

# **Отчёт по лабораторной работе №4**

**дисциплина: Архитектура компьютера**

Мазурский Александр Дмитриевич

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>10</b>
4.1	Программа Hello world! . . . . .	10
4.2	Транслятор NASM . . . . .	11
4.3	Расширенный синтаксис командной строки NASM . . . . .	12
4.4	Компоновщик LD . . . . .	13
4.5	Запуск исполняемого файла . . . . .	14
4.6	Задания для самостоятельной работы . . . . .	14
<b>5</b>	<b>Выводы</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>Список литературы</b>	<b>18</b>

## Список иллюстраций

4.1	Создание рабочей директории . . . . .	10
4.2	Создание .asm файла . . . . .	11
4.3	Редактирование файла . . . . .	11
4.4	Компиляция программы . . . . .	12
4.5	Возможности синтаксиса NASM . . . . .	12
4.6	Отправка файла компоновщику . . . . .	13
4.7	Создание исполняемого файла . . . . .	13
4.8	Запуск программы . . . . .	14
4.9	Создание копии . . . . .	14
4.10	Редактирование копии . . . . .	15
4.11	Проверка работоспособности скомпонованной программы . . . . .	15
4.12	Отправка файлов в локальный репозиторий . . . . .	16
4.13	Загрузка изменений . . . . .	16

## **Список таблиц**

# **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 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

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. 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



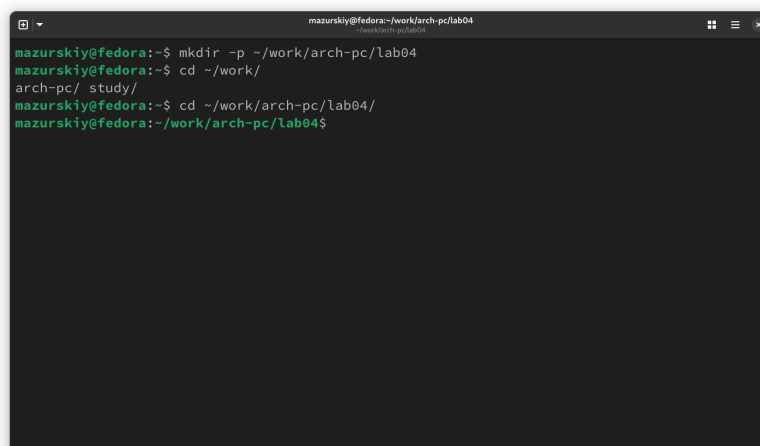
следующей команде.

Язык ассемблера (assembly language, сокращённо asm) — машинно-ориентированный 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 Программа Hello world!

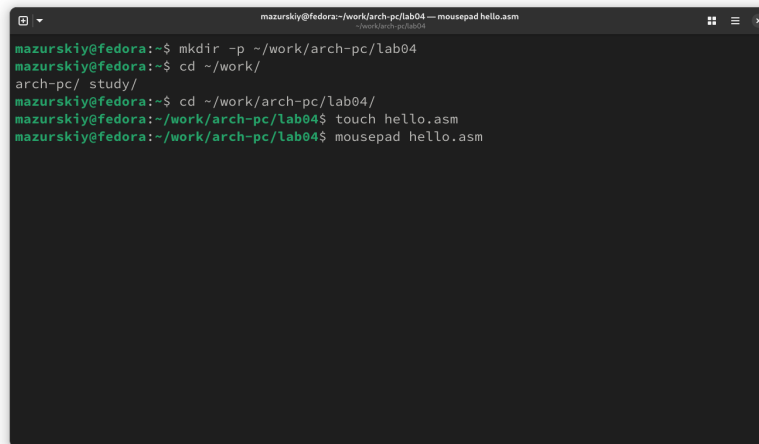
В домашней директории создаю каталог, в котором буду хранить файлы для текущей лабораторной работы. (рис. 4.1)

A screenshot of a terminal window with a dark background. The window title is 'mazurskiy@fedora: ~/work/arch-pc/lab04'. The terminal shows a sequence of commands and their outputs: 'mkdir -p ~/work/arch-pc/lab04' is executed, followed by 'cd ~/work/' which changes the directory to 'arch-pc/'. Then 'cd ~/work/arch-pc/lab04/' is executed, changing the directory to the final path. The prompt changes from '~\$' to '~/work/arch-pc/lab04\$' after each successful command.

```
mazurskiy@fedora:~$ mkdir -p ~/work/arch-pc/lab04
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/
arch-pc/ study/
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/arch-pc/lab04/
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$
```

