

# **Лабораторная работа № 14**

**Именованные каналы**

Крутова Екатерина Дмитриевна

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы:</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Выводы</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Контрольные вопросы</b>	<b>15</b>

## Список иллюстраций

4.1	Создание файлов . . . . .	8
4.2	Код файла client.c . . . . .	9
4.3	Код файла server.c . . . . .	10
4.4	Код файла common.h . . . . .	11
4.5	Код файла Makefile . . . . .	12
4.6	Компиляция . . . . .	12
4.7	Запущен сервер и два клиента . . . . .	12

## **Список таблиц**

# **1 Цель работы:**

Приобретение практических навыков работы с именованными каналами.

## 2 Задание

Изучите приведённые в тексте программы `server.c` и `client.c`. Взяв данные примеры за образец, напишите аналогичные программы, внося следующие изменения: 1. Работает не 1 клиент, а несколько (например, два).

2. Клиенты передают текущее время с некоторой периодичностью (например, раз в пять секунд). Используйте функцию `sleep()` для приостановки работы клиента.
3. Сервер работает не бесконечно, а прекращает работу через некоторое время (например, 30 сек). Используйте функцию `clock()` для определения времени работы сервера. Что будет в случае, если сервер завершит работу, не закрыв канал

### 3 Теоретическое введение

Одним из видов взаимодействия между процессами в операционных системах является обмен сообщениями. Под сообщением понимается последовательность байтов, передаваемая от одного процесса другому.

В операционных системах типа UNIX есть 3 вида межпроцессорных взаимодействий: общеоуниксные (именованные каналы, сигналы), System V Interface Definition (SVID — разделяемая память, очередь сообщений, семафоры) и BSD (сокеты).

Для передачи данных между неродственными процессами можно использовать механизм именованных каналов (named pipes)

## 4 Выполнение лабораторной работы

Для начала необходимо было создать файлы, которые будут содержать коды программ (рис. 4.1):

A screenshot of a terminal window with a dark background. The text shows a user named 'edkrutova' at a 'fedora' machine in the 'lab14' directory. They run the command 'touch common.h server.c client.c Makefile'. Then they run 'ls', which lists the files 'client.c', 'common.h', 'Makefile', and 'server.c'. The prompt returns to the shell.

```
[edkrutova@fedora lab14]$ touch common.h server.c client.c Makefile
[edkrutova@fedora lab14]$ ls
client.c common.h Makefile server.c
[edkrutova@fedora lab14]$
```

Рис. 4.1: Создание файлов

Далее я написала программы, аналогичные программам из примеров. Изменённые коды (рис. 4.2-4.4):



```

/*
 * client.c - реализация клиента
 *
 * чтобы запустить пример, необходимо:
 * 1. запустить программу server на одной консоли;
 * 2. запустить программу client на другой консоли.
 */

#include "common.h"

#define MESSAGE "Hello Server!!!\n"

int
main()
{
    int writefd; /* дескриптор для записи в FIFO */
    int msglen;

    /* баннер */
    printf("FIFO Client...\n");

    for(int i=0; i<4; i++)
    {
        /* получим доступ к FIFO */
        if((writefd = open(FIFO_NAME, O_WRONLY)) < 0)
        {
            fprintf(stderr, "%s: Невозможно открыть FIFO (%s)\n", __FILE__, strerror(errno));
            exit(-1);
        }

        /* передадим сообщение серверу */
        msglen = strlen(MESSAGE);
        if(write(writefd, MESSAGE, msglen) != msglen)
        {
            fprintf(stderr, "%s: Ошибка записи в FIFO (%s)\n", __FILE__, strerror(errno));
            exit(-2);
        }
        sleep (5);
    }

    /* закроем доступ к FIFO */
    close(writefd);

    exit(0);
}

```

Рис. 4.2: Код файла client.c

```

/*
 * server.c - реализация сервера
 *
 * чтобы запустить пример, необходимо:
 * 1. запустить программу server на одной консоли;
 * 2. запустить программу client на другой консоли.
 */

#include "common.h"

int
main()
{
    int readfd; /* дескриптор для чтения из FIFO */
    int n;
    char buff[MAX_BUFF]; /* буфер для чтения данных из FIFO */

    /* баннер */
    printf("FIFO Server...\n");

    /* создан файл FIFO с открытием для всех
     * правами доступа на чтение и запись
     */
    if(mknod(FIFO_NAME, S_IFIFO | 0666, 0) < 0)
    {
        fprintf(stderr, "%s: Невозможно создать FIFO (%s)\n", __FILE__, strerror(errno));
        exit(-1);
    }

    /* открыл FIFO на чтение */
    if((readfd = open(FIFO_NAME, O_RDONLY)) < 0)
    {
        fprintf(stderr, "%s: Невозможно открыть FIFO (%s)\n", __FILE__, strerror(errno));
        exit(-2);
    }

    clock_t start = time(NULL);

    while(time(NULL) - start < 30)
    {
        /* читаем данные из FIFO и выводим на экран */
        while((n = read(readfd, buff, MAX_BUFF)) > 0)
        {
            if(write(1, buff, n) != n)
            {
                fprintf(stderr, "%s: Ошибка вывода (%s)\n", __FILE__, strerror(errno));
                exit(-3);
            }
        }
    }

    close(readfd); /* закроем FIFO */

    /* удалим FIFO из системы */
    if(unlink(FIFO_NAME) < 0)
    {
        fprintf(stderr, "%s: Невозможно удалить FIFO (%s)\n", __FILE__, strerror(errno));
        exit(-4);
    }

    exit(0);
}

