

Московский Авиационный Институт
(Национальный Исследовательский Университет)



Факультет информационных технологий и прикладной математики

Кафедра вычислительной математики и программирования

Лабораторная работа №5 по курсу

«Операционные системы»

Студентка:

Варламова Анна Борисовна

Группа: М80-207Б-20

Преподаватель: Миронов Е.С.

Оценка: _____

Дата: 23.12.2021

Москва, 2021

Постановка задачи

Требуется создать динамические библиотеки, которые реализуют определенный 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:

- Динамические библиотеки, реализующие контракты, которые заданы вариантом;
- Тестовая программа (программа №1), которая использует одну из библиотек, используя знания полученные на этапе компиляции;
- Тестовая программа (программа №2), которая загружает библиотеки, используя только их местоположение и контракты.

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.

Вариант 2:

Составить и отладить программу на языке C++ с использованием дин. библиотек, со следующими контрактами и функциями.

№	Описание	Сигнатура	Реализация 1	Реализация 2
1	Рассчет интеграла функции $\sin(x)$ на отрезке $[A, B]$ с шагом e	Float SinIntegral(float A, float B, float e)	Подсчет интеграла методом прямоугольников.	Подсчет интеграла методом трапеций.
3	Подсчёт количества простых чисел на отрезке $[A, B]$ (A, B - натуральные)	Int PrimeCount(int A, int B)	Наивный алгоритм. Проверить делимость текущего числа на все предыдущие числа.	Решето Эратосфена

Общие сведения о программе

Программа состоит из четырех файлов prog1.cpp, prog2.cpp, func1.cpp, func2.cpp, где func1.cpp и func2.cpp – реализация функций первого и второго типа соответственно, а prog1.cpp – программа, которая использует одну из библиотек, используя знания полученные на этапе компиляции, а prog2.cpp – программа, которая загружает библиотеки, используя только их местоположение и контракты

Программы используют следующие системные вызовы:

- 1 **dlopen** - загружает динамическую библиотеку, имя которой мы передаем, и возвращает прямой указатель на начало динамической библиотеки.
- 2 **dlclose** уменьшает на единицу счетчик ссылок на указатель динамической библиотеки. Если нет других загруженных библиотек, использующих ее символы и если счетчик ссылок принимает нулевое значение, то динамическая библиотека выгружается.
- 3 **dlsym** использует указатель на динамическую библиотеку, возвращаемую dlopen, и оканчивающееся нулем символьное имя, а затем возвращает адрес, указывающий,

откуда загружается этот символ.

- 4 **dlerror** возвращает удобочитаемую строку, описывающую самую последнюю ошибку, возникшую в `dlopen`, `dlsym` или `dlclose` с момента последнего вызова `dlerror`.

Общий метод и алгоритм решения

Реализуем заданные варианты функций в файлах. Затем скомпилируем файлы с данными функциями в объектные файлы:

```
g++ -fPIC -c lib1.cpp -o d1.o
```

```
g++ -fPIC -c lib2.cpp -o d2.o
```

флаг `-fPIC` код означает, чтобы сгенерированный машинный код не зависит от того, чтобы он работал по определенному адресу. Затем, преобразуем объектные файлы в динамические библиотеки с помощью следующего кода:

```
g++ -shared -o libd1.so d1.o
```

```
g++ -shared -o libd2.so d2.o
```

флаг `-shared` для создания динамическую (т.е. "разделяемой") библиотеки.

И для компиляции самих файлов используем следующие команды:

```
g++ prog2.cpp -L. -ldl -o main2.out -Wl,-rpath -Wl,.
```

```
g++ prog1.o -L. -ldl -o main1.out -Wl,-rpath -Wl,.
```

Флаг `-L.` для указания пути к каталогу, содержащему наши библиотеки, «.» так как используется файл, который лежит в данной папке. Флаг `-Wl` передает 'опцию' в качестве опции линкеру, если 'опция' содержит запятые, она расщепляется запятыми на многочисленные опции. Для того, чтобы добавить динамическую библиотеку на моменте линковки, для компиляции первой программы будем компилировать объектный файл `prog1.o`.

