

**Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)**

**Факультет информационных технологий и прикладной
математики**

Кафедра вычислительной математики и программирования

Лабораторная работа №5 по курсу «Операционные системы»

Создание динамических библиотек.

**Создание программ, которые используют функции динамических
библиотек.**

Студент: П. А. Мохляков
Преподаватель: Е. С. Миронов
Группа: М8О-208Б-19
Вариант: 34
Дата:
Оценка:
Подпись:

Москва, 2021

1 Постановка задачи

Требуется создать динамические библиотеки, которые реализуют определенный функционал. Далее использовать данные библиотеки 2-мя способами:

- Во время компиляции (на этапе «линковки»/linking)
- Во время исполнения программы. Библиотеки загружаются в память с помощью интерфейса ОС для работы с динамическими библиотеками

В лабораторной работе необходимо получить следующие части:

- Динамические библиотеки, реализующие контракты
- 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 должен быть организован следующим образом:

- Команда «0»: переключить одну реализацию контракты на другую
- Команда «1 args»: вызов первой функции контрактов
- Команда «2 args»: вызов второй функции контрактов

Контракты:

- Подсчет площади плоской геометрической фигуры по двум сторонам для прямоугольника и прямоугольного треугольника
- Перевод числа x из десятичной системы счисления в двоичную и троичную.

2 Сведения о программе

Программа написана на Си в Unix подобной операционной системе на базе ядра Linux.

Контракты описаны в файле `functions.h`, а реализация `functions_1.c` и `functions_2.c`.

1. Создание объектных файлов
2. Компиляция библиотек с ключем -shared. Получаем динамические библиотеки с расширением .so
3. Линковка библиотеки к необходимой программе

Для динамической загрузки библиотек используется библиотека dlfcn.h

3 Общий метод и алгоритм решения

Программа принимает в себя команды:

- В случае команды 1, мы считываем 2 стороны и находим площадь либо по формуле $a * b$, либо $\frac{a*b}{2}$.
- В случае команды 2, мы считываем число в десятичной системе, и переводит в двоичную или троичную систему, путем выписывания остатков от деления в массив вывода.
- В случае команды 0, мы закрываем старую библиотеку, открываем вторую и заменяем указатели на функции.

Для завершения программы нужно ввести комбинацию завершения ввода – CTRL+D.

4 Листинг программы

functions.h

```
1 | #pragma once
2 |
3 | float Square(float a, float b);
4 | char* Translation(long x);
```

functions_1.c

```
1 | #include <stdio.h>
2 | #include <math.h>
3 | #include <stdlib.h>
4 | #include "functions.h"
5 |
6 | float Square(float a, float b){
7 |     return a*b;
8 | }
```

```

9
10 char* Translation(long x){
11     char *result = NULL;
12     int size = floor(log2(x)) + 2;
13     result = malloc(sizeof(char) * size);
14     result[size - 1] = '\0';
15     while(x > 0){
16         --size;
17         result[size - 1] = (x % 2) + '0';
18         x /= 2;
19     }
20     return result;
21 }

```

functions_2.c

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <math.h>
3 #include <stdlib.h>
4 #include "functions.h"
5
6 double my_log(double num, double base){
7     return log2(num)/log2(base);
8 }
9
10 float Square(float a, float b){
11     return a*b/2;
12 }
13
14 char* Translation(long x){
15     char *result = NULL;
16     int size = floor(my_log(x,3)) + 2;
17     result = malloc(sizeof(char) * size);
18     result[size - 1] = '\0';
19     while(x > 0){
20         --size;
21         result[size - 1] = (x % 3) + '0';
22         x /= 3;
23     }
24     return result;
25 }

```

main_dynamic.c

```

1 #include <dlfcn.h>
2 #include <stdio.h>
3
4 int main(){
5     float (*Square)(float, float) = NULL;
6     char* (*Translation)(long) = NULL;
7     int sw = -1;

```

