Московский Авиационный Институт

(Национальный Исследовательский Университет)

Институт №8 “Компьютерные науки и прикладная математика”

Кафедра №806 “Вычислительная математика и программирование”

Лабораторная работа №1 по курсу

«Операционные системы»

Группа: М80-211Бв-24

Студент: Скворцов Ю.И.

Преподаватель: Бахарев В.Д.

Оценка: _____

Дата:22.12.25

Москва, 2025

Постановка задачи

Вариант 4.

Родительский процесс создает дочерний процесс. Первой строчкой пользователь в консоль родительского процесса пишет имя файла, которое будет передано при создании дочернего процесса. Родительский и дочерний процесс должны быть представлены разными программами. Родительский процесс передает команды пользователя через pipe1, который связан с стандартным входным потоком дочернего процесса. Дочерний процесс при необходимости передает данные в родительский процесс через pipe2. Результаты своей работы дочерний процесс пишет в созданный им файл. Допускается просто открыть файл и писать туда, не перенаправляя стандартный поток вывода.

Пользователь вводит команды вида: «число число число». Далее эти числа передаются от родительского процесса в дочерний. Дочерний процесс производит деление первого числа, на последующие, а результат выводит в файл. Если происходит деление на 0, то тогда дочерний и родительский процесс завершают свою работу. Проверка деления на 0 должна осуществляться на стороне дочернего процесса. Числа имеют тип float. Количество чисел может быть произвольным

Общий метод и алгоритм решения

Использованные системные вызовы:

- pid_t fork(void); – создает дочерний процесс.
- int pipe(int *fd); – создает однонаправленный канал межпроцессного взаимодействия.
- int dup2(int oldfd, int newfd); – дублирует файловый дескриптор
- int execv(const char *path, char *const argv[]); – заменяет текущий образ процесса новым образом из исполняемого файла.
- pid_t wait(int *status); – приостанавливает выполнение вызывающего процесса до завершения одного из его дочерних процессов.
- pid_t getpid(void); – возвращает PID текущего процесса.

Работа программы:
Инициализация: Родительский процесс запрашивает у пользователя имя файла для сохранения результатов.
Создание каналов: Создаются два канала для двусторонней связи между процессами.
Создание дочернего процесса: Вызовом fork() создается дочерний процесс.
Настройка дочернего процесса:
Перенаправление стандартных потоков на каналы
Запуск программы-обработчика через execv()
Работа родительского процесса:
Чтение команд пользователя
Передача данных через канал дочернему процессу
Получение статусов выполнения
Работа дочернего процесса:
Чтение чисел из канала
Выполнение деления первого числа на все последующие
Проверка деления на ноль
Запись результатов в файл

Отправка статусов родителю
Завершение: При получении команды exit или обнаружении деления на ноль, процессы корректно закрывают каналы и завершаются.

