

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: Жарикова Таисия Александровна

Группа: НКАбд-05-24

МОСКВА

2024 г.

Содержание

1.Цель работы	3
2.Задание.....	4
3.Теоретическое введение	5
4.Выполнение лабораторной работы	
4.1.Создание программы Hello world!.....	7
4.2.Работа с транслятором NASM.....	8
4.3.Работа с расширенным синтаксисом командной строки NASM	9
4.4.Работа с компоновщиком LD.....	9
4.5.Запуск исполняемого файла.....	9
4.6.Выполнение заданий для самостоятельной работы	10
5.Выводы	12
6.Источники	13

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 компонентами любой ЭВМ (электронно-вычислительной машины) являются центральный процессор, память и периферийные устройства. Эти элементы взаимодействуют через общую шину, которая физически представляет собой набор проводников, соединяющих устройства. В современных компьютерах проводники выполнены в виде дорожек на материнской плате. Основная задача процессора заключается в обработке информации и координации всех компонентов системы.

Центральный процессор состоит из следующих элементов:

1. Арифметико-логическое устройство (АЛУ) — выполняет арифметические и логические операции для обработки данных, хранящихся в памяти.
2. Устройство управления (УУ) — управляет работой всех компонентов компьютера.
3. Регистры — быстрая внутренняя память процессора для хранения промежуточных результатов вычислений. Регистры делятся на два типа: общегоназначения и специальные.

Для программирования на языке ассемблера важно знать, какие регистры доступны и как они используются, поскольку большинство команд работают с данными, находящимися в регистрах. В архитектуре x86 регистры имеют следующие обозначения:

- 64-битные: RAX, RCX, RDX, RBX, RSI, RDI
- 32-битные: EAX, ECX, EDX, EBX, ESI, EDI
- 16-битные: AX, CX, DX, BX, SI, DI
- 8-битные: AH, AL, CH, CL, DH, DL, BH, BL

Ещё одним важным компонентом ЭВМ является оперативная память (ОЗУ), которая представляет собой быстродействующее энергозависимое устройство, предназначенное для хранения программ и данных, с которыми процессор работает в данный момент. ОЗУ состоит из ячеек памяти, каждая из которых имеет свой адрес.

Периферийные устройства включают:

- Устройства внешней памяти для долгосрочного хранения данных.
- Устройства ввода-вывода для взаимодействия компьютера с внешней средой.

Компьютер работает на основе принципа программного управления, выполняя задачи как последовательность действий, записанных в программе. Команды процессора имеют двоичное представление и состоят из

операционной и адресной частей. Операционная часть хранит код команды, а адресная — данные или их адреса.

Командный цикл процессора включает следующие этапы:

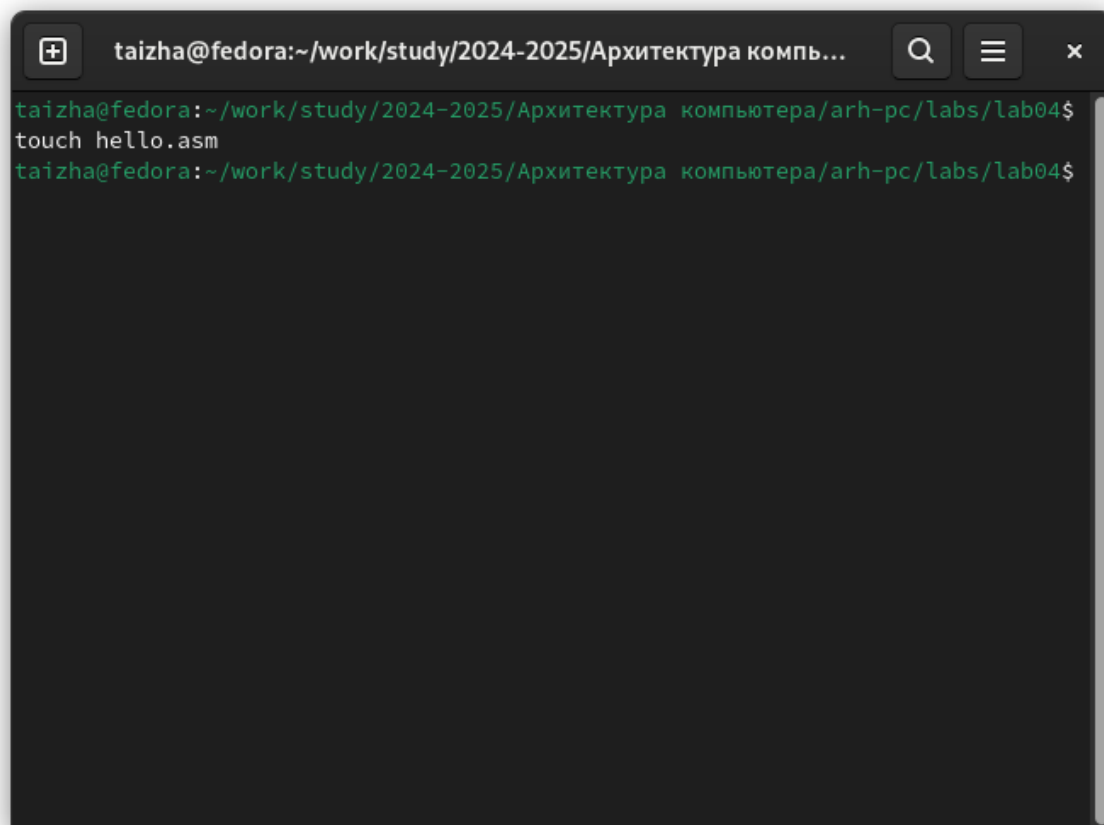
1. Формирование адреса команды в памяти.
2. Чтение команды и её декодирование.
3. Выполнение команды.
4. Переход к следующей команде.

Язык ассемблера (asm) — это машинно-ориентированный язык низкого уровня. NASM — это популярный ассемблер, поддерживающий синтаксис Intel инструкции архитектуры x86-64, позволяющий создавать объектные файлы для различных операционных систем.

4. Выполнение лабораторной работы

1. Создание программы Hello world!

С помощью утилиты `cd` перемещаюсь в каталог, в котором буду работать. Создаю в текущем каталоге пустой текстовый файл `hello.asm` с помощью утилиты `touch` (рис. 1).

A terminal window with a dark background. The title bar shows the user 'taizha@fedora' and the current directory '~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...'. The terminal content shows the user at the prompt 'taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04\$' typing the command 'touch hello.asm'. The next line shows the prompt again, indicating the command was executed successfully.

```
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
touch hello.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
```

Рис.1 Создание файла

Открываю созданный файл в `mouespad` (рис. 2).

