

## Отчет к лабораторной работе №14

### Common information

discipline: Операционные системы

author: Бабина Юлия Олеговна

group: НПМбд-01-21

### Цель работы

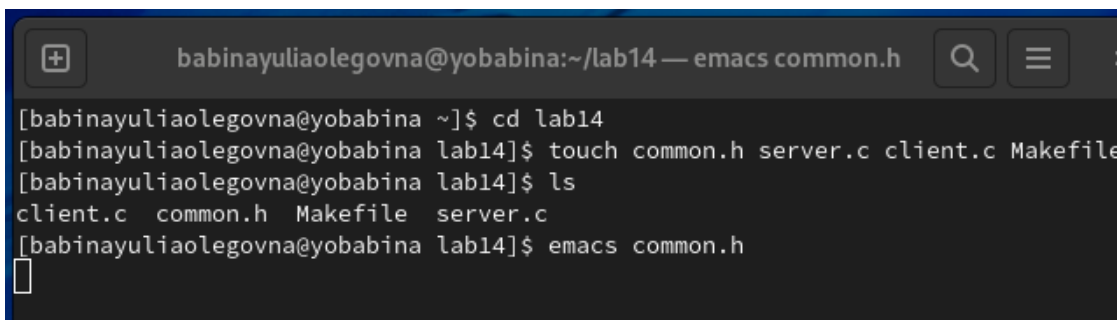
Приобретение практических навыков работы с именованными каналами.

### 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?

### Ход работы

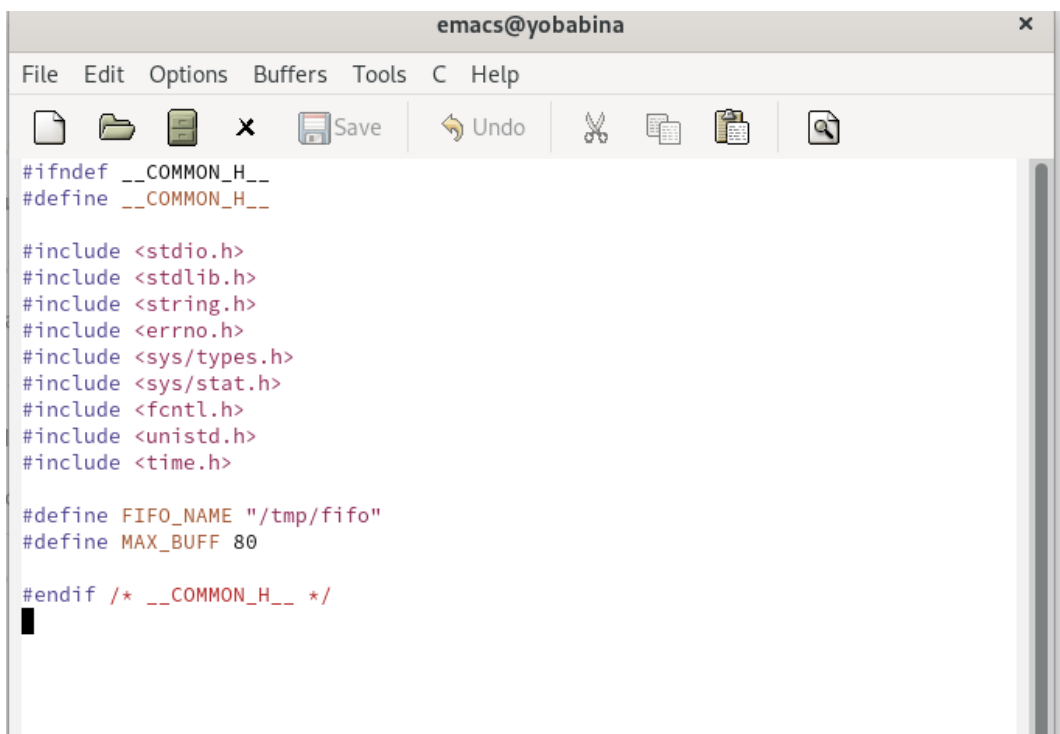
Создадим четыре файла с помощью команды `touch` и откроем их в `emacs` для редактирования.



```
babinayuliaolegovna@yobabina:~/lab14 — emacs common.h
[babinayuliaolegovna@yobabina ~]$ cd lab14
[babinayuliaolegovna@yobabina lab14]$ touch common.h server.c client.c Makefile
[babinayuliaolegovna@yobabina lab14]$ ls
client.c  common.h  Makefile  server.c
[babinayuliaolegovna@yobabina lab14]$ emacs common.h
```

