Московский Авиационный Институт

(Национальный Исследовательский Университет)

Институт №8 “Компьютерные науки и прикладная математика”

Кафедра №806 “Вычислительная математика и программирование”

**Лабораторная работа №4 по курсу**

**«Операционные системы»**

Группа: М8О-215Б-23

Студент: Дехтеренко Д.С.

Преподаватель: Миронов Е.С.

Оценка: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата: 13.03.25

Москва, 2025

**Постановка задачи**

**Вариант 15.**

Требуется создать динамические библиотеки, которые реализуют заданный вариантом функционал. Далее использовать данные библиотеки 2-мя способами:

1. Во время компиляции (на этапе «линковки»/linking)

2. Во время исполнения программы. Библиотеки загружаются в память с помощью интерфейса ОС для работы с динамическими библиотеками

В конечном итоге, в лабораторной работе необходимо получить следующие части:

1. Динамические библиотеки, реализующие контракты, которые заданы вариантом;

2. Тестовая программа (программа №1), которая используют одну из библиотек, используя информацию полученные на этапе компиляции;

3. Тестовая программа (программа №2), которая загружает библиотеки, используя только их относительные пути и контракты.

4. Провести анализ двух типов использования библиотек.

Пользовательский ввод для обоих программ должен быть организован следующим образом:

1. Если пользователь вводит команду «0», то программа переключает одну реализацию контрактов на другую (необходимо только для программы №2). Можно реализовать лабораторную работу без данной функции, но максимальная оценка в этом случае будет «хорошо»;

2. «1 arg1 arg2 … argN», где после «1» идут аргументы для первой функции, предусмотренной контрактами. После ввода команды происходит вызов первой функции, и на экране появляется результат её выполнения;

3. «2 arg1 arg2 … argM», где после «2» идут аргументы для второй функции, предусмотренной контрактами. После ввода команды происходит вызов второй функции, и на экране появляется результат её выполнения.

Функции

1. Рассчет производной функции cos(x) в точке A с приращением deltaX

2. Отсортировать целочисленный массив

**Общий метод и алгоритм решения**

Использованные системные вызовы:

● void\* dlopen(const char\* filename, int flag); – загружает динамическую библиотеку в память.   
● int dlclose(void\* handle); – освобождает ресурсы, связанные с загруженной библиотекой.   
● const char\* dlerror(); – возвращает последнюю ошибку, возникшую при работе с динамическими библиотеками

● void\* dlsym(void\* handle, char\* symbol); – получает адрес символа в библиотеке

Написаны 4 модуля библиотек: две реализации сортировки массива по заданным алгоритмам и две реализации нахождения производной функции по двум заданным формулам. Директива extern “C” позволяет использовать как компилятор c, так и компилятор c++.

В program\_static информация о том, какую динамическую библиотеку использовать, появляется на этапе линковки. В program\_dynamic выбирать динамическую библиотеку для подключения можно в run-time путём ввода относительного пути библиотеки. С помощью указателей на функции можно получить доступ к необходимым функциям библиотек по их названию.

Makefile позволяет автоматизировать процесс сборки программы и каждый не перекомпилировать все файлы вручную, при запуске make будут пересоздаваться только изменённые цели.

**Makefile:**

LIB2\_OBJS = $(LIB2\_SRCS:.c=.o)

all: libLib1.so libLib2.so prog\_static prog\_dynamic

libLib1.so: $(LIB1\_OBJS)

$(CC) -shared -o $@ $^ -lm

libLib2.so: $(LIB2\_OBJS)

$(CC) -shared -o $@ $^ -lm

prog\_static: prog\_static.c libLib1.so

$(CC) -o prog\_static prog\_static.c -L. -lLib1 -Wl,-rpath=.

prog\_dynamic: prog\_dynamic.c

$(CC) -o $@ prog\_dynamic.c

%.o: %.c

$(CC) -c $< -o $@

clean:

rm -f \*.o libLib1.so libLib2.so prog\_static prog\_dynamic

**Код программы**

**progr\_static.c**

#include <stdio.h>

#include <stdbool.h>

#define ARRAY\_SIZE 10

#ifdef \_\_cplusplus

extern "C"

#endif

float Derivative(float A, float deltaX);

#ifdef \_\_cplusplus

extern "C"

#endif

int\* Sort(int \*array);

int main()

{

while (true)

{

printf("Choose the action:\n"