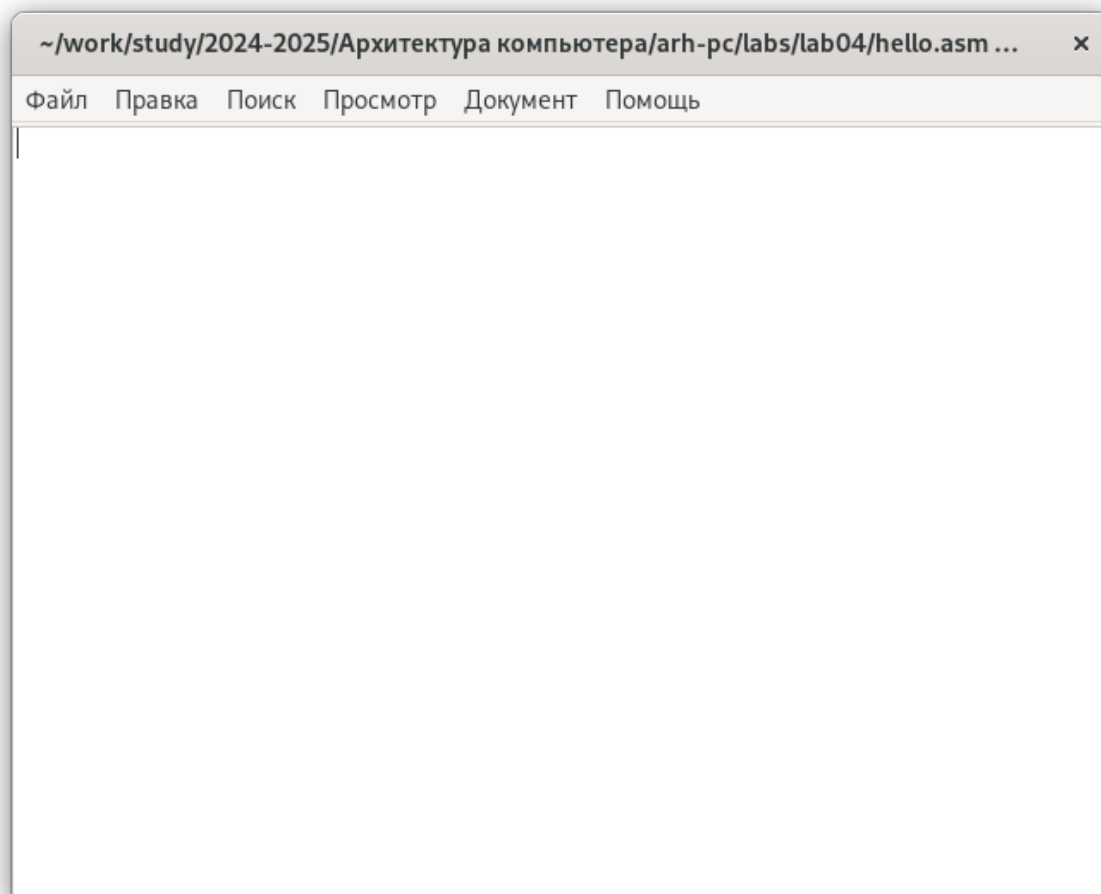
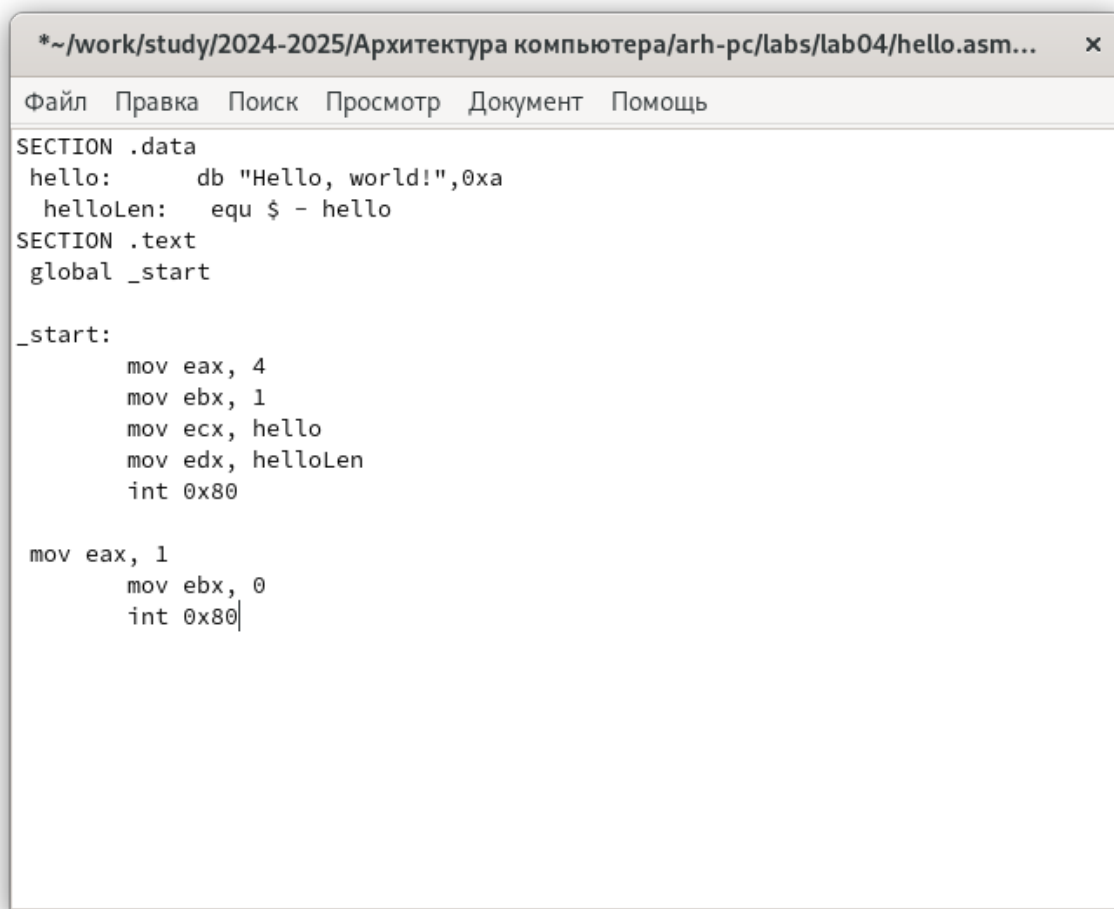


