3 Задание 3. Клиент-серверный голосовой чат на основе сокетов

Цель: на языке высокого уровня (Java, C#, Python и др. – на выбор обучающегося) реализовать сетевое клиент-серверное приложение – голосовой чат (в виде консольного либо диалогового приложения) на основе технологии сокетов. Клиентская программа предоставляет пользователю интерфейс ввода имени пользователя и подключения к серверу, обеспечивает отправку аудио-сигнала серверу и получает от сервера аудио-сигнал от остальных пользователей.

3.1 Критерии оценивания

№	Задача	**Баллы**
1.	Реализовать базовое клиент-серверное приложение «Hello World» на основе сокетов.	2
2.	Реализовать клиентское и серверное приложение для голосового чата с самим собой (echo). *Клиент обеспечивает:* 1) Установку имени пользователя; 2) Подключение к серверу по сетевому имени/адресу; 3) Отправку голосовых сообщений; 4) Получение и воспроизведение сообщений от сервера; 5) Отключение от сервера. *Сервер обеспечивает:* 1) Подключение одного пользователя; 2) Получение сообщений от пользователя и отправку их обратно; 3) Отключение пользователя от сервера.	3
4.	Модифицировать сервер таким образом, чтобы они обеспечивали: 1. Общение 2-х и более пользователей одновременно; 2. Отправку сообщений от пользователей только в случае наличия сигнала *либо* только при нажатой кнопке (push-to-talk) – на усмотрение разработчика.	3

	3. Вывод списка подключенных пользователей, идентификацию говорящего пользователя; 4. Актуализацию списка пользователей при подключении и отключении.	
5.	Модифицировать клиент и сервер таким образом, чтобы они обеспечивали возможность работы с «Комнатами». Подключение пользователей должно происходить в комнату с уникальным идентификатором (в дальнейшем, идентификаторы позволят связать комнаты с сеансами игры). Каждый пользователь может быть подключен только к одной комнате, и слышать сообщения только от тех пользователей, что подключены к этой комнате.	2

3.2 Методические указания

Объединяющим мотивом для следующей серии практических заданий будет создание компонентов игры «SOA-Мафия». Для реализации отдельных аспектов этой игры необходимо будет реализовать следующие сервисы (и, соответственно, клиентов к ним):

- Сервис голосового чата, обеспечивающий обмен сообщениями между участниками игры (на технологии сокетов);
- Сервис текстового чата для обеспечения аналогичной задачи, но при невозможности голосового общения (на технологии ZeroMQ);
- Сервис, реализующий движок игры (на технологии RPC);
- Сервис для организации работы с информацией о сессиях игры, статистикой игроков и достижениях (с возможностью доступа по REST и GraphQL).

Сокет - конечная точка связи двустороннего канала между 2 процессами, выполняющимися либо на одном, либо на разных компьютерах, соединенных сетью. При соединении 2-х сокетов образуется канал, через который можно передавать данные в обе стороны. Одна сторона канала называется **сервером**, другая - **клиентом**. Существует 2 вида сокетов: *потоковые и дейтаграммные*.

Потоковые сокеты работают с установкой соединения, обеспечивая надежную идентификацию обоих сторон, гарантируют целостность и успешность доставки данных. Основываются на протоколе TCP.

Дейтаграмные сокеты работают без установки соединения и не обеспечивают ни идентификации отправителя, ни контроля успешности доставки данных. Ввиду этого они заметно быстрее потоковых. Основываются на протоколе UDP.

3.3 Примеры реализации

