

Московский Авиационный Институт  
(Национальный Исследовательский Университет)  
Факультет информационных технологий и прикладной математики  
Кафедра вычислительной математики и программирования

**Лабораторная работа №5 по курсу**  
**«Операционные системы»**

**Тема работы**  
**“Динамические библиотеки”**

Студент: Морозов Артем Борисович  
Группа: М8О-208Б-20  
Вариант: 31  
Преподаватель: Миронов Евгений Сергеевич  
Оценка: \_\_\_\_\_  
Дата: \_\_\_\_\_  
Подпись: \_\_\_\_\_

Москва, 2021

## **Содержание**

1. Репозиторий
2. Постановка задачи
3. Общие сведения о программе
4. Общий метод и алгоритм решения
5. Исходный код
6. Демонстрация работы программы
7. Выводы

## Репозиторий

<https://github.com/artemmoroz0v>

## Постановка задачи

Задача: реализовать 2 динамические библиотеки и 2 программы для работы с ними. Первая программа будет загружать библиотеку (одну) на этапе компиляции при помощи ключа `-lmylib`, а вторая программа будет подключать две динамические библиотеки при помощи `dl`-функций в самом коде.

## Общие сведения о программе

Для выполнения данной лабораторной работы я предварительно создал 5 файлов: первые два - `first.cpp` и `second.cpp` являются исходным кодом для наших динамических библиотек. Файлы `compilation.cpp` и `launch.cpp` являются двумя программами, которые нужно было реализовать по заданию. `compilation.cpp` является программой, к которой библиотека подгружается на этапе компиляции, а `launch.cpp` является программой, к которой библиотека подключается непосредственно в самом коде.

Помимо этого, для удобства компиляции всех программ я создал MakeFile со следующим набором команд:

- 1) `g++ -fPIC -c first.cpp -o d1.o`  
`g++ -fPIC -c second.cpp -o d2.o`

При помощи этих команд наши `cpp`-библиотеки превращаются в объектные файлы. Это, так называемый, “промежуточный этап” создания динамических библиотек.

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

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

При помощи флага `-shared` мы создаем наши нужные по заданию динамические библиотеки.

```
3) g++ compilation.cpp -L. -ld1 -o main1 -Wl,-rpath -Wl,.
```

Этой строчкой мы делаем исполняемый файл из нашей программы `compilation.cpp`, при этом компилируем мы только с одной библиотекой (то есть компиляция может проходить либо с ключом `-ld1`, либо с ключом `-ld2`).

```
4) g++ launch.cpp -L. -ld1 -o main2 -Wl,-rpath -Wl,.
```

Этой строчкой мы делаем исполняемый файл из нашей программы `launch.cpp`, только теперь с флагом `-ld1`. Далее в нашей программе `main2` будут доступны 2 динамические библиотеки, действия над которыми будут обрабатываться при помощи следующих функций:

`void* dlopen(...)` - вгружает нашу библиотеку;

`void* dlsym(...)` - присваивает указателю на функцию ее адрес в библиотеке

`int dlclose(...)` - освобождает указатель на библиотеку

```
5) rm -r *.so *.o main1 main2
```

При помощи команды `make clean` происходит удаление всех созданных файлов, вследствие чего в папке остаются исходные 5 объектов.

## **Общий метод и алгоритм решения**

В самом начале выполнения лабораторной работы я реализовал две библиотеки: `first.cpp` и `second.cpp`. В библиотеке `first.cpp` реализовано вычисление экспоненты при помощи второго замечательного предела и реализован поиск площади прямоугольника. В библиотеке `second.cpp` реализовано вычисление экспоненты при помощи ряда Тейлора и реализован поиск прямоугольного треугольника. Далее в файле `compilation.cpp` я

реализовал обычное считывание команды при помощи проверки равенства функции `scanf` на -1 (вводится EOF - Ctrl+D на Ubuntu) и конструкции `switch-case`. Если вводится команда, отличная от 1 или 2, вылезает сообщение о том, что ввод был осуществлен неправильно. Если вводится 1, то считается экспонента при помощи второго замечательного предела. Если вводится 2, то считается площадь прямоугольника.