Рис. 4.1: Создание рабочей директроии

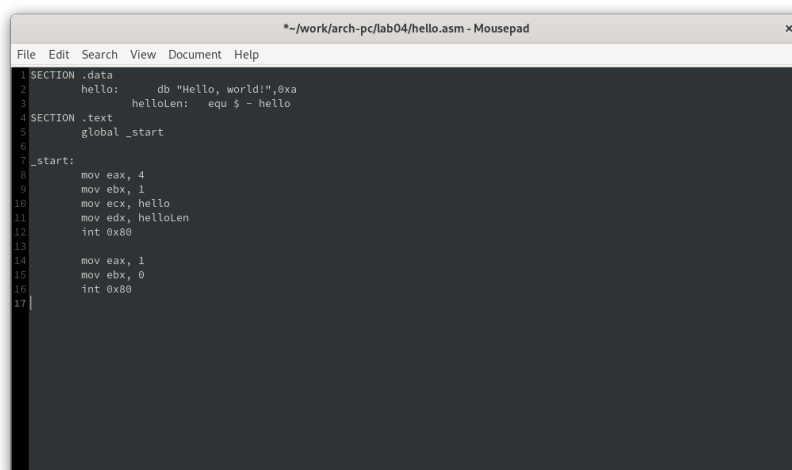
Создаю в нем файл `hello.asm`, в котором буду писать программу на языке ассемблера. (рис. 4.2)



```
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04 — mousepad hello.asm
mazurskiy@fedora:~$ mkdir -p ~/work/arch-pc/lab04
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/
arch-pc/ study/
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/arch-pc/lab04/
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ touch hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ mousepad hello.asm
```

Рис. 4.2: Создание .asm файла

С помощью редактора пишу программу в созданном файле. (рис. 4.3)



```
*~/work/arch-pc/lab04/hello.asm - Mousepad
File Edit Search View Document Help
1 SECTION .data
2     hello:    db "Hello, world!",0xa
3             helloLen: equ $ - hello
4 SECTION .text
5     global _start
6
7 _start:
8     mov eax, 4
9     mov ebx, 1
10    mov ecx, hello
11    mov edx, helloLen
12    int 0x80
13
14    mov eax, 1
15    mov ebx, 0
16    int 0x80
17
```

Рис. 4.3: Редактирование файла

## 4.2 Транслятор NASM

Компилирую с помощью NASM свою программу. (рис. 4.4)

```
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04
mazurskiy@fedora:~$ mkdir -p ~/work/arch-pc/lab04
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/
arch-pc/ study/
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/arch-pc/lab04/
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ touch hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ mousepad hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -f elf hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello.asm  hello.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$
```

Рис. 4.4: Компиляция программы

## 4.3 Расширенный синтаксис командной строки NASM

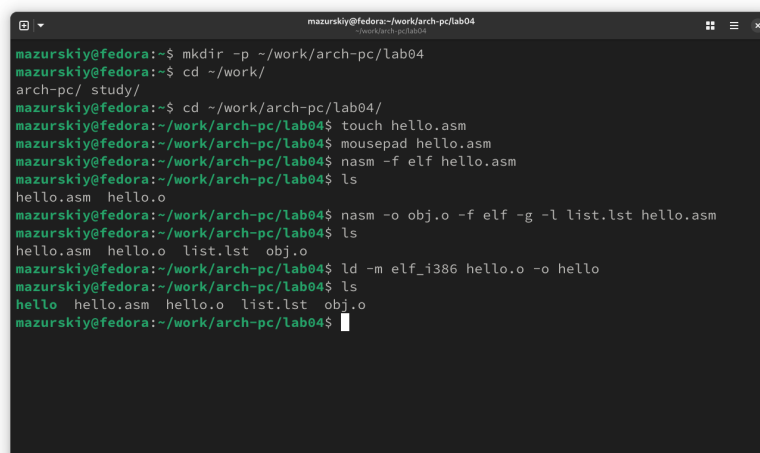
Выполняя команду, указанную на (рис. 4.5), она скомпилировала исходный файл hello.asm в obj.o, расширение .o говорит о том, что файл - объектный, помимо него флаги -g -l подготовят файл отладки и листинга соответственно.

```
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04
mazurskiy@fedora:~$ mkdir -p ~/work/arch-pc/lab04
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/
arch-pc/ study/
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/arch-pc/lab04/
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ touch hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ mousepad hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -f elf hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello.asm  hello.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello.asm  hello.o  list.lst  obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$
```