"1 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A\n"

"2 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10\n"

"other value - exit\n");

int choose;

if (scanf("%d", &choose) != 1)

return 0;

switch (choose)

{

case 1:

{

float A, deltaX;

scanf("%f%f", &A, &deltaX);

printf("derivative: %f\n", Derivative(A, deltaX));

break;

}

case 2:

{

int array[ARRAY\_SIZE];

for (int i = 0; i < ARRAY\_SIZE; i++)

scanf("%d", &array[i]);

Sort(array);

printf("sorted array: ");

for (int i = 0; i < ARRAY\_SIZE; i++)

printf("%d ", array[i]);

printf("\n");

break;

}

default:

return 0;

}

}

}

**progr\_dynamic.c**

#include <stdio.h>

#include <dlfcn.h>

#include <stdlib.h>

#include <stdbool.h>

#define ARRAY\_SIZE 10

#define LIB\_PATH\_SIZE 30

typedef float (\*der\_f)(float A, float deltaX);

typedef int\* (\*sort\_f)(int \*array);

der\_f derivative = NULL;

sort\_f sort = NULL;

void\* lib = NULL;

void choose\_library(char\* dll\_path)

{

if (lib != NULL)

{

dlclose(lib);

}

lib = dlopen(dll\_path, RTLD\_LAZY);

if (lib == NULL)

{

perror(dlerror());

exit(1);

}

derivative = (der\_f )dlsym(lib, "Derivative");

sort = (sort\_f)dlsym(lib, "Sort");

if (!derivative || !sort)

{

perror(dlerror());

dlclose(lib);

exit(2);

}

}

int main() {

choose\_library("./libLib1.so");

while (true)

{

printf("Choose the action:\n"

"0 path - change library\n"

"1 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A\n"

"2 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10\n"

"other value - exit\n");

int choose;

if (scanf("%d", &choose) != 1)

return 0;

switch (choose)

{

case 0:

{

char path[LIB\_PATH\_SIZE];

scanf("%29s", path);

choose\_library(path);

break;

}

case 1:

{

float A, deltaX;

scanf("%f%f", &A, &deltaX);

printf("derivative: %f\n", derivative(A, deltaX));

break;

}

case 2: {

int array[ARRAY\_SIZE];

for (int i = 0; i < ARRAY\_SIZE; i++)

scanf("%d", &array[i]);

sort(array);

printf("sorted array: ");

for (int i = 0; i < ARRAY\_SIZE; i++)

printf("%d ", array[i]);

printf("\n");

break;

}

default:

return 0;

}

}

}

**der1.c**

#include <math.h>

#ifdef \_\_cplusplus

extern "C"

#endif

float Derivative(float A, float deltaX)

{

return (cosf(A+deltaX)-cosf(A)) / deltaX;

}

**der2.c**

#include <math.h>

#ifdef \_\_cplusplus

extern "C"

#endif

float Derivative(float A, float deltaX)

{

return (cosf(A+deltaX)-cosf(A-deltaX)) / (2\*deltaX);

}

**bubble\_sort.c**

#define ARRAY\_SIZE 10

#ifdef \_\_cplusplus

extern "C"

#endif

int\* Sort(int \*array)

{

int c, d, t;

for (c = 0; c < (ARRAY\_SIZE - 1); c++)

{

for (d = 0; d < ARRAY\_SIZE - c - 1; d++)

{

if (array[d] > array[d+1])

{

t = array[d];

array[d] = array[d+1];

array[d+1] = t;

}

}

}

return array;

}  
 **quick\_sort.c**

#define ARRAY\_SIZE 10

static void swap(int\* a, int\* b)

{

int temp = \*a;

\*a = \*b;

\*b = temp;

}

static int partition(int arr[], int low, int high)

{

int p = arr[low];

int i = low;

int j = high;

while (i < j)

{

while (arr[i] <= p && i <= high - 1)

i++;

while (arr[j] > p && j >= low + 1)

j--;

if (i < j)

swap(&arr[i], &arr[j]);

}

swap(&arr[low], &arr[j]);

return j;

}

static void quickSort(int arr[], int low, int high) {

if (low < high)

{

int pi = partition(arr, low, high);

quickSort(arr, low, pi - 1);

quickSort(arr, pi + 1, high);

}

}

#ifdef \_\_cplusplus

extern "C"

#endif

int\* Sort(int \*array)