Рис.2 Открытие файла

Заполняю файл, вставляя в него программу для вывода “Hello word!”(рис. 3).



```
*~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04/hello.asm... x
Файл  Правка  Поиск  Просмотр  Документ  Помощь

SECTION .data
hello:      db "Hello, world!",0xa
helloLen:   equ $ - hello
SECTION .text
global _start

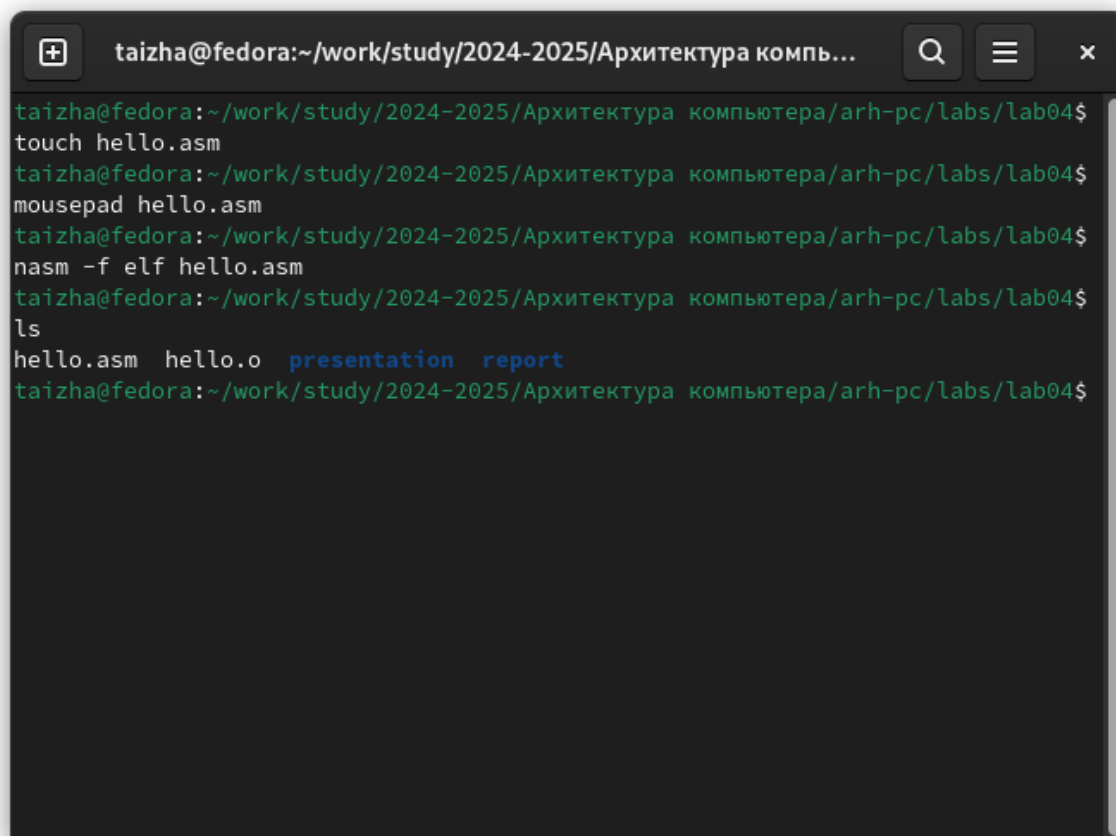
_start:
    mov eax, 4
    mov ebx, 1
    mov ecx, hello
    mov edx, helloLen
    int 0x80

mov eax, 1
    mov ebx, 0
    int 0x80
```

Рис.3 Заполнение файла

2. Работа с транслятором NASM

Я трансформирую текст программы, выводящей "Hello, world!", в объектный код с помощью транслятора NASM, используя команду `nasm -f elf hello.asm`. Ключ `-f` указывает NASM на необходимость создания бинарного файла в формате elf. Затем с помощью утилиты `ls` проверяю, что команда выполнена корректно — действительно, создан файл "hello.o" (рис. 4).

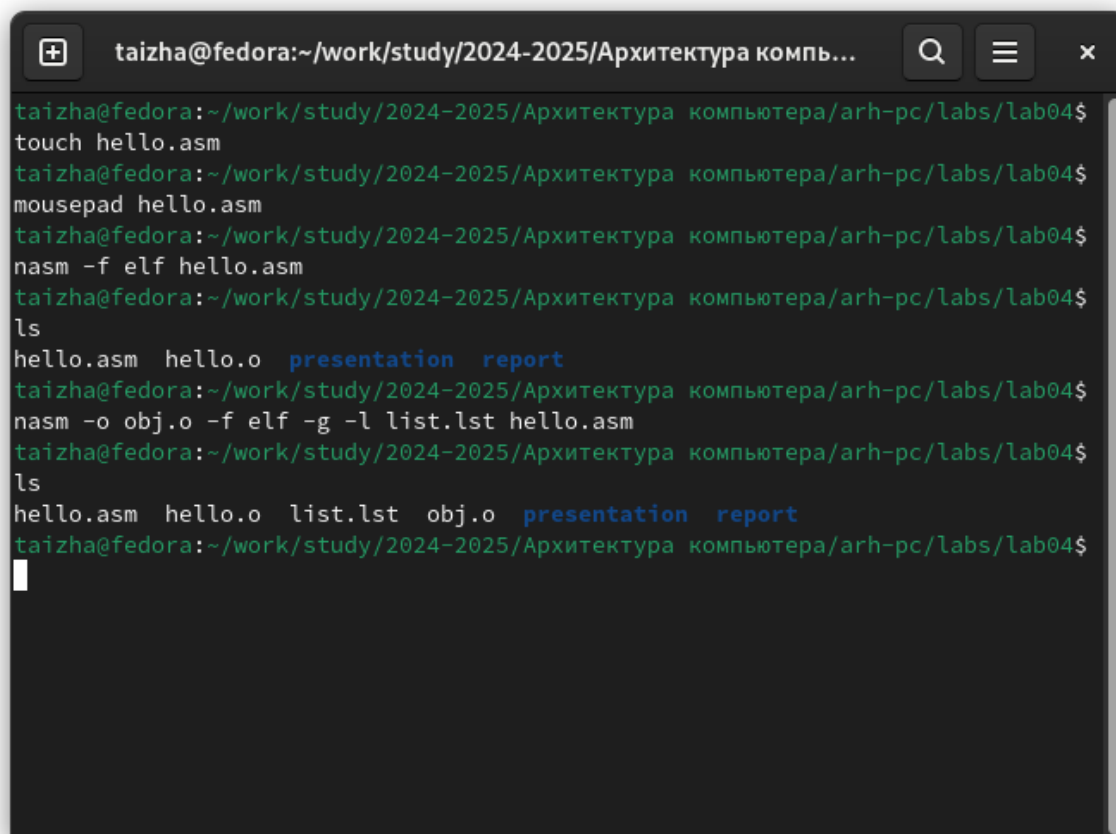
A terminal window with a dark background and light green text. The window title is "taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...". The terminal shows a sequence of commands and their outputs: "touch hello.asm", "mousepad hello.asm", "nasm -f elf hello.asm", and "ls". The output of "ls" is "hello.asm hello.o presentation report".

```
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...  
touch hello.asm  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...  
mousepad hello.asm  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...  
nasm -f elf hello.asm  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...  
ls  
hello.asm hello.o presentation report  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...
```

Рис.4 Трансформация текста программы

3. Работа с расширенным синтаксисом командной строки NASM

Я ввожу команду для компиляции файла `hello.asm` в объектный файл `obj.o`, используя ключ `-g` для включения отладочных символов. Также с помощью ключа `-l` создается файл листинга `list.lst`. Затем с помощью утилиты `ls` проверяю корректность выполнения команды (рис. 5).

