

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Московский Авиационный Институт  
(Национальный Исследовательский Университет)

Институт №8 "Компьютерные науки и прикладная математика"  
Кафедра 806 "Вычислительная математика и программирование"

Лабораторная работа №8  
По курсу «Операционные системы»

Студент: Лернер Ф. Л.

Группа: М8О-208Б-23

Преподаватель: Живалев Е. А.

Дата: \_\_\_\_\_

Оценка: \_\_\_\_\_

Подпись: \_\_\_\_\_

Москва, 2024

**Тема:** Диагностика программного обеспечения

**Цель работы:** Приобретение практических навыков диагностики работы программного обеспечения.

**Задачи:**

1. Провести диагностику одной из программ, написанных в ходе работ 1-7, с помощью утилиты *strace*.
2. Рассмотреть использовавшиеся системные вызовы.

**Ход работы:**

*strace* — это утилита для диагностики и отладки программ в операционных системах семейства Unix/Linux. Она позволяет отслеживать системные вызовы и сигналы, которые приложение выполняет или получает во время своей работы.

**Трассировка использования *strace* для лабораторной работы №3:**

```
execve("./main_dynamic", [ "./main_dynamic" ], 0x7ffde3c56130 /* 63 vars */) = 0

brk(NULL)                               = 0x5d7ad2055000

mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0x77a77d7c2000

access("/etc/ld.so.preload", R_OK)      = -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=65079, ...}) = 0

mmap(NULL, 65079, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0x77a77d7b2000

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\3\0>\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"..., 832) =
832

fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=2592224, ...}) = 0
```

```

mmap(NULL, 2609472, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x77a77d400000

mmap(0x77a77d49d000, 1343488, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENY-
WRITE, 3, 0x9d000) = 0x77a77d49d000

mmap(0x77a77d5e5000, 552960, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3,
0x1e5000) = 0x77a77d5e5000

mmap(0x77a77d66c000, 57344, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,
3, 0x26b000) = 0x77a77d66c000

mmap(0x77a77d67a000, 12608, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS,
-1, 0) = 0x77a77d67a000

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

fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=183024, ...}) = 0

mmap(NULL, 185256, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x77a77d784000

mmap(0x77a77d788000, 147456, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,
3, 0x4000) = 0x77a77d788000

mmap(0x77a77d7ac000, 16384, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3,
0x28000) = 0x77a77d7ac000

mmap(0x77a77d7b0000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,
3, 0x2b000) = 0x77a77d7b0000

close(3)                                = 0

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\220\243\2\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"..., 784,
64) = 784

fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=2125328, ...}) = 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"..., 784,
64) = 784

```

```

mmap(NULL, 2170256, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x77a77d000000

mmap(0x77a77d028000, 1605632, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENY-
WRITE, 3, 0x28000) = 0x77a77d028000

mmap(0x77a77d1b0000, 323584, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3,
0x1b0000) = 0x77a77d1b0000

mmap(0x77a77d1ff000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,
3, 0x1fe000) = 0x77a77d1ff000

mmap(0x77a77d205000, 52624, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS,
-1, 0) = 0x77a77d205000

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\3\0>\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0"..., 832) =
832

fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=952616, ...}) = 0

mmap(NULL, 950296, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x77a77d69b000

mmap(0x77a77d6ab000, 520192, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,
3, 0x10000) = 0x77a77d6ab000

mmap(0x77a77d72a000, 360448, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3,
0x8f000) = 0x77a77d72a000

mmap(0x77a77d782000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,
3, 0xe7000) = 0x77a77d782000

close(3) = 0

mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0x77a77d699000

mmap(NULL, 12288, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) =
0x77a77d696000

arch_prctl(ARCH_SET_FS, 0x77a77d696740) = 0

set_tid_address(0x77a77d696a10) = 170620

set_robust_list(0x77a77d696a20, 24) = 0

rseq(0x77a77d697060, 0x20, 0, 0x53053053) = 0

