Московский Авиационный Институт

(Национальный Исследовательский Университет)

Факультет информационных технологий и прикладной математики

Кафедра вычислительной математики и программирования

**Лабораторная работа №5 по курсу**

**«Операционные системы»**

Студент: Пономарев Н.В.

Группа: М80-207Б-20

Преподаватель: Миронов Е.С.

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

Дата: 21.11.21

**Содержание**

1. Постановка задачи.
2. Общие сведения о программе.
3. Общий метод и алгоритм решения.
4. Код программы.
5. Демонстрация работы программы.
6. Вывод.

## **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.

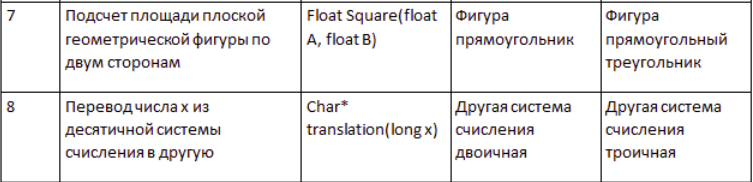
Провести анализ двух типов использования библиотек.

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.

**Группа вариантов вариант 4:**

Составить и отладить программу на языке С++ с использованием дин. библиотек, со следующими котрактами 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 func1.cpp -o d1.o

g++ -fPIC -c func2.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**

**func1.cpp:**

#include <iostream>

#include <vector>

#include <cmath>

using namespace std;

// rectangle

extern "C" float Square(float A, float B) {

return A \* B;

}

// binary

extern "C" void translation(long x, char \* c){

vector<int> v;

if(x == 0){

c[0] = '0';

return;

} else {

while(x){

v.push\_back(x % 2);

x /= 2;

}

}

for(int i = v.size() - 1; i >= 0; --i){

c[v.size() - i - 1] = static\_cast<char>(v[i] + '0');

}

}

**func2.cpp**

#include <iostream>

#include <vector>

#include <cmath>

using namespace std;

// rectangle

extern "C" float Square(float A, float B) {

return 1.0/2 \* A \* B;

}

// ternary

extern "C" void translation(long x, char \* c){

vector<int> v;

if(x == 0){

c[0] = '0';

return;

} else {

while(x){

v.push\_back(x % 3);

x /= 3;

}

}

for(int i = v.size() - 1; i >= 0; --i){

c[v.size() - i - 1] = static\_cast<char>(v[i] + '0');

}

}

**prog1.cpp**

#include <iostream>

#include <vector>

#include <cmath>

using namespace std;

extern "C" float Square(float A, float B);

extern "C" void translation(long n, char\* c);

int main(){

int n;

while(cin >> n) {

switch(n) {

case 1: {

int a, b;

cin >> a >> b;

if(a <= 0 || b <= 0){

cout << "Please input correct data!**\n**";

break;

}

cout << Square(a, b) << '**\n**';

break;

} case 2: {

int z;

cin >> z;

if(z < 0){

cout << "Please input correct data!**\n**";

break;

}

int size = 0;

if(z == 0){

size = 1;

} else{

size = ceil(log2(z));

if(int(log2(z)) == (log2(z)) || z == 1){

++size;

}

}

char c[size];

translation(z, c);

for(int i = 0; i < size; i++){

cout << c[i];

}

cout << '**\n**';

break;

} default: {

cout << "Please input correct key!**\n**";

break;

}

}

}

}

**prog2.cpp**

#include <iostream>

#include <vector>

#include <cmath>

#include <dlfcn.h>

#include <cstring>

using namespace std;

int main(){

float (\*Square)(float, float);

void (\*translation)(long, char\*);

string name\_1("libd1.so");

string name\_2("libd2.so");

char\* name1 = &name\_1[0];

char\* name2 = &name\_2[0];

void\* handle = dlopen(name2, RTLD\_LAZY);

if(!handle){

cout << "Error during uploading dynamic library**\n**";

return 1;

