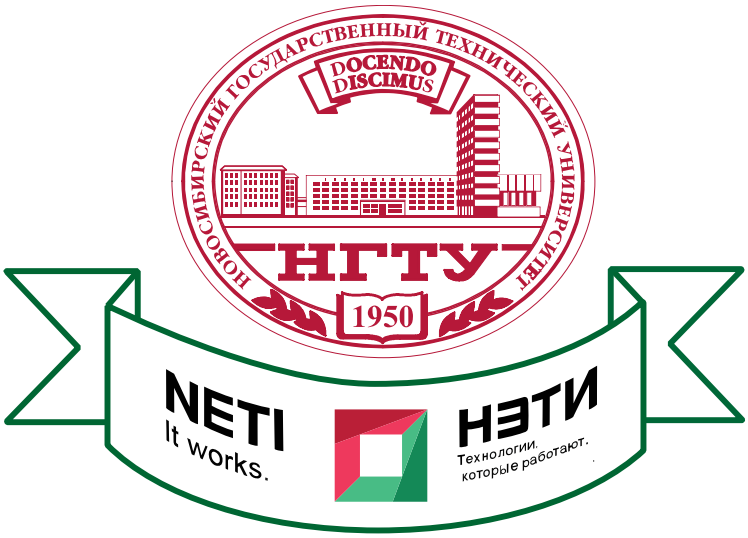
Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«Новосибирский государственный технический университет»

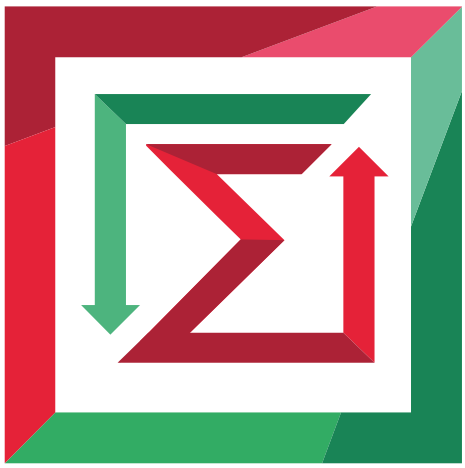


Теоретической и прикладной математики

Лабораторная работа № 3

по дисциплине «Операционные системы, среды и оболочки»

Разработка приложения интерактивной переписки



Факультет:	ПМИ
Группа:	ПМИ-02
Вариант:	6
Студент:	Сидоров Даниил,
	Дюков Богдан
Преподаватель:	Кобылянский Валерий Григорьевич,
	Филиппова Елена Владимировна

Новосибирск

2026

1. **Цель работы**

   Изучить основные принципы разработки многопользовательских приложений, построенных на основе технологии клиент-сервер с использованием стека протоколов TCP/IP. С помощью API-интерфейса реализовать простой чат.

2. **Ход работы**

   Программы сервера и клиента написаны на C++ с использованием Winsock.

   Алгоритм работы программы сервера:

   1) Инициализация библиотеки
   2) Создание сокета
   3) Привязка сокета к конкретному адресу
   4) Переход в режим «прослушивания»
   5) Бесконечная обработка запросов на установление соединения
   6) Создание для каждого соединения нового потока «ClientThread»

   Все подключения обрабатываются в отдельных потоках, реализованных через WINAPI.

   При получении любого сообщения (кроме команды выхода из чата) от клиента, сервер пересылает это сообщение всем прочим участникам.

   Если сервер переполнен и какой-то клиент пытается к нему подключиться, то сервер уведомляет его об этом и разрывает соединение.

   При получении сообщения “Exit” от клиента сервер разрывает с ним соединение и уведомляет всех участников о его отключении.

С целью обеспечения безопасности данных сервера, таких как массив сокетов подключенных пользователей, массив информации об адресах этих сокетов и массив имён пользователей, для потоков был использован Мьютекс.