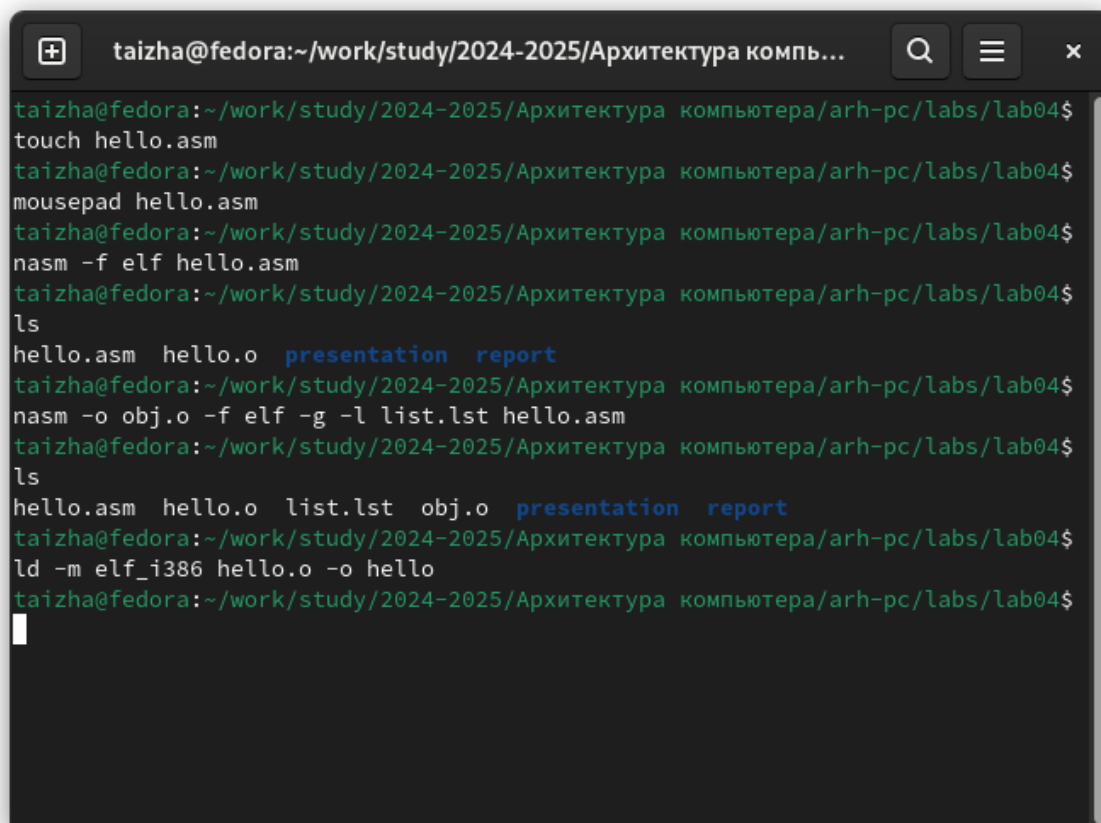


```
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$ touch hello.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$ mousepad hello.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$ nasm -f elf hello.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$ ls
hello.asm hello.o presentation report
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$ nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$ ls
hello.asm hello.o list.lst obj.o presentation report
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
```

Рис.5 Копмиляция текста программы

4. Работа с компоновщиком LD

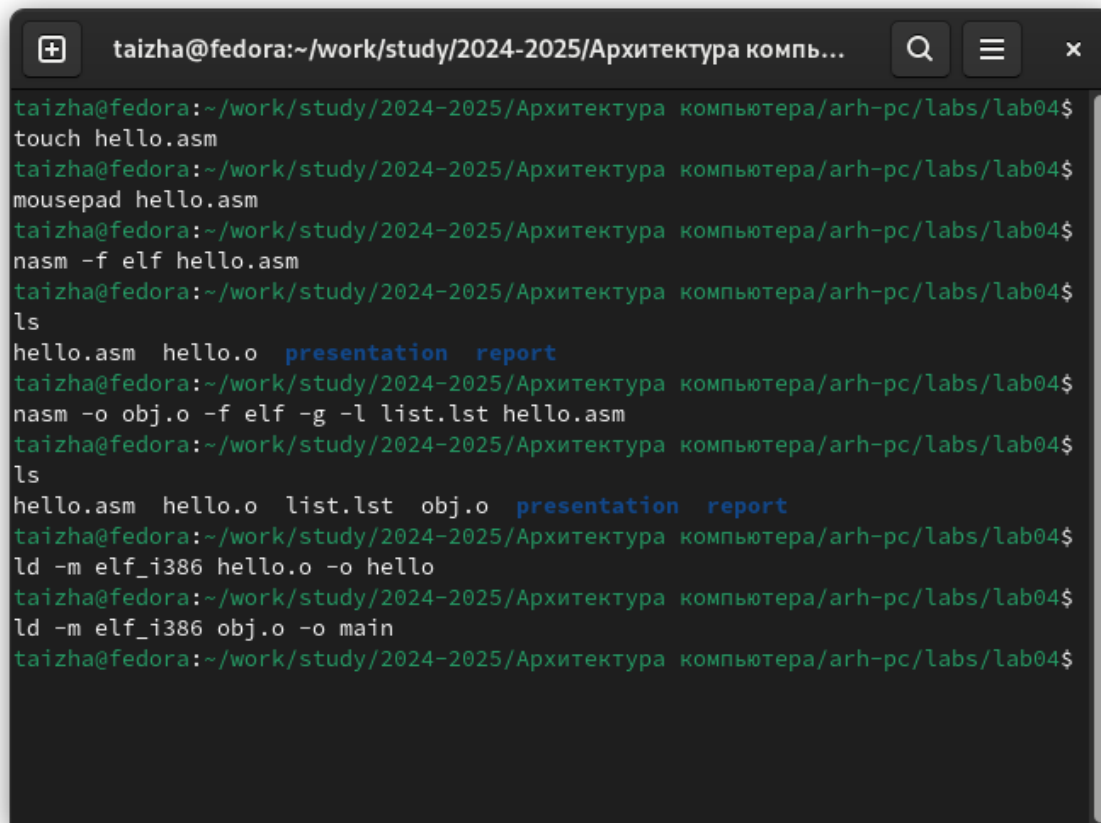
Я передаю объектный файл `hello.o` на обработку компоновщику `LD` для создания исполняемого файла `hello`. Ключ `-o` указывает имя создаваемого исполняемого файла. После этого с помощью утилиты `ls` проверяю корректность выполнения команды (рис. 6).

A terminal window with a dark background and light green text. The window title is "taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...". The terminal shows a series of commands and their outputs. The commands are: "touch hello.asm", "mousepad hello.asm", "nasm -f elf hello.asm", "ls", "nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm", "ls", and "ld -m elf_i386 hello.o -o hello". The outputs are: "hello.asm", "hello.o", "list.lst", "obj.o", and "hello". There are also some blue text elements like "presentation report" and "report" interspersed with the outputs.

```
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$ touch hello.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$ mousepad hello.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$ nasm -f elf hello.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$ ls
hello.asm  hello.o  presentation  report
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$ nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$ ls
hello.asm  hello.o  list.lst  obj.o  presentation  report
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$ ld -m elf_i386 hello.o -o hello
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$
```

Рис.6 Передача объектного файла на обработку компоновщику

Я выполняю следующую команду, в результате которой исполняемый файл получит имя `main`, так как после ключа `-o` указано значение `main`. Объектный файл, использованный для создания этого исполняемого файла, называется `obj.o` (рис. 7).

