

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: Смирнов А.В.  
Группа: М8О-207Б-21  
Вариант: 23  
Преподаватель: Миронов Евгений Сергеевич  
Оценка: \_\_\_\_\_  
Дата: \_\_\_\_\_  
Подпись: \_\_\_\_\_

Москва, 2022

## **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/Liguha/OS>

## Постановка задачи

### Цель работы

Целью является приобретение практических навыков в:

- Создание динамических библиотек
- Создание программ, которые используют функции динамических библиотек
- Работа со сборочной системой

### Задание

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.

## Общие сведения о программе

Динамические библиотеки с функциями компилируются из файлов `functions1.c` и `functions2.c` соответственно. Основные программы компилируются из файлов `program1.c` и `program2.c` с использованием заголовочного файла `functions.h` (описание функций из динамических библиотек). Во второй программе используются библиотечные вызовы `dlopen`, `dlsym`, `dlclose` – открытие динамической библиотеки, получение функции и закрытие соответственно.

## Общий метод и алгоритм решения

Во второй программе при получении 0 на вход происходит следующее: закрывается текущая динамическая библиотека, открывается новая (имена библиотек берутся из массива размера  $N$  по формуле  $(n + 1) \% N$ , где  $n$  – текущая библиотека) и из неё загружаются функции вместо функций старой.

## Исходный код

### functions1.c

```
int GCD(int a, int b)
{
    while (a != 0)
    {
        b = b % a;
        int tmp = a;
        a = b;
        b = tmp;
    }
    return b;
}

float E(int x)
{
    float a = 1 + 1.0 / x;
    float res = 1.0;
    while (x != 0)
    {
        if (x % 2 == 1)
            res *= a;
        a = a * a;
        x = x / 2;
    }
    return res;
}
```

### functions2.c

```
int GCD(int a, int b)
{
    int res = 1;
    for (int i = 2; i <= a && i <= b; i++)
    {
        if (a % i == 0 && b % i == 0)
            res = i;
    }
    return res;
}

float E(int x)
{
    float res = 1.0;
    long long n = 1;
    for (int i = 1; i <= x; i++)
    {
        n = n * i;
        res += 1.0 / n;
    }
    return res;
}
```

### program1.c

```
#include "stdio.h"
#include "functions.h"

#ifdef SYSTEM
```

```

#define PRINT_OS printf("Operation system: %s\n", SYSTEM)
#else
#define PRINT_OS
#endif

int main()
{
    while (1)
    {
        int t;
        scanf("%d", &t);
        if (t == 1)
        {
            int a, b;
            scanf("%d %d", &a, &b);
            PRINT_OS;
            printf("GCD: %d\n", GCD(a, b));
        }
        if (t == 2)
        {
            int x;
            scanf("%d", &x);
            PRINT_OS;
            printf("E: %.10f\n", E(x));
        }
        if (t == -1)
            break;
    }
}

```

### program2.c

```

#include <stdio.h>
#include <dlfcn.h>

#ifdef SYSTEM
#define PRINT_OS printf("Operation system: %s\n", SYSTEM)
#else
#define PRINT_OS
#endif

#define CHECK_ERROR(expr, message) \
do \
{ \
    void* res = (expr); \
    if (res == NULL) \
    { \
        perror(message); \
        return -1; \
    } \
} while (0)

const int N = 2;
const char* names[] = {"./libdynamic1.so", "./libdynamic2.so"};

int main()
{
    int n = 0;
    void* handle;
    float(*E)(int); int(*GCD)(int, int);
    CHECK_ERROR(handle = dlopen(names[n], RTLD_LAZY), "dlopen error");
    CHECK_ERROR(E = dlsym(handle, "E"), "dlsym error (E)");
    CHECK_ERROR(GCD = dlsym(handle, "GCD"), "dlsym error (GCD)");
}