```

8   char* libs[] = {"lib1.so","lib2.so"};
9   int lib = 0;
10  void* handle = NULL;
11  handle = dlopen(libs[lib],RTLD_LAZY);
12  if (!handle) {
13      printf("%s\n", dlerror());
14      return 1;
15  }
16  Square = dlsym(handle,"Square");
17  Translation = dlsym(handle,"Translation");
18  while(scanf("%d",&sw) > 0){
19      if(sw == 1){
20          float size_1, size_2;
21          scanf("%f %f",&size_1,&size_2);
22          printf("%f\n",Square(size_1,size_2));
23      } else if(sw == 2) {
24          long x = 0;
25          scanf("%ld",&x);
26          printf("%s\n",Translation(x));
27      } else if(sw == 0) {
28          dlclose(handle);
29          lib = (lib + 1) % 2;
30          handle = dlopen(libs[lib],RTLD_LAZY);
31          Square = dlsym(handle,"Square");
32          Translation = dlsym(handle,"Translation");
33      }
34  }
35  dlclose(handle);
36 }

```

main_static.c

```

1  #include <stdio.h>
2  #include "functions.h"
3
4  int main(){
5      int sw = -1;
6      while(scanf("%d",&sw) > 0){
7          if(sw == 1){
8              float size_1, size_2;
9              scanf("%f %f",&size_1,&size_2);
10             printf("%f\n",Square(size_1,size_2));
11         } else if(sw == 2) {
12             long x = 0;
13             scanf("%ld",&x);
14             printf("%s\n",Translation(x));
15         }
16     }
17     return 0;
18 }

```

Makefile

```
1 CC = gcc
2 CFLAGS = -g -c -Wall
3 ADDLIB = -lm
4
5 REALIZE_STATIC_LIB = 1
6
7 all: linking dynamic
8
9 linking: linking.o lib$(REALIZE_STATIC_LIB).so
10 $(CC) linking.o -o linking -L. -l$(REALIZE_STATIC_LIB) $(ADDLIB)
11 dynamic: main_dynamic.o lib1.so lib2.so
12 $(CC) main_dynamic.o -o dynamic $(ADDLIB) -ldl
13
14 libfunc_1.o:
15 $(CC) $(CFLAGS) -fpic functions_1.c -o libfunc_1.o
16 libfunc_2.o:
17 $(CC) $(CFLAGS) -fpic functions_2.c -o libfunc_2.o
18 linking.o: main_static.c
19 $(CC) $(CFLAGS) main_static.c -o linking.o
20 dynamic.o: main_dynamic.c
21 $(CC) $(CFLAGS) main_dynamic.c -o dynamic.o
22
23
24 lib1.so: libfunc_1.o
25 $(CC) -shared libfunc_1.o -o lib1.so $(ADDLIB)
26 lib2.so: libfunc_2.o
27 $(CC) -shared libfunc_2.o -o lib2.so $(ADDLIB)
28
29 clean:
30 rm -r *.o *.so linking dynamic
```

5 Демонстрация работы программы

```
pavel@DESKTOP-K5KMLPV:~/Project/mai/2_course/OS/LB5$ make
gcc -g -c -Wall main_static.c -o linking.o
gcc -g -c -Wall -fpic functions_1.c -o libfunc_1.o
gcc -shared libfunc_1.o -o lib1.so -lm
gcc linking.o -o linking -L. -l1 -lm
gcc -g -c -Wall -c -o main_dynamic.o main_dynamic.c
gcc -g -c -Wall -fpic functions_2.c -o libfunc_2.o
gcc -shared libfunc_2.o -o lib2.so -lm
gcc main_dynamic.o -o dynamic -lm -ldl
pavel@DESKTOP-K5KMLPV:~/Project/mai/2_course/OS/LB5$ ./linking
1
2 4
8.000000
2
6
110
2
16
10000
2
4563
1000111010011
pavel@DESKTOP-K5KMLPV:~/Project/mai/2_course/OS/LB5$ ./dynamic
1
2 4
8.000000
2
6
110
0
1
2 4
4.000000
2 6
20
pavel@DESKTOP-K5KMLPV:~/Project/mai/2_course/OS/LB5$
ltrace -o log_link.txt ./linking
1
2 4
```