#### *создание файлов*

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. Этот файл предназначен для заголовочных файлов, чтобы не прописывать их в других программах каждый раз.



```
#ifndef __COMMON_H__
#define __COMMON_H__

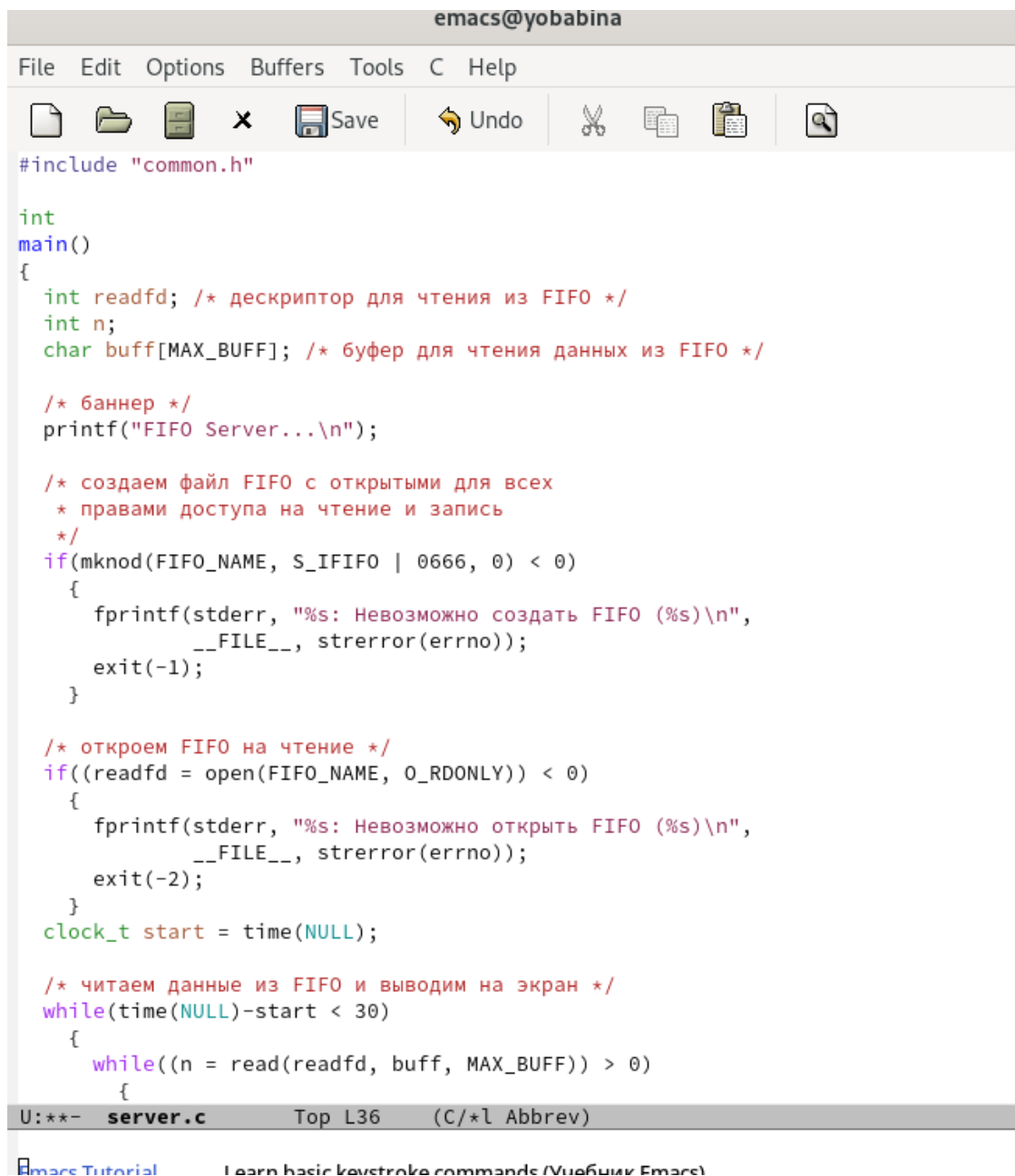
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <errno.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <time.h>

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

#endif /* __COMMON_H__ */
```