Код программы

lib1.cpp:

```
#include <cmath>
#include <iostream>

extern "C" float SinIntegral(float A, float B, float e);
extern "C" int PrimeCount(int A, int B);

int PrimeCount(int A, int B) {
    int count = 0;
    if (B < 2)
        return 0;
    if (A < 3) {
        A = 3;
        ++count;
    }
    for (int n = A; n <= B; ++n) {
        for (int divider = 2; divider < n; ++divider) {
            if (n % divider == 0)
                break;
            if (divider == n - 1)
                ++count;
        }
    }
    std::cout << "1" << std::endl;
    return count;
}

float SinIntegral(float A, float B, float e) {
    float rectangle_integral = 0;
    for (float step = A; step + e < B; step += e)
    {
        float x1 = step;
        float x2;
        if (step + e < B)
            x2 = step + e;
        else
            x2 = B;
        rectangle_integral += 0.5*(x2-x1)*(sin(x1) + sin(x2));
    }
    std::cout << "1" << std::endl;
}
```

```

    return rectangle_integral;
}

```

lib2.cpp

```

#include <vector>
#include <cmath>

```

```

extern "C" float SinIntegral(float A, float B, float e);
extern "C" int PrimeCount(int A, int B);

```

```

int PrimeCount(int A, int B){
    if (B < 2)
        return 0;
    if( A < 2)
        A = 2;
    int n = B;
    std::vector<char> prime(n + 1, true);
    prime[0] = prime[1] = false;
    for (int i = 2; i <= n; ++i){
        if(prime[i]){
            if(i * i <= n){
                for(int j = i * i; j <= n; j += i){
                    prime[j] = false;
                }
            }
        }
    }
    int count = 0;
    for (int i = A; i <= B; ++i)
        count += prime[i];
    return count;
}

```

```

float SinIntegral(float A, float B, float e) {
    float trapezoidal_integral = 0;
    for (float step = A; step + e < B; step+= e)
    {
        float x1 = step;
        float x2;
        if (step + e < B)
            x2 = step+e;
        else
            x2 = B;
        trapezoidal_integral += (x2-x1)*sin(x1) + 0.5*(x2-x1) * (sin(x2) - sin(x1));
    }

    return trapezoidal_integral;
}

```

```
}
```

prog1.cpp

```
#include <iostream>
```

```
extern "C" int PrimeCount(int A, int B);  
extern "C" float SinIntegral(float A, float B, float e);
```

```
int main() {  
    int command;  
    while((std::cout << "Enter command (1 or 2): " && (std::cin >> command)){  
        if(command == 2){  
            std::cout << "Enter A and B: ";  
            int a, b;  
            std::cin >> a >> b;  
            std::cout << "PrimeCount in [a; b] " << PrimeCount(a, b) << std::endl;  
        }  
        else if(command == 1){  
            float A, B, e;  
            std::cout << "Enter A, B, e: ";  
            std::cin >> A >> B >> e;  
            std::cout << "Integral value " << SinIntegral(A, B, e) << std::endl;  
        }  
    }  
}
```