```

8.000000
2
6
110
pavel@DESKTOP-K5KMLPV:~/Project/mai/2_course/OS/LB5$ cat log_link.txt
__isoc99_scanf(0x7f799b400a42,0x7fffdbee5098,
0x7fffdbee51a8,0x7f799b4009b0) = 1
__isoc99_scanf(0x7f799b400a34,0x7fffdbee509c,0x7fffdbee50a0,16) = 2
Square(0,2,0x7f799addd8d0,0x7fffdbee4b41) = 0x40000000
printf("%f\n",8.000000) = 9
__isoc99_scanf(0x7f799b400a42,0x7fffdbee5098,0,0) = 1
__isoc99_scanf(0x7f799b400a3e,0x7fffdbee50a0,0x7f799addd8d0,16) = 1
Translation(6,1,0x7f799addd8d0,16) = 0x7fffd42e3280
puts("110") = 4
__isoc99_scanf(0x7f799b400a42,0x7fffdbee5098,
0x7f799addd8c0,0x7fffd42e1010) = 0xffffffff
+++ exited (status 0) +++
pavel@DESKTOP-K5KMLPV:~/Project/mai/2_course/OS/LB5$
ltrace -o log_dynamic.txt ./dynamic
1
2 4
8.000000
2
6
110
0
1
2 4
4.000000
2
6
20
pavel@DESKTOP-K5KMLPV:~/Project/mai/2_course/OS/LB5$ cat log_dynamic.txt
dlopen("lib1.so",1) = 0x7fffee054290
dlsym(0x7fffee054290,"Square") = 0x7f4659be06ea
dlsym(0x7fffee054290,"Translation") = 0x7f4659be0704
__isoc99_scanf(0x7f465a800b85,0x7ffff60316f4,1,0) = 1
__isoc99_scanf(0x7f465a800b77,0x7ffff60316f8,0x7ffff6031700,16) = 2
printf("%f\n",8.000000) = 9
__isoc99_scanf(0x7f465a800b85,0x7ffff60316f4,0,0) = 1
__isoc99_scanf(0x7f465a800b81,0x7ffff6031700,0x7f465a1dd8d0,16) = 1

```



```

puts("110") = 4
__isoc99_scanf(0x7f465a800b85,0x7ffff60316f4,0x7f465a1dd8c0,
0x7ffffe054010) = 1
dlclose(0x7ffffe054290) = 0
dlopen("lib2.so",1) = 0x7ffffe054290
dlsym(0x7ffffe054290,"Square") = 0x7f4659be0784
dlsym(0x7ffffe054290,"Translation") = 0x7f4659be07aa
__isoc99_scanf(0x7f465a800b85,0x7ffff60316f4,1,0) = 1
__isoc99_scanf(0x7f465a800b77,0x7ffff60316f8,0x7ffff6031700,16) = 2
printf("%f\n",4.000000) = 9
__isoc99_scanf(0x7f465a800b85,0x7ffff60316f4,0,0) = 1
__isoc99_scanf(0x7f465a800b81,0x7ffff6031700,0x7f465a1dd8d0,16) = 1
puts("20") = 3
__isoc99_scanf(0x7f465a800b85,0x7ffff60316f4,0x7f465a1dd8c0,
0x7ffffe054010) = 0xffffffff
dlclose(0x7ffffe054290) = 0
+++ exited (status 0) +++

```

6 Strace

```

pavel@DESKTOP-K5KMLPV:~/Project/mai/2_course/OS/LB5$ strace -o str_link.txt ./linking
1
2 4
8.000000
2
6
110
pavel@DESKTOP-K5KMLPV:~/Project/mai/2_course/OS/LB5$ cat str_link.txt
execve("./linking",[ "./linking"],0x7ffca2774700 /* 30 vars */) = 0
brk(NULL)                               = 0x5564ac9a0000
arch_prctl(0x3001 /* ARCH_??? */ ,0x7ffd36746850) = -1 EINVAL (Invalid argument)
access("/etc/ld.so.preload",R_OK)       = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/x86_64/x86_64/lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/x86_64/lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/x86_64/lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/x86_64/lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./lib1.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\240\20\0\0\0\0\0"... ,832) = 832
fstat(3,{st_mode=S_IFREG|0755,st_size=16344,...}) = 0
mmap(NULL,8192,PROT_READ|PROT_WRITE,MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS,-1,0) = 0x7feec9a7d000
getcwd("/home/pavel/Project/mai/2_course/OS/LB5",128) = 40
mmap(NULL,16448,PROT_READ,MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,3,0) = 0x7feec9a78000
mmap(0x7feec9a79000,4096,PROT_READ|PROT_EXEC,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0x1000) = 0x7feec9a79000
mmap(0x7feec9a7a000,4096,PROT_READ,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0x2000) = 0x7feec9a7a000
mmap(0x7feec9a7b000,8192,PROT_READ|PROT_WRITE,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0x2000) = 0x7feec9a7b000
close(3)                                = 0

```



