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: М8О-209Б-24

Студент: Галич А.П.

Преподаватель: Миронов Е.С.

Оценка: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата: 15.10.25

Москва, 2025

**Постановка задачи**

**Вариант 3.**

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 int. Количество чисел может быть произвольным.

**Общий метод и алгоритм решения**

Использованные системные вызовы:

pipe() — создаёт каналы для межпроцессного взаимодействия; создано два канала pipe1 и pipe2 для обмена данными между процессами

fork() — создаёт дочерний процесс; используется для разделения программы на родительский и дочерний процессы

dup2() — перенаправляет стандартные потоки; дочерний процесс связывает свой стандартный ввод с pipe1 и стандартный вывод с pipe2

**execl()** — заменяет образ процесса; дочерний процесс запускает программу child для обработки чисел и записи результатов в файл

**waitpid()** — отслеживает состояние дочернего процесса;

**close()** — закрывает файловые дескрипторы; освобождает ресурсы каналов и предотвращает утечки

**exit()** — завершает выполнение процесса; используется при ошибках и нормальном завершении работы

**write()** — записывает данные в канал; родительский процесс отправляет строки с числами через pipe1 дочернему процессу

**fgets()** — читает строки из стандартного ввода; родительский процесс получает от пользователя имя файла и числа для обработки

Алгоритм:

Сначала создаются два канала - pipe1 для передачи данных от родителя к дочернему процессу и pipe2 для обратной связи. Пользователь вводит имя файла, в который будут записываться результаты вычислений, и программа проверяет возможность его создания. Затем с помощью системного вызова fork() создается дочерний процесс. В дочернем процессе происходит перенаправление стандартных потоков ввода-вывода: стандартный ввод связывается с pipe1 для чтения данных от родителя, а стандартный вывод - с pipe2 для возможной обратной связи. После этого выполняется загрузка программы child, которая будет обрабатывать поступающие данные. Родительский процесс принимает от пользователя строки, содержащие числа, разделенные пробелами, и передает их через pipe1 дочернему процессу. Одновременно родитель отслеживает состояние дочернего процесса с помощью waitpid(). Дочерний процесс читает поступающие строки, извлекает из них числа и выполняет последовательное деление первого числа на все последующие. При обнаружении деления на ноль дочерний процесс аварийно завершает работу. Результаты вычислений записываются в указанный файл. При нормальном завершении ввода или при ошибке деления на ноль оба процесса корректно закрывают файловые дескрипторы и завершают работу

**Код программы**

parent.c

#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

#include <unistd.h>

#include <string.h>

#include <sys/wait.h>

int main() {

    int pipe1[2], pipe2[2];

    pid\_t pid;

    char filename[100];

    char buffer[1024];

    printf("Введите имя файла: ");

    if (fgets(filename, sizeof(filename), stdin) == NULL) {

        printf("Ошибка ввода имени файла\n");

        exit(1);

    }

    filename[strcspn(filename, "\n")] = '\0';

    FILE\* test\_file = fopen(filename, "w");

    if (test\_file == NULL) {

        printf("Ошибка: невозможно создать файл '%s'\n", filename);

        exit(1);

    }

    fclose(test\_file);

    if (pipe(pipe1) == -1 || pipe(pipe2) == -1) {

        printf("Ошибка создания каналов\n");

        exit(1);

    }

    pid = fork();

    if (pid == -1) {

        printf("Ошибка создания процесса\n");

        exit(1);

    }

    if (pid == 0) {

        close(pipe1[1]);

        close(pipe2[0]);

        dup2(pipe1[0], STDIN\_FILENO);

        close(pipe1[0]);

        dup2(pipe2[1], STDOUT\_FILENO);

        close(pipe2[1]);

        execl("./child", "child", filename, NULL);

        printf("Ошибка запуска дочерней программы\n");

        exit(1);