```

```
mprotect(0x77a77d1ff000, 16384, PROT_READ) = 0

mprotect(0x77a77d782000, 4096, PROT_READ) = 0

mprotect(0x77a77d7b0000, 4096, PROT_READ) = 0

mprotect(0x77a77d66c000, 45056, PROT_READ) = 0

mprotect(0x5d7ad202e000, 4096, PROT_READ) = 0

mprotect(0x77a77d7fa000, 8192, PROT_READ) = 0

prlimit64(0, RLIMIT_STACK, NULL, {rlim_cur=8192*1024, rlim_max=RLIM64_INFINITY}) = 0

munmap(0x77a77d7b2000, 65079) = 0

futex(0x77a77d67a7bc, FUTEX_WAKE_PRIVATE, 2147483647) = 0

getrandom("\xf5\x08\x2f\x96\x49\x55\x7e\x64", 8, GRND_NONBLOCK) = 8

brk(NULL) = 0x5d7ad2055000

brk(0x5d7ad2076000) = 0x5d7ad2076000

openat(AT_FDCWD, "./librectangle.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\0\0\0\0\0\0"..., 832) =
832

fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0775, st_size=15728, ...}) = 0

getcwd("/home/felix/lab_os4/build", 128) = 26

mmap(NULL, 16520, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x77a77d7bd000

mmap(0x77a77d7be000, 4096, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,
3, 0x1000) = 0x77a77d7be000

mmap(0x77a77d7bf000, 4096, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x2000)
= 0x77a77d7bf000

mmap(0x77a77d7c0000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE,
3, 0x2000) = 0x77a77d7c0000

close(3) = 0

mprotect(0x77a77d7c0000, 4096, PROT_READ) = 0

fstat(1, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(0x88, 0), ...}) = 0
```

```

write(1, "Choose an operation:\n", 21) = 21

write(1, "0. Switch library\n", 18) = 18

write(1, "1. Calculate area\n", 18) = 18

write(1, "2. Convert number to another sys"... , 36) = 36

fstat(0, {st_mode=S_IFCHR|0620, st_rdev=makedev(0x88, 0), ...}) = 0

```

## Использовавшиеся системные вызовы:

**1. mprotect** - Этот вызов устанавливает права доступа для страниц памяти. Программа ограничивает доступ, обеспечивая безопасную работу с памятью.

```
mprotect(0x77a77d1ff000, 16384, PROT_READ) = 0
```

**2. prlimit64** - Получает текущие ограничения для стека процесса.

```
prlimit64(0, RLIMIT_STACK, NULL, {rlim_cur=8192*1024, rlim_max=RLIM64_INFINITY}) = 0
```

**3. munmap** - Освобождает ранее выделенную область памяти.

```
munmap(0x77a77d7b2000, 65079) = 0
```

**4. getrandom** - Используется для генерации случайных данных (8 байтов в данном случае).

```
getrandom("\xf5\x08\x2f\x96\x49\x55\x7e\x64", 8, GRND_NONBLOCK) = 8
```

**5. brk** - Увеличивает область данных программы (кучу) для выполнения операций.

```
brk(NULL) = 0x5d7ad2055000
```

```
brk(0x5d7ad2076000) = 0x5d7ad2076000
```

**6. openat** - Открывает файл динамической библиотеки ./librectangle.so для чтения.

```
openat(AT_FDCWD, "./librectangle.so", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
```

**7. read** - Читает содержимое ELF-файла библиотеки librectangle.so.

`read(3, "\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0\0\0\0\0\0"..., 832) = 832`

**8. fstat** - Получает информацию о файлах (например, размер `librectangle.so`).

`fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0775, st_size=15728, ...}) = 0`

**9. mmap** - Отображает содержимое динамической библиотеки в память для использования.

`mmap(NULL, 16520, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) =  
0x77a77d7bd000`

**10. write** - Выводит в терминал меню программы:

- `write(1, "Choose an operation:\n", 21) = 21`
- `write(1, "0. Switch library\n", 18) = 18`
- `write(1, "1. Calculate area\n", 18) = 18`
- `write(1, "2. Convert number to another sys"..., 36) = 36`

**11. read** - Ожидает ввода от пользователя

### Порядок выполнения:

1. Инициализация. Программа начинает с вызовов `mprotect`, `prlimit64` и других для настройки памяти и управления ресурсами.
2. Генерация случайных данных. Используется системный вызов `getrandom` для инициализации внутренних структур программы.
3. Загрузка динамической библиотеки. Программа открывает библиотеку `librectangle.so` через вызов `openat` и отображает её в память через `mmap`

**Вывод:** В ходе работы была выполнена диагностика одной из программ, созданных ранее, с использованием инструмента *strace*. Исследование системных вызовов продемонстрировало их важность в работе обеспечения взаимодействия программ с ресурсами операционной системы. В ходе анализа выявлены используемые методы взаимодействия с памятью, синхронизацией процессов, вводом-выводом, обменом сообщениями. Полученные данные подтвердили соответствие работы программы теоретическим ожиданиям и их корректность при работе с различными механизмами операционной системы.