}

Square = (float(\*)(float, float))dlsym(handle, "Square");

char\* error = dlerror();

if(error){

cout << error << '**\n**';

return 2;

}

translation = (void(\*)(long, char\*))dlsym(handle, "translation");

error = dlerror();

if(error){

cout << error << '**\n**';

return 2;

}

bool f = true;

int n;

while(cin >> n) {

switch(n) {

case 0:

if(f){

dlclose(handle);

char\* error = dlerror();

if(error){

cout << error << '**\n**';

return 2;

}

handle = dlopen(name1, RTLD\_LAZY);

if(!handle){

cout << "Error during uploading dynamic library**\n**";

return 1;

}

Square = (float(\*)(float, float))dlsym(handle, "Square");

error = dlerror();

if(error){

cout << error << '**\n**';

return 2;

}

translation = (void(\*)(long, char\*))dlsym(handle, "translation");

error = dlerror();

if(error){

cout << error << '**\n**';

return 2;

}

f = false;

} else {

dlclose(handle);

char\* error = dlerror();

if(error){

cout << error << '**\n**';

return 2;

}

handle = dlopen(name2, RTLD\_LAZY);

if(!handle){

cout << "Error during uploading dynamic library**\n**";

return 1;

}

Square = (float(\*)(float, float))dlsym(handle, "Square");

error = dlerror();

if(error){

cout << error << '**\n**';

return 2;

}

translation = (void(\*)(long, char\*))dlsym(handle, "translation");

error = dlerror();

if(error){

cout << error << '**\n**';

return 2;

}

f = true;

}

break;

case 1:

int a, b;

cin >> a >> b;

cout << Square(a, b) << '**\n**';

break;

case 2: {

int z;

cin >> z;

int size;

if(f){

if(z < 0){

cout << "Please input correct data!**\n**";

break;

}

if(z == 0){

size = 1;

} else{

size = ceil(log2(z)/log2(3));

if(int(log2(z)/log2(3)) == (log2(z)/log2(3)) || z == 1){

++size;

}

}

char c[size];

translation(z, c);

for(int i = 0; i < size; i++){

cout << c[i];

}

cout << '**\n**';

} else {

if(z < 0){

cout << "Please input correct data!**\n**";

break;

}

int size = 0;

if(z == 0){

size = 1;

} else{

size = ceil(log2(z));

if(int(log2(z)) == (log2(z)) || z == 1){

++size;

}

}

char c[size];

translation(z, c);

for(int i = 0; i < size; i++){

cout << c[i];

}

cout << '**\n**';

}

break;

}

default:

cout << "Error, please enter correct number**\n**";

}

}

}

## **Использование утилиты strace**

**Для main1.out:**

execve("./main1.out", ["./main1.out"], 0x7fff4e930790 /\* 48 vars \*/) = 0

brk(NULL) = 0x5605fa247000

arch\_prctl(0x3001 /\* ARCH\_??? \*/, 0x7ffc23ea2ab0) = -1 EINVAL (Недопустимый аргумент)

access("/etc/ld.so.preload", R\_OK) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/x86\_64/libd1.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libd1.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libd1.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/libd1.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/x86\_64/libd1.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libd1.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libd1.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

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 :\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0775, st\_size=35712, ...}) = 0

mmap(NULL, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f44c5e24000

getcwd("/home/niciki/\320\240\320\260\320\261\320\276\321\207\320\270\320\271 \321\201\321\202\320\276\320\273/os/lab5", 128) = 45

mmap(NULL, 29352, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f44c5e1c000

mmap(0x7f44c5e1f000, 8192, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x3000) = 0x7f44c5e1f000

mmap(0x7f44c5e21000, 4096, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x5000) = 0x7f44c5e21000

mmap(0x7f44c5e22000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x5000) = 0x7f44c5e22000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/x86\_64/libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/x86\_64/libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

