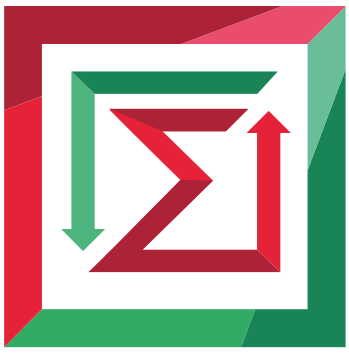
Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

НГТУ
НЭТИ

Кафедра теоретической и прикладной информатики

Лабораторная работа № 2
по дисциплине «Проектирование Систем Реального Времени»
Механизмы сообщений



| | |
|---|---|
| ФАКУЛЬТЕТ: | ПМИ |
| ГРУППА: | ПМИМ-01 |
| СТУДЕНТЫ: | Ершов П. К.<br>Грициенко И. Г. |
| БРИГАДА: | 7 |
| ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: | Кобылянский В. Г. |

Новосибирск
2021

## 1. Цель работы

Целью работы является изучение механизма сообщений QNX.

## 2. Задание на лабораторную

1. Скомпилировать и запустить программу из раздела 2.6, проанализировать результаты.
2. Написать и отладить программу, реализующую задание в соответствии с таблицей 1:

| № варианта | Задание |
|---|---|
| 7 | Клиент пересылает серверу имя директории. Сервер возвращает список файлов и поддиректорий данной директории (рекурсивно). |

## 3. Ход работы.

### 3.1. Анализ работы программы-примера

Результаты выполнения кода-примера:

```
Main thread: starting Server & Clients ...
# Server thread:  Channel creating ...# CHID = 1
# Server thread: Listen to channel 1
> Client thread 3: connecting to channel ... COID = 3
> Client thread 20: sending pulse - code=12345, value=0.
# Server thread: received pulse - code=20, value=12345.
> Client thread 3:  Good bye.
Main thread: waiting for child threads exiting ...
> Client thread 4: connecting to channel ... COID = 3
> Client thread 4: sending message <It's very simple example>.
# Server thread: message <It's very simple example> has received.
# Server thread: answering with <Answer from server> (Status=0).
> Client thread 4: I have replied with massage <Answer from server> (status=0).
> Client thread 4:  Good bye.
Main thread: the end.
```

После запуска программы в основном потоке (Main функция) запускаются три потока:

1. Поток с сервером
2. Два потока клиентов.

В потоке-сервера создаётся канал с номером 1 для передачи данных.
Первый клиент с номером потока 3 устанавливает соединение с каналом (номер соединение coid=3), затем посылает по каналу импульс (потоки с нечетным

номером посылают импульсы). Сервер подтверждает получение импульса и 3 поток завершает работу.

Поток с номером 4 выполняет те же действия, что и поток с номером 3, при этом получая тот же номер coid=3, поскольку это соединение уже было освобождено потоком с номером 3. Затем 4 поток посылает сообщение серверу, сервер подтверждает получение и отправляет ответ клиенту. Клиент получает ответ и завершает работу. Основной поток, дождавшись завершения работы клиентов, завершает работу программы.

3.2. Программа успешно разработана.

```
Main thread: starting Server & Clients ...
# Server thread:  Channel creating ...# CHID = 1
# Server thread: Listen to channel 1
> Client thread 3: connecting to channel ... COID = 3
> Client thread 3: sending path </\usr\test>.
# Server thread: path to folder </\usr\test> has received.
> Client thread 3:
file tree:
FILE: tes2
FILE: test 4
DIR: test3
        FILE: 22
        DIR: F33
DIR: test 5
        FILE: 12345
        DIR: 123
DIR: test 6
        FILE: File 222
        DIR: BIG SHOT
                DIR: TTTT

 (status=0).
> Client thread 3:  Good bye.
Main thread: the end.
```

Рисунок 1. Результаты поиска для пути “/\\usr\\test”

