

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 использует одну из библиотек, используя информацию, полученную 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 обеих 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. Расчет производной функции  $\cos(x)$  в точке A с приращением  $\Delta x$
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

## **Tect 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



```

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\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\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\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\3\0>\0\1\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\3\0>\0\1\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"..., 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
opent(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\3\0>\0\1\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.