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

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=71116, ...}) = 0

mmap(NULL, 71116, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE, 3, 0) = 0x7f44c5e0a000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "/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`\341\t\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=1956992, ...}) = 0

mmap(NULL, 1972224, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f44c5c28000

mprotect(0x7f44c5cbe000, 1290240, PROT\_NONE) = 0

mmap(0x7f44c5cbe000, 987136, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x96000) = 0x7f44c5cbe000

mmap(0x7f44c5daf000, 299008, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x187000) = 0x7f44c5daf000

mmap(0x7f44c5df9000, 57344, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1d0000) = 0x7f44c5df9000

mmap(0x7f44c5e07000, 10240, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f44c5e07000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/x86\_64/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/x86\_64/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

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\300\363\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=1369352, ...}) = 0

mmap(NULL, 1368336, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f44c5ad9000

mmap(0x7f44c5ae8000, 684032, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0xf000) = 0x7f44c5ae8000

mmap(0x7f44c5b8f000, 618496, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0xb6000) = 0x7f44c5b8f000

mmap(0x7f44c5c26000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x14c000) = 0x7f44c5c26000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/x86\_64/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/x86\_64/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

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\360q\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

pread64(3, "\4\0\0\0\20\0\0\0\5\0\0\0GNU\0\2\0\0\300\4\0\0\0\3\0\0\0\0\0\0\0", 32, 848) = 32

pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0\t\233\222%\274\260\320\31\331\326\10\204\276X>\263"..., 68, 880) = 68

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0755, st\_size=2029224, ...}) = 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

pread64(3, "\4\0\0\0\20\0\0\0\5\0\0\0GNU\0\2\0\0\300\4\0\0\0\3\0\0\0\0\0\0\0", 32, 848) = 32

pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0\t\233\222%\274\260\320\31\331\326\10\204\276X>\263"..., 68, 880) = 68

mmap(NULL, 2036952, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f44c58e7000

mprotect(0x7f44c590c000, 1847296, PROT\_NONE) = 0

mmap(0x7f44c590c000, 1540096, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x25000) = 0x7f44c590c000

mmap(0x7f44c5a84000, 303104, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x19d000) = 0x7f44c5a84000

mmap(0x7f44c5acf000, 24576, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1e7000) = 0x7f44c5acf000

mmap(0x7f44c5ad5000, 13528, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f44c5ad5000

close(3) = 0

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\3405\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=104984, ...}) = 0

mmap(NULL, 107592, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7f44c58cc000

mmap(0x7f44c58cf000, 73728, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x3000) = 0x7f44c58cf000

mmap(0x7f44c58e1000, 16384, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x15000) = 0x7f44c58e1000

mmap(0x7f44c58e5000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x18000) = 0x7f44c58e5000

close(3) = 0

mmap(NULL, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f44c58ca000

mmap(NULL, 12288, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7f44c58c7000

arch\_prctl(ARCH\_SET\_FS, 0x7f44c58c7740) = 0

mprotect(0x7f44c5acf000, 12288, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7f44c58e5000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7f44c5c26000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7f44c5df9000, 45056, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7f44c5e22000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x5605f92ab000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7f44c5e53000, 4096, PROT\_READ) = 0

munmap(0x7f44c5e0a000, 71116) = 0

brk(NULL) = 0x5605fa247000

brk(0x5605fa268000) = 0x5605fa268000

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

read(0, 0x5605fa258eb0, 1024) = ? ERESTARTSYS (To be restarted if SA\_RESTART is set)

--- SIGWINCH {si\_signo=SIGWINCH, si\_code=SI\_KERNEL} ---

read(0, 0x5605fa258eb0, 1024) = ? ERESTARTSYS (To be restarted if SA\_RESTART is set)

--- SIGWINCH {si\_signo=SIGWINCH, si\_code=SI\_KERNEL} ---

read(0, 1 3 4

"1 3 4\n", 1024) = 6

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

write(1, "12\n", 312

) = 3

read(0, 2 4

"2 4\n", 1024) = 4

write(1, "100\n", 4100

) = 4

read(0, 2 2

"2 2\n", 1024) = 4

write(1, "10\n", 310

) = 3

read(0, "", 1024) = 0

exit\_group(0) = ?

