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: Мазепа Илья Алексеевич

Группа: М8О-209Б-23

Преподаватель: Миронов Евгений Сергеевич

Оценка: \_\_\_\_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_\_\_\_

Подпись: \_\_\_\_\_\_\_\_

Москва, 2024

**GitHub репозиторий:** https://github.com/Tyhyqo/mai\_oc

## Цель работы

Приобретение практических навыков диагностики работы программного обеспечения.

## Задание

При выполнении лабораторных работ по курсу ОС необходимо продемонстрировать ключевые системные вызовы, которые в них используются и то, что их использование соответствует варианту ЛР.

По итогам выполнения всех лабораторных работ отчет по данной ЛР должен содержать краткую сводку по исследованию написанных программ.

## Средства диагностики

**OC Unix:** strace

## Лабораторная работа №1

### Описание программы

Программа состоит из трех частей: parent, child\_1 и child\_2. Родительский процесс создает два дочерних процесса и взаимодействует с ними через каналы (pipe).

### Команда для выполнения strace:

strace -o strace\_lab\_1.txt ./parent

### Анализ strace

1. **execve(…)** — запуск файла parent.
2. **openat(…)** / **mmap(…)** — загрузка и отображение libc.so.6.
3. **pipe2(…)** — создание нескольких каналов для обмена данными.
4. **clone(…)** — запуск двух дочерних процессов.
5. **close(…)** — закрытие неиспользуемых дескрипторов.
6. **read(…)** / **write(…)** — чтение строк из stdin и передача в каналы.
7. **getrandom(…)** — получение случайных данных (идентификаторы).
8. **wait4(…)** — ожидание завершения дочерних процессов, освобождение ресурсов.
9. **exit\_group(0)** — завершение программы.

### Выводы:

* Показано создание дочерних процессов и взаимодействие через каналы (pipe).
* Используются вызовы clone, read, write и wait4, обеспечивающие передачу данных и синхронизацию.

## Лабораторная работа №2

### Описание программы

Программа для лабораторной работы №2 состоит из одного файла main.c и создает несколько потоков с помощью pthread\_create. Каждый поток обрабатывает данные, используя общую память и системные вызовы для управления сигналами. Передача данных и синхронизация осуществляются с помощью pthread\_barrier\_t.

### Команда для выполнения strace:

strace -o strace\_lab\_2.txt ./main 8

### Анализ strace

1. **newfstatat(…)**:
   * + Получает информацию о файле или о связанном объекте по файловому дескриптору (здесь fd=0 или fd=3).
     + Возвращает атрибуты файла (например, st\_mode, st\_size).
     + Параметр AT\_EMPTY\_PATH вместе с пустым путем означает, что fstatat/newfstatat используют уже открытый дескриптор для получения метаданных.
2. **rt\_sigprocmask(…)** / **rt\_sigaction(…)**:
   * + Управляют сигналами (установка или снятие блокировки, обработчиков сигналов).
     + sigprocmask` задает/считывает маску блокируемых сигналов.
     + sigaction (rt\_sigaction) регистрирует обработчик для конкретного сигнала.
3. **mmap(…)** / **mprotect(…)** / **munmap(…)**:
   * + mmap выделяет виртуальную память (обычно под стеки потоков или под другие буферы) или отображает файл в память.
     + mprotect меняет права доступа (PROT\_READ, PROT\_WRITE, PROT\_NONE) для уже отмапленных страниц.
     + munmap освобождает область памяти.
4. **clone3(…)**:
   * + Создает новый поток или процесс (в зависимости от флагов).
     + Здесь видны флаги CLONE\_VM, CLONE\_FS, CLONE\_FILES, CLONE\_SIGHAND, CLONE\_THREAD и т. д. — они указывают, что создается поток (shared memory space, дескрипторы, обработчики сигналов и т.д.), а не отдельный процесс.
     + stack=… (и stack\_size=…) — новый поток получает собственный стек по адресу, возвращенном mmap.
     + child\_tid=… / parent\_tid=… — механизмы для установки идентификаторов потока.

### Выводы:

* Организовано создание нескольких потоков с помощью **pthread\_create**.
* В strace заметны вызовы clone3, «mmap» и системные вызовы для сигналов, отражающие многопоточность и синхронизацию через pthread\_barrier\_t.

## Лабораторная работа №3

### Описание программы

Аналогично лабораторной работе №1, но используется mmaping, вместо pipe, для передачи данных.

### Команда для выполнения strace:

strace -o strace\_lab\_3.txt ./parent

### Анализ strace

1. **execve(…)**:
   * + Инициализирует запуск программы parent.
     + Подгружает динамические библиотеки (openat, mmap) перед выполнением основного кода.
2. **unlink(…)**:
   * + Удаляет ранее созданные объекты (например, семафоры или файлы в /dev/shm/sem.\*).
     + Часто используется для очистки окружения перед повторным созданием необходимых ресурсов.
3. **openat(…)** + **ftruncate(…)**:
   * + Создает или открывает отображаемый файл (шареную память) для межпроцессного взаимодействия.
     + ftruncate задает размер этого файла.
4. **mmap(…)** / **munmap(…)**:
   * + Отображает или освобождает разделяемую память, используемую для обмена данными.
     + При MAP\_SHARED изменения видны всем процессам, подключенным через ту же память.
5. **getrandom(…)**:
   * + Получает случайные данные из генератора случайных чисел ядра (часто используется для генерации уникальных имен).
6. **link(…)**:
   * + Создает новую привязку (имя для ресурса), например, для семафора или временного файла.
7. **clone(…)**:
   * + Порождает дочерние процессы.
     + Настраивает общий адресный пространство, дескрипторы, сигналы в зависимости от флагов.
8. **futex(…)**:
   * + Управляет блокировками/пробуждениями, часто используется внутри реализации семафоров.
9. **wait4(…)**:
   * + Родитель ждет завершения дочерних процессов, затем освобождает ресурсы.