    } else {

        close(pipe1[0]);

        close(pipe2[1]);

        printf("Введите числа через пробел:\n");

        while (1) {

            if (fgets(buffer, sizeof(buffer), stdin) == NULL) {

                break;

            }

            write(pipe1[1], buffer, strlen(buffer));

            int status;

            pid\_t result = waitpid(pid, &status, WNOHANG);

            if (result != 0) {

                printf("Дочерний процесс завершил работу\n");

                break;

            }

        }

        close(pipe1[1]);

        close(pipe2[0]);

        wait(NULL);

    }

    return 0;

}

child.c

#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

#include <unistd.h>

int main(int argc, char\* argv[]) {

    if (argc != 2) return 1;

    FILE\* out = fopen(argv[1], "w");

    char\* line = NULL;

    size\_t len = 0;

    while (getline(&line, &len, stdin) != -1) {

        int first\_num, num;

        int result;

        int count = 0;

        char\* ptr = line;

        if (sscanf(ptr, "%d", &first\_num) != 1) continue;

        result = first\_num;

        count++;

        fprintf(out, "%d", first\_num);

        while (\*ptr && \*ptr != ' ' && \*ptr != '\n' && \*ptr != '\t') ptr++;

        while (sscanf(ptr, "%d", &num) == 1) {

            fprintf(out, " / %d", num);

            if (num == 0) {

                fprintf(out, " - Деление на 0! Завершение работы.\n");

                fclose(out);

                free(line);

                exit(1);

            }

            result /= num;

            count++;

            while (\*ptr && \*ptr != ' ' && \*ptr != '\n' && \*ptr != '\t') ptr++;

            while (\*ptr == ' ' || \*ptr == '\t') ptr++;

        }

        if (count > 1) {

            fprintf(out, " = %d\n", result);

        } else {

            fprintf(out, "\n");

        }

        fflush(out);

    }

    free(line);

    fclose(out);

    return 0;

}

**Протокол работы программы**

kishaki@416:~/lab\_OS1$ ./parent

Введите имя файла: result

Введите числа через пробел:

100 2 5 5

100 2 5

100 2

100 0

100 2

kishaki@416:~/lab\_OS1$ cat result

100 / 2 / 2 / 5 / 5 = 1

100 / 2 / 2 / 5 = 5

100 / 2 / 2 = 25

100 / 0 - Деление на 0! Завершение работы.

**Strace:**

execve("./parent", ["./parent"], 0x7ffd238f4448 /\* 29 vars \*/) = 0

brk(NULL) = 0x616ff6485000

mmap(NULL, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x73e1371b9000

access("/etc/ld.so.preload", R\_OK) = -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=19871, ...}) = 0

mmap(NULL, 19871, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE, 3, 0) = 0x73e1371b4000

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\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\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\0"..., 784, 64) = 784

mmap(NULL, 2170256, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x73e136e00000

mmap(0x73e136e28000, 1605632, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x28000) = 0x73e136e28000

mmap(0x73e136fb0000, 323584, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1b0000) = 0x73e136fb0000

mmap(0x73e136fff000, 24576, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1fe000) = 0x73e136fff000

mmap(0x73e137005000, 52624, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x73e137005000

close(3) = 0

mmap(NULL, 12288, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x73e1371b1000

arch\_prctl(ARCH\_SET\_FS, 0x73e1371b1740) = 0

set\_tid\_address(0x73e1371b1a10) = 94847

set\_robust\_list(0x73e1371b1a20, 24) = 0

rseq(0x73e1371b2060, 0x20, 0, 0x53053053) = 0

mprotect(0x73e136fff000, 16384, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x616fd583e000, 4096, PROT\_READ) = 0

mprotect(0x73e1371f1000, 8192, PROT\_READ) = 0

prlimit64(0, RLIMIT\_STACK, NULL, {rlim\_cur=8192\*1024, rlim\_max=RLIM64\_INFINITY}) = 0

