]
Get:4 https://downloads.typr.a.../ InRelease [1,656 B]
Ign:4 https://downloads.typr.a.../ InRelease
Fetched 92.4 kB in 1s (135 kB/s)
111 packages can be upgraded. Run 'apt list --upgradable' to see them.
[Warning: OpenPGP signature verification failed: https://downloads.typr.a.../ InRelease: Sub-process /usr/bin/sq... returned an error code (1), error message is: Missing key 4AC41BE6884ADAB7439FBF98A300B7755AFCFAE, which is needed to verify signature.
edzagidullina@debian:~/work/arch-pc/lab04$ sudo apt install nasm
Installing:
  nasm

Summary:
  Upgrading: 0, Installing: 1, Removing: 0, Not Upgrading: 111
  Download size: 418 kB
  Space needed: 3,448 kB / 57.6 GB available

Get:1 http://deb.debian.org/debian trixie/main amd64 nasm amd64 2.16.03-1 [418 kB]
Fetched 418 kB in 0s (1,442 kB/s)
Selecting previously unselected package nasm.
(Reading database ... 131345 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../nasm_2.16.03-1_amd64.deb ...
Unpacking nasm (2.16.03-1) ...
Setting up nasm (2.16.03-1) ...
Processing triggers for man-db (2.13.1-1) ...
edzagidullina@debian:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -v
NASM version 2.16.03

```

Рис. 4.6 Скачивание библиотеки NASM

Ввожу команду, которая скомпилирует файл hello.asm в файл obj.o, при этом в файл будут включены символы для отладки (ключ -g), также с помощью ключа -l будет создан файл list.lst (рис.4.7). Далее проверяю с помощью ls правильность выполнения команды

```

edzagidullina@debian:~/work/study/2025-2026/Архитектура компьютера/study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04$ nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm
edzagidullina@debian:~/work/study/2025-2026/Архитектура компьютера/study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04$ ls
hello.asm hello.o list.lst obj.o presentation report

```

Рис. 4.7 Компиляция текста программы и проверка правильности выполнения

4.4 Работа с компоновщиком LD

Скачиваю библиотеку binutils для работы с LD (рис. 4.8)

```

Setting up binutils-common:amd64 (2.44-3) ...
Setting up libctf-nobfd0:amd64 (2.44-3) ...
Setting up libsframe1:amd64 (2.44-3) ...
Setting up libbinutils:amd64 (2.44-3) ...
Setting up libctf0:amd64 (2.44-3) ...
Setting up libgprofng0:amd64 (2.44-3) ...
Setting up binutils-x86-64-linux-gnu (2.44-3) ...
Setting up binutils (2.44-3) ...
Processing triggers for libc-bin (2.41-12) ...
Processing triggers for man-db (2.13.1-1) ...
edzagidullina@debian:~/work/arch-pc/lab04$ binutils -v
bash: binutils: command not found
edzagidullina@debian:~/work/arch-pc/lab04$ ld -v
GNU ld (GNU Binutils for Debian) 2.44

```

Рис. 4.8 Скачивание библиотеки binutils

Передаю объектный файл hello.o на обработку компоновщику LD, чтобы получить исполняемый файл hello (рис. 4.9). Ключ -o задает имя создаваемого исполняемого файла. Далее проверяю с помощью утилиты ls правильность выполнения команды.

```
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs/lab04$ ld -m elf_i386 hello.o -o hello
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs/lab04$ ls
```

Рис. 4.9 Передача объектного файла на обработку компоновщику проверка
правильности выполнения

4.5 Запуск исполняемого файла

Запускаю на выполнение созданный исполняемый файл hello (рис. 4.10)

```
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs/lab04$ ./hello
Hello world!
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs/lab04$
```

Рис. 4.10 Запуск исполняемого файла

4.6 Задание для самостоятельной работы

С помощью утилиты cp создаю в текущем каталоге копию файла hello.asm с именем lab4.asm (рис. 4.11).