Рис. 4.5: Возможности синтаксиса NASM

## 4.4 Компоновщик LD

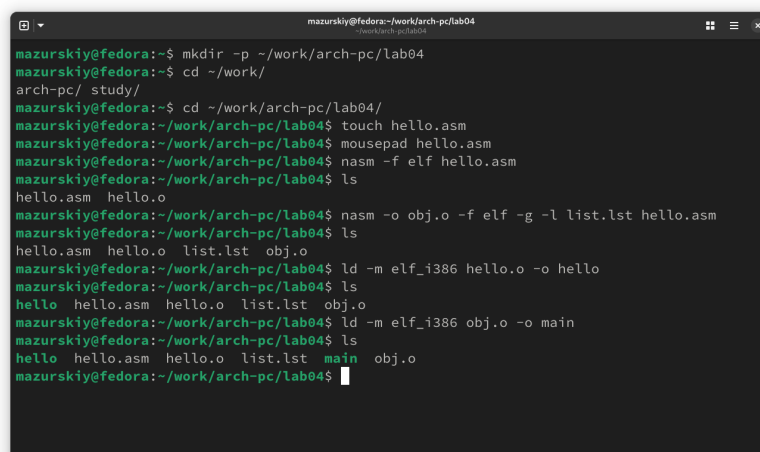
Затем мне необходимо передать объектный файл компоновщику, делаю это с помощью команды `ld`. (рис. 4.6)



```
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04
mazurskiy@fedora:~$ mkdir -p ~/work/arch-pc/lab04
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/
arch-pc/ study/
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/arch-pc/lab04/
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ touch hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ mousepad hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -f elf hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello.asm  hello.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello.asm  hello.o  list.lst  obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ld -m elf_i386 hello.o -o hello
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello  hello.asm  hello.o  list.lst  obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$
```

Рис. 4.6: Отправка файла компоновщику

Выполняю следующую команду ..., результатом исполнения команды будет созданный файл `main`, скомпонованный из объектного файла `obj.o`. (рис. 4.7)

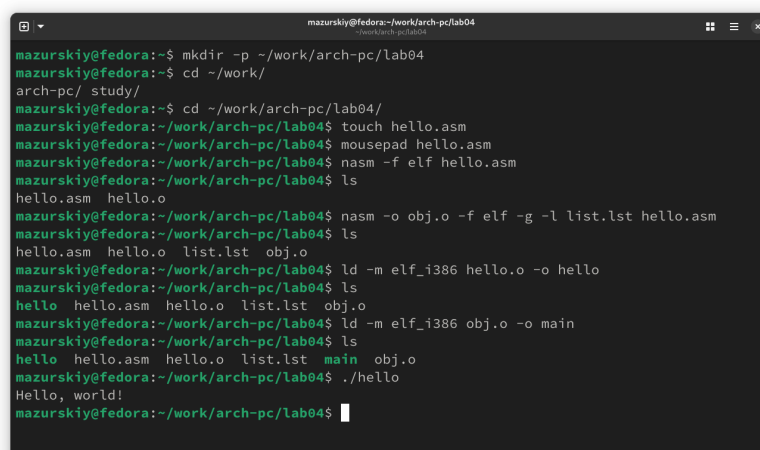


```
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04
mazurskiy@fedora:~$ mkdir -p ~/work/arch-pc/lab04
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/
arch-pc/ study/
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/arch-pc/lab04/
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ touch hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ mousepad hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -f elf hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello.asm  hello.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello.asm  hello.o  list.lst  obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ld -m elf_i386 hello.o -o hello
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello  hello.asm  hello.o  list.lst  obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ld -m elf_i386 obj.o -o main
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello  hello.asm  hello.o  list.lst  main  obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$
```

Рис. 4.7: Создание исполняемого файла

## 4.5 Запуск исполняемого файла

Запускаю исполняемый файл из текущего каталога. (рис. 4.8)