prog2.cpp

```
#include <cstdlib>  
#include <iostream>  
#include <dlfcn.h>
```

```
int main() {  
    std::cout << "Enter num library: ";  
    int lib_num;  
    std::cin >> lib_num;  
    if(lib_num < 1 || lib_num > 2){  
        std::cout << "error lib" << std::endl;  
        exit(1);  
    }  
    --lib_num;  
    int command;  
    const char* libs[] = {"libd1.so", "libd2.so"};
```

```

void* library_handle;
library_handle = dlopen (libs[lib_num], RTLD_LAZY);
if(!library_handle){
    std::cout << "Error in dlopen" << std::endl;
    exit(1);
}

float (*SinIntegral)(float A, float B, float e);
int (*PrimeCount)(int A, int B);

SinIntegral = (float (*)(float, float, float))dlsym(library_handle, "SinIntegral");
PrimeCount = (int (*)(int, int))dlsym(library_handle, "PrimeCount");

while((std::cout << "Enter command: 0, 1 or 2: " && (std::cin >> command)) {
    switch (command) {
        case 0:
            dlclose(library_handle);
            lib_num = (lib_num + 1) % 2;
            library_handle = dlopen(libs[lib_num], RTLD_LAZY);
            if(!library_handle){
                std::cout << "Error in dlopen" << std::endl;
                exit(1);
            }
            SinIntegral = (float (*)(float, float, float))dlsym(library_handle, "SinIntegral");
            PrimeCount = (int (*)(int, int))dlsym(library_handle, "PrimeCount");
            std::cout << "Change library" << std::endl;
            break;
        case 1:
            float A, B, e;
            std::cout << "Enter A, B, e: ";
            std::cin >> A >> B >> e;
            std::cout << "Integral value " << SinIntegral(A, B, e) << std::endl;
            break;
        case 2:
            std::cout << "Enter A and B: ";
            int a, b;
            std::cin >> a >> b;
            std::cout << "PrimeCount in [a; b] " << PrimeCount(a, b) << std::endl;
            break;
        default:
            std::cout << "Enter 0, 1 or 2!" << std::endl;
            break;
    }
}
dlclose(library_handle);
}

```


Протокол

ann@ann:~/os/lab5\$./main1.out

Enter command (1 or 2): 1

Enter A, B, e: 5 6 0.09

Integral value 1

-0.673212

Enter command (1 or 2): 2

Enter A and B: 5 9

PrimeCount in [a; b] 1

2

Enter command (1 or 2): 3

Enter command (1 or 2): 2

Enter A and B: 7 67

PrimeCount in [a; b] 1

16

Enter command (1 or 2): h

ann@ann:~/os/lab5\$./main2.out

Enter num library: 2

Enter command: 0, 1 or 2: 1

Enter A, B, e: 1 2 0.7

Integral value 0.641598

Enter command: 0, 1 or 2: 1

Enter A, B, e: 4 5 0.88

Integral value -0.766827

Enter command: 0, 1 or 2: 2

Enter A and B: 4 99

PrimeCount in [a; b] 23

Enter command: 0, 1 or 2: 0

Change library

Enter command: 0, 1 or 2: 2

Enter A and B: 4 99

PrimeCount in [a; b] 1

23

Enter command: 0, 1 or 2: 1

Enter A, B, e: 2 7 0.1

Integral value 1

-1.16908

Утилита strace

Strace1

```
ann@ann:~/os/lab5$ strace ./main1.out
```

```
execve("./main1.out", ["/main1.out"], 0x7ffdfb088fc0 /* 63 vars */) = 0
```

```
brk(NULL) = 0x5589be797000
```

```
access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
```

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

```
openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/x86_64/libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1  
ENOENT (No such file or directory)
```

```
openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No  
such file or directory)
```

```
openat(AT_FDCWD, "./tls/x86_64/libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No  
such file or directory)
```

```
openat(AT_FDCWD, "./tls/libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file  
or directory)
```

```
openat(AT_FDCWD, "./haswell/x86_64/libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT  
(No such file or directory)
```

```
openat(AT_FDCWD, "./haswell/libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No  
such file or directory)
```

```
openat(AT_FDCWD, "./x86_64/libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such  
file or directory)
```

```
openat(AT_FDCWD, "./libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
```

```
read(3, "\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0`\5\0\0\0\0\0"..., 832) = 832
```

```
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0775, st_size=7928, ...}) = 0
```

```
mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1,
```

```

0) = 0x7f130c3b8000
getcwd("/home/ann/os/lab5", 128)    = 18
mmap(NULL, 2101296, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,
3, 0) = 0x7f130bf8f000
mprotect(0x7f130bf90000, 2093056, PROT_NONE) = 0
mmap(0x7f130c18f000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f130c18f000
close(3)                                = 0
openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/x86_64/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1
ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT
(No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/x86_64/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT
(No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No
such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./haswell/x86_64/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1
ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./haswell/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT
(No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./x86_64/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT
(No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./libstdc++.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=79721, ...}) = 0
mmap(NULL, 79721, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0x7f130c3a4000
close(3)                                = 0
access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK)    = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "/usr/lib/x86_64-linux-gnu/libstdc++.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\304\10\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