*файл common.h*

Затем в файл server.c добавим цикл while для контроля за временем работы сервера, 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);
    }
    clock_t start = time(NULL);

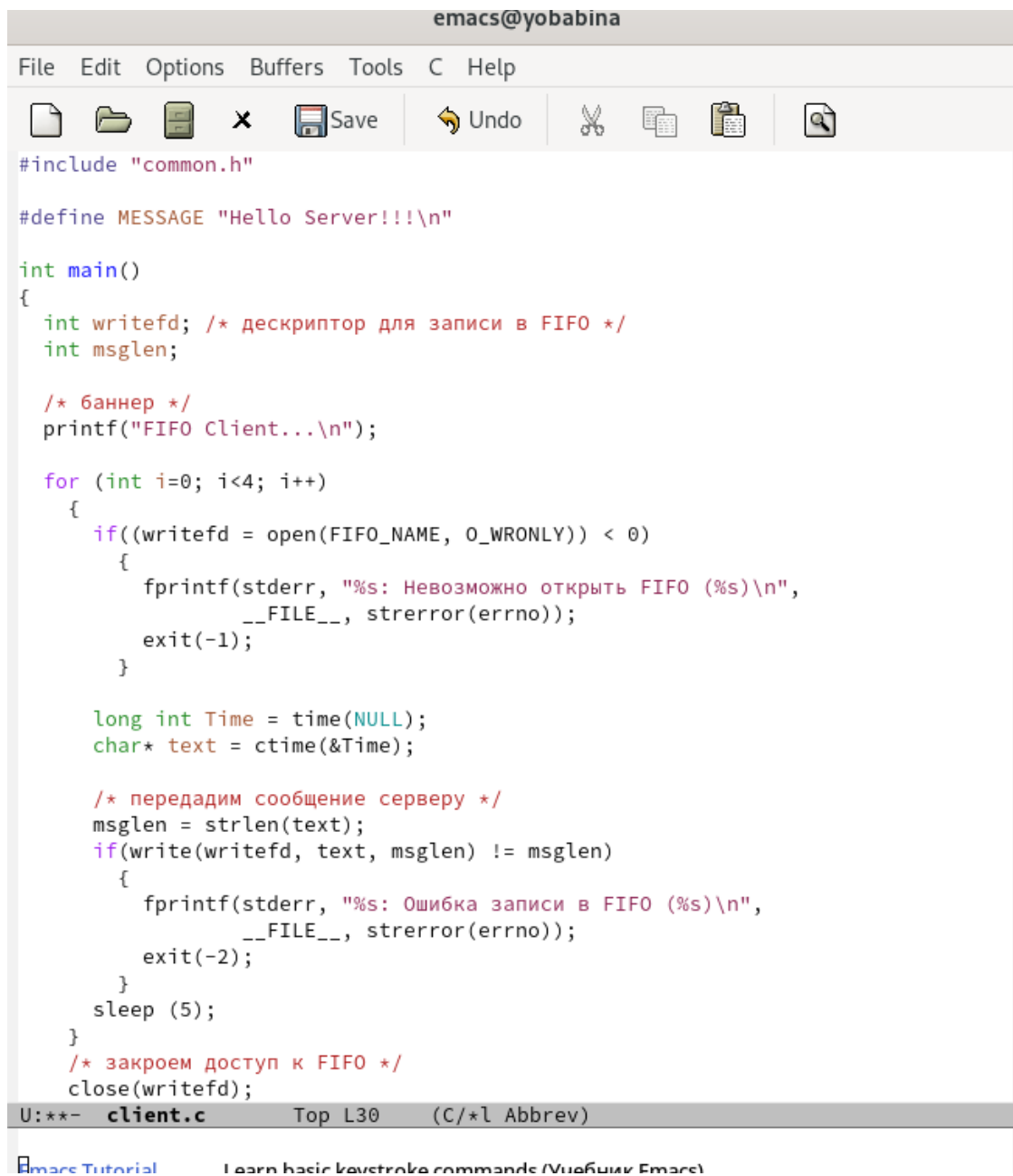
    /* читаем данные из FIFO и выводим на экран */
    while(time(NULL)-start < 30)
    {
        while((n = read(readfd, buff, MAX_BUFF)) > 0)
        {
            /* ... */
        }
    }
}
```

U:\*\*\*- **server.c** Top L36 (C/\*l Abbrev)

Emacs Tutorial Learn basic keystroke commands (View Emacs)

файл *server.c*

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.

The image is a screenshot of the Emacs text editor. The title bar at the top reads 'emacs@yobabina'. Below it is a menu bar with 'File', 'Edit', 'Options', 'Buffers', 'Tools', 'C', and 'Help'. A toolbar contains icons for file operations: a new file, a folder, a save icon, a close icon, a save icon labeled 'Save', an undo icon labeled 'Undo', a cut icon, a copy icon, a paste icon, and a search icon. The main editing area contains C code for a client program. The code includes a header 'common.h', defines a message 'Hello Server!!!\n', and has a main function that opens a FIFO, writes the message, and sleeps for 5 seconds. The status bar at the bottom shows 'U:\*\*- client.c', 'Top L30', and '(C/\*l Abbrev)'. At the very bottom, there is a footer with 'Emacs Tutorial' and 'Learn basic keyboard commands (Учебник Emacs)'.