Алгоритм работы программы клиента:

1) Инициализация библиотеки
2) Создание сокета
3) Считывание из консоли IP-адреса и порта сервера
4) Установление соединения с сервером
6) Если сервер запрашивает имя, то ввод и отправка имени
7) Многопоточная работа с сервером

Пользователь может одновременно отправлять и получать сообщения. Помимо главного потока его процесс создает ещё 2 потока: поток на отправку и на приём сообщений с сервера.

Описание функций, которые выполняются потоком

Chat – ожидает данные от клиента, отсылает полученные от клиента сообщения или информацию о его выходе другим пользователям чата.

Send – ожидает нажатие ENTER, после которого появляется приглашение на ввод сообщения. После ввода сообщения оно отправляется на сервер.

Receive – ожидает данные с сервера, а после получения они выводятся на экран.

Для работы с потоками использованы следующие функции:

CreateThread – Создание потока, выполняющего указанную функцию.

WaitForSingleObject – Ожидание завершения потока.

CloseHandle – Закрытие потока.

ReleaseMutex(mutex) – Разблокировка Мьютекса.

Схема взаимодействия сервера с клиентами

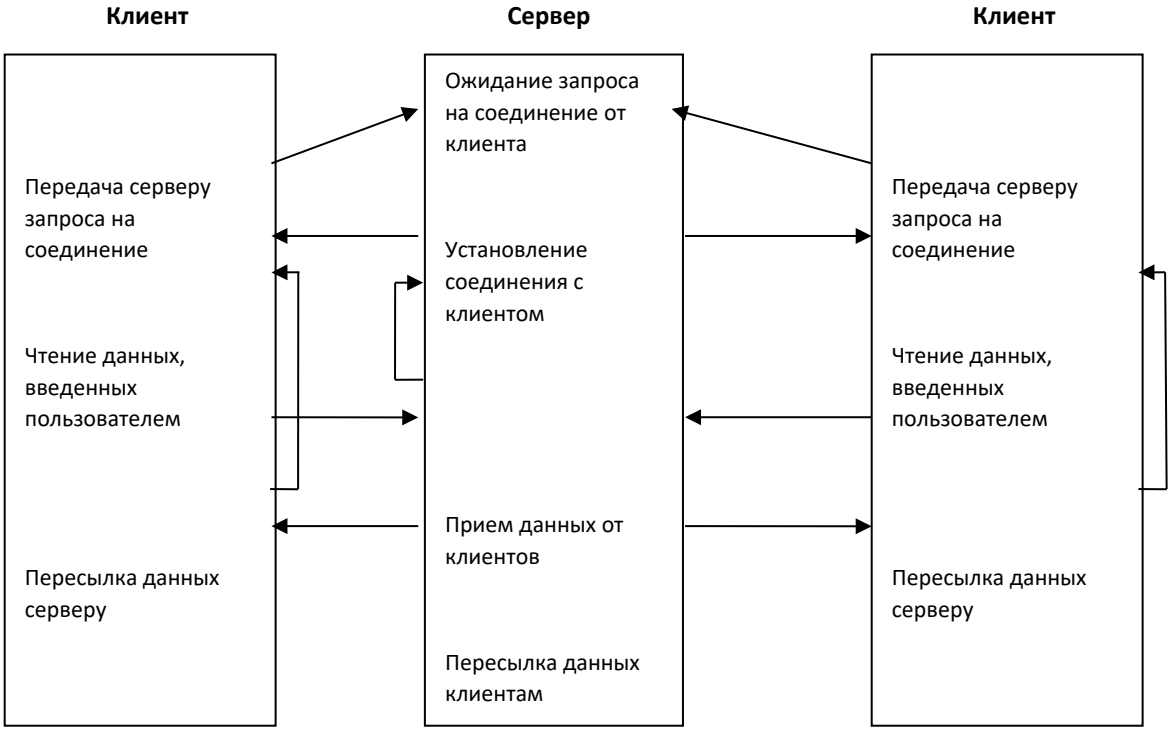


Рис.3.1 Схема взаимодействия Chat-сервера с клиентами

3. Код Сервера

```
#pragma comment (lib,"Ws2_32.lib")

#include <WinSock2.h>
#include <stdio.h>
#include <iostream>
#include <sstream>
#include <string>

using namespace std;

// Максимальный размер имени пользователя и сообщения (и от клиента и от сервера)
const int maximumNameSize = 100;
const int maximumMessageSize = 1000;

// Максимальное число пользователей на сервере
const int maxAmount = 100;

// Текущее число пользователей
int curAmount = 0;

// Хранение сокетов пользователей, информации об адресах сокетов и имён пользователей
SOCKET sockets[maxAmount];
SOCKADDR_IN clSADDR[maxAmount];
char names[maxAmount + 1][maximumNameSize];

HANDLE mutex;

// Послать информацию конкретного пользователя (его сообщение или его выход из чата)
другим пользователям
DWORD NotifyUsers(int cur, char messageToOtherUsers[])
{
    int retVal = 0;

    for (int i = 0; i < curAmount; i++)
    {

           if (i != cur)
           {
                  retVal = send(sockets[i], messageToOtherUsers, maximumMessageSize, 0);
           }

    }

    if (retVal == SOCKET_ERROR)
    {
           return SOCKET_ERROR;
    }

    return 0;
}

// Функция, которая будет выполняться потоком, параметр функции типа LPVOID - это
указатель на любой тип
DWORD WINAPI Chat(LPVOID clientSocket)
{
    // Массив содержит какую то информацию о клиенте (его имя + сообщение, информацию о
его выходе и т. д.), которая
    // посылается другим пользователям чата
    char messageToOtherUsers[maximumMessageSize];

    int retVal;
    char szReq[maximumMessageSize];
    SOCKET clientSock = *((SOCKET*)clientSocket);

    while (true)
```

```
    {
        int cur;

        // Поиск информации об адресе сокета пользователя