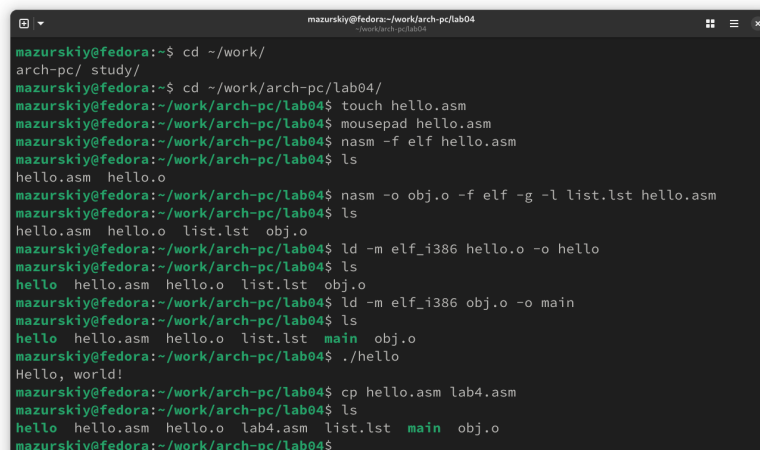


```
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04
mazurskiy@fedora:~$ mkdir -p ~/work/arch-pc/lab04
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/
arch-pc/ study/
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/arch-pc/lab04/
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ touch hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ mousepad hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -f elf hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello.asm  hello.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello.asm  hello.o  list.lst  obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ld -m elf_i386 hello.o -o hello
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello  hello.asm  hello.o  list.lst  obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ld -m elf_i386 obj.o -o main
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello  hello.asm  hello.o  list.lst  main  obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ./hello
Hello, world!
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$
```

Рис. 4.8: Запуск программы

## 4.6 Задания для самостоятельной работы

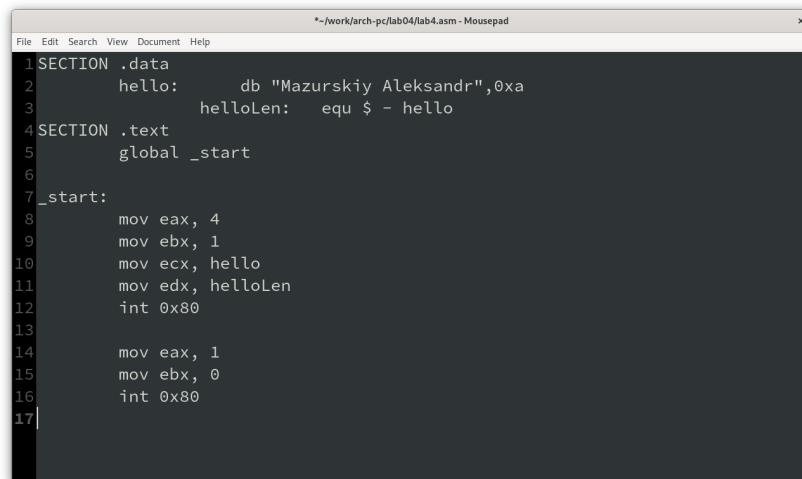
Создаю копию файла для последующей работы с ней. (рис. 4.9)



```
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/
arch-pc/ study/
mazurskiy@fedora:~$ cd ~/work/arch-pc/lab04/
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ touch hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ mousepad hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -f elf hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello.asm  hello.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello.asm  hello.o  list.lst  obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ld -m elf_i386 hello.o -o hello
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello  hello.asm  hello.o  list.lst  obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ld -m elf_i386 obj.o -o main
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello  hello.asm  hello.o  list.lst  main  obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ./hello
Hello, world!
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ cp hello.asm lab4.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello  hello.asm  hello.o  lab4.asm  list.lst  main  obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$
```

Рис. 4.9: Создание копии

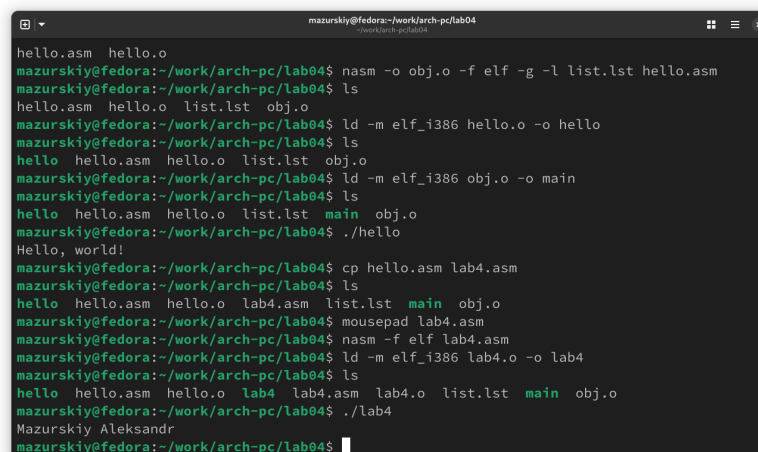
Редактирую копию файла, заменив текст на свое имя и фамилию. (рис. 4.10)



```
1 SECTION .data
2     hello:      db "Mazurskiy Aleksandr",0xa
3               helloLen: equ $ - hello
4 SECTION .text
5     global _start
6
7 _start:
8     mov eax, 4
9     mov ebx, 1
10    mov ecx, hello
11    mov edx, helloLen
12    int 0x80
13
14    mov eax, 1
15    mov ebx, 0
16    int 0x80
17
```