{

quickSort(array, 0, ARRAY\_SIZE-1);

return array;

}

**Протокол работы программы**

**Тест 1:**

luckyabatur@Luckyabatur:~/projects/OS\_labs/lab4/src$ ./prog\_dynamic

Choose the action:

0 path - change library

1 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A

2 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10

other value - exit

2 18 9 2 3 0 1 -5 3 2 1

sorted array: -5 0 1 1 2 2 3 3 9 18

Choose the action:

0 path - change library

1 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A

2 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10

other value - exit

0 ./libLib2.so

Choose the action:

0 path - change library

1 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A

2 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10

other value - exit

2 18 9 2 3 0 1 -5 3 2 1

sorted array: -5 0 1 1 2 2 3 3 9 18

Choose the action:

0 path - change library

1 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A

2 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10

other value - exit

d

**Тест 2:**

luckyabatur@Luckyabatur:~/projects/OS\_labs/lab4/src$ ./prog\_static

Choose the action:

1 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A

2 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10

other value - exit

1 1 1

derivative: -0.956449

Choose the action:

1 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A

2 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10

other value - exit

2 7 81 2 3 -7 8 2 1 1 1

sorted array: -7 1 1 1 2 2 3 7 8 81

Choose the action:

1 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A

2 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10

other value - exit

d

**Strace:**

**program\_static**

luckyabatur@Luckyabatur:~/projects/OS\_labs/lab4/src$ echo "1 2 3 2 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 d"| strace -f ./prog\_static

execve("./prog\_static", ["./prog\_static"], 0x7ffe8355ede8 /\* 36 vars \*/) = 0

brk(NULL) = 0x55ecc98e9000

mmap(NULL, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f6f07332000

access("/etc/ld.so.preload", R\_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)

openat(AT\_FDCWD, "./glibc-hwcaps/x86-64-v3/libLib1.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)

openat(AT\_FDCWD, "./glibc-hwcaps/x86-64-v2/libLib1.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)

**openat(AT\_FDCWD, "./libLib1.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3**

read(3, "\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0755, st\_size=15536, ...}) = 0

getcwd("/home/luckyabatur/projects/OS\_labs/lab4/src", 128) = 44

mmap(NULL, 16408, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f6f0732d000

mmap(0x7f6f0732e000, 4096, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1000) = 0x7f6f0732e000

mmap(0x7f6f0732f000, 4096, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x2000) = 0x7f6f0732f000

mmap(0x7f6f07330000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x2000) = 0x7f6f07330000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "./glibc-hwcaps/x86-64-v3/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)

openat(AT\_FDCWD, "./glibc-hwcaps/x86-64-v2/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)

openat(AT\_FDCWD, "./libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)

openat(AT\_FDCWD, "/etc/ld.so.cache", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=24775, ...}) = 0

mmap(NULL, 24775, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE, 3, 0) = 0x7f6f07326000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "/lib/x86\_64-linux-gnu/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\220\243\2\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

pread64(3, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0"..., 784, 64) = 784

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0755, st\_size=2125328, ...}) = 0

pread64(3, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0"..., 784, 64) = 784

mmap(NULL, 2170256, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f6f07114000

mmap(0x7f6f0713c000, 1605632, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x28000) = 0x7f6f0713c000

mmap(0x7f6f072c4000, 323584, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1b0000) = 0x7f6f072c4000

mmap(0x7f6f07313000, 24576, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1fe000) = 0x7f6f07313000

mmap(0x7f6f07319000, 52624, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f6f07319000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "/lib/x86\_64-linux-gnu/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=952616, ...}) = 0

mmap(NULL, 950296, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f6f0702b000

mmap(0x7f6f0703b000, 520192, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x10000) = 0x7f6f0703b000

mmap(0x7f6f070ba000, 360448, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x8f000) = 0x7f6f070ba000

mmap(0x7f6f07112000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0xe7000) = 0x7f6f07112000

close(3) = 0

mmap(NULL, 12288, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f6f07028000

arch\_prctl(ARCH\_SET\_FS, 0x7f6f07028740) = 0

set\_tid\_address(0x7f6f07028a10) = 9307

set\_robust\_list(0x7f6f07028a20, 24) = 0

rseq(0x7f6f07029060, 0x20, 0, 0x53053053) = 0

mprotect(0x7f6f07313000, 16384, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7f6f07112000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7f6f07330000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x55ecc7f26000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7f6f0736a000, 8192, PROT\_READ) = 0