        for (cur = 0; cur < curAmount; cur++)
        {

            if (sockets[cur] == clientSock)
            {
                break;
            }

        }

        // Пытаемся получить данные от клиента, клиент должен отправить какое-то
сообщение, которое запишется в szReq
        retVal = recv(clientSock, szReq, maximumMessageSize, 0);

        // Если пользователь выходит из чата
        if (!strcmp(szReq, "Exit\n") || retVal == SOCKET_ERROR)
        {
            // Выводим соответствующие сообщения на экран сервера
            printf("Client disconnected\n");
            printf("Connection closed\n");

            if (retVal == SOCKET_ERROR)
            {
                printf("Unable to recv\n");
            }

            // Сконструируем сообщение для остальных пользователей
            messageToOtherUsers[0] = '\0';
            strcat(messageToOtherUsers, names[cur]);
            strcat(messageToOtherUsers, " left the chat\n");

            // Отправим сообщение о выходе пользователя другим пользователям
            if (curAmount > 1 && NotifyUsers(cur, messageToOtherUsers) ==
SOCKET_ERROR)
            {
                printf("Unable to send\n");
            }

            // Блокируем мьютекс для обработки клиентских данных
            WaitForSingleObject(mutex, INFINITE);

            // Удалим всю информацию о пользователе
            for (int j = cur; j < curAmount; j++)
            {
                sockets[j] = sockets[j + 1];
                clSADDR[j] = clSADDR[j + 1];
                strcpy(names[j], names[j + 1]);
            }

            // Очищаем освободившееся место
            sockets[curAmount - 1] = SOCKET_ERROR;

            curAmount--;
            // Разблокируем мьютекс
            ReleaseMutex(mutex);

            printf("Current amount of clients: %i\n", curAmount);

            closesocket(clientSock);
            return SOCKET_ERROR;
        }

        printf("Data received\n");
```

```
            // Отсылаем полученное от пользователя сообщение (не пустое) всем остальным
пользователям (и выводим его на экран сервера)
            if (szReq[0] != '\0')
            {
                  // Выводим сообщение на экран сервера
                  printf("%s: %s\n", names[cur], szReq);

                  // Сконструируем сообщение для остальных пользователей
                  messageToOtherUsers[0] = '\0';
                  strcat(messageToOtherUsers, names[cur]);
                  strcat(messageToOtherUsers, ": ");
                  strcat(messageToOtherUsers, szReq);

                  // Отправим сообщение от пользователя другим пользователям
                  if (NotifyUsers(cur, messageToOtherUsers) == SOCKET_ERROR)
                  {
                        printf("Unable to send\n");
                        closesocket(clientSock);
                        return SOCKET_ERROR;
