

Отчет по лабораторной работе №14

Операционные системы

Морозова Ульяна Константиновна

Список иллюстраций

0.1. Создание файлов	5
0.2. Common.h	6
0.3. Server.c (часть 1)	7
0.4. Server.c (часть 2)	7
0.5. Client.c	8
0.6. Makefile	9
0.7. Компиляция файлов	9
0.8. Работа сервера	10

Цель работы

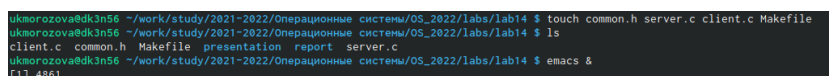
Приобретение практических навыков работы с именованными каналами.

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?

Выполнение лабораторной работы

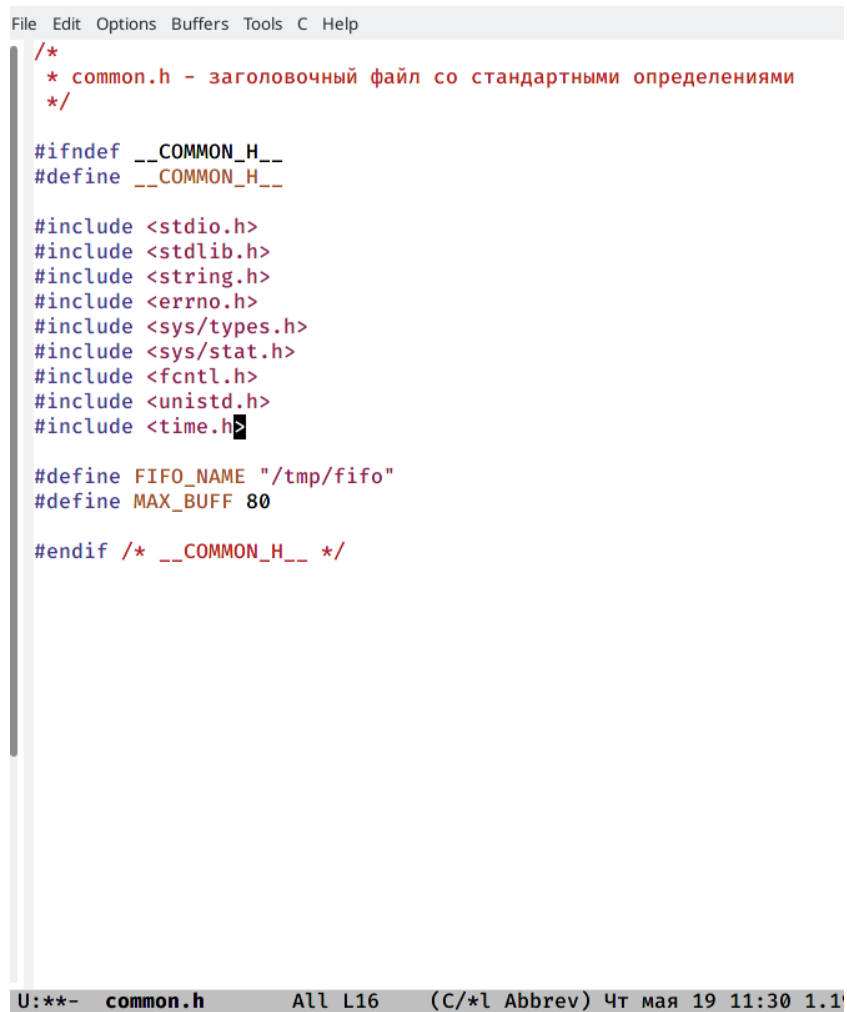
1. Для выполнения лабораторной работы создадим четыре файла с помощью команды `touch` и откроем их в `emacs` для редактирования (рис. [-@fig:001]).



```
ukmorozova@dk3n56 ~/work/study/2021-2022/Операционные системы/OS_2022/labs/lab14 $ touch common.h server.c client.c Makefile
ukmorozova@dk3n56 ~/work/study/2021-2022/Операционные системы/OS_2022/labs/lab14 $ ls
client.c  common.h  Makefile  presentation  report  server.c
ukmorozova@dk3n56 ~/work/study/2021-2022/Операционные системы/OS_2022/labs/lab14 $ emacs &
[1] 4861
```