prlimit64(0, RLIMIT\_STACK, NULL, {rlim\_cur=8192\*1024, rlim\_max=RLIM64\_INFINITY}) = 0

munmap(0x7f6f07326000, 24775) = 0

fstat(1, {st\_mode=S\_IFCHR|0620, st\_rdev=makedev(0x88, 0x2), ...}) = 0

getrandom("\xa0\xe0\xdc\x47\xe8\x0c\x2d\xfc", 8, GRND\_NONBLOCK) = 8

brk(NULL) = 0x55ecc98e9000

brk(0x55ecc990a000) = 0x55ecc990a000

write(1, "Choose the action:\n", 19Choose the action:

) = 19

write(1, "1 (float) A (float) deltaX - fin"..., 641 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A

) = 64

write(1, "2 (int) el1 (int) el2... (int) e"..., 782 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10

) = 78

write(1, "other value - exit\n", 19other value - exit

) = 19

fstat(0, {st\_mode=S\_IFIFO|0600, st\_size=0, ...}) = 0

read(0, "1 2 3 2 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 d\n", 4096) = 30

write(1, "derivative: 0.233270\n", 21derivative: 0.233270

) = 21

write(1, "Choose the action:\n1 (float) A ("..., 161Choose the action:

1 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A

2 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10

) = 161

write(1, "other value - exit\n", 19other value - exit

) = 19

write(1, "sorted array: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 "..., 35sorted array: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

) = 35

write(1, "Choose the action:\n1 (float) A ("..., 161Choose the action:

1 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A

2 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10

) = 161

write(1, "other value - exit\n", 19other value - exit

) = 19

lseek(0, -2, SEEK\_CUR) = -1 ESPIPE (Illegal seek)

exit\_group(0) = ?

+++ exited with 0 +++

**program\_dynamic**

luckyabatur@Luckyabatur:~/projects/OS\_labs/lab4/src$ echo "1 4 1 0 ./libLib2.so 2 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 d" | strace -f ./prog\_dynamic

execve("./prog\_dynamic", ["./prog\_dynamic"], 0x7ffdde750778 /\* 36 vars \*/) = 0

brk(NULL) = 0x561904727000

mmap(NULL, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f048e3b1000

access("/etc/ld.so.preload", R\_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)

openat(AT\_FDCWD, "/etc/ld.so.cache", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=24775, ...}) = 0

mmap(NULL, 24775, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE, 3, 0) = 0x7f048e3aa000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "/lib/x86\_64-linux-gnu/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\220\243\2\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

pread64(3, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0"..., 784, 64) = 784

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0755, st\_size=2125328, ...}) = 0

pread64(3, "\6\0\0\0\4\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0@\0\0\0\0\0\0\0"..., 784, 64) = 784

mmap(NULL, 2170256, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f048e198000

mmap(0x7f048e1c0000, 1605632, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x28000) = 0x7f048e1c0000

mmap(0x7f048e348000, 323584, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1b0000) = 0x7f048e348000

mmap(0x7f048e397000, 24576, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1fe000) = 0x7f048e397000

mmap(0x7f048e39d000, 52624, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f048e39d000

close(3) = 0

mmap(NULL, 12288, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f048e195000

arch\_prctl(ARCH\_SET\_FS, 0x7f048e195740) = 0

set\_tid\_address(0x7f048e195a10) = 9435

set\_robust\_list(0x7f048e195a20, 24) = 0

rseq(0x7f048e196060, 0x20, 0, 0x53053053) = 0

mprotect(0x7f048e397000, 16384, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x561903373000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7f048e3e9000, 8192, PROT\_READ) = 0

prlimit64(0, RLIMIT\_STACK, NULL, {rlim\_cur=8192\*1024, rlim\_max=RLIM64\_INFINITY}) = 0

munmap(0x7f048e3aa000, 24775) = 0

getrandom("\x66\x57\x4c\xb9\xa8\xc5\x32\x51", 8, GRND\_NONBLOCK) = 8

brk(NULL) = 0x561904727000

brk(0x561904748000) = 0x561904748000

openat(AT\_FDCWD, "./libLib1.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

read(3, "\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0755, st\_size=15536, ...}) = 0

getcwd("/home/luckyabatur/projects/OS\_labs/lab4/src", 128) = 44

mmap(NULL, 16408, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f048e3ac000