Код программы

parent.c

```c
#include <stdint.h>

#include <stdbool.h>

#include <unistd.h>

#include <sys/wait.h>

#include <stdlib.h>

#include <stdio.h>

#include <string.h>


static char CHILD_PROGRAM_NAME[] = "child";


int main(int argc, char **argv) {

    if (argc == 1) {

        char msg[1024];

        uint32_t len = snprintf(msg, sizeof(msg) - 1, "usage: %s filename\n",
argv[0]);

        write(STDERR_FILENO, msg, len);

        exit(EXIT_SUCCESS);

    }

    char progpath[1024];

    {

        ssize_t len = readlink("/proc/self/exe", progpath, sizeof(progpath) - 1);

        if (len == -1) {

            const char msg[] = "error: failed to read full program path\n";

            write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));

            exit(EXIT_FAILURE);
```

```
    }

    while (progpath[len] != '/')
        --len;

    progpath[len] = '\0';
}

int parent_to_child[2];
if (pipe(parent_to_child) == -1) {
    const char msg[] = "error: failed to create pipe\n";
    write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));
    exit(EXIT_FAILURE);
}

int child_to_parent[2];
if (pipe(child_to_parent) == -1) {
    const char msg[] = "error: failed to create pipe\n";
    write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));
    exit(EXIT_FAILURE);
}

const pid_t child = fork();

switch (child) {
case -1: {
    const char msg[] = "error: failed to spawn new process\n";
    write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));
    exit(EXIT_FAILURE);
```

```
    } break;


    case 0: {
        close(parent_to_child[1]);
        close(child_to_parent[0]);


        dup2(parent_to_child[0], STDIN_FILENO);
        close(parent_to_child[0]);


        dup2(child_to_parent[1], STDOUT_FILENO);
        close(child_to_parent[1]);


        {
            char path[1024];
            size_t path_len = snprintf(path, sizeof(path) - 1, "%s/%s", progpath,
CHILD_PROGRAM_NAME);
            if (path_len >= sizeof(path)) {
                const char msg[] = "error: path too long\n";
                write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));
                exit(EXIT_FAILURE);
            }


            char *const args[] = {CHILD_PROGRAM_NAME, argv[1], NULL};


            int32_t status = execv(path, args);


            if (status == -1) {
                const char msg[] = "error: failed to exec into new executable
image\n";
                write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));
```

```
            exit(EXIT_FAILURE);
        }
    }
} break;

default: {
    close(parent_to_child[0]);
    close(child_to_parent[1]);

    {
        pid_t pid = getpid();
        char msg[128];
        const int32_t length = snprintf(msg, sizeof(msg),
            "%d: Родительский процесс, дочерний PID: %d\n", pid, child);
        write(STDOUT_FILENO, msg, length);
    }

    printf("Введите команды в формате: число число число ...\n");
    printf("Для выхода введите 'exit'\n");

    char buf[4096];
    ssize_t bytes;

    while (bytes = read(STDIN_FILENO, buf, sizeof(buf))) {
        if (bytes < 0) {
            const char msg[] = "error: failed to read from stdin\n";
            write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));
            exit(EXIT_FAILURE);
        }
```

```
            if (bytes >= 4 && strncmp(buf, "exit", 4) == 0) {
                break;
            }
            write(parent_to_child[1], buf, bytes);

            bytes = read(child_to_parent[0], buf, sizeof(buf));
            if (bytes > 0) {
                if (strstr(buf, "DIVISION_BY_ZERO") != NULL) {
                    printf("Обнаружено деление на ноль! Завершение работы.\n");
                    break;
                } else if (strstr(buf, "OK") != NULL) {
                }
            } else if (bytes == 0) {
                printf("Дочерний процесс завершился.\n");
                break;
            }
        }

        close(parent_to_child[1]);
        close(child_to_parent[0]);

        wait(NULL);
        printf("Родительский процесс завершен.\n");
    } break;
    }

    return 0;
}
```

child.c

```c
#include <stdint.h>

#include <stdbool.h>

#include <ctype.h>

#include <stdlib.h>

#include <unistd.h>

#include <fcntl.h>

#include <stdio.h>

#include <string.h>


#define MAX_NUMBERS 100


int main(int argc, char **argv) {

    int file = open(argv[1], O_WRONLY | O_CREAT | O_TRUNC, 0600);

    if (file == -1) {

        const char msg[] = "error: failed to open requested file\n";

        write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));

        exit(EXIT_FAILURE);

    }


    char buf[4096];

    ssize_t bytes;

    float numbers[MAX_NUMBERS];


    while ((bytes = read(STDIN_FILENO, buf, sizeof(buf))) > 0) {

        if (bytes < 0) {

            const char msg[] = "error: failed to read from stdin\n";

            write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));

            exit(EXIT_FAILURE);
```

```
    }
    buf[bytes] = '\0';

    int count = 0;
    char *token = strtok(buf, " \t\n");

    while (token != NULL && count < MAX_NUMBERS) {
        int valid = 1;
        int dot_count = 0;
        for (int i = 0; token[i] != '\0'; i++) {
            if (!isdigit(token[i]) && token[i] != '.' &&
                !(i == 0 && token[i] == '-')) {
                valid = 0;
                break;
            }
            if (token[i] == '.') dot_count++;
        }

        if (valid && dot_count <= 1) {
            numbers[count++] = atof(token);
        }
        token = strtok(NULL, " \t\n");
    }

    if (count < 2) {
        const char error_msg[] = "ERROR: Need at least 2 numbers\n";
        write(STDOUT_FILENO, error_msg, sizeof(error_msg) - 1);

        const char file_error[] = "Ошибка: необходимо минимум 2 числа\n";
```

```
            write(file, file_error, sizeof(file_error) - 1);
            continue;
        }

        float first = numbers[0];

        char calculation[512];
        int calc_len = snprintf(calculation, sizeof(calculation),
                                "Вычисление: %.2f / ", first);
        write(file, calculation, calc_len);

        for (int i = 1; i < count; i++) {
            calc_len = snprintf(calculation, sizeof(calculation),
                                "%.2f", numbers[i]);
            write(file, calculation, calc_len);

            if (i < count - 1) {
                const char divider[] = " / ";
                write(file, divider, sizeof(divider) - 1);
            }
        }
        const char newline[] = "\n";
        write(file, newline, sizeof(newline) - 1);

        float result = first;
        for (int i = 1; i < count; i++) {
            if (numbers[i] == 0.0f) {
                const char error_msg[] = "DIVISION_BY_ZERO\n";
                write(STDOUT_FILENO, error_msg, sizeof(error_msg) - 1);
```

```
                const char file_error[] = "ОШИБКА: деление на ноль!\n";
                write(file, file_error, sizeof(file_error) - 1);

                close(file);
                exit(EXIT_FAILURE);
            }
            result /= numbers[i];
        }
        char result_str[128];
        int result_len = snprintf(result_str, sizeof(result_str),
                                  "Результат: %.6f\n\n", result);
        write(file, result_str, result_len);

        const char success_msg[] = "OK\n";
        write(STDOUT_FILENO, success_msg, sizeof(success_msg) - 1);
    }

    close(file);
    return 0;
}
```