```

```

while(1)
{
    int t;
    scanf("%d", &t);
    if (t == 0)
    {
        n = (n + 1) % N;
        if (dlclose(handle) != 0)
        {
            perror("dlclose error");
            return -1;
        };
        CHECK_ERROR(handle = dlopen(names[n], RTLD_LAZY), "dlopen error");
        CHECK_ERROR(E = dlsym(handle, "E"), "dlsym error (E)");
        CHECK_ERROR(GCD = dlsym(handle, "GCD"), "dlsym error (GCD)");
    }
    if (t == 1)
    {
        int a, b;
        scanf("%d %d", &a, &b);
        PRINT_OS;
        printf("GCD: %d\n", (*GCD)(a, b));
    }
    if (t == 2)
    {
        int x;
        scanf("%d", &x);
        PRINT_OS;
        printf("E: %.10f\n", (*E)(x));
    }
    if (t == -1)
        break;
    }
}

```

## Демонстрация работы программы

```
liguha@Laptop:~/OS/LR5/build$ cmake -D LIB_PRINT_TYPE=ABCD ..
```

```
CMake Error at CMakeLists.txt:13 (message):
```

```
Unexpected LIB_PRINT_TYPE: ABCD
```

```
-- Configuring incomplete, errors occurred!
```

```
See also "/home/liguha/OS/LR5/build/CMakeFiles/CMakeOutput.log".
```

```
liguha@Laptop:~/OS/LR5/build$ cmake -U LIB_PRINT_TYPE ..
```

```
-- Configuring done
```

```
-- Generating done
```

```
-- Build files have been written to: /home/liguha/OS/LR5/build
```

```
liguha@Laptop:~/OS/LR5/build$ cmake --build .
```

```
[ 20%] Built target dynamic1
```

```
[ 40%] Built target dynamic2
```

```
[ 60%] Built target program11.out
```

```
[ 80%] Built target program12.out
```

```

[100%] Built target program2.out
liguha@Laptop:~/OS/LR5/build$ ./program11.out
1 198 26
GCD: 2
2 15
E: 2.6328814030
-1
liguha@Laptop:~/OS/LR5/build$ ./program12.out
1 198 26
GCD: 2
2 15
E: 2.7182819843
-1
liguha@Laptop:~/OS/LR5/build$ ./program2.out
1 198 26
GCD: 2
2 15
E: 2.6328814030
0
1 198 26
GCD: 2
2 15
E: 2.7182819843
-1
liguha@Laptop:~/OS/LR5/build$ cmake -D LIB_PRINT_TYPE=EXTENDED ..
-- Configuring done
-- Generating done
-- Build files have been written to: /home/liguha/OS/LR5/build
liguha@Laptop:~/OS/LR5/build$ cmake --build .
[ 10%] Building C object CMakeFiles/dynamic1.dir/src/functions1.c.o
[ 20%] Linking C shared library libdynamic1.so
[ 20%] Built target dynamic1
[ 30%] Building C object CMakeFiles/dynamic2.dir/src/functions2.c.o
[ 40%] Linking C shared library libdynamic2.so
[ 40%] Built target dynamic2
[ 50%] Building C object CMakeFiles/program11.out.dir/src/program1.c.o
[ 60%] Linking C executable program11.out
[ 60%] Built target program11.out
[ 70%] Building C object CMakeFiles/program12.out.dir/src/program1.c.o
[ 80%] Linking C executable program12.out
[ 80%] Built target program12.out
[ 90%] Building C object CMakeFiles/program2.out.dir/src/program2.c.o

```

```
[100%] Linking C executable program2.out
[100%] Built target program2.out
liguha@Laptop:~/OS/LR5/build$ ./program11.out
2 15
Operation system: Linux-5.15.0-56-generic
E: 2.6328814030
-1
```

## **Выводы**

Составлены и отлажены программы на языке Си, осуществляющие работу с динамическими библиотеками. Одна подключает библиотеки на этапе линковки, другая во время работы по средствам ОС.