mmap(0x7f048e3ad000, 4096, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1000) = 0x7f048e3ad000

mmap(0x7f048e3ae000, 4096, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x2000) = 0x7f048e3ae000

mmap(0x7f048e3af000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x2000) = 0x7f048e3af000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "/etc/ld.so.cache", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=24775, ...}) = 0

mmap(NULL, 24775, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE, 3, 0) = 0x7f048e18e000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "/lib/x86\_64-linux-gnu/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=952616, ...}) = 0

mmap(NULL, 950296, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f048e0a5000

mmap(0x7f048e0b5000, 520192, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x10000) = 0x7f048e0b5000

mmap(0x7f048e134000, 360448, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x8f000) = 0x7f048e134000

mmap(0x7f048e18c000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0xe7000) = 0x7f048e18c000

close(3) = 0

mprotect(0x7f048e18c000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7f048e3af000, 4096, PROT\_READ) = 0

munmap(0x7f048e18e000, 24775) = 0

fstat(1, {st\_mode=S\_IFCHR|0620, st\_rdev=makedev(0x88, 0x2), ...}) = 0

write(1, "Choose the action:\n", 19Choose the action:

) = 19

write(1, "0 path - change library\n", 240 path - change library

) = 24

write(1, "1 (float) A (float) deltaX - fin"..., 641 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A

) = 64

write(1, "2 (int) el1 (int) el2... (int) e"..., 782 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10

) = 78

write(1, "other value - exit\n", 19other value - exit

) = 19

fstat(0, {st\_mode=S\_IFIFO|0600, st\_size=0, ...}) = 0

read(0, "1 4 1 0 ./libLib2.so 2 9 8 7 6 5"..., 4096) = 45

write(1, "derivative: 0.937306\n", 21derivative: 0.937306

) = 21

write(1, "Choose the action:\n0 path - chan"..., 185Choose the action:

0 path - change library

1 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A

2 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10

) = 185

write(1, "other value - exit\n", 19other value - exit

) = 19

munmap(0x7f048e3ac000, 16408) = 0

munmap(0x7f048e0a5000, 950296) = 0

**openat(AT\_FDCWD, "./libLib2.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3**

read(3, "\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0755, st\_size=15624, ...}) = 0

getcwd("/home/luckyabatur/projects/OS\_labs/lab4/src", 128) = 44

mmap(NULL, 16408, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f048e3ac000

mmap(0x7f048e3ad000, 4096, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1000) = 0x7f048e3ad000

mmap(0x7f048e3ae000, 4096, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x2000) = 0x7f048e3ae000

mmap(0x7f048e3af000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x2000) = 0x7f048e3af000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "/etc/ld.so.cache", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=24775, ...}) = 0

mmap(NULL, 24775, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE, 3, 0) = 0x7f048e18e000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "/lib/x86\_64-linux-gnu/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=952616, ...}) = 0

mmap(NULL, 950296, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f048e0a5000

mmap(0x7f048e0b5000, 520192, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x10000) = 0x7f048e0b5000

mmap(0x7f048e134000, 360448, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x8f000) = 0x7f048e134000

mmap(0x7f048e18c000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0xe7000) = 0x7f048e18c000

close(3) = 0

mprotect(0x7f048e18c000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7f048e3af000, 4096, PROT\_READ) = 0

munmap(0x7f048e18e000, 24775) = 0

write(1, "Choose the action:\n0 path - chan"..., 185Choose the action:

0 path - change library

1 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A

2 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10

) = 185

write(1, "other value - exit\n", 19other value - exit

) = 19

write(1, "sorted array: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 "..., 35sorted array: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

) = 35

write(1, "Choose the action:\n0 path - chan"..., 185Choose the action:

0 path - change library

1 (float) A (float) deltaX - find the derivative in the point A

2 (int) el1 (int) el2... (int) el10 - sort the array with elements el1...el10

) = 185

write(1, "other value - exit\n", 19other value - exit

) = 19

lseek(0, -2, SEEK\_CUR) = -1 ESPIPE (Illegal seek)

exit\_group(0) = ?

+++ exited with 0 +++

**Вывод**

При выполнении работы познакомился со статическими и динамическими библиотеками. Вспомнил директиву make и процесс компиляции программы на СИ в консоли. Узнал о директиве extern “C” и то, как подключать разные динамические библиотеки по выбору в процессе выполнения программы.