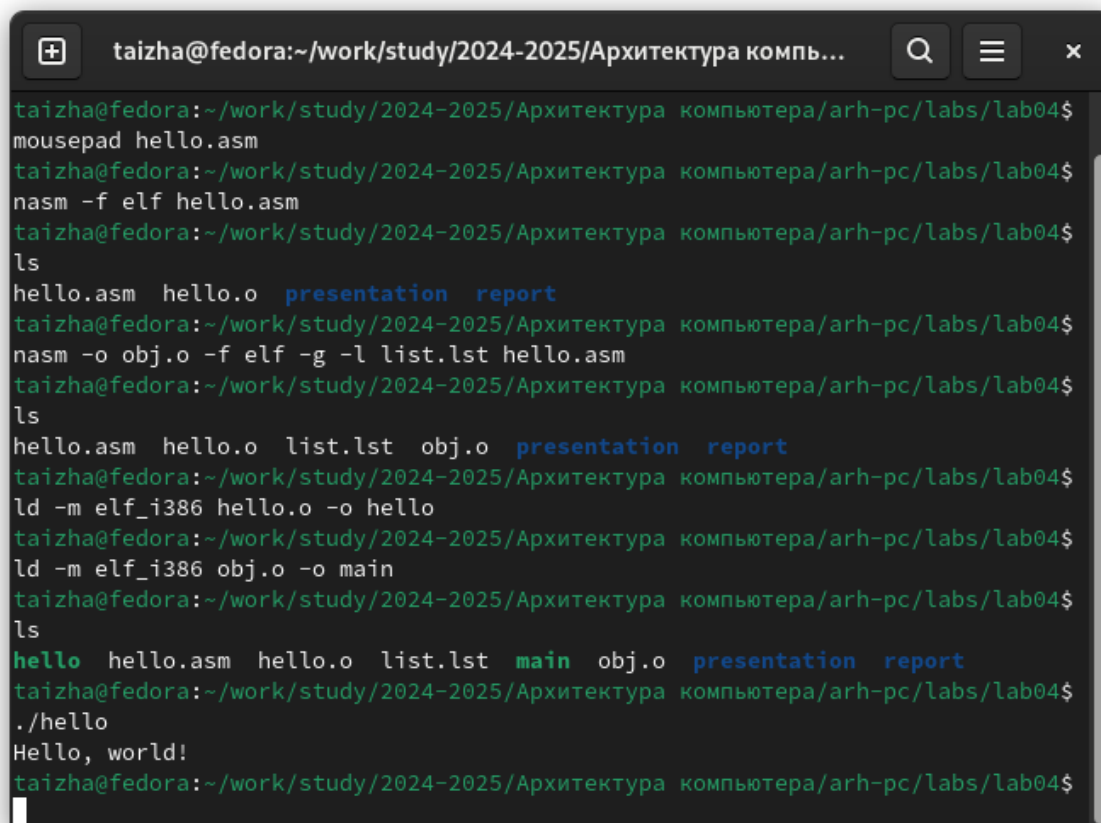


```
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$ touch hello.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$ mousepad hello.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$ nasm -f elf hello.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$ ls
hello.asm  hello.o  presentation  report
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$ nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$ ls
hello.asm  hello.o  list.lst  obj.o  presentation  report
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$ ld -m elf_i386 hello.o -o hello
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$ ld -m elf_i386 obj.o -o main
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
```

Рис.7 Передача объектного файла на обработку компоновщику

5. Запуск исполняемого файла

Запускаю на выполнение созданный исполняемый файл hello (рис. 8).

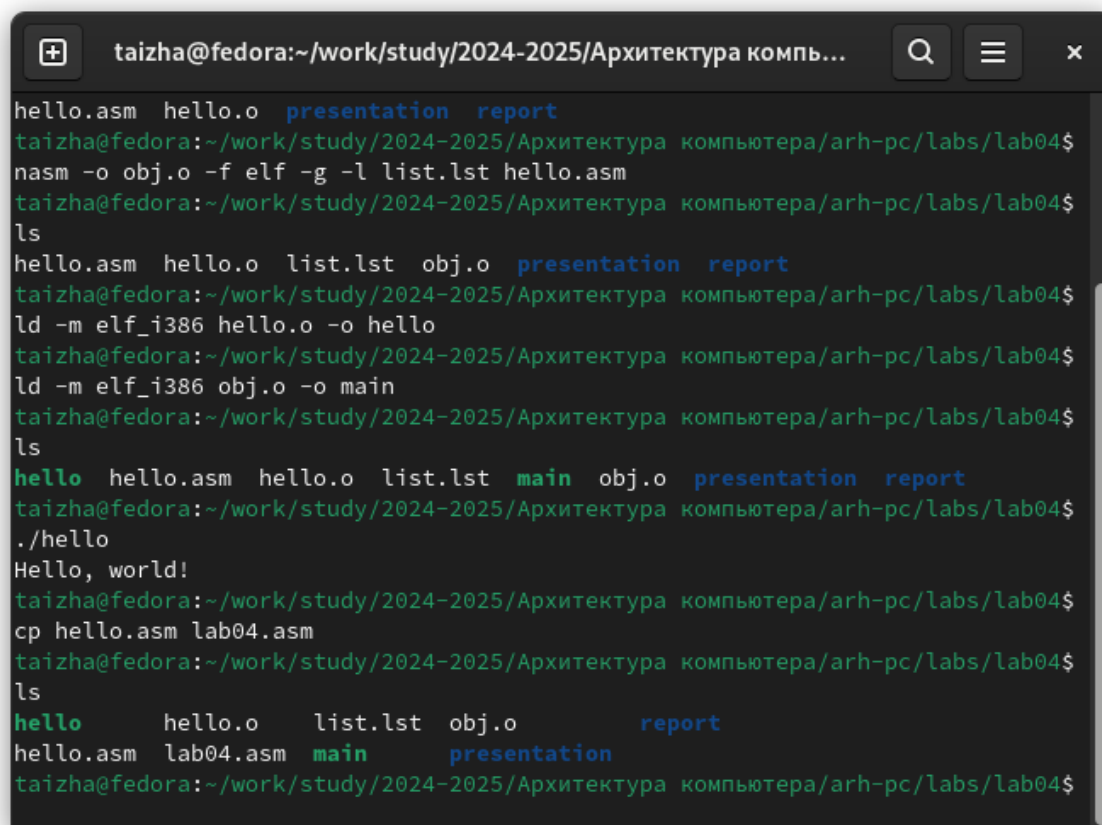


```
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$  
mousepad hello.asm  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$  
nasm -f elf hello.asm  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$  
ls  
hello.asm hello.o presentation report  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$  
nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$  
ls  
hello.asm hello.o list.lst obj.o presentation report  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$  
ld -m elf_i386 hello.o -o hello  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$  
ld -m elf_i386 obj.o -o main  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$  
ls  
hello hello.asm hello.o list.lst main obj.o presentation report  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$  
./hello  
Hello, world!  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
```