Что же касается `launch.cpp`, то там суть почти та же. В начале создаю необходимые указатели, позже загружаю какую-либо дин. библиотеку в зависимости от ввода пользователя. При помощи известного нам считывания до EOF я считываю команду. Если это не 0, не 1 и не 2, то прошу ввести правильную команду. Если эта команда 0, то программа меняет библиотеки (то есть, если раньше мне был доступен подсчет экспоненты вторым зам. пределом и площадь прямоугольника, то теперь мне будет доступен подсчет экспоненты посредством ряда Тейлора и площадь прямоугольника треугольника). Если команда 1, я считаю экспоненту. Если 2, то площадь. В конце освобождается указатель на библиотеку в целях избежания утечек памяти, программа завершается.

## Исходный код

### **first.cpp**

```
extern "C" float E (int x);
extern "C" float Square (float A, float B);

float E (int x) {
    if (x < 0) {
        return -1;
    }
    float e = 1.0;
    for (int i = 0; i < x; ++i) {
```

```

        e *= 1 + 1/(float)x;
    }
    return e;
}

float Square (float A, float B) {
    if (A <= 0 || B <= 0) {
        return -1;
    }
    float square = A * B;
    return square;
}

```

## **second.cpp**

```

extern "C" float E (int x);
extern "C" float Square (float A, float B);

float E (int x) {
    if (x < 0) {
        return -1;
    }
    float e = 1.0;
    float term = 1.0;
    for (int i = 1; i <= x; ++i) {
        term /= i;
        e += term;
    }
    return e;
}

float Square (float A, float B) {
    if (A <= 0 || B <= 0) {
        return -1;
    }
    float square = 0.5 * A * B;
    return square;
}

```

## **compilation.cpp**

```

#include <iostream>
extern "C" float E (int x);
extern "C" float Square (float A, float B);

int main () {
    int command;
    while (printf("Please enter your command: ") && (scanf("%d", &command)) != EOF)
    {
        switch (command) {
            case 1: {
                int x;
                std::cin >> x;
                float exp = E(x);
                if (exp == -1) {
                    std::cout << "Please enter a positive accuracy!" << std::endl;
                }
                else {
                    std::cout << "An approximate exponent value is: " << exp << std::endl;
                }
                break;
            }
            case 2: {
                float A, B, square;
                std::cin >> A >> B;
                square = Square(A, B);
                if (square == -1) {
                    std::cout << "Please enter positive variables!" << std::endl;
                }
                else {
                    std::cout << "The square of your figure is: " << square << std::endl;
                }
                break;
            }
            default:
                std::cout << "You must enter 1 or 2!" << std::endl;
                break;
        }
    }
    return 0;
}

```

## launch.cpp

```
#include <stdio.h>
#include <iostream>
#include <stdlib.h>
#include <dlfcn.h>

int main () {
    void* handle = NULL;
    float (*E)(int x);
    float (*Square)(float A, float B);
    const char* lib_array[] = {"libd1.so", "libd2.so"};
    int curlib;
    int start_library;
    std::cout << "Enter start library: " << std::endl;
    std::cout << '\t' << "1 for using first library" << std::endl;
    std::cout << '\t' << "2 for using second library" << std::endl;
    std::cin >> start_library;
    bool flag = true;
    while (flag) {
        if (start_library == 1) {
            curlib = 0;
            flag = false;
        }
        else if (start_library == 2) {
            curlib = 1;
            flag = false;
        }
        else {
            std::cout << "You should enter only 1 or 2!" << std::endl;
            std::cin >> start_library;
        }
    }
    handle = dlopen(lib_array[curlib], RTLD_LAZY);
    if (!handle) {
        std::cout << "An error while opening library has been detected" << std::endl;
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
    E = (float(*) (int))dlsym(handle, "E");
    Square = (float(*) (float, float))dlsym(handle, "Square");
    int command;
    std::cout << "Hello there! Please enter your command according to next rules: " <<
    std::endl;
```



```

std::cout << '\t' << "0 for changing the contract;" << std::endl;
std::cout << '\t' << "1 for calculating the exponent; " << std::endl;
std::cout << '\t' << "2 for calculating the square;" << std::endl;
while (printf("Please enter your command: ") && (scanf("%d", &command)) != EOF)
{
    if (command == 0) {
        dlclose(handle);
        if (curlib == 0) {
            curlib = 1 - curlib;
            handle = dlopen(lib_array[curlib], RTLD_LAZY);
            if (!handle) {
                std::cout << "An error while opening library has been detected" << std::
endl;
                exit(EXIT_FAILURE);
            }
            E = (float (*)(int))dlsym(handle, "E");
            Square = (float (*)(float, float))dlsym(handle, "Square");
        }
        else if (curlib == 1) {
            curlib = 1 - curlib;
            handle = dlopen(lib_array[curlib], RTLD_LAZY);
            if (!handle) {
                std::cout << "An error while opening library has been detected" << std::
endl;
                exit(EXIT_FAILURE);
            }
            E = (float (*)(int))dlsym(handle, "E");
            Square = (float (*)(float, float))dlsym(handle, "Square");
        }
        std::cout << "You have changed contracts!" << std::endl;
    }
    else if (command == 1) {
        int x;
        std::cout << "Please enter accuracy x: ";
        std::cin >> x;
        float exp = E(x);
        if (exp == -1) {
            std::cout << "Please enter a positive accuracy!" << std::endl;
        }
        else {
            std::cout << "An approximate exponent value is: " << exp << std::endl;
        }
    }
}