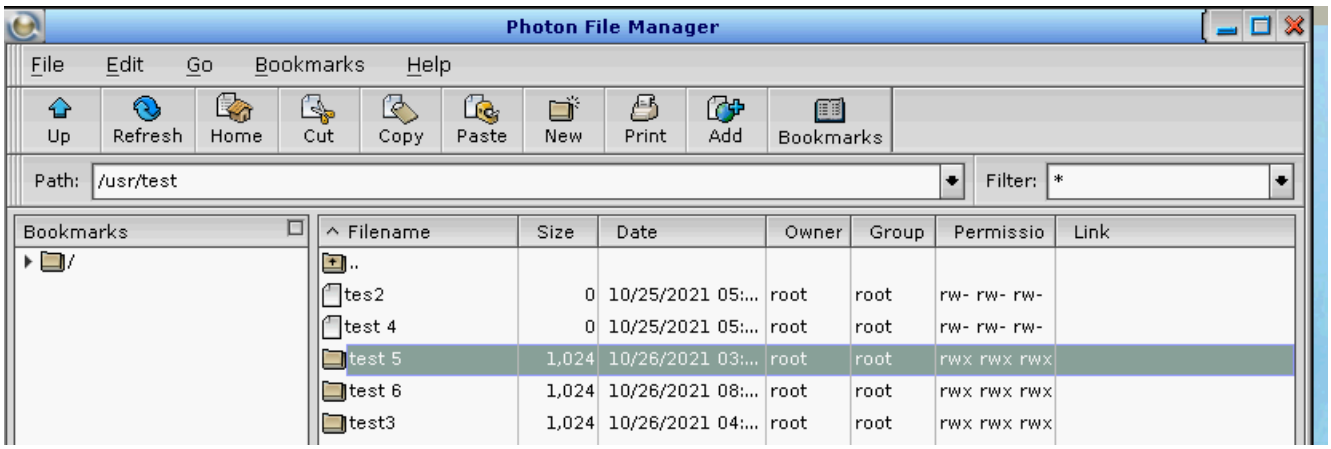



Рисунок 2. Скриншот файловой системы QNX, показывающий целевую директорию

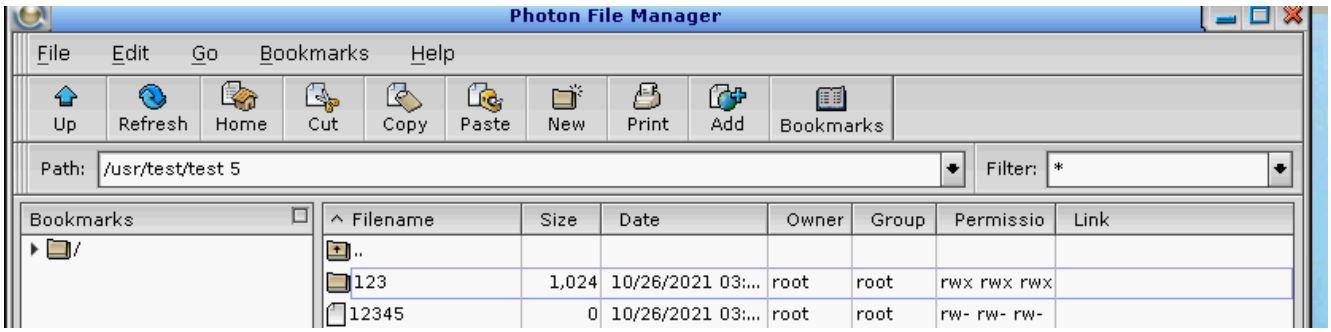



Рисунок 3. Скриншот файловой системы QNX, показывающий одну из директорий, лежащую в целевой директории

```
Main thread: starting Server & Clients ...
# Server thread:  Channel creating ...# CHID = 1
# Server thread: Listen to channel 1
> Client thread 3: connecting to channel ... COID = 3
> Client thread 3: sending path <usr\test>.
# Server thread: path to folder <usr\test> has received.
> Client thread 3:
file tree:
invalid path, missing root directory
 (status=0).
> Client thread 3:  Good bye.
Main thread: the end.
```

Рисунок 4. Результаты поиска для некорректного пути “usr\\test”

```
Main thread: starting Server & Clients ...
# Server thread:  Channel creating ...# CHID = 1
# Server thread: Listen to channel 1
> Client thread 3: connecting to channel ... COID = 3
> Client thread 3: sending path </>.
# Server thread: path to folder </> has received.
> Client thread 3:
file tree:
incorrect path, insufficient nesting depth
 (status=0).
> Client thread 3:  Good bye.
Main thread: the end.
```

Рисунок 5. Результаты поиска для корневого каталога “/”