Рис.8 Запуск файла

6. Выполнение заданий для самостоятельной работы

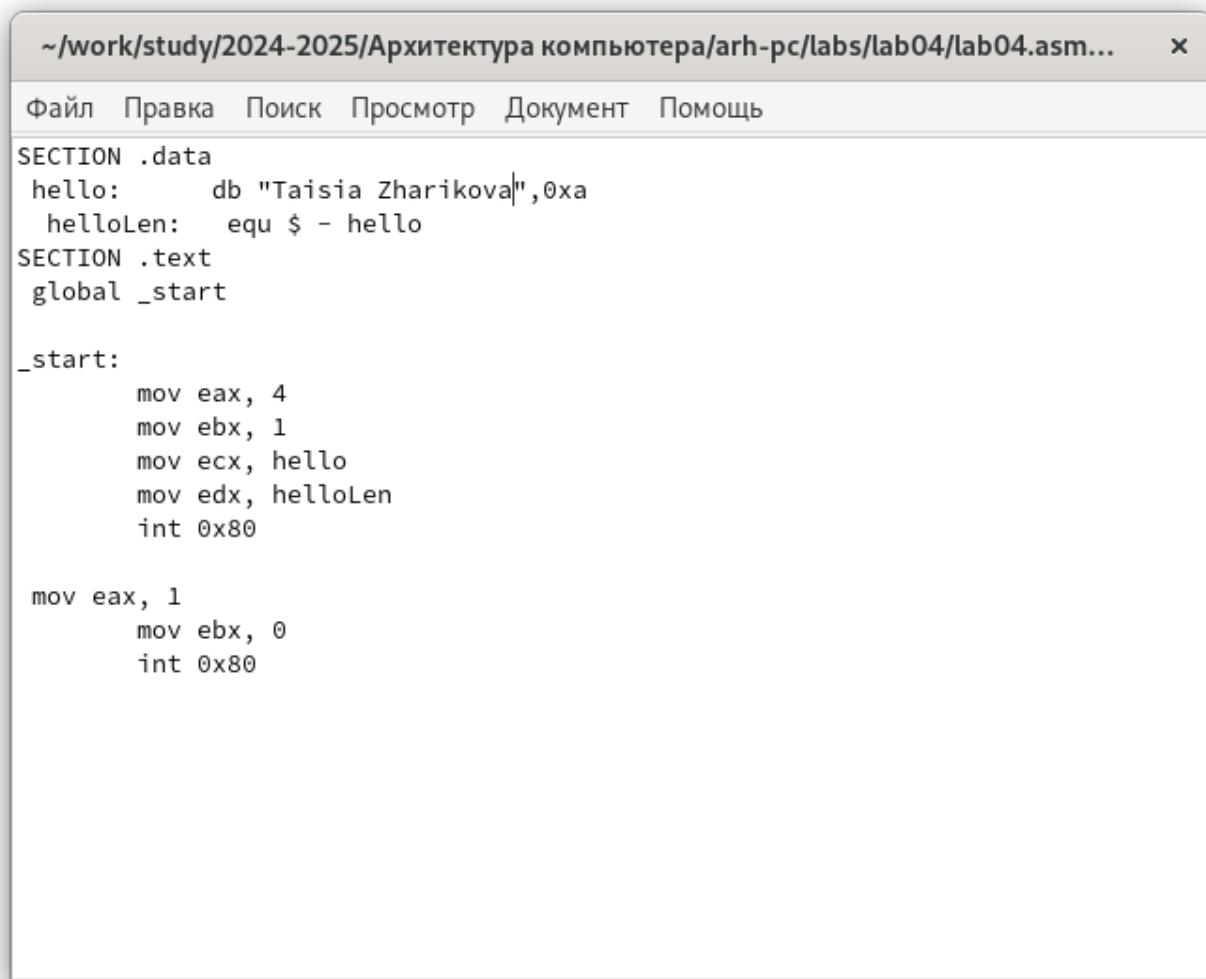
С помощью утилиты `cp` создаю в текущем каталоге копию файла `hello.asm` с именем `lab04.asm` и проверяю правильность (рис. 9).



```
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...
hello.asm hello.o presentation report
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
nasm -o obj.o -f elf -g -l list.lst hello.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
ls
hello.asm hello.o list.lst obj.o presentation report
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
ld -m elf_i386 hello.o -o hello
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
ld -m elf_i386 obj.o -o main
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
ls
hello hello.asm hello.o list.lst main obj.o presentation report
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
./hello
Hello, world!
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
cp hello.asm lab04.asm
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
ls
hello hello.o list.lst obj.o report
hello.asm lab04.asm main presentation
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
```

Рис.9 Создание копии файла

С помощью текстового редактора `mouespad` открываю файл `lab04.asm` и вношу изменения в программу так, чтобы она выводила мои имя и фамилию (рис. 10)



The screenshot shows a text editor window with the title bar: `~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-рc/labs/lab04/lab04.asm...`. The menu bar includes: `Файл`, `Правка`, `Поиск`, `Просмотр`, `Документ`, and `Помощь`. The code content is as follows:

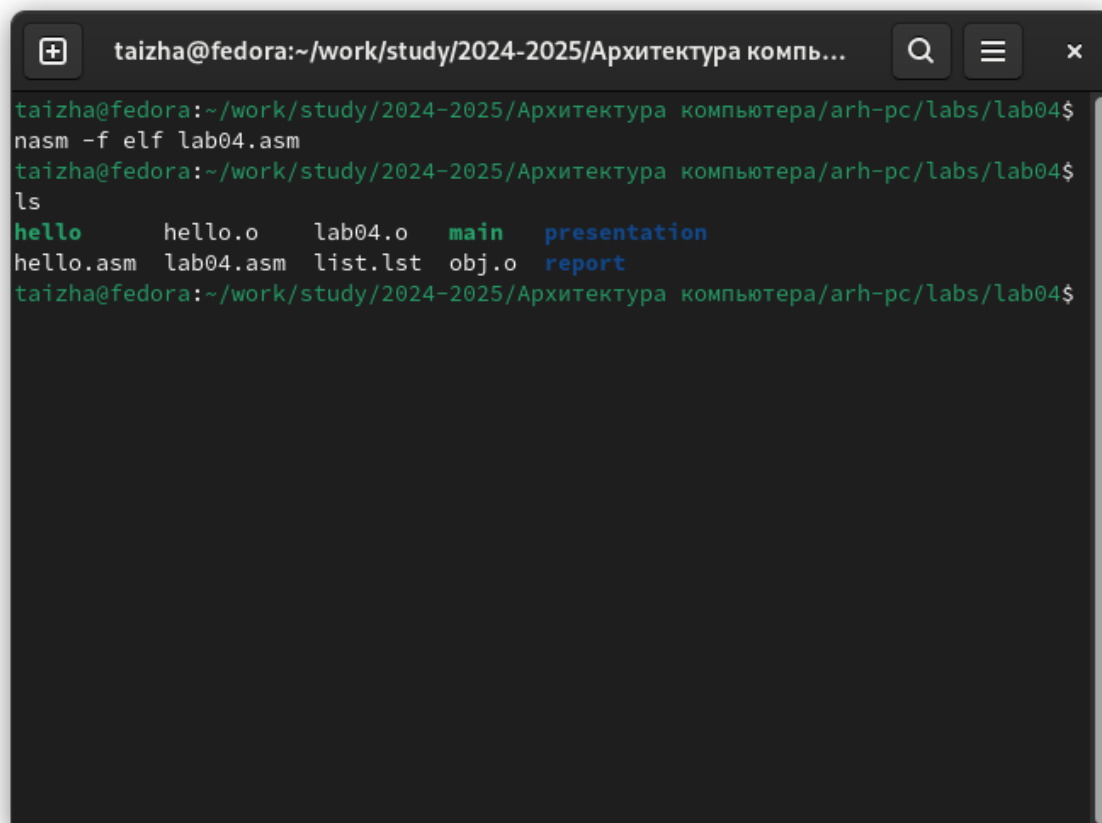
```
SECTION .data
hello:      db "Taisia Zharikova",0xa
helloLen:   equ $ - hello
SECTION .text
global _start

_start:
    mov eax, 4
    mov ebx, 1
    mov ecx, hello
    mov edx, helloLen
    int 0x80

    mov eax, 1
    mov ebx, 0
    int 0x80
```