Протокол работы программы

```
53847: Родительский процесс, дочерний PID: 53848
Введите команды в формате: число число число ...
Для выхода введите 'exit'
10 5 2
50 2 3
1 1 1
10 10 10
exit
Родительский процесс завершен.
```

out.txt

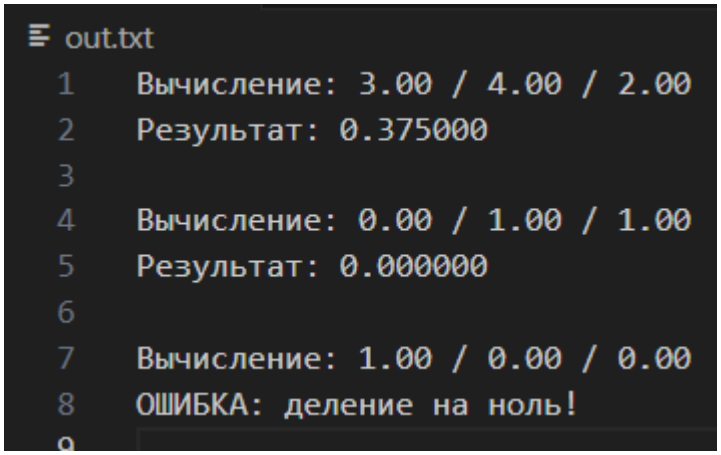
```
Вычисление: 10.00 / 5.00 / 2.00
Результат: 1.000000

Вычисление: 50.00 / 2.00 / 3.00
Результат: 8.333333

Вычисление: 1.00 / 1.00 / 1.00
Результат: 1.000000

Вычисление: 10.00 / 10.00 / 10.00
Результат: 0.100000
```

```
54630: Родительский процесс, дочерний PID: 54631
Введите команды в формате: число число число ...
Для выхода введите 'exit'
3 4 2
0 1 1
1 0 0
Обнаружено деление на ноль! Завершение работы.
Родительский процесс завершен.
54630: Родительский процесс, дочерний PID: 54631
Введите команды в формате: число число число ...
Для выхода введите 'exit'
3 4 2
0 1 1
1 0 0
Обнаружено деление на ноль! Завершение работы.
Родительский процесс завершен.
```



Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы были успешно освоены практические навыки управления процессами в ОС Linux. Была реализована программа, использующая системные вызовы fork(), pipe() и dup2() для создания дочернего процесса и организации межпроцессного взаимодействия через каналы. Программа корректно обрабатывает пользовательский ввод, выполняет арифметические операции с проверкой деления на ноль и сохраняет результаты в файл. Работа продемонстрировала эффективность использования механизмов межпроцессного взаимодействия для распределения задач между родительским и дочерним процессами.