### Выводы:

* Акцент на обмене через разделяемую память и семафоры.
* mmap, futex и clone подтверждают реализацию межпроцессного взаимодействия.

## Лабораторная работа №4

### Описание программы

Program1 использует линковку библиотек на этапе компиляции. Program2 динамически загружает библиотеки с помощтю dlopen.

### Команда для выполнения strace:

strace -o strace\_lab\_4\_prog\_1.txt ./Program1

strace -o strace\_lab\_4\_prog\_2.txt ./Program2

### Анализ strace

**Program1** (линковка на этапе компиляции):

* 1. **execve(…)** — запуск исполняемого файла.
  2. **openat(…)** — загрузка динамических библиотек (например, libDerivative1.so, libPi1.so), на которые программа ссылается еще во время компоновки.
  3. **mmap(…)** — отображение библиотек в память.
  4. **close(…)** — освобождение дескрипторов, не требуемых в дальнейшем.
  5. **read(…)** / **write(…)** — ввод команд, вывод результатов.

**Program2** (динамическая загрузка с помощью dlopen):

* + 1. **execve(…)** — запуск исполняемого файла.
    2. **openat(…)** — поиск библиотек, необходимых для базового окружения (например, libc.so.6).
    3. **read(…)** — чтение команд пользователя (например, «1 …», «2 …»).
    4. **dlopen(…)** / **dlsym(…)** / **dlclose(…)** — динамическая загрузка заданной библиотеки (например, libDerivative1.so, libPi1.so), получение символов функций и выгрузка библиотеки после выполнения.
  1. **mmap(…)** — отображение библиотек и других сегментов памяти.
  2. **write(…)** — вывод результатов, завершение программы.

### Выводы:

* Program1 использует статическую линковку библиотек, Program2 — динамическую.
* В strace видны execve, openat и mmap: загрузка библиотек и обработка команд.

## Лабораторные работы №5-7

### Описание программы

Программа для лабораторной работы №8 представляет собой расширенную версию управляющего узла, включающую обработку дополнительных типов сообщений и улучшенную устойчивость к сбоям вычислительных узлов. Она взаимодействует с вычислительными узлами через очереди сообщений, обеспечивает мониторинг состояния узлов и выполняет отложенные вычисления.

### Команда для выполнения strace:

strace -o strace\_lab\_8.txt ./manager

### Анализ strace

### Анализ strace для лабораторной работы №5–7

1. **execve(…)**
   * + Запускает управляющий узел manager.
     + Загружает динамические библиотеки, необходимые для работы системы.
2. **openat(…)**
   * + Открывает файлы конфигурации и библиотеки (например, libzmq.so.5, libsodium.so.23).
     + Используется при загрузке ZeroMQ, обеспечивающего обмен сообщениями.
3. **mmap(…)**
   * + Отображает динамические библиотеки и анонимные области памяти.
     + Используется для размещения кода и данных в виртуальной памяти процесса.
4. **read(…)**
   * + Считывает заголовки ELF и другие метаданные из библиотек.
     + Применяется во время инициализации системы и при обработке команд пользователя.
5. **close(…)**
   * + Закрывает файлы библиотек после их отображения в память.
     + Освобождает дескрипторы, когда файлы больше не требуются.
6. **mprotect(…)**
   * + Изменяет права доступа к ранее отображенным сегментам.
     + Позволяет защитить код и данные от записи или выполнения.
7. **pread64** / **newfstatat** — чтение из файла по смещению, получение метаданных файла.
8. **rseq** / **set\_robust\_list** / **set\_tid\_address** — используются для низкоуровневой синхронизации потоков (futex и проч.).
9. **getpid** — получение **PID** процесса.
10. **sched\_getaffinity** — получение **CPU affinity** процесса.
11. **fcntl** — управление файловыми дескрипторами.
12. **epoll\_**\* / poll — механизмы многоплексирования ввода-вывода.
13. **rt\_sigprocmask** — управление масками сигналов в реальном времени.
14. **futex** — базовая синхронизация потоков на уровне ядра.
15. **eventfd2** — механизм синхронного уведомления процессов.

### Выводы:

* Управляющий узел manager взаимодействует с вычислительными узлами (ZeroMQ, libsodium).
* В логах strace преобладают openat, mmap и read (загрузка и чтение библиотек), а также futex, epoll\_ctl и другие системные вызовы, отражающие сложную многопоточную среду.

## Вывод

* Каждая лабораторная работа демонстрирует различные аспекты применения системных вызовов: от создания процессов и потоков до динамической загрузки библиотек и межпроцессной синхронизации.
* strace помогает проследить механизм работы программ и подтвердить корректность использования системных ресурсов.