Рис. 10 Редактирование файла

Компилирую текст программы в объектный файл. Проверяю с помощью утилиты `ls`, что файл `lab04.o` создан (рис. 11).

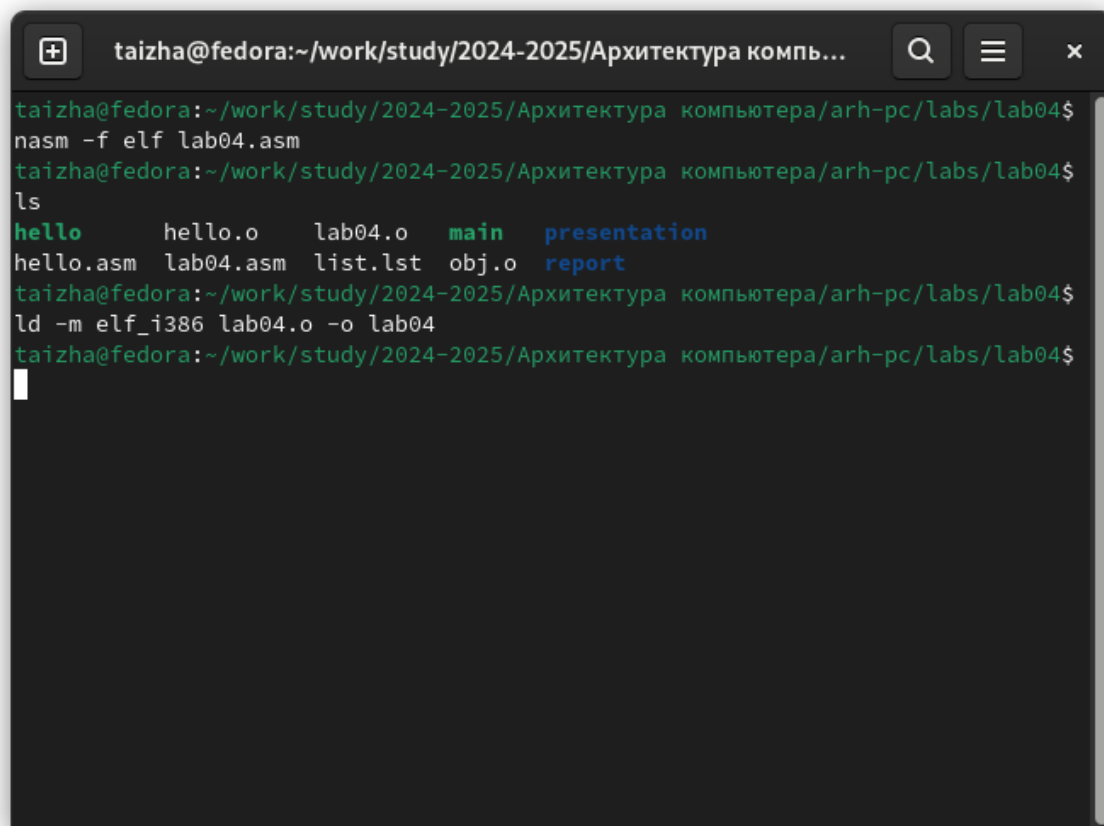


A terminal window with a dark background and light green text. The window title is "taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...". The terminal shows the following commands and output:

```
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$  
nasm -f elf lab04.asm  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$  
ls  
hello      hello.o    lab04.o    main      presentation  
hello.asm  lab04.asm  list.lst   obj.o     report  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$
```

Рис. 11 Компиляция текста программы

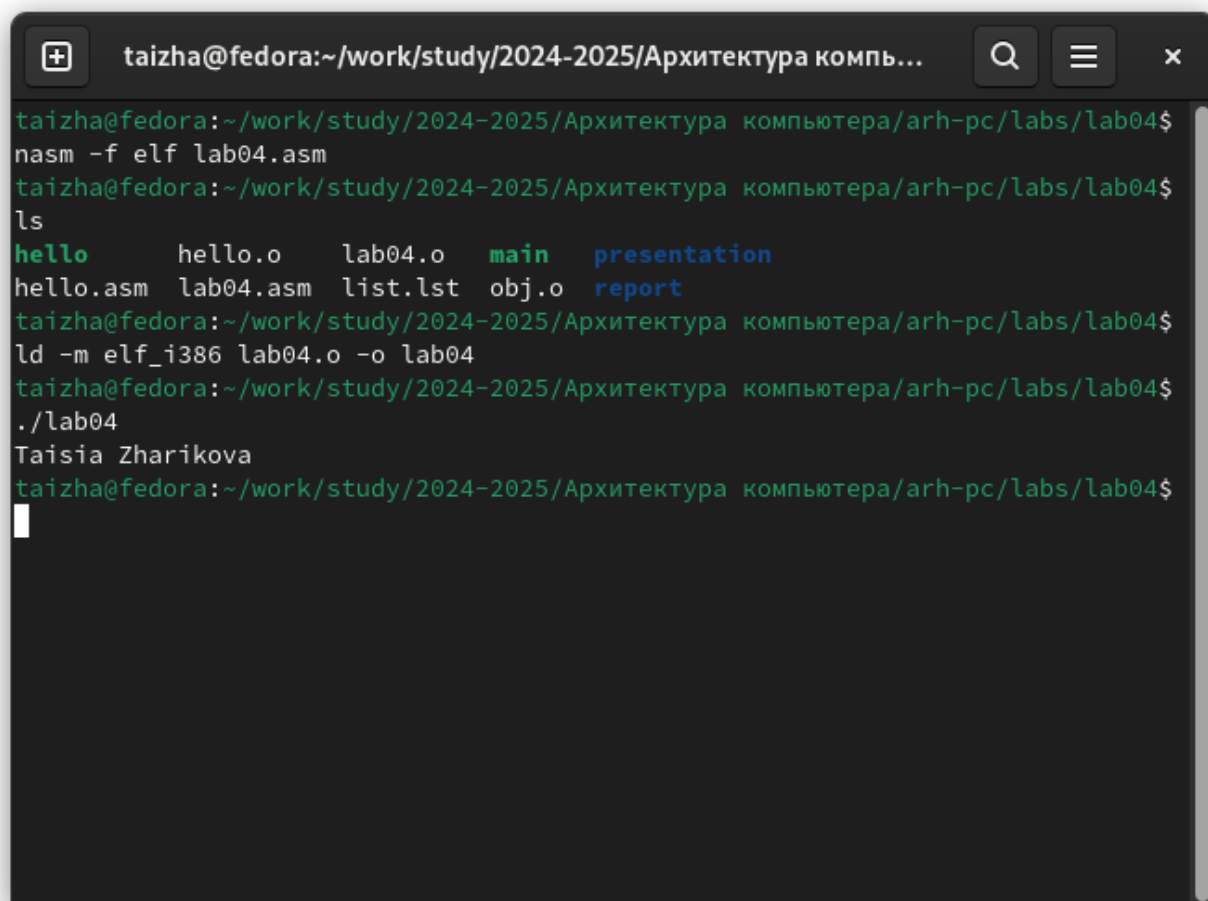
Передаю объектный файл lab04.o на обработку компоновщику LD, чтобы получить исполняемый файл lab04 (рис. 12).

