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

## **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 используют одну из библиотек, используя знания полученные на этапе компиляции;
* Тестовая программа (программа №2), которая загружает библиотеки, используя только их местоположение и контракты.

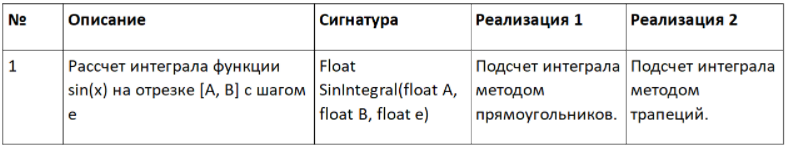
Провести анализ двух типов использования библиотек.

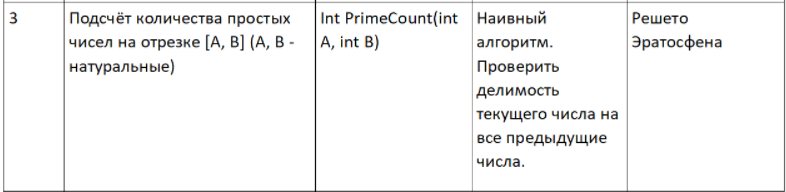
Пользовательский ввод для обоих программ должен быть организован следующим образом:

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.

**Вариант 2:**

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





## **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 используют одну из библиотек, используя знания полученные на этапе компиляции, а prog2.cpp – программа, которая загружает библиотеки, используя только их местоположение и контракты

Программы использует 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. -ld1 -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\0\0\3\0>\0\1\0\0\0`\5\0\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\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\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) = 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\0\3\0>\0\1\0\0\0\200\272\0\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\0\3\0>\0\1\0\0\0\300\*\0\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\0\0\3\0>\0\1\0\0\0P\16\0\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\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) = 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\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(0x7fb6efdf7000, 2097152, PROT\_NONE) = 0

mmap(0x7fb6efff7000, 24576, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1e7000) = 0x7fb6efff7000

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\0\3\0>\0\1\0\0\0\200\272\0\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\0\3\0>\0\1\0\0\0\300\*\0\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\0\3\0>\0\1\0\0\0`\5\0\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\0\3\0>\0\1\0\0\0\0\30\0\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.