                  }

            }

      }

}

int main()
{
      WSADATA wsaData;

      // Загрузка (инициализация) библиотеки
      if (WSAStartup(MAKEWORD(2, 2), &wsaData) != 0)
      {
            printf("Error WinSock version initializaion\n");
            WSACleanup();
            system("pause");
            return SOCKET_ERROR;
      }

      // Создаем сокет
      SOCKET servSock = socket(PF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP);

      if (servSock == INVALID_SOCKET)
      {
            printf("Unable to create socket\n");
            WSACleanup();
            system("pause");
            return SOCKET_ERROR;
      }

      for (int i = 0; i < maxAmount; i++)
      {
            sockets[i] = SOCKET_ERROR;
      }

      // Заполнение информации об адресе сокета
      SOCKADDR_IN sin;
      sin.sin_family = PF_INET;
      sin.sin_port = htons(2006);
      sin.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;

      // Привязка сокета к конкретному адресу (параметры: дескриптор сокета, указатель на
структуру sin, размер структуры)
      if (bind(servSock, (LPSOCKADDR)&sin, sizeof(sin)) == SOCKET_ERROR)
      {
            printf("Unable to bind\n");
            WSACleanup();
            system("pause");
```

```
		return SOCKET_ERROR;
	}

	char host[maximumNameSize]; // Буфер для ip-адреса хоста
	char hostName[1024]; // Буфер для имени хоста

	// Сначала получаем имя хоста, после получаем ip хоста по его имени
	if (gethostname(hostName, 1024) == 0)
	{
		strcpy(host, inet_ntoa(*((in_addr*)gethostbyname(hostName)->h_addr_list[0])));
	}

	printf("Server started at %s, port %d\n", host, htons(sin.sin_port));

	while (true)
	{

		// Пытаемся начать слушать сокет
		if (listen(servSock, 10) == SOCKET_ERROR)
		{
			printf("Unable to listen\n");
			WSACleanup();
			system("pause");
			return SOCKET_ERROR;
		}

		// Информация об адресе клиентского сокета
		SOCKADDR_IN from;

		int fromlen = sizeof(from);

		// Программа останавливается и ждет запроса на установление соединения от
клиентов
		// Как только появился запрос, программа идет дальше
		SOCKET clientSock = accept(servSock, (struct sockaddr*)&from, &fromlen);

		if (clientSock == INVALID_SOCKET)
		{
			printf("Unable to accept\n");
			WSACleanup();
			system("pause");
			return SOCKET_ERROR;
		}

		// Новое соединение установлено, в консоли сервера выводим ip-адрес клиента,
порт клиента и текущее число подключенных клиентов
		printf("New connection accepted from %s, port %d\n", inet_ntoa(from.sin_addr),
htons(from.sin_port));
		printf("Number of users in the chat: %i\n", curAmount + 1);

		// Пытаемся получить данные от клиента, клиент должен отправить свое имя
		// Функция возвращает 0 в случае успешной передачи, иначе -1 (например клиент
завершил программу и оборвал соединение)
		if (recv(clientSock, names[curAmount], maximumNameSize, 0) == SOCKET_ERROR)
		{
			printf("Unable to recv\n");