```

mmap(0x7f8f1705c000,1540096,PROT_READ|PROT_EXEC,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0x25000) = 0x7f8f1705c000
mmap(0x7f8f171d4000,303104,PROT_READ,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0x19d000) = 0x7f8f171d4000
mmap(0x7f8f1721f000,24576,PROT_READ|PROT_WRITE,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0x1e7000) = 0x7f8f1721f000
mmap(0x7f8f17225000,13528,PROT_READ|PROT_WRITE,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS,-1,0) = 0x7f8f17225000
close(3) = 0
mmap(NULL,12288,PROT_READ|PROT_WRITE,MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS,-1,0) = 0x7f8f17034000
arch_prctl(ARCH_SET_FS,0x7f8f17034740) = 0
mprotect(0x7f8f1721f000,12288,PROT_READ) = 0
mprotect(0x7f8f1722d000,4096,PROT_READ) = 0
mprotect(0x56083f417000,4096,PROT_READ) = 0
mprotect(0x7f8f1726a000,4096,PROT_READ) = 0
munmap(0x7f8f17231000,45372) = 0
openat(AT_FDCWD,"./tls/x86_64/x86_64/lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/x86_64/lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/x86_64/lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/x86_64/lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./lib1.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
read(3,"\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\240\20\0\0\0\0\0"... ,832) = 832
brk(NULL) = 0x560840ff4000
brk(0x560841015000) = 0x560841015000
fstat(3,{st_mode=S_IFREG|0755,st_size=16344,...}) = 0
getcwd("/home/pavel/Project/mai/2_course/OS/LB5",128) = 40
mmap(NULL,16448,PROT_READ,MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,3,0) = 0x7f8f17238000
mmap(0x7f8f17239000,4096,PROT_READ|PROT_EXEC,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0x1000) = 0x7f8f17239000
mmap(0x7f8f1723a000,4096,PROT_READ,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0x2000) = 0x7f8f1723a000
mmap(0x7f8f1723b000,8192,PROT_READ|PROT_WRITE,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0x2000) = 0x7f8f1723b000
close(3) = 0
openat(AT_FDCWD,"./tls/x86_64/x86_64/libm.so.6",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/x86_64/libm.so.6",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/x86_64/libm.so.6",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/libm.so.6",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/x86_64/libm.so.6",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/libm.so.6",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/libm.so.6",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./libm.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=45372,...}) = 0
mmap(NULL,45372,PROT_READ,MAP_PRIVATE,3,0) = 0x7f8f17028000
close(3) = 0
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\0\3\0>\0\1\0\0\0\300\363\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) = 0x7f8f16ed9000
mmap(0x7f8f16ee8000,684032,PROT_READ|PROT_EXEC,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0xf000) = 0x7f8f16ee8000
mmap(0x7f8f16f8f000,618496,PROT_READ,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0xb6000) = 0x7f8f16f8f000
mmap(0x7f8f17026000,8192,PROT_READ|PROT_WRITE,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0x14c000) = 0x7f8f17026000
close(3) = 0
mprotect(0x7f8f17026000,4096,PROT_READ) = 0
mprotect(0x7f8f1723b000,4096,PROT_READ) = 0
munmap(0x7f8f17028000,45372) = 0
fstat(0,{st_mode=S_IFCHR|0620,st_rdev=makedev(0x88,0),...}) = 0
read(0,"1\n",1024) = 2
read(0,"2 4\n",1024) = 4
fstat(1,{st_mode=S_IFCHR|0620,st_rdev=makedev(0x88,0),...}) = 0
write(1,"8.000000\n",9) = 9
read(0,"2\n",1024) = 2
read(0,"6\n",1024) = 2
write(1,"110\n",4) = 4
read(0,"0\n",1024) = 2

```