```

```

else if (command == 2) {
    float A, B, square;
    std::cout << "Please enter sides of your figure: ";
    std::cin >> A >> B;
    square = Square(A, B);
    if (square == -1) {
        std::cout << "Please enter positive variables!" << std::endl;
    }
    else {
        std::cout << "The square of your figure is: " << square << std::endl;
    }
}
else {
    std::cout << "You had to enter only 0, 1 or 2!" << std::endl;
}
}
dlclose(handle);
return 0;
}

```

## Демонстрация работы программы

```

morozev@LAPTOP-T5JMDNV1:~/OS/lab5$ make
g++ -fPIC -c first.cpp -o d1.o
g++ -shared d1.o -o libd1.so
g++ compilation.cpp -L. -ld1 -o main1 -Wl,-rpath -Wl,.
g++ -fPIC -c second.cpp -o d2.o
g++ -shared d2.o -o libd2.so
g++ launch.cpp -L. -ld1 -o main2 -Wl,-rpath -Wl,.
morozev@LAPTOP-T5JMDNV1:~/OS/lab5$ ./main1
Please enter your command: 1 4
An approximate exponent value is: 2.44141
Please enter your command: 2 20 30
The square of your figure is: 600
Please enter your command: 1 8
An approximate exponent value is: 2.56578
Please enter your command: 2 10 2
The square of your figure is: 20
Please enter your command: morozev@LAPTOP-T5JMDNV1:~/OS/lab5$

```

```

morozev@LAPTOP-T5JMDNV1:~/OS/lab5$ make
g++ -fPIC -c first.cpp -o d1.o
g++ -shared d1.o -o libd1.so
g++ compilation.cpp -L. -ld1 -o main1 -Wl,-rpath -Wl,.
g++ -fPIC -c second.cpp -o d2.o
g++ -shared d2.o -o libd2.so
g++ launch.cpp -L. -ld1 -o main2 -Wl,-rpath -Wl,.
morozev@LAPTOP-T5JMDNV1:~/OS/lab5$ ./main2
Enter start library:
    1 for using first library
    2 for using second library
1
Hello there! Please enter your command according to next rules:
    0 for changing the contract;
    1 for calculating the exponent;
    2 for calculating the square;
Please enter your command: 1
Please enter accuracy x: 8
An approximate exponent value is: 2.56578
Please enter your command: 0
You have changed contracts!
Please enter your command: 1
Please enter accuracy x: 8
An approximate exponent value is: 2.71828
Please enter your command: 2
Please enter sides of your figure: 20 30
The square of your figure is: 300
Please enter your command: 0
You have changed contracts!
Please enter your command: 2
Please enter sides of your figure: 20 30
The square of your figure is: 600
Please enter your command: 3
You had to enter only 0, 1 or 2!
Please enter your command: 4
You had to enter only 0, 1 or 2!
Please enter your command: 1
Please enter accuracy x: 10
An approximate exponent value is: 2.59374
Please enter your command: morozev@LAPTOP-T5JMDNV1:~/OS/lab5$ █

```

## **Выводы**

Данная лабораторная работа научила меня пользоваться dl-функциями, благодаря реализации исполняемых файлов по заданию, я закрепил навык работы с динамическими библиотеками и полностью осознал их отличие от статических библиотек.