			WSACleanup();
			system("pause");
			return SOCKET_ERROR;
		}

		mutex = CreateMutex(NULL, FALSE, NULL);

		// Если не достигнут максимум одновременно подключенных к серверу пользователей
		if (curAmount < maxAmount)
		{
			// Массив содержит какую то информацию о клиенте(его имя + сообщение,
информацию о его выходе и т. д.), которая
			// посылается другим пользователям чата
```

```
                char messageToOtherUsers[maximumMessageSize];

                // Заполняем данный массив
                messageToOtherUsers[0] = '\0';
                strcat(messageToOtherUsers, "New client, ip: ");
                strcat(messageToOtherUsers, inet_ntoa(from.sin_addr));
                strcat(messageToOtherUsers, "; Name: ");
                strcat(messageToOtherUsers, names[curAmount]);
                strcat(messageToOtherUsers, "\n");

                // Выводим содержимое messageToOtherUsers на экран сервера
                printf_s("%s\n", messageToOtherUsers);

                if (NotifyUsers(curAmount + 1, messageToOtherUsers) == SOCKET_ERROR)
                {
                        printf("Unable to send\n");
                        WSACleanup();
                        system("pause");

                        // Разблокируем мьютекс
                        ReleaseMutex(mutex);
                        return SOCKET_ERROR;
                }

                // Блокируем мьютекс для обработки клиентских данных
                WaitForSingleObject(mutex, INFINITE);

                // Сохраняем информацию о текущем пользователе
                sockets[curAmount] = clientSock;
                clSADDR[curAmount] = from;

                curAmount++;

                // Разблокируем мьютекс
                ReleaseMutex(mutex);
        }
        else
        {
                // Если достигнут максимум, оповещаем пользователя, пытавшегося
подключиться к серверу, о невозможности подключиться
                // и завершаем использование данного клиентского сокета
                int retVal = send(clientSock, "Sorry, the chat is full",
maximumNameSize, 0);
                closesocket(clientSock);
                clientSock = -1;

                // Выводим соответствующую информацию на экран сервера
                printf("Maximum amount of clients\n");
                printf("Connection closed\n");
        }

        DWORD threadID;

        // Созданный поток должен определить начальный адрес кода, с которого новый
поток должен исполняться.
        // Как правило, начальный адрес - это название функции, определенной в коде
программы (Chat). Эта функция получает единственный
        // параметр и возвращает значение типа DWORD
        if(clientSock != -1)
                CreateThread(NULL, NULL, Chat, &clientSock, NULL, &threadID);
    }

    // Закрываем серверный сокет
    closesocket(servSock);
    WSACleanup();
    return 0;
}
```