Рис. 4.10: Редактирование копии

Транслирую копию файла в объектный файл, компоную и запускаю. (рис. 4.11)



```
hello.asm hello.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello.asm hello.o list.lst obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ld -m elf_i386 hello.o -o hello
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello hello.asm hello.o list.lst obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ld -m elf_i386 obj.o -o main
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello hello.asm hello.o list.lst main obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ./hello
Hello, world!
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ cp hello.asm lab4.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello hello.asm hello.o lab4.asm list.lst main obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ mousepad lab4.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -f elf lab4.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ld -m elf_i386 lab4.o -o lab4
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello hello.asm hello.o lab4 lab4.asm lab4.o list.lst main obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ./lab4
Mazurskiy Aleksandr
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$
```

Рис. 4.11: Проверка работоспособности скомпонованной программы

Убедившись в корректности работы программы, копирую рабочие файлы в свой локальный репозиторий. (рис. 4.12)

```
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello hello.asm hello.o list.lst obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ld -m elf_i386 obj.o -o main
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello hello.asm hello.o list.lst main obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ./hello
Hello, world!
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ cp hello.asm lab4.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello hello.asm hello.o lab4.asm list.lst main obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ mousepad lab4.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ nasm -f elf lab4.asm
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ld -m elf_i386 lab4.o -o lab4
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ls
hello hello.asm hello.o lab4 lab4.asm lab4.o list.lst main obj.o
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ ./lab4
Mazurskiy Aleksandr
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ cp hello.asm lab4.asm ../../study/2024-2025/arch/pc/labs/lab04/
mazurskiy@fedora:~/work/arch-pc/lab04$ cd ../../study/2024-2025/arch/arch-pc/labs/lab04/
mazurskiy@fedora:~/work/study/2024-2025/arch/arch-pc/labs/lab04$ ls
hello.asm lab4.asm presentation report texput.log
mazurskiy@fedora:~/work/study/2024-2025/arch/arch-pc/labs/lab04$
```

Рис. 4.12: Отправка файлов в локальный репозиторий

Загрузка изменений на свой удаленный репозиторий на GitHub. (рис. 4.13)

```
mazurskiy@fedora:~/work/study/2024-2025/arch/arch-pc/labs/lab04$ git add .
mazurskiy@fedora:~/work/study/2024-2025/arch/arch-pc/labs/lab04$ git status
On branch master
Your branch is up to date with 'origin/master'.

Changes to be committed:
  (use "git restore --staged <file>..." to unstage)
    new file:   hello.asm
    new file:   lab4.asm

Changes not staged for commit:
  (use "git add <file>..." to update what will be committed)
  (use "git restore <file>..." to discard changes in working directory)
    modified:   ../lab03/report/report.docx
    modified:   ../lab03/report/report.pdf

mazurskiy@fedora:~/work/study/2024-2025/arch/arch-pc/labs/lab04$ git commit -m "feat(main): upload 4 lab work"
[master a3a6909] feat(main): upload 4 lab work
 2 files changed, 32 insertions(+)
 create mode 100644 labs/lab04/hello.asm
 create mode 100644 labs/lab04/lab4.asm
mazurskiy@fedora:~/work/study/2024-2025/arch/arch-pc/labs/lab04$ git push
Enumerating objects: 9, done.
Counting objects: 100% (9/9), done.
Delta compression using up to 12 threads
Compressing objects: 100% (6/6), done.
Writing objects: 100% (6/6), 681 bytes | 681.00 KiB/s, done.
Total 6 (delta 3), reused 0 (delta 0), pack-reused 0 (from 0)
remote: Resolving deltas: 100% (3/3), completed with 2 local objects.
To github.com:nowherewasere/study_2024_2025_arch-pc.git
 7fad9af..a3a6909 master -> master
mazurskiy@fedora:~/work/study/2024-2025/arch/arch-pc/labs/lab04$
```

Рис. 4.13: Загрузка изменений



## 5 Выводы

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

## **6 Список литературы**

1. Пример выполнения лабораторной работы
2. Курс на ТУИС
3. Лабораторная работа №4
4. Программирование на языке ассемблера NASM Столяров А. В.