```

```

fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=1594864, ...}) = 0
mmap(NULL, 3702848, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,
3, 0) = 0x7f130bc06000
mprotect(0x7f130bd7f000, 2097152, PROT_NONE) = 0
mmap(0x7f130bf7f000, 49152, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x179000) = 0x7f130bf7f000
mmap(0x7f130bf8b000, 12352, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f130bf8b000
close(3) = 0
openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/x86_64/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1
ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No
such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/x86_64/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No
such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file
or directory)
openat(AT_FDCWD, "./haswell/x86_64/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT
(No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./haswell/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No
such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./x86_64/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)
access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
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\20\35\2\0\0\0\0"..., 832) = 832
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=2030928, ...}) = 0
mmap(NULL, 4131552, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,
3, 0) = 0x7f130b815000
mprotect(0x7f130b9fc000, 2097152, PROT_NONE) = 0

```

```

mmap(0x7f130bbfc000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1e7000) = 0x7f130bbfc000
mmap(0x7f130bc02000, 15072, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f130bc02000
close(3) = 0
access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
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\200\272\0\0\0\0\0"..., 832) = 832
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=1700792, ...}) = 0
mmap(NULL, 3789144, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,
3, 0) = 0x7f130b477000
mprotect(0x7f130b614000, 2093056, PROT_NONE) = 0
mmap(0x7f130b813000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x19c000) = 0x7f130b813000
close(3) = 0
access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "/lib/x86_64-linux-gnu/libgcc_s.so.1", 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\300*\0\0\0\0\0"..., 832) = 832
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=96616, ...}) = 0
mmap(NULL, 2192432, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,
3, 0) = 0x7f130b25f000
mprotect(0x7f130b276000, 2093056, PROT_NONE) = 0
mmap(0x7f130b475000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x16000) = 0x7f130b475000
close(3) = 0
mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1,
0) = 0x7f130c3a2000
mmap(NULL, 12288, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -
1, 0) = 0x7f130c39f000
arch_prctl(ARCH_SET_FS, 0x7f130c39f740) = 0
mprotect(0x7f130bbfc000, 16384, PROT_READ) = 0
mprotect(0x7f130b475000, 4096, PROT_READ) = 0

```

```

mprotect(0x7f130b813000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0x7f130bf7f000, 40960, PROT_READ) = 0
mprotect(0x7f130c18f000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0x5589bca52000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0x7f130c3ba000, 4096, PROT_READ) = 0
munmap(0x7f130c3a4000, 79721)      = 0
brk(NULL)                        = 0x5589be797000
brk(0x5589be7b8000)              = 0x5589be7b8000
fstat(1, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(136, 0), ...}) = 0
write(1, "Enter command (1 or 2): ", 24Enter command (1 or 2): ) = 24
fstat(0, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(136, 0), ...}) = 0
read(0, 0x5589be7a9280, 1024)    = ? ERESTARTSYS (To be restarted if SA_RESTART is
set)
--- SIGWINCH {si_signo=SIGWINCH, si_code=SI_KERNEL} ---
read(0, 1
"1\n", 1024)                    = 2
write(1, "Enter A, B, e: ", 15Enter A, B, e: )      = 15
read(0, 1.5 1.6 0.01
"1.5 1.6 0.01\n", 1024)        = 13
write(1, "Integral value 0.0999358\n", 25Integral value 0.0999358
) = 25
write(1, "Enter command (1 or 2): ", 24Enter command (1 or 2): ) = 24
read(0, 2
"2\n", 1024)                    = 2
write(1, "Enter A and B: ", 15Enter A and B: )      = 15
read(0, 34 78
"34 78\n", 1024)                = 6
write(1, "PrimeCount in [a; b] 10\n", 24PrimeCount in [a; b] 10
) = 24
write(1, "Enter command (1 or 2): ", 24Enter command (1 or 2): ) = 24
read(0, "", 1024)                = 0
exit_group(0)                    = ?