4. Код Клиента

```
#pragma comment (lib,"Ws2_32.lib")

#include <WinSock2.h>
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;

// Максимальная длина имени пользователя и отправленного сообщения (или клиентом, или сервером)
const int maximumNameSize = 100;
const int maximumMessageSize = 1000;

HANDLE mutex;

// Имя пользователя
char name[maximumNameSize];

// Функции отправки сообщений, которая будет выполняться потоком, параметр функции типа LPVOID - это указатель на любой тип
DWORD WINAPI Send(LPVOID clientSocket)
{
    SOCKET clientSock = *((SOCKET*)clientSocket);

    while (true)
    {
        char message[maximumMessageSize];

        // Ожидаем ввод ENTER
        while ((_getch()) != '\r');

        WaitForSingleObject(mutex, INFINITE);

        printf_s(name);
        printf_s(": ");

        // Считываем сообщение
        fgets(message, maximumMessageSize, stdin);

        ReleaseMutex(mutex);

        // Отправка полученного сообщения
        if (send(clientSock, message, maximumMessageSize, 0) == SOCKET_ERROR)
        {
            printf("Unable to send\n");
            WSACleanup();
            system("pause");
            return -1;
        }
        else if (!strcmp(message, "Exit\n")) // Если пользователь хочет выйти
        {
            return 0;
        }

    }

}

// Функции принятия сообщений, которая будет выполняться потоком, параметр функции типа LPVOID - это указатель на любой тип
DWORD WINAPI Receive(LPVOID clientSocket)
{
```

```
	SOCKET clientSock = *((SOCKET*)clientSocket);

	while (true)
	{
		char message[maximumMessageSize];

		// Получаем сообщение от сервера
		int retVal = recv(clientSock, message, maximumMessageSize, 0);

		WaitForSingleObject(mutex, INFINITE);

		// Чат полон? Выводим это в консоли и прекращаем взаимодействие с сервером
		if (!strcmp(message, "Sorry, the chat is full"))
		{
			printf("Sorry, the chat is full\n");
			return 0;
		}
		else if (retVal == SOCKET_ERROR) // Если не удалось получить сообщение
		{
			printf("Unable to recv\n");
			ReleaseMutex(mutex);
			return -1;
		}
		else if (retVal == 0) // При удачном завершении соединения
		{
			printf("You have logged out of the chat\n");
			ReleaseMutex(mutex);
			return 0;
		}
		else // Во всех остальных случаях просто выводим полученное сообщение на экран
		{
			printf("%s", message);
		}

		ReleaseMutex(mutex);
	}

}


int main()
{
	WSADATA wsaData;

	// Загрузка (инициализация) библиотеки
	if (WSAStartup(MAKEWORD(2, 2), &wsaData) != 0)
	{
		printf("Error WinSock version initializaion\n");
		WSACleanup();
		system("pause");
		return SOCKET_ERROR;
	}

	// Создание сокет клиента
	SOCKET clientSock = socket(PF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP);

	if (clientSock == SOCKET_ERROR)
	{
		printf("Unable to create socket\n");
		WSACleanup();
		system("pause");
		return SOCKET_ERROR;
	}

	string ip;
	cout << "ip>";
	cin >> ip;
	cin.ignore();
```

```
// Заполнение информации об адресе сокета
SOCKADDR_IN serverInfo;
serverInfo.sin_family = PF_INET;
serverInfo.sin_addr.S_un.S_addr = inet_addr(ip.c_str());
serverInfo.sin_port = htons(2006);

// Установление соединения с сервером
if (connect(clientSock, (LPSOCKADDR)&serverInfo, sizeof(serverInfo)) == SOCKET_ERROR)
{
	printf("Unable to connect\n");
	WSACleanup();
	system("pause");
	return SOCKET_ERROR;
}

// Ввод имени пользователя
printf("Connection made successfully\n");
printf("Enter your name: ");
cin >> name;
cin.ignore();

// Отправка имени серверу
if (send(clientSock, name, maximumNameSize, 0) == SOCKET_ERROR)
{
	cout << "unable to send" << endl;
	WSACleanup();
	system("pause");
	return SOCKET_ERROR;
}

printf("\nPress Enter to send the message\n");
printf("Enter 'Exit' to finish chat\n");

// Создаем мьютекс
mutex = CreateMutex(NULL, FALSE, NULL);

if (mutex == NULL)
{
	printf_s("Error mutex creation\n");
	WSACleanup();
	system("pause");
	return SOCKET_ERROR;

}

// Обрабатываем сообщения многопоточно
DWORD threadID;

HANDLE sendHandle = CreateThread(NULL, NULL, Send, &clientSock, NULL, &threadID);

if (sendHandle == NULL)
{
	printf_s("Error when creating the Send stream");
	return SOCKET_ERROR;
}

HANDLE recvHandle = CreateThread(NULL, NULL, Receive, &clientSock, NULL, &threadID);

if (recvHandle == NULL)
{
	printf_s("Error when creating the Receive stream");
	return SOCKET_ERROR;
}

// Ожидаем завершения работы с сервером
WaitForSingleObject(recvHandle, INFINITE);

CloseHandle(sendHandle);
CloseHandle(recvHandle);
```

```
    // Завершаем работу
    closesocket(clientSock);
    WSACleanup();
    return 0;
}
```