munmap(0x73e1371b4000, 19871) = 0

fstat(1, {st\_mode=S\_IFCHR|0620, st\_rdev=makedev(0x88, 0x4), ...}) = 0

getrandom("\x72\x0e\x1d\xa4\xbb\xe8\x81\x30", 8, GRND\_NONBLOCK) = 8

brk(NULL) = 0x616ff6485000

brk(0x616ff64a6000) = 0x616ff64a6000

fstat(0, {st\_mode=S\_IFCHR|0620, st\_rdev=makedev(0x88, 0x4), ...}) = 0

write(1, "\320\222\320\262\320\265\320\264\320\270\321\202\320\265 \320\270\320\274\321\217 \321\204\320\260\320\271\320\273\320\260"..., 34Введите имя файла: ) = 34

read(0, result

"result\n", 1024) = 7

openat(AT\_FDCWD, "result", O\_WRONLY|O\_CREAT|O\_TRUNC, 0666) = 3

close(3) = 0

**pipe2([3, 4], 0) = 0**

**pipe2([5, 6], 0) = 0**

**clone(child\_stack=NULL, flags=CLONE\_CHILD\_CLEARTID|CLONE\_CHILD\_SETTID|SIGCHLDstrace: Process 94860 attached**

**, child\_tidptr=0x73e1371b1a10) = 94860**

[pid 94860] set\_robust\_list(0x73e1371b1a20, 24 <unfinished ...>

[pid 94847] close(3 <unfinished ...>

[pid 94860] <... set\_robust\_list resumed>) = 0

[pid 94847] <... close resumed>) = 0

[pid 94847] close(6 <unfinished ...>

[pid 94860] close(4 <unfinished ...>

[pid 94847] <... close resumed>) = 0

[pid 94860] <... close resumed>) = 0

[pid 94860] close(5 <unfinished ...>

[pid 94847] write(1, "\320\222\320\262\320\265\320\264\320\270\321\202\320\265 \321\207\320\270\321\201\320\273\320\260 \321\207\320\265\321\200"..., 51 <unfinished ...>

Введите числа через пробел:

[pid 94860] <... close resumed>) = 0

[pid 94847] <... write resumed>) = 51

**[pid 94860] dup2(3, 0 <unfinished ...>**

[pid 94847] read(0, <unfinished ...>

[pid 94860] <... dup2 resumed>) = 0

[pid 94860] close(3) = 0

**[pid 94860] dup2(6, 1) = 1**

[pid 94860] close(6) = 0

[pid 94860] execve("./child", ["child", "result"], 0x7ffd377692b8 /\* 29 vars \*/) = 0

[pid 94860] brk(NULL) = 0x5792563e1000

[pid 94860] mmap(NULL, 8192, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7bac81e75000

[pid 94860] access("/etc/ld.so.preload", R\_OK) = -1 ENOENT (No such file or directory)

[pid 94860] openat(AT\_FDCWD, "/etc/ld.so.cache", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

[pid 94860] fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=19871, ...}) = 0

[pid 94860] mmap(NULL, 19871, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE, 3, 0) = 0x7bac81e70000

[pid 94860] close(3) = 0

[pid 94860] openat(AT\_FDCWD, "/lib/x86\_64-linux-gnu/libc.so.6", O\_RDONLY|O\_CLOEXEC) = 3

[pid 94860] 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\0"..., 832) = 832

[pid 94860] 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\0"..., 784, 64) = 784

[pid 94860] fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0755, st\_size=2125328, ...}) = 0

[pid 94860] 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\0"..., 784, 64) = 784

[pid 94860] mmap(NULL, 2170256, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7bac81c00000

[pid 94860] mmap(0x7bac81c28000, 1605632, PROT\_READ|PROT\_EXEC, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x28000) = 0x7bac81c28000

[pid 94860] mmap(0x7bac81db0000, 323584, PROT\_READ, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1b0000) = 0x7bac81db0000

[pid 94860] mmap(0x7bac81dff000, 24576, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_DENYWRITE, 3, 0x1fe000) = 0x7bac81dff000