# 4. Код программы

## Код программы-примера

```
#include <pthread.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <sys/neutrino.h>

#define BUFFERSIZE 50

int chid;      // идентификатор канала

void *server()    // поток-сервер
{
           int rcvid;
           int i=0;
           _int8 code;
           int value;
           char receive_buf[BUFFERSIZE], reply_buf[BUFFERSIZE];
           printf("# Server thread:  Channel creating ...");
           // создание канала с опциями по умолчанию и запись в chid номера канала
           chid=ChannelCreate(0);
           if (chid<0)
           {
              perror("Server error");
              exit(EXIT_FAILURE);
           }
           printf("# CHID = %d\n", chid);
           printf("# Server thread: Listen to channel %d\n", chid);
           while (1)  // сервер работает в цикле
           {
             // принимаем сообщение из канала с номером chid в буфер receive_buf
             // в rcvid записывается идентификатор полученного сообщения
                    rcvid=MsgReceive(chid, &receive_buf, sizeof(receive_buf), NULL);
                    if (rcvid>0)          // получили обычное сообщение
                    {
                        printf("# Server thread: message <%s> has received.\n", receive_buf);
                        strcpy(reply_buf, "Answer from server");
                        printf("# Server thread: answering with <%s> (Status=%d).\n", reply_buf, i);
           // отправляем ответ (буфер reply_buf) по номеру полученного сообщения (rcvid)
           // второй параметр (в данном случае переменная i)
           // статус ответа, обрабатывается клиентом.
                        MsgReply(rcvid, i, &reply_buf, sizeof(reply_buf));
                         i++;
                    }
                    if (rcvid==0)         // получили импульс
                    {
                        code=receive_buf[4]; // 4-ый байт - это код импульса (по структуре _pulse)
                        // байты с 8 по 11 - это данные, соберем их в переменную value
                        value=receive_buf[11];
                        value<<=8;        value+=receive_buf[10];
                         value<<=8;       value+=receive_buf[9];
                        value<<=8;        value+=receive_buf[8];
                        printf("# Server thread: received pulse - code=%d, value=%d.\n", code, value);
                    }
           }
}

void *client(void *parametr)    // поток-клиент
{
           int coid, status;
           _int8 code;
           int value;
           pid_t PID;
           pthread_t client;
           char send_buf[BUFFERSIZE], reply_buf[BUFFERSIZE];
           PID=getpid();
           client=pthread_self(); // получаем идентификатор потока-клиента
           printf("> Client thread %d: connecting to channel ... ", client);
           // создаем соединение с каналом на текущем узле (0)
           // канал принадлежит процессу с идентификатором PID
           // номер канала - chid
           // наименьшее значение для COID - 0
           // флаги соединения не заданы - 0
           coid=ConnectAttach(0, PID, chid, 0, 0);
           // в coid записан идентификатор соединения или ошибочное значение меньше нуля
           if (coid<0)
           {
              perror("Client error");
              exit(EXIT_FAILURE);
           }
           printf("COID = %d\n", coid);
           if (client%2==0)      // четные потоки будут отправлять сообщения
           {
               strcpy(send_buf, "It's very simple example");
               printf("> Client thread %d: sending message <%s>.\n", client, send_buf);
               // отправляем сообщение из буфера send_buf в соединение coid
               // ответ принимаем в буфер reply_buf и статус записывается в переменную status
               status=MsgSend(coid, &send_buf, sizeof(send_buf), &reply_buf, sizeof(reply_buf));
               printf("> Client thread %d: I have replied with massage <%s> (status=%d).\n", client, re-ply_buf, status);
           }
           else
           {  // нечетные потоки будут отправлять импульсы
```

```
            code=20;
            value=12345;
            printf("> Client thread %d: sending pulse - code=%d, value=%d.\n", code, value);
            // посылаем импульс в соединение coid
            // приоритет импульса 20
            // код - code, данные - value
            MsgSendPulse(coid, 20, code, value);
        }
        // разрываем соединение coid
        ConnectDetach(coid);
        printf("> Client thread %d:  Good bye.\n", client);
        pthread_exit(NULL);
}


int main()
{
        pthread_t client_tid1, client_tid2;
        printf("Main thread: starting Server & Clients ...\n");
        // создаем потоки сервера и двух клиентов
        pthread_create(NULL, NULL, server, NULL);
        sleep(1);
        pthread_create(&client_tid1, NULL, client, NULL);
        pthread_create(&client_tid2, NULL, client, NULL);
        printf("Main thread: waiting for child threads exiting ...\n");
        // ждем их завершения
        pthread_join(client_tid1, NULL); pthread_join(client_tid2, NULL);
        printf("Main thread: the end.\n");
        return EXIT_SUCCESS;
}
```