```
#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);

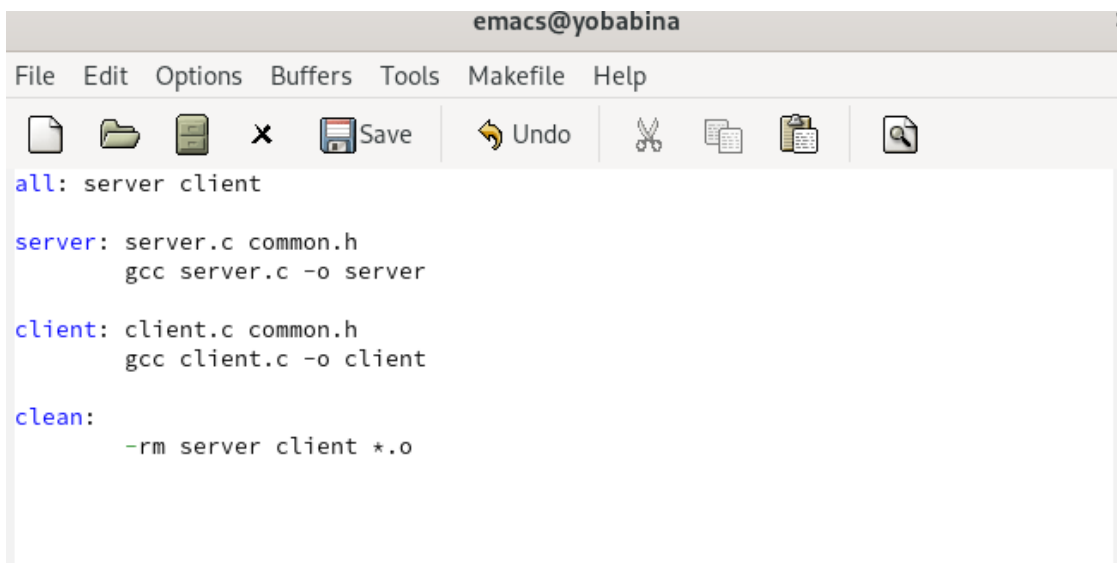
        /* передадим сообщение серверу */
        msglen = strlen(text);
        if(write(writefd, text, msglen) != msglen)
        {
            fprintf(stderr, "%s: Ошибка записи в FIFO (%s)\n",
                    __FILE__, strerror(errno));
            exit(-2);
        }
        sleep (5);
    }
    /*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

U:\*\*- **client.c** Top L30 (C/\*l Abbrev)

Emacs Tutorial Learn basic keyboard commands (Учебник Emacs)