5. Тесты

Тест №1. Подключение двух пользователей чата и между ними происходит переписка

Экран сервера:

```
Server started at 192.168.0.157, port 2006
New connection accepted from 192.168.0.157, port 56721
Number of users in the chat: 1
New client, ip: 192.168.0.157; Name: Богдан

New connection accepted from 192.168.0.157, port 56722
Number of users in the chat: 2
New client, ip: 192.168.0.157; Name: Даниил

Data received
Даниил: Привет, Богдан

Data received
Богдан: Привет, Даниил

Data received
Даниил: Как у тебя дела?

Data received
Богдан: Все отлично, пока

Data received
Даниил: Пока

Client disconnected
Connection closed
Current amount of clients: 1
Client disconnected
Connection closed
Current amount of clients: 0
```

Экран пользователя “Даниил”:

```
ip>192.168.0.157
Connection made successfully
Enter your name: Даниил

Press Enter to send the message
Enter 'Exit' to finish chat
Даниил: Привет, Богдан
Богдан: Привет, Даниил
Даниил: Как у тебя дела?
Богдан: Все отлично, пока
Даниил: Пока
Богдан left the chat
Даниил: Exit
You have logged out of the chat
```

Экран пользователя “Богдан”:

```
ip>192.168.0.157
Connection made successfully
Enter your name: Богдан

Press Enter to send the message
Enter 'Exit' to finish chat
New client, ip: 192.168.0.157; Name: Даниил
Даниил: Привет, Богдан
Богдан: Привет, Даниил
Даниил: Как у тебя дела?
Богдан: Все отлично, пока
Даниил: Пока
Богдан: Exit
You have logged out of the chat
```

Тест №2. На сервере установлено ограничение на 1 человека

Экран сервера:

```
Server started at 192.168.0.157, port 2006
New connection accepted from 192.168.0.157, port 60812
Number of users in the chat: 1
New client, ip: 192.168.0.157; Name: Богдан

New connection accepted from 192.168.0.157, port 60813
Number of users in the chat: 2
Maximum amount of clients
Connection closed
Client disconnected
Connection closed
Current amount of clients: 0
```

Экран пользователя “Богдан”:

```
ip>192.168.0.157
Connection made successfully
Enter your name: Богдан

Press Enter to send the message
Enter 'Exit' to finish chat
Богдан: Exit
You have logged out of the chat
```

Экран пользователя “Даниил”:

```
ip>192.168.0.157
Connection made successfully
Enter your name: Даниил

Press Enter to send the message
Enter 'Exit' to finish chat
Sorry, the chat is full
```

Тест №3. Отправка сообщения одним пользователем, пока другой пользователь набирает сообщение

За счет блокировки получения каких-либо сообщений от сервера во время набора текста, пользователь, набирающий текст, получает сообщение от другого пользователя только после отправки своего сообщения.

Экран сервера:

```
Server started at 192.168.0.157, port 2006
New connection accepted from 192.168.0.157, port 60863
Number of users in the chat: 1
New client, ip: 192.168.0.157; Name: Богдан

New connection accepted from 192.168.0.157, port 60866
Number of users in the chat: 2
New client, ip: 192.168.0.157; Name: Даниил

Data received
Богдан: Мое сообщение

Data received
Даниил: Я набираю сообщение, в то время как Богдан отправил мне сообщение

Client disconnected
Connection closed
Current amount of clients: 1
Client disconnected
Connection closed
Current amount of clients: 0
```

Экран пользователя “Богдан”:

```
ip>192.168.0.157
Connection made successfully
Enter your name: Богдан

Press Enter to send the message
Enter 'Exit' to finish chat
New client, ip: 192.168.0.157; Name: Даниил
Богдан: Мое сообщение
Даниил: Я набираю сообщение, в то время как Богдан отправил мне сообщение
Даниил left the chat
Богдан: Exit
You have logged out of the chat
```

Экран пользователя “Даниил”

```
ip>192.168.0.157
Connection made successfully
Enter your name: Даниил

Press Enter to send the message
Enter 'Exit' to finish chat
Даниил: Я набираю сообщение, в то время как Богдан отправил мне сообщение
Богдан: Мое сообщение
Даниил: Exit
You have logged out of the chat
```

6. **Вывод**

   Контрольные вопросы проработаны.