+++ exited with 0 +++

**Для main2.out:**

execve("./main2.out", ["./main2.out"], 0x7fff65c72c80 /\* 48 vars \*/) = 0

brk(NULL) = 0x55a824a7e000

arch\_prctl(0x3001 /\* ARCH\_??? \*/, 0x7fffdad93540) = -1 EINVAL (Недопустимый аргумент)

access("/etc/ld.so.preload", R\_OK) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/x86\_64/libdl.so.2", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libdl.so.2", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libdl.so.2", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/libdl.so.2", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/x86\_64/libdl.so.2", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libdl.so.2", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libdl.so.2", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./libdl.so.2", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

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

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=71116, ...}) = 0

mmap(NULL, 71116, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE, 3, 0) = 0x7faec820e000

close(3) = 0

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\0 \22\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=18816, ...}) = 0

mmap(NULL, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7faec820c000

mmap(NULL, 20752, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7faec8206000

mmap(0x7faec8207000, 8192, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1000) = 0x7faec8207000

mmap(0x7faec8209000, 4096, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x3000) = 0x7faec8209000

mmap(0x7faec820a000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x3000) = 0x7faec820a000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/x86\_64/libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/x86\_64/libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./libstdc++.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "/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`\341\t\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=1956992, ...}) = 0

mmap(NULL, 1972224, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7faec8024000

mprotect(0x7faec80ba000, 1290240, PROT\_NONE) = 0

mmap(0x7faec80ba000, 987136, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x96000) = 0x7faec80ba000

mmap(0x7faec81ab000, 299008, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x187000) = 0x7faec81ab000

mmap(0x7faec81f5000, 57344, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1d0000) = 0x7faec81f5000

mmap(0x7faec8203000, 10240, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7faec8203000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/x86\_64/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/x86\_64/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./libm.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

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\300\363\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=1369352, ...}) = 0

mmap(NULL, 1368336, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7faec7ed5000

mmap(0x7faec7ee4000, 684032, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0xf000) = 0x7faec7ee4000

mmap(0x7faec7f8b000, 618496, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0xb6000) = 0x7faec7f8b000

mmap(0x7faec8022000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x14c000) = 0x7faec8022000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/x86\_64/libgcc\_s.so.1", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libgcc\_s.so.1", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libgcc\_s.so.1", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/libgcc\_s.so.1", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/x86\_64/libgcc\_s.so.1", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libgcc\_s.so.1", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libgcc\_s.so.1", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./libgcc\_s.so.1", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

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\3405\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=104984, ...}) = 0

mmap(NULL, 107592, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7faec7eba000

mmap(0x7faec7ebd000, 73728, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x3000) = 0x7faec7ebd000

mmap(0x7faec7ecf000, 16384, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x15000) = 0x7faec7ecf000

mmap(0x7faec7ed3000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x18000) = 0x7faec7ed3000

close(3) = 0

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/x86\_64/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/x86\_64/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

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\360q\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

pread64(3, "\4\0\0\0\20\0\0\0\5\0\0\0GNU\0\2\0\0\300\4\0\0\0\3\0\0\0\0\0\0\0", 32, 848) = 32

pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0\t\233\222%\274\260\320\31\331\326\10\204\276X>\263"..., 68, 880) = 68