# Код разработанной программы

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <stdlib.h>
#include <dirent.h>
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <errno.h>
#include <string.h>
#include <sys/neutrino.h>

#define FILENAME_MAX 255
#define MAXLENHGT_STR 1000

int chid;     // идентификатор канала

int GetDeep(char path[]) // получить глубину вложенности
{
          char sep[2]="\\";
          char buff[FILENAME_MAX] = "";
          char *istr;
          int deep = 0;

          strcpy(buff, path);
          istr = strtok (buff, sep);

          while(istr != NULL)
          {
                    istr = strtok (NULL, sep);
                    deep++;
          }
          return deep;
}

int GetDirNum() // получить количество папок в текущей папке
{
          DIR *dip;
          struct dirent *dit;
          struct stat statbuf;
          int dirNum = 0;

          if((dip = opendir(".")) == NULL)
              return errno;

          while((dit = readdir(dip)) != NULL)
          {
                    if(strcmp(dit->d_name, ".") !=0 && strcmp(dit->d_name, "..") != 0)
                    {
                              if(stat(dit->d_name, &statbuf) == -1)
                              {
                                        perror("stat");
                                   return errno;
                              }
                              if(S_ISDIR(statbuf.st_mode))
                                        dirNum++;
                    }
          }
          return dirNum;
}

int CheckRoot(char **path)
{
          if(strcmp(path[0], "/") != 0)
                    return 0;
          else
                    return 1;

}

int CheckDeep(int deep) // проверить глубину вложенности
{
          if(deep < 2)
                    return 0;
          else
                    return 1;
}


char ** GetPath(int deep, char inputpath[]) // получить путь до целевой папки
{
          char sep[2]="\\";
          char buff[FILENAME_MAX] = "";
          char *istr;

          char ** path = (char**)malloc(deep * sizeof(char*));
          int i = 0;

          strcpy(buff, inputpath);
          istr = strtok (buff, sep);
          path[i] = (char*)malloc(100 * sizeof(char));
          strcpy(path[i], istr);

          while(istr != NULL && i < deep)
          {
                    istr = strtok (NULL, sep);
                    i++;
                    if(i < deep)
                    {
                              path[i] = (char*)malloc(100 * sizeof(char));
                              strcpy(path[i], istr);
                    }
          }
          return path;
```

```
}

char **GetDirs() // получить массив папок
{
	DIR *dip;
	struct dirent *dit;
	struct stat statbuf;
	int i = 0;
	int dirsNum =  GetDirNum();
	char **dirs = (char**)malloc(dirsNum * sizeof(char*));
	if((dip = opendir(".")) == NULL)
		return errno;

	while((dit = readdir(dip)) != NULL && i < dirsNum)
	{
		if(strcmp(dit->d_name, ".") !=0 && strcmp(dit->d_name, "..") != 0)
		{
			if(stat(dit->d_name, &statbuf) == -1)
			{
				perror("stat");
				return errno;
			}
			if(S_ISDIR(statbuf.st_mode))
			{
				dirs[i] = (char*)malloc(FILENAME_MAX * sizeof(char));
				strcpy(dirs[i], dit->d_name);
				i++;
			}
		}
	}
	return dirs;
}

void GoToPath(int deep, char **path) // перейти по пути
{
	int i = 0;
	while(i < deep)
	{
		chdir(path[i]);
		i++;
	}
}

void ReturnRoot() // перейти в корневой каталог
{
	char currentPath[FILENAME_MAX];

	if((getcwd(currentPath, FILENAME_MAX)) == NULL)
	    return errno;
	while(strcmp(currentPath, "/") != 0)
	{
		 chdir("..");
		 getcwd(currentPath, FILENAME_MAX);
	}
}

int GetIndex(int dirnum, char **dirs, char checkedDirs[100][FILENAME_MAX]) // получить индекс папки, которую еще не проверяли
{
	int i = 0;