```

+++ exited with 0 +++

Strace2

ann@ann:~/os/lab5\$ strace ./main2.out

execve("./main2.out", ["/main2.out"], 0x7ffe89199cf0 /* 63 vars */) = 0

brk(NULL) = 0x560921bbf000

access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)

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

openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/x86_64/libdl.so.2", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1

ENOENT (No such file or directory)

openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/libdl.so.2", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)

openat(AT_FDCWD, "./tls/x86_64/libdl.so.2", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)

openat(AT_FDCWD, "./tls/libdl.so.2", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)

openat(AT_FDCWD, "./haswell/x86_64/libdl.so.2", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)

openat(AT_FDCWD, "./haswell/libdl.so.2", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)

openat(AT_FDCWD, "./x86_64/libdl.so.2", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)

openat(AT_FDCWD, "./libdl.so.2", 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=79721, ...}) = 0

mmap(NULL, 79721, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0x7fb6f07a3000

close(3) = 0

access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)

openat(AT_FDCWD, "/lib/x86_64-linux-gnu/libdl.so.2", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3

read(3, "\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0P\16\0\0\0\0\0...", 832) = 832

fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=14560, ...}) = 0

mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1,

```

0) = 0x7fb6f07a1000
mmap(NULL, 2109712, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,
3, 0) = 0x7fb6f038a000
mprotect(0x7fb6f038d000, 2093056, PROT_NONE) = 0
mmap(0x7fb6f058c000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x2000) = 0x7fb6f058c000
close(3) = 0
openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/x86_64/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1
ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT
(No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/x86_64/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT
(No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No
such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./haswell/x86_64/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1
ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./haswell/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT
(No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./x86_64/libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT
(No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./libstdc++.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such
file or directory)
access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "/usr/lib/x86_64-linux-gnu/libstdc++.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\304\10\0\0\0\0"..., 832) = 832
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=1594864, ...}) = 0
mmap(NULL, 3702848, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,
3, 0) = 0x7fb6f0001000
mprotect(0x7fb6f017a000, 2097152, PROT_NONE) = 0
mmap(0x7fb6f037a000, 49152, PROT_READ|PROT_WRITE,

```



```

MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x179000) = 0x7fb6f037a000
mmap(0x7fb6f0386000, 12352, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fb6f0386000
close(3)                                = 0
openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/x86_64/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1
ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT
(No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/x86_64/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT
(No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such
file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./haswell/x86_64/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1
ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./haswell/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No
such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./x86_64/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)
access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK)      = -1 ENOENT (No such file or directory)
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\20\35\2\0\0\0\0\0"..., 832) = 832
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=2030928, ...}) = 0
mmap(NULL, 4131552, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,
3, 0) = 0x7fb6efc10000
mprotect(0x7fb6efd7000, 2097152, PROT_NONE) = 0
mmap(0x7fb6eff7000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1e7000) = 0x7fb6eff7000
mmap(0x7fb6efffd000, 15072, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7fb6efffd000
close(3)                                = 0

```

```

access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK)    = -1 ENOENT (No such file or directory)
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\200\272\0\0\0\0\0"..., 832) = 832
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=1700792, ...}) = 0
mmap(NULL, 3789144, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,
3, 0) = 0x7fb6ef872000
mprotect(0x7fb6efa0f000, 2093056, PROT_NONE) = 0
mmap(0x7fb6efc0e000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x19c000) = 0x7fb6efc0e000
close(3)                                = 0
access("/etc/ld.so.nohwcap", F_OK)    = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "/lib/x86_64-linux-gnu/libgcc_s.so.1", 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\300*\0\0\0\0\0"..., 832) = 832
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=96616, ...}) = 0
mmap(NULL, 2192432, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,
3, 0) = 0x7fb6ef65a000
mprotect(0x7fb6ef671000, 2093056, PROT_NONE) = 0
mmap(0x7fb6ef870000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x16000) = 0x7fb6ef870000
close(3)                                = 0
mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1,
0) = 0x7fb6f079f000
mmap(NULL, 12288, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -
1, 0) = 0x7fb6f079c000
arch_prctl(ARCH_SET_FS, 0x7fb6f079c740) = 0
mprotect(0x7fb6efff7000, 16384, PROT_READ) = 0
mprotect(0x7fb6ef870000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0x7fb6efc0e000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0x7fb6f037a000, 40960, PROT_READ) = 0
mprotect(0x7fb6f058c000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0x560920fa2000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0x7fb6f07b7000, 4096, PROT_READ) = 0