```

Рис. 4.3: Код файла server.c

```

/*
 * common.h - заголовочный файл со стандартными определениями
 */

#ifndef __COMMON_H__
#define __COMMON_H__

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <errno.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <time.h>

#define FIFO_NAME "/tmp/fifo"
#define MAX_BUFF 80

#endif /* __COMMON_H__ */

```

Рис. 4.4: Код файла common.h

В файл common.h я добавила стандартные заголовочные файлы unistd.h и time.h, необходимые для работы кодов других файлов. Common.h предназначен для заголовочных файлов, чтобы в остальных программах их не прописывать каждый раз.

В файл server.c я добавила цикл while для контроля за временем работы сервера. Разница между текущим временем time(NULL) и временем начала работы clock\_t start=time(NULL) (инициализация до цикла) не должна превышать 30 секунд.

В файл client.c я добавила цикл, который отвечает за количество сообщений о текущем времени (4 сообщения), которое получается в результате выполнения команд, и команду sleep(5) для приостановки работы клиента на 5 секунд.

Файл Makefile остался без изменений (рис. 4.5):

```
all: server client

server: server.c common.h
    gcc server.c -o server

client: client.c common.h
    gcc client.c -o client

clean:
    -rm server client *.o
```

Рис. 4.5: Код файла Makefile

Используя команду «make all», я скомпилировала необходимые файлы (рис. 4.7):

```
[edkrutova@fedora lab14]$ make all
gcc server.c -o server
gcc client.c -o client
[edkrutova@fedora lab14]$
```

Рис. 4.6: Компиляция

Проверка выполнения (рис. 4.7):

```
edkrutova@fedora lab14$ ./server
FIFO Server...
Hello Server!!
Hello Server!!
Hello Server!!
Hello Server!!
Hello Server!!
Hello Server!!
Hello Server!!
edkrutova@fedora lab14$

edkrutova@fedora lab14$ ./client
FIFO Client...
Hello Client...
edkrutova@fedora lab14$

edkrutova@fedora lab14$ ./client
FIFO Client...
Hello Client...
edkrutova@fedora lab14$
```

Рис. 4.7: Запущен сервер и два клиента

Если сервер завершит свою работу, не закрыв канал, то, когда мы будем запускать этот сервер снова, появится ошибка «Невозможно создать FIFO», так как у нас уже есть один канал.

## **5 Выводы**

Я приобрела практические навыки работы с именованными каналами.

## 6 Контрольные вопросы

1. В чем ключевое отличие именованных каналов от неименованных?

Именованные каналы отличаются от неименованных наличием идентификатора канала, который представлен как специальный файл (соответственно имя именованного канала – это имя файла). Поскольку файл находится на локальной файловой системе, данное IPC используется внутри одной системы.

2. Возможно ли создание неименованного канала из командной строки?

Чтобы создать неименованный канал из командной строки нужно использовать символ |, служащий для объединения двух и более процессов:

процесс\_1 | процесс\_2 | процесс\_3...

3. Возможно ли создание именованного канала из командной строки?

Чтобы создать именованный канал из командной строки нужно использовать либо команду «mknod », либо команду «mkfifo ».

4. Опишите функцию языка C, создающую неименованный канал.

Неименованный канал является средством взаимодействия между связанными процессами – родительским и дочерним. Родительский процесс создает канал при помощи системного вызова: «int pipe(int fd[2]);». Массив из двух целых чисел является выходным параметром этого системного вызова. Если вызов выполнился нормально, то этот массив содержит два файловых дескриптора. fd[0] является

дескриптором для чтения из канала, `fd[1]` – дескриптором для записи в канал. Когда процесс порождает другой процесс, дескрипторы родительского процесса наследуются дочерним процессом, и, таким образом, прокладывается трубопровод между двумя процессами. Естественно, что один из процессов использует канал только для чтения, а другой – только для записи. Поэтому, если, например, через канал должны передаваться данные из родительского процесса в дочерний, родительский процесс сразу после запуска дочернего процесса закрывает дескриптор канала для чтения, а дочерний процесс закрывает дескриптор для записи. Если нужен двунаправленный обмен данными между процессами, то родительский процесс создает два канала, один из которых используется для передачи данных в одну сторону, а другой – в другую.

5. Опишите функцию языка C, создающую именованный канал.