	int flag = 0;
	while(i < dirnum)
	{
		int j = 0;
		while(j < 100)
		{

			if(strcmp(dirs[i], checkedDirs[j]) == 0)
			{
				flag = 1;
				break;
			}
			flag = 0;
			j++;
		}

		if(flag == 0)
			return i;

		i++;
	}
	return -1;
}


char *GetCurrentDir(char *currentPath) // получить имя текущего каталога
{
	char *out = (char*)malloc(FILENAME_MAX * sizeof(char));
	char sep[2]="/";
	char buff[FILENAME_MAX] = "";
	char *istr;

	strcpy(buff, currentPath);
	istr = strtok (buff, sep);
	while(istr != NULL)
	{
		strcpy(out, istr);
		istr = strtok (NULL, sep);
	}
	return out;
}

int CheckDir(char *dir, char checkedData[100][FILENAME_MAX]) // проверить уникальность папки
{
	int i = 0;
```

```
	while(i < 100)
	{
		if(strcmp(dir, checkedData[i]) == 0)
		{
			return 1;
		}
		i++;
	}
	return 0;
}

char * GetTab(int deep, char *tree) // получить отступ, в зависимости от глубины вложенности файла
{
	char tab[10] = "    ";

	int i = 0;

	while(i < deep)
	{
		strcat(tree, tab);
		i++;
	}
	return tree;
}


char *GetFiles(char * tree, int deep) // получить файлы, не являющиеся папками
{
	DIR *dip;
	struct dirent *dit;
	struct stat statbuf;
	int i = 0;
	int dirsNum =  GetDirNum();
	//char *dirs = (char*)malloc(FILENAME_MAX * sizeof(char));

	if((dip = opendir(".")) == NULL)
		return errno;

	while((dit = readdir(dip)) != NULL && i < dirsNum)
	{
		if(strcmp(dit->d_name, ".") !=0 && strcmp(dit->d_name, "..") != 0)
		{
			if(stat(dit->d_name, &statbuf) == -1)
			{
				perror("stat");
				return errno;
			}
			if(S_ISDIR(statbuf.st_mode) == 0)
			{
				//printf("FILE: %s", dit->d_name);
				tree = GetTab(deep, tree);
				strcat(tree, "FILE: ");
				strcat(tree, dit->d_name);
				strcat(tree, "\n");
				i++;
			}
		}
	}
	return tree;
}

void ShowAll() // вывести всё содержимое папки
{
	DIR *dip;
	struct dirent *dit;
	if((dip = opendir(".")) == NULL)
		return errno;

	while((dit = readdir(dip)) != NULL)
	{
		if(strcmp(dit->d_name, ".") !=0 && strcmp(dit->d_name, "..") != 0)
		{
			printf("%s\n", dit->d_name);
		}
	}
}

char *GetTree(char *inputPath) // получить дерево файлов
{
	char checkedDirs[100][FILENAME_MAX];
	int deep = GetDeep(inputPath);
	int dirsNum = 0;
	int checkedIndex = 0;
	char **path;
	int globalDeep = 0;
	path = GetPath(deep, inputPath);
	char *thee = (char*)malloc(MAXLENHGT_STR * sizeof(char));

	if(CheckDeep(deep))
	{
		if(CheckRoot(path))
		{
			ReturnRoot();
			GoToPath(deep, path);
			int index = 0;
			int flag = 0;

			while(1)
			{
				char currentPath[FILENAME_MAX];
				getcwd(currentPath, FILENAME_MAX);
				dirsNum = GetDirNum();
				char **dirs = GetDirs();

				if(dirsNum != 0)
```

```
                                        index = GetIndex(dirsNum, dirs, checkedDirs);

                                    if(index == -1 && strcmp(GetCurrentDir(currentPath), path[deep - 1]) != 1)
                                    {
                                        break;
                                    }
                                    else
                                    {
                                        if(index != -1)
                                        {
                                            if(dirsNum != 0)
                                            {
                                                if(CheckDir(dirs[index], checkedDirs) == 0)
                                                {
                                                    if(strcmp(GetCurrentDir(currentPath), path[deep - 1]) == 0
                                                    && flag != 1)
                                                    {
                                                        flag = 1;
                                                        thee = GetFiles(thee, globalDeep);
                                                    }
                                                    if(strcmp(GetCurrentDir(currentPath), path[deep - 1]) != 0)
                                                    {
                                                        thee = GetFiles(thee, globalDeep);
                                                    }
                                                    thee = GetTab(globalDeep, thee);
                                                    strcat(thee, "DIR: ");
                                                    strcat(thee, dirs[index]);
                                                    strcat(thee, "\n");