[pid 94860] mmap(0x7bac81e05000, 52624, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_FIXED|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7bac81e05000

[pid 94860] close(3) = 0

[pid 94860] mmap(NULL, 12288, PROT\_READ|PROT\_WRITE, MAP\_PRIVATE|MAP\_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7bac81e6d000

[pid 94860] arch\_prctl(ARCH\_SET\_FS, 0x7bac81e6d740) = 0

[pid 94860] set\_tid\_address(0x7bac81e6da10) = 94860

[pid 94860] set\_robust\_list(0x7bac81e6da20, 24) = 0

[pid 94860] rseq(0x7bac81e6e060, 0x20, 0, 0x53053053) = 0

[pid 94860] mprotect(0x7bac81dff000, 16384, PROT\_READ) = 0

[pid 94860] mprotect(0x579227295000, 4096, PROT\_READ) = 0

[pid 94860] mprotect(0x7bac81ead000, 8192, PROT\_READ) = 0

[pid 94860] prlimit64(0, RLIMIT\_STACK, NULL, {rlim\_cur=8192\*1024, rlim\_max=RLIM64\_INFINITY}) = 0

[pid 94860] munmap(0x7bac81e70000, 19871) = 0

[pid 94860] getrandom("\x0f\xe0\x16\x15\x6a\x60\xfa\xe8", 8, GRND\_NONBLOCK) = 8

[pid 94860] brk(NULL) = 0x5792563e1000

[pid 94860] brk(0x579256402000) = 0x579256402000

[pid 94860] openat(AT\_FDCWD, "result", O\_WRONLY|O\_CREAT|O\_TRUNC, 0666) = 3

[pid 94860] fstat(0, {st\_mode=S\_IFIFO|0600, st\_size=0, ...}) = 0

[pid 94860] read(0, 100 2 5 5

<unfinished ...>

[pid 94847] <... read resumed>"100 2 5 5\n", 1024) = 10

**[pid 94847] write(4, "100 2 5 5\n", 10) = 10**

[pid 94847] wait4(94860, <unfinished ...>

[pid 94860] <... read resumed>"100 2 5 5\n", 4096) = 10

[pid 94847] <... wait4 resumed>0x7ffd37768cdc, WNOHANG, NULL) = 0

[pid 94847] read(0, <unfinished ...>

[pid 94860] fstat(3, {st\_mode=S\_IFREG|0644, st\_size=0, ...}) = 0

[pid 94860] write(3, "100 / 2 / 2 / 5 / 5 = 1\n", 24) = 24

[pid 94860] read(0, <unfinished ...>

[pid 94847] <... read resumed>"", 1024) = 0

[pid 94847] close(4) = 0

[pid 94860] <... read resumed>"", 4096) = 0

[pid 94847] close(5 <unfinished ...>

[pid 94860] close(3 <unfinished ...>

[pid 94847] <... close resumed>) = 0

[pid 94860] <... close resumed>) = 0

[pid 94847] wait4(-1, <unfinished ...>

**[pid 94860] exit\_group(0) = ?**

[pid 94860] +++ exited with 0 +++

<... wait4 resumed>NULL, 0, NULL) = 94860

--- SIGCHLD {si\_signo=SIGCHLD, si\_code=CLD\_EXITED, si\_pid=94860, si\_uid=1000, si\_status=0, si\_utime=0, si\_stime=0} ---

exit\_group(0) = ?

+++ exited with 0 +++

**Вывод**

В результате выполнения лабораторной работы была разработана программа, организующая взаимодействие между процессами через механизм pipe-каналов. Родительский процесс отвечает за ввод данных от пользователя и их передачу дочернему процессу, который выполняет арифметические операции деления и записывает результаты в файл. При выполнении лабораторной работы наибольшую сложность вызвала организация корректного взаимодействия между процессами через pipe. Практическое применение системных вызовов fork(), pipe() и dup2() позволило лучше понять механизмы работы операционной системы с процессами и потоками данных.