Файлы именованных каналов создаются функцией `mkfifo()` или функцией `mknod`:

- «`int mkfifo(const char *pathname, mode_t mode);`», где первый параметр – путь, где будет располагаться FIFO (имя файла, идентифицирующего канал), второй параметр определяет режим работы с FIFO (маска прав доступа к файлу),
  - «`mknod (namefile, IFIFO | 0666, 0)`», где `namefile` – имя канала, `0666` – к каналу разрешен доступ на запись и на чтение любому запросившему процессу),
  - «`int mknod(const char *pathname, mode_t mode, dev_t dev);`». Функция `mkfifo()` создает канал и файл соответствующего типа. Если указанный файл канала уже существует, `mkfifo()` возвращает `-1`. После создания файла канала процессы, участвующие в обмене данными, должны открыть этот файл либо для записи, либо для чтения.
6. Что будет в случае прочтения из `fifo` меньшего числа байтов, чем находится в канале? Большого числа байтов?



При чтении меньшего числа байтов, чем находится в канале или FIFO, возвращается требуемое число байтов, остаток сохраняется для последующих чтений.

При чтении большего числа байтов, чем находится в канале или FIFO, возвращается доступное число байтов. Процесс, читающий из канала, должен соответствующим образом обработать ситуацию, когда прочитано меньше, чем заказано.

7. Аналогично, что будет в случае записи в `fifo` меньшего числа байтов, чем позволяет буфер? Большого числа байтов?

Запись числа байтов, меньшего емкости канала или FIFO, гарантированно атомарно. Это означает, что в случае, когда несколько процессов одновременно записывают в канал, порции данных от этих процессов не перемешиваются.

При записи большего числа байтов, чем это позволяет канал или FIFO, вызов `write(2)` блокируется до освобождения требуемого места. При этом атомарность операции не гарантируется. Если процесс пытается записать данные в канал, не открытый ни одним процессом на чтение, процессу генерируется сигнал `SIGPIPE`, а вызов `write(2)` возвращает 0 с установкой ошибки (`errno=ERRPIPE`) (если процесс не установил обработки сигнала `SIGPIPE`, производится обработка по умолчанию – процесс завершается).

8. Могут ли два и более процессов читать или записывать в канал?

Количество процессов, которые могут параллельно присоединяться к любому концу канала, не ограничено. Однако если два или более процесса записывают в канал данные одновременно, каждый процесс за один раз может записать максимум `PIPE BUF` байтов данных. Предположим, процесс (назовем его А) пытается записать X байтов данных в канал, в котором имеется место для Y байтов данных. Если X больше, чем Y, только первые Y байтов данных записываются в канал, и процесс блокируется. Запускается другой процесс (например, В); в это время в канале появляется свободное пространство (благодаря третьему процессу, считывающему данные из канала). Процесс В записывает данные в канал. Затем, когда

выполнение процесса А возобновляется, он записывает оставшиеся X-Y байтов данных в канал. В результате данные в канал записываются поочередно двумя процессами. Аналогичным образом, если два (или более) процесса одновременно попытаются прочитать данные из канала, может случиться так, что каждый из них прочитает только часть необходимых данных.

9. Опишите функцию `write` (тип возвращаемого значения, аргументы и логику работы). Что означает 1 (единица) в вызове этой функции в программе `server.c` (строка 42)?

Функция `write` записывает байты `count` из буфера `buffer` в файл, связанный с `handle`. Операции `write` начинаются с текущей позиции указателя на файл (указатель ассоциирован с заданным файлом). Если файл открыт для добавления, операции выполняются в конец файла. После осуществления операций записи указатель на файл (если он есть) увеличивается на количество действительно записанных байтов. Функция `write` возвращает число действительно записанных байтов. Возвращаемое значение должно быть положительным, но меньше числа `count` (например, когда размер для записи `count` байтов выходит за пределы пространства на диске). Возвращаемое значение -1 указывает на ошибку; `errno` устанавливается в одно из следующих значений:

`EACCES` – файл открыт для чтения или закрыт для записи

`EBADF` – неверный `handle`-р файла

`ENOSPC` – на устройстве нет свободного места.

Единица в вызове функции `write` в программе `server.c` означает идентификатор (дескриптор потока) стандартного потока вывода.

10. Опишите функцию `strerror`

Прототип функции `strerror`: «`char * strerror( int errornum );`». Функция `strerror` интерпретирует номер ошибки, передаваемый в функцию в качестве аргумента – `errornum`, в понятное для человека текстовое сообщение (строку). Откуда берутся эти ошибки? Ошибки эти возникают при вызове функций стандартных

Си-библиотек. То есть хорошим тоном программирования будет – использование этой функции в паре с другой, и если возникнет ошибка, то пользователь или программист поймет, как исправить ошибку, прочитав сообщение функции `strerror`. Возвращенный указатель ссылается на статическую строку с ошибкой, которая не должна быть изменена программой. Дальнейшие вызовы функции `strerror` перезапишут содержание этой строки. Интерпретированные сообщения об ошибках могут различаться, это зависит от платформы и компилятора.