                                                }

                                                strcpy(checkedDirs[checkedIndex], dirs[index]);
                                                chdir(dirs[index]);
                                                globalDeep++;
                                                checkedIndex++;
                                            }
                                            else
                                            {
                                                globalDeep--;
                                                chdir("..");
                                            }
                                        }
                                        else
                                        {
                                            globalDeep--;
                                            chdir("..");
                                        }
                                    }
                                }
                            }
                            else
                                strcat(thee, "invalid path, missing root directory");
                        }
                        else
                            strcat(thee, "incorrect path, insufficient nesting depth");

                        return thee;
}

void *server()    // поток-сервер
{
        int rcvid;
        int i=0;
         int8 code;
        int value;
        char receive_buf[FILENAME_MAX];
        char *reply_buf;
        printf("# Server thread:  Channel creating ...");
        // создание канала с опциями по умолчанию и запись в chid номера канала
        chid=ChannelCreate(0);
        if (chid<0)
        {
           perror("Server error");
           exit(EXIT_FAILURE);
        }
        printf("# CHID = %d\n", chid);
        printf("# Server thread: Listen to channel %d\n", chid);

        while (1) // сервер работает в цикле
        {
            // принимаем сообщение из канала с номером chid в буфер receive_buf
            // в rcvid записывается идентификатор полученного сообщения
            rcvid = MsgReceive(chid, &receive_buf, sizeof(receive_buf), NULL);
            if (rcvid > 0)      // получили обычное сообщение
            {
                printf("# Server thread: path to folder <%s> has received.\n", receive_buf);
                //strcpy(reply_buf, "Answer from server");
                reply_buf = GetTree(receive_buf);
                //printf("# Server thread: answering with <%s> (Status=%d).\n", reply_buf, i);
                // отправляем ответ (буфер reply_buf) по номеру полученного сообщения (rcvid)
                // второй параметр (в данном случае переменная i)
                // статус ответа, обрабатывается клиентом.
                MsgReply(rcvid, i, &reply_buf, sizeof(reply_buf));
                i++;
            }
        }
}



void *client(void *parametr)  // поток-клиент
{
        int coid, status;
         int8 code;
```

```
        int value;
        pid_t PID;
        pthread_t client;
        char send_buf[FILENAME_MAX];
        char *reply_buf;
        PID=getpid();
        client=pthread_self(); // получаем идентификатор потока-клиента
        printf("> Client thread %d: connecting to channel ... ", client);
        // создаем соединение с каналом на текущем узле (0)
        // канал принадлежит процессу с идентификатором PID
        // номер канала - chid
        // наименьшее значение для COID - 0
        // флаги соединения не заданы - 0
        coid=ConnectAttach(0, PID, chid, 0, 0);
        // в coid записан идентификатор соединения или ошибочное значение меньше нуля
        if (coid<0)
        {
           perror("Client error");
           exit(EXIT_FAILURE);
        }
        printf("COID = %d\n", coid);

        strcpy(send_buf, parametr);
        printf("> Client thread %d: sending message <%s>.\n", client, send_buf);
        // отправляем сообщение из буфера send_buf в соединение coid
        // ответ принимаем в буфер reply_buf и статус записывается в переменную status
        status=MsgSend(coid, &send_buf, sizeof(send_buf), &reply_buf, sizeof(reply_buf));
        printf("> Client thread %d: \nfile tree: \n%s \n (status=%d).\n", client, reply_buf, status);

        ConnectDetach(coid);
        printf("> Client thread %d:  Good bye.\n", client);
        pthread_exit(NULL);
}

int main()
{
        char *a = "/\\usr\\test";

        pthread_t client_tid1, client_tid2;
        printf("Main thread: starting Server & Clients ...\n");
        // создаем потоки сервера и двух клиентов
        pthread_create(NULL, NULL, server, NULL);
        sleep(1);
        pthread_create(&client_tid1, NULL, client, (void*)a); // передаёт путь до целевой папки, получаем рекурсивно всё её содержимое
        // ждем их завершения
        pthread_join(client_tid1, NULL);
        printf("Main thread: the end.\n");
        return EXIT_SUCCESS;
}
```