Рис. 0.1.: Создание файлов

2. Изменим код программ, представленные в тексте задания лабораторной работы. В файл `common.h` добавим стандартные заголовочные файлы `unistd.h` и `time.h`, которые необходимы для работы других файлов (рис. [-@fig:002]). Этот файл предназначен для заголовочных файлов, чтобы не прописывать их в других программах каждый раз.



```
File Edit Options Buffers Tools C Help

/*
 * 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__ */

U:*** common.h All L16 (C/*l Abbrev) Чт мая 19 11:30 1.1
```

Рис. 0.2.: Common.h

Затем в файл server.c добавим цикл while для контроля за временем работы сервера (рис. [-@fig:003]) и (рис. [-@fig:004]), причем время от начала работы сервера и до настоящего не должно превышать 30 секунд.

```

#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");

    /* создаем файл FIFO с открытыми 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);
    }

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

```

Рис. 0.3.: Server.c (часть 1)

```

,
clock_t start = time(NULL);
/* читаем данные из FIFO и выводим на экран */
while(time(NULL)-start < 30)
{
    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 */

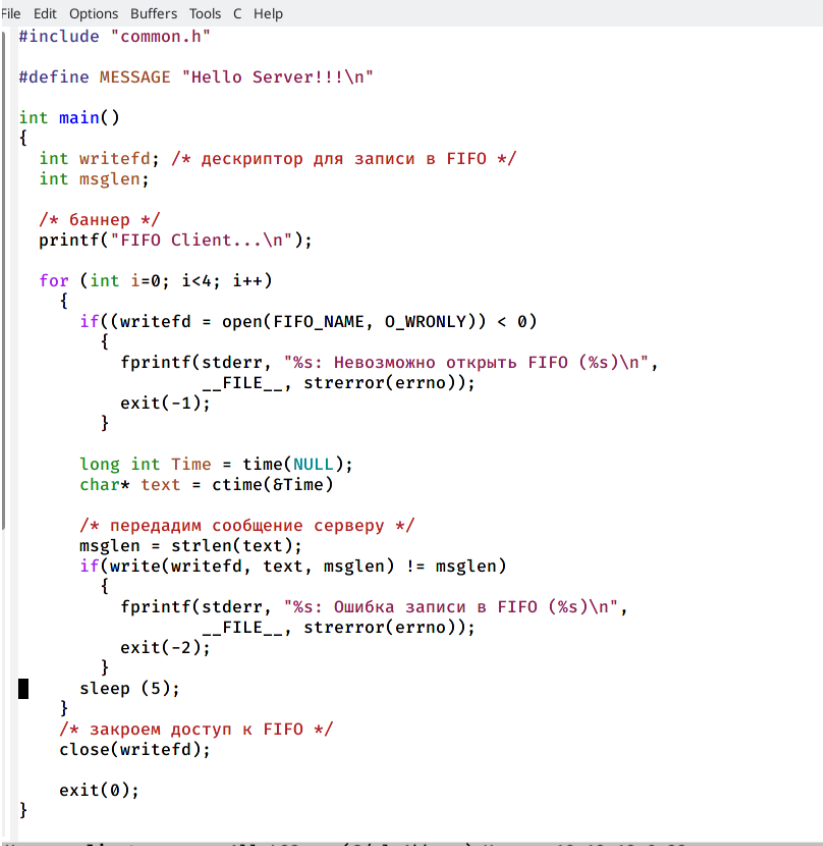
/* удалим FIFO из системы */
if(unlink(FIFO_NAME) < 0)
{
    fprintf(stderr, "%s: Невозможно удалить FIFO (%s)\n",
        __FILE__, strerror(errno));
    exit(-4);
}

exit(0);
}

```

Рис. 0.4.: Server.c (часть 2)