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0755, st\_size=2029224, ...}) = 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

pread64(3, "\4\0\0\0\20\0\0\0\5\0\0\0GNU\0\2\0\0\300\4\0\0\0\3\0\0\0\0\0\0\0", 32, 848) = 32

pread64(3, "\4\0\0\0\24\0\0\0\3\0\0\0GNU\0\t\233\222%\274\260\320\31\331\326\10\204\276X>\263"..., 68, 880) = 68

mmap(NULL, 2036952, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7faec7cc8000

mprotect(0x7faec7ced000, 1847296, PROT\_NONE) = 0

mmap(0x7faec7ced000, 1540096, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x25000) = 0x7faec7ced000

mmap(0x7faec7e65000, 303104, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x19d000) = 0x7faec7e65000

mmap(0x7faec7eb0000, 24576, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1e7000) = 0x7faec7eb0000

mmap(0x7faec7eb6000, 13528, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7faec7eb6000

close(3) = 0

mmap(NULL, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7faec7cc6000

mmap(NULL, 12288, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7faec7cc3000

arch\_prctl(ARCH\_SET\_FS, 0x7faec7cc3740) = 0

mprotect(0x7faec7eb0000, 12288, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7faec7ed3000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7faec8022000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7faec81f5000, 45056, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7faec820a000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x55a822c4b000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x7faec824d000, 4096, PROT\_READ) = 0

munmap(0x7faec820e000, 71116) = 0

brk(NULL) = 0x55a824a7e000

brk(0x55a824a9f000) = 0x55a824a9f000

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/x86\_64/libd2.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libd2.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/x86\_64/libd2.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./tls/libd2.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/x86\_64/libd2.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libd2.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

openat(AT\_FDCWD, "./x86\_64/libd2.so", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)

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\0\0\0\0\0"..., 832) = 832

fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0775, st\_size=35712, ...}) = 0

getcwd("/home/niciki/\320\240\320\260\320\261\320\276\321\207\320\270\320\271 \321\201\321\202\320\276\320\273/os/lab5", 128) = 45

mmap(NULL, 29352, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7faec8218000

mmap(0x7faec821b000, 8192, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x3000) = 0x7faec821b000

mmap(0x7faec821d000, 4096, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x5000) = 0x7faec821d000

mmap(0x7faec821e000, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x5000) = 0x7faec821e000

close(3) = 0

mprotect(0x7faec821e000, 4096, PROT\_READ) = 0

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

read(0, 1 2 3

"1 2 3\n", 1024) = 6

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

write(1, "3\n", 23

) = 2

read(0, 2 4

"2 4\n", 1024) = 4

write(1, "11\n", 311

) = 3

read(0, ^Z

[2]+ Остановлен strace ./main2.out

## **Демонстрация работы программы**

**Для main1.out:**

niciki@niciki-XiaoMai5:~/Рабочий стол/os/lab5$ ./main1.out

1 2 3

6

1 4 3

12

2 3

11

2 5

101

**Для main2.out:**

niciki@niciki-XiaoMai5:~/Рабочий стол/os/lab5$ ./main2.out

1 2 3

3

2 3

10

2 4

11

1 2 6

6

2 8

22

## **Вывод**

В процессе выполнения данной лабораторной работы я описал динамические библиотеки функций подсчета влощади треугольника прямоугольного и прямоугольника и перевод системы счисления из 10-чной в двоичную и троичную в двух реализациях, написал две программы, использующие эти библиотеки. Я познакомился с динамическими и статическими библиотеками, научился использовать их в своих программах, ведь это ускоряет компиляцию программ, а динамические библиотеки экономят память: не нужно копировать файлы библиотеки, она подсоединяется в моменте работы программы. В процессе работы у меня произошла забавная ошибка, которой я очень благодарен, я, из за того, что забыл написать **extern "C"**, не получалось работать с программой, хотя компиляция производилась успешно. Поэтому, детально изучив работу динамических библиотек, я глубже вник в их работу, и смог найти и отладить свой баг. Для меня стало очень неожиданным то, что использование записи **extern "C"** позволяет работать с динамической библиотекой не только с++/с (при обратной совместимости кода библиотеки с тем, что в программе) программам, но и коду на других языках. Это является крайне полезным для меня, ведь я смогу использовать в своих проектах на языке python вставки кода на с++, для ускорения работы своей программы.