```
Hello world!
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs/lab04$ cp hello.asm lab4.asm
```

Рис. 4.11 Создание копии файла

С помощью текстового редактора gedit вношу изменения в текст программы в файле lab4.asm так, чтобы вместо “Hello World!” на экране выводилась строка с моим именем и фамилией (“Elina Zagidullina”) (рис. 4.12) (рис. 4.13)

```
edzagidullina@debian:~/work/study/2025-2026/Архитектура компьютера/study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04$ gedit lab4.asm  
edzagidullina@debian:~/work/study/2025-2026/Архитектура компьютера/study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04$
```

Рис. 4.12 Открытие текстового редактора

The screenshot shows the Gedit text editor with the file 'lab4.asm' open. The code is an assembly program:

```
1 ; lab4.asm
2 SECTION .data ; Начало секции данных
3     lab4: DB 'Elina Zagidullina',10
4
5     lab4Len: EQU $-lab4 ; Длина строки lab4
6
7 SECTION .text ; Начало секции кода
8     GLOBAL _start
9
10 _start: ; Точка входа в программу
11     mov eax,4 ; Системный вызов для записи (sys_write)
12     mov ebx,1 ; Описатель файла '1' - стандартный вывод
13     mov ecx,lab4 ; Адрес строки lab4 в ecx
14     mov edx,lab4Len ; Размер строки lab
15     int 80h ; Вызов ядра
16
17     mov eax,1 ; Системный вызов для выхода (sys_exit)
18     mov ebx,0 ; Выход с кодом возврата '0' (без ошибок)
19     int 80h ; Вызов ядра
20
```

The code defines a string 'Elina Zagidullina' and calculates its length. It then prints the string to standard output and exits.

Рис. 4.13 Редактирование текста программы

Компилирую текст программы в объектный файл (рис. 4.14). Проверяю с помощью утилиты ls, что файл lab4.o создан.

```
edzagidullina@debian:~/work/study/2025-2026/Архитектура компьютера/study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04$ nasm -f elf lab4.asm
edzagidullina@debian:~/work/study/2025-2026/Архитектура компьютера/study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04$ ls
hello hello.asm hello.o lab4.asm lab4.o list.lst main obj.o presentation report
```

Рис. 4.14 Компиляция текста программы и проверка создания файла

Передаю объектный файл lab4.o на обработку компоновщику LD, чтобы получить исполняемый файл lab5 (рис. 4.15)

```
edzagidullina@debian:~/work/study/2025-2026/Архитектура компьютера/study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04$ ld -m elf_i386 lab4.o -o lab4
edzagidullina@debian:~/work/study/2025-2026/Архитектура компьютера/study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04$ ls
bash: dy: command not found
edzagidullina@debian:~/work/study/2025-2026/Архитектура компьютера/study_2025-2026_arh-pc/labs/lab04$ ls
hello hello.asm hello.o lab4 lab4.asm lab4.o list.lst main obj.o presentation report
```

Рис. 4.15 Передача объектного файла на обработку компоновщику и проверка

Запускаю исполняемый файл lab4, на экран действительно выводятся мои имя и фамилия (рис. 4.16)

```
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs/lab04$ ./lab4
Elina Zagidullina
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs/lab04$
```

Рис. 4.16 Запуск исполняемого файла и вывод содержимого на экран

Копирую файлы hello.asm и lab.asm в личный репозиторий и загружаю файлы на GitHub (рис. 4.17)

```
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs/lab04$ git add .
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs/lab04$ git commit -m "Add files for lab4"
[master 971a525] Add files for lab4
 9 files changed, 61 insertions(+)
 create mode 100755 labs/lab04/hello
 create mode 100644 labs/lab04/hello.asm
 create mode 100644 labs/lab04/hello.o
 create mode 100755 labs/lab04/lab4
 create mode 100644 labs/lab04/lab4.asm
 create mode 100644 labs/lab04/lab4.o
 create mode 100644 labs/lab04/list.lst
 create mode 100755 labs/lab04/main
 create mode 100644 labs/lab04/obj.o
edzagidullina@debian:~/work/study/2025–2026/Архитектура компьютера/study_2025–2026_arh-pc/labs/lab04$
```

Рис. 4.17 Загрузка файлов на GitHub

5 Выводы

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