```

```

munmap(0x7fb6f07a3000, 79721)      = 0
brk(NULL)                        = 0x560921bbf000
brk(0x560921be0000)              = 0x560921be0000
fstat(1, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(136, 0), ...}) = 0
write(1, "Enter num library: ", 19Enter num library: )    = 19
fstat(0, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(136, 0), ...}) = 0
read(0, 1
"1\n", 1024)                    = 2
openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/x86_64/libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1
ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT
(No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/x86_64/libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT
(No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such
file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./haswell/x86_64/libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1
ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./haswell/libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No
such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./x86_64/libd1.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No
such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./libd1.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\5\0\0\0\0\0"..., 832) = 832
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0775, st_size=7928, ...}) = 0
getcwd("/home/ann/os/lab5", 128)    = 18
mmap(NULL, 2101296, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,
3, 0) = 0x7fb6ef458000
mprotect(0x7fb6ef459000, 2093056, PROT_NONE) = 0
mmap(0x7fb6ef658000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7fb6ef658000
close(3)                            = 0

```

```

mprotect(0x7fb6ef658000, 4096, PROT_READ) = 0
write(1, "Enter command: 0, 1 or 2: ", 26Enter command: 0, 1 or 2: ) = 26
read(0, 1
"1\n", 1024)          = 2
write(1, "Enter A, B, e: ", 15Enter A, B, e: )      = 15
read(0, 1.4 1.5 0.001
"1.4 1.5 0.001\n", 1024)    = 14
write(1, "Integral value 0.0982371\n", 25Integral value 0.0982371
) = 25
write(1, "Enter command: 0, 1 or 2: ", 26Enter command: 0, 1 or 2: ) = 26
read(0, 0
"0\n", 1024)          = 2
munmap(0x7fb6ef458000, 2101296)      = 0
openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/x86_64/libd2.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1
ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/haswell/libd2.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No
such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/x86_64/libd2.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No
such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./tls/libd2.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file
or directory)
openat(AT_FDCWD, "./haswell/x86_64/libd2.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT
(No such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./haswell/libd2.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No
such file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./x86_64/libd2.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such
file or directory)
openat(AT_FDCWD, "./libd2.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\30\0\0\0\0\0"..., 832) = 832
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0775, st_size=19464, ...}) = 0
getcwd("/home/ann/os/lab5", 128)      = 18
mmap(NULL, 2109792, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,

```

```

3, 0) = 0x7fb6ef456000
mprotect(0x7fb6ef459000, 2093056, PROT_NONE) = 0
mmap(0x7fb6ef658000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x2000) = 0x7fb6ef658000
close(3) = 0
mprotect(0x7fb6ef658000, 4096, PROT_READ) = 0
write(1, "Change library\n", 15Change library
) = 15
write(1, "Enter command: 0, 1 or 2: ", 26Enter command: 0, 1 or 2: ) = 26
read(0, 2
"2\n", 1024) = 2
write(1, "Enter A and B: ", 15Enter A and B: ) = 15
read(0, 2 7
"2 7\n", 1024) = 4
write(1, "PrimeCount in [a; b] 4\n", 23PrimeCount in [a; b] 4
) = 23
write(1, "Enter command: 0, 1 or 2: ", 26Enter command: 0, 1 or 2: ) = 26
read(0, "", 1024) = 0
munmap(0x7fb6ef456000, 2109792) = 0
exit_group(0) = ?
+++ exited with 0 +++

```

Выводы

В процессе выполнения данной лабораторной работы я описала динамические библиотеки функций вычисления интеграла синуса и подсчёта простых чисел в заданных границах, написала две программы, использующие эти библиотеки. Я познакомилась с динамическими и статическими библиотеками, научилась использовать их в своих программах, ведь это ускоряет компиляцию программ, а динамические библиотеки экономят память: не нужно копировать файлы библиотеки, она подсоединяется в момент работы программы.