файл *client.c*

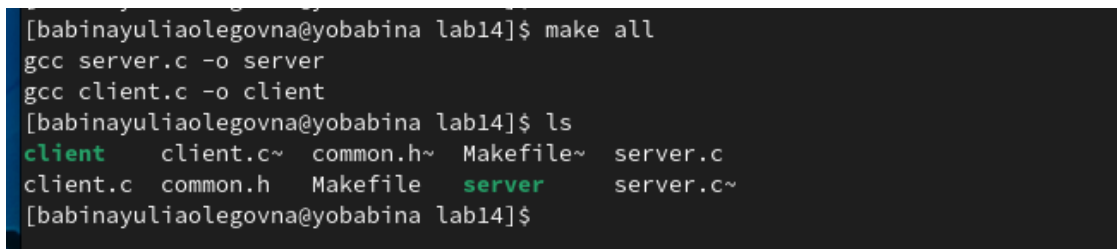
Makefile оставляем без изменений.



```
emacs@yobabina
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
```

### Makefile

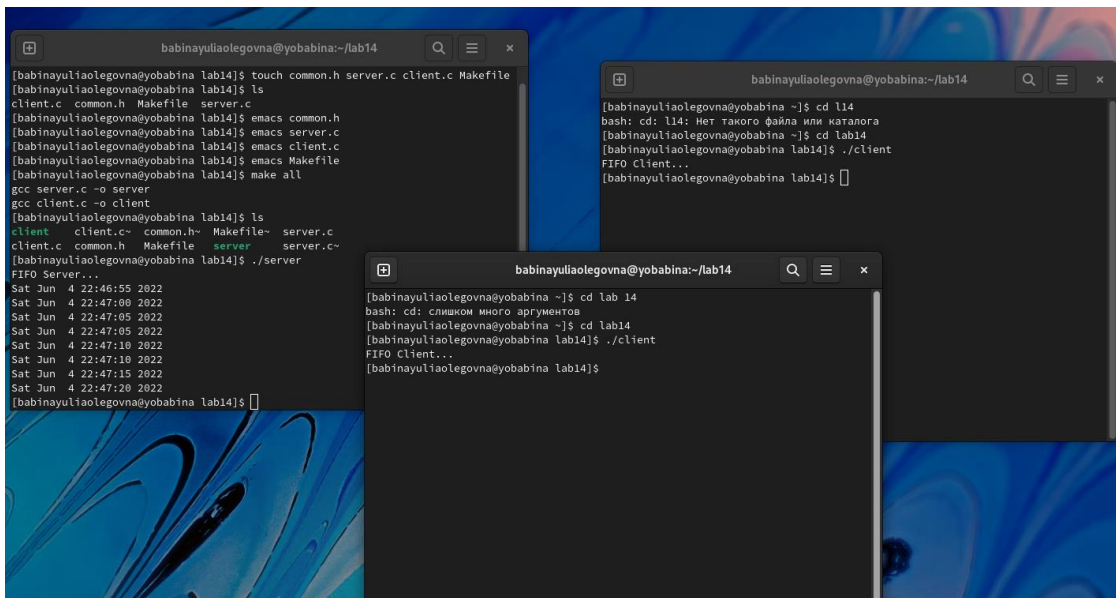
Используя команду make all, скомпилируем необходимые для работы файлы.



```
[babinayuliaolegovna@yobabina lab14]$ make all
gcc server.c -o server
gcc client.c -o client
[babinayuliaolegovna@yobabina lab14]$ ls
client  client.c~  common.h~  Makefile~  server.c
client.c  common.h  Makefile  server     server.c~
[babinayuliaolegovna@yobabina lab14]$
```

### компиляция

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 прекращена.



*работа сервера*

## Ответы на контрольные вопросы

### Вопрос 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.

### Вопрос 2

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

### Вопрос 3

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

### Вопрос 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.

### Вопрос 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. ### Вопрос 6

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.

### Вопрос 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).

### Вопрос 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.

### Вопрос 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` файла, `ENOSPC` – на устройстве нет свободного места. Единица в вызове функции `write` в программе `server.c` означает идентификатор (дескриптор потока) стандартного потока вывода.

### Вопрос 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.

### Вывод

В ходе данной лабораторной работы я приобрела практические навыки работы с именованными каналами.