В файл `client.c` добавим цикл `for`, который будет отвечать за количество сообщений о текущем времени (4 сообщения), и команду `sleep(5)` для остановки работы клиента через 5 секунд. Также я изменила выводимое сообщение на текущее время (рис. [-@fig:005]).



```
File Edit Options Buffers Tools C Help
#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++)
    {
        if((writefd = open(FIFO_NAME, O_WRONLY)) < 0)
        {
            fprintf(stderr, "%s: Невозможно открыть FIFO (%s)\n",
                __FILE__, strerror(errno));
            exit(-1);
        }

        long int Time = time(NULL);
        char* text = ctime(&Time)

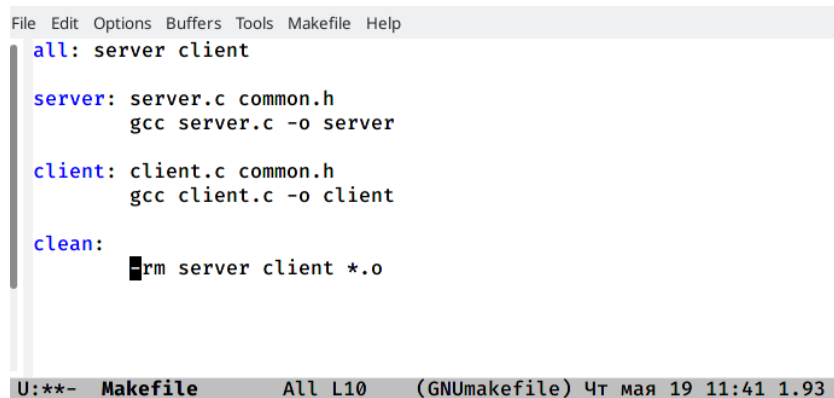
        /* передадим сообщение серверу */
        msglen = strlen(text);
        if(write(writefd, text, msglen) != msglen)
        {
            fprintf(stderr, "%s: Ошибка записи в FIFO (%s)\n",
                __FILE__, strerror(errno));
            exit(-2);
        }
        sleep (5);
    }
    /* закроем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

    exit(0);
}
```

U:***- client.c All L33 (C/*l Abbrev) Чт мая 19 12:12 0.23

Рис. 0.5.: `Client.c`

`Makefile` оставила без изменения (рис. [-@fig:006]).



```
File Edit Options Buffers Tools Makefile Help
all: server client

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

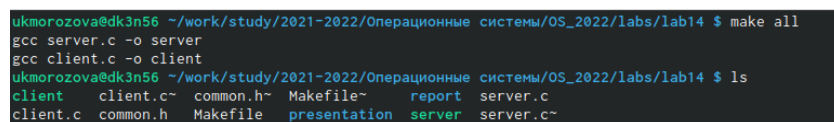
client: client.c common.h
    gcc client.c -o client

clean:
    rm server client *.o

U:*** Makefile All L10 (GNUmakefile) Чт мая 19 11:41 1.93
```

Рис. 0.6.: Makefile

- Используя команду `make all` (рис. [-@fig:007]), скомпилируем необходимые для работы файлы.



```
ukmoroza@dk3n56 ~/work/study/2021-2022/Операционные системы/OS_2022/labs/lab14 $ make all
gcc server.c -o server
gcc client.c -o client
ukmoroza@dk3n56 ~/work/study/2021-2022/Операционные системы/OS_2022/labs/lab14 $ ls
client  client.c~  common.h~  Makefile~  report  server.c
client.c  common.h  Makefile  presentation  server  server.c~
```

Рис. 0.7.: Компиляция файлов

- Проверим работу написанного кода.

Откроем три терминала. В первом окне запустим команду `./server.c`, во втором и третьем - `./client.c`. В результате каждый терминал-клиент вывел по четыре сообщения о текущем времени. Спустя 30 секунд работа сервера была прервана (рис. [-@fig:008]).

Выводы

Я приобрела практические навыки работы с именованными каналами.

Контрольные вопросы

1). 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). Чтобы создать неименованный канал из командной строки нужно использовать символ |, служащий для объединения двух и более процессов: процесс_1 | процесс_2 | процесс_3...

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

4). 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 выполнен 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). 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). При чтении меньшего числа байтов, чем находится в канале или FIFO, возвращает 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). 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). 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). 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, означает идентификатор (дескриптор потока) стандартного потока вывода.

10). 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.