```

munmap(0x7f8f17238000,16448)          = 0
munmap(0x7f8f16ed9000,1368336)      = 0
openat(AT_FDCWD,"./tls/x86_64/x86_64/lib2.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/x86_64/lib2.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/x86_64/lib2.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/lib2.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/x86_64/lib2.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/lib2.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/lib2.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./lib2.so",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
read(3,"177ELF2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\300\20\0\0\0\0\0"... ,832) = 832
fstat(3,{st_mode=S_IFREG|0755,st_size=16384,...}) = 0
getcwd("/home/pavel/Project/mai/2_course/OS/LB5",128) = 40
mmap(NULL,16456,PROT_READ,MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE,3,0) = 0x7f8f17238000
mmap(0x7f8f17239000,4096,PROT_READ|PROT_EXEC,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0x1000) = 0x7f8f17239000
mmap(0x7f8f1723a000,4096,PROT_READ,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0x2000) = 0x7f8f1723a000
mmap(0x7f8f1723b000,8192,PROT_READ|PROT_WRITE,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0x2000) = 0x7f8f1723b000
close(3) = 0
openat(AT_FDCWD,"./tls/x86_64/x86_64/libm.so.6",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/x86_64/libm.so.6",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./tls/libm.so.6",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/x86_64/libm.so.6",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/libm.so.6",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./x86_64/libm.so.6",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = -1 ENOENT (No such file or directory)
openat(AT_FDCWD,"./libm.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=45372,...}) = 0
mmap(NULL,45372,PROT_READ,MAP_PRIVATE,3,0) = 0x7f8f17028000
close(3) = 0
openat(AT_FDCWD,"/lib/x86_64-linux-gnu/libm.so.6",O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
read(3,"177ELF2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\300\363\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) = 0x7f8f16ed9000
mmap(0x7f8f16ee8000,684032,PROT_READ|PROT_EXEC,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0xf000) = 0x7f8f16ee8000
mmap(0x7f8f16f8f000,618496,PROT_READ,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0xb6000) = 0x7f8f16f8f000
mmap(0x7f8f17026000,8192,PROT_READ|PROT_WRITE,MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,3,0x14c000) = 0x7f8f17026000
close(3) = 0
mprotect(0x7f8f17026000,4096,PROT_READ) = 0
mprotect(0x7f8f1723b000,4096,PROT_READ) = 0
munmap(0x7f8f17028000,45372) = 0
read(0,"1\n",1024) = 2
read(0,"2 4\n",1024) = 4
write(1,"4.000000\n",9) = 9
read(0,"2\n",1024) = 2
read(0,"6\n",1024) = 2
write(1,"20\n",3) = 3
read(0,"",1024) = 0
munmap(0x7f8f17238000,16456) = 0
munmap(0x7f8f16ed9000,1368336) = 0
exit_group(0) = ?
+++ exited with 0 +++

```

7 Вывод

Лабораторная работа была направлена на изучение динамических библиотек в Unix подобных операционных системах. Для изучения создания и работы с ними мною было написано 2 программ: одна подключала динамические библиотеки на этапе компиляции, а вторая во время исполнения.

Динамические библиотеки содержат функционал отдельно от программы и передают его непосредственно во время исполнения. Из плюсов такого подхода можно выделить, что во-первых, в таком случае размер результирующей программы меньше, во-вторых, одну и ту же библиотеку можно использовать в нескольких программах не встраивая в код, чем можно также добиться снижения общего занимаемого пространства на диске, и в-третьих, что после исправления ошибок в библиотеке не нужно перекомпилировать все программы, достаточно перекомпилировать саму библиотеку.

Однако у динамических библиотек есть и недостатки. Первый заключается в том, что вызов функции из динамической библиотеки происходит медленнее. Второй, что мы не можем подправить функционал библиотеки под конкретную программу не зацепив при этом других программ, работающих с этой библиотекой. И в-третьих, уже скомпилированная программа не будет работать на аналогичной системе без установленной динамической библиотеки.

Тем не менее плюсы динамических библиотек исчерпывают их минусы в большинстве задач, обратных случаях лучше обратиться к статическим библиотекам. В наше время с высокими мощностями вычислительных систем становится более важным экономить объем памяти, используемый программой, чем время обращения к функции. Поэтому динамические библиотеки используются в большинстве современных программ.