A terminal window with a dark background and light green text. The window title is 'taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...'. The terminal shows the following commands and output:

```
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$  
nasm -f elf lab04.asm  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$  
ls  
hello      hello.o    lab04.o    main      presentation  
hello.asm  lab04.asm  list.lst  obj.o     report  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$  
ld -m elf_i386 lab04.o -o lab04  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$
```

Рис. 12 Передача объектного файла на обработку компоновщику

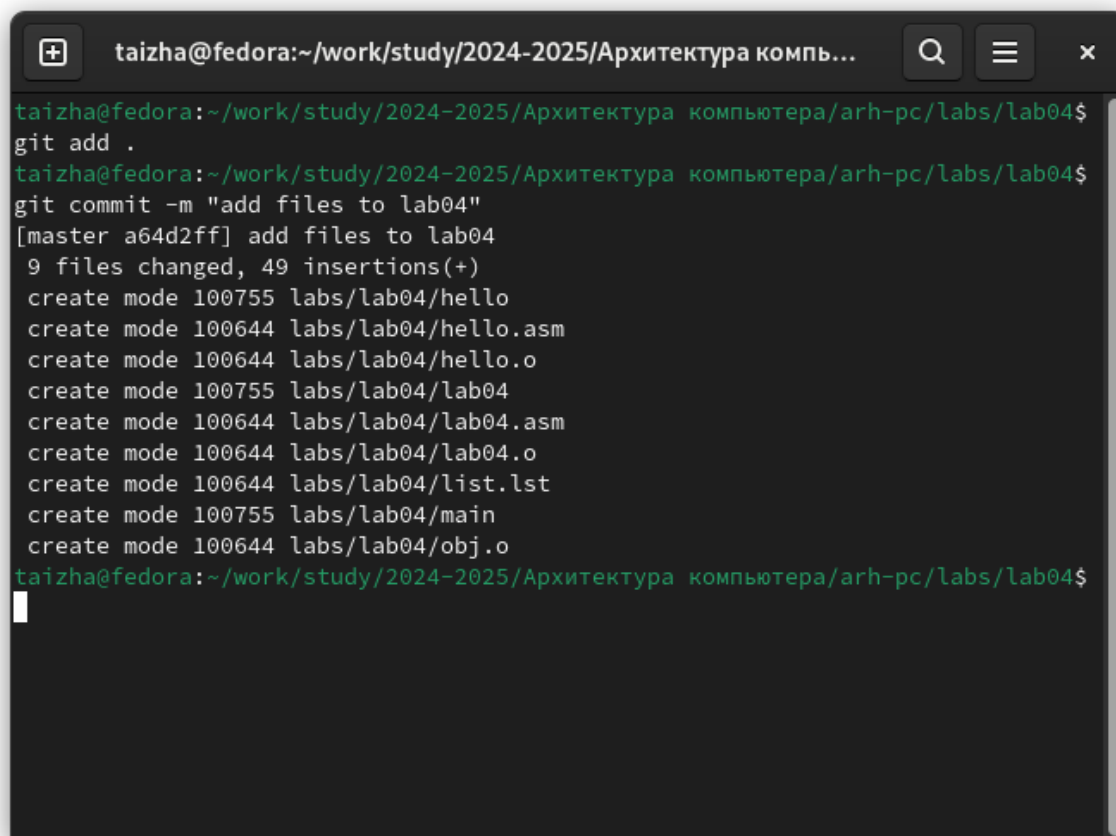
Запускаю исполняемый файл lab04, на экран действительно выводятся мои имя и фамилия (рис. 13).

A terminal window with a dark background and light green text. The window title is "taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...". The terminal shows the following commands and output:

```
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$  
nasm -f elf lab04.asm  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$  
ls  
hello      hello.o    lab04.o    main      presentation  
hello.asm  lab04.asm  list.lst  obj.o     report  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$  
ld -m elf_i386 lab04.o -o lab04  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$  
./lab04  
Taisia Zharikova  
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$  
█
```

Рис. 13 Запуск файла

С помощью команд `git add .` и `git commit` добавляю файлы на GitHub, комментируя действие как добавление файлов для лабораторной работы №4 (рис. 14).



```
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$ git add .
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$ git commit -m "add files to lab04"
[master a64d2ff] add files to lab04
9 files changed, 49 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/lab04
create mode 100644 labs/lab04/lab04.asm
create mode 100644 labs/lab04/lab04.o
create mode 100644 labs/lab04/list.lst
create mode 100755 labs/lab04/main
create mode 100644 labs/lab04/obj.o
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...$
```

Рис. 14 Добавление файлов на GitHub

Отправляю файлы на сервер с помощью команды `git push` (рис. 15).

```
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компь...
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/lab04
create mode 100644 labs/lab04/lab04.asm
create mode 100644 labs/lab04/lab04.o
create mode 100644 labs/lab04/list.lst
create mode 100755 labs/lab04/main
create mode 100644 labs/lab04/obj.o
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
git push
Username for 'https://github.com': taiZhaa
Password for 'https://taiZhaa@github.com':
Перечисление объектов: 16, готово.
Подсчет объектов: 100% (16/16), готово.
При сжатии изменений используется до 4 потоков
Сжатие объектов: 100% (13/13), готово.
Запись объектов: 100% (13/13), 2.98 КиБ | 1.49 МиБ/с, готово.
Total 13 (delta 6), reused 0 (delta 0), pack-reused 0 (from 0)
remote: Resolving deltas: 100% (6/6), completed with 2 local objects.
To https://github.com/taiZhaa/study_2024-2025_arh-pc.git
    d564282..a64d2ff  master -> master
taizha@fedora:~/work/study/2024-2025/Архитектура компьютера/arh-pc/labs/lab04$
```

Рис. 15 Отправка файлов

5.Выводы

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

6.Источники

1. [Архитектура ЭВМ \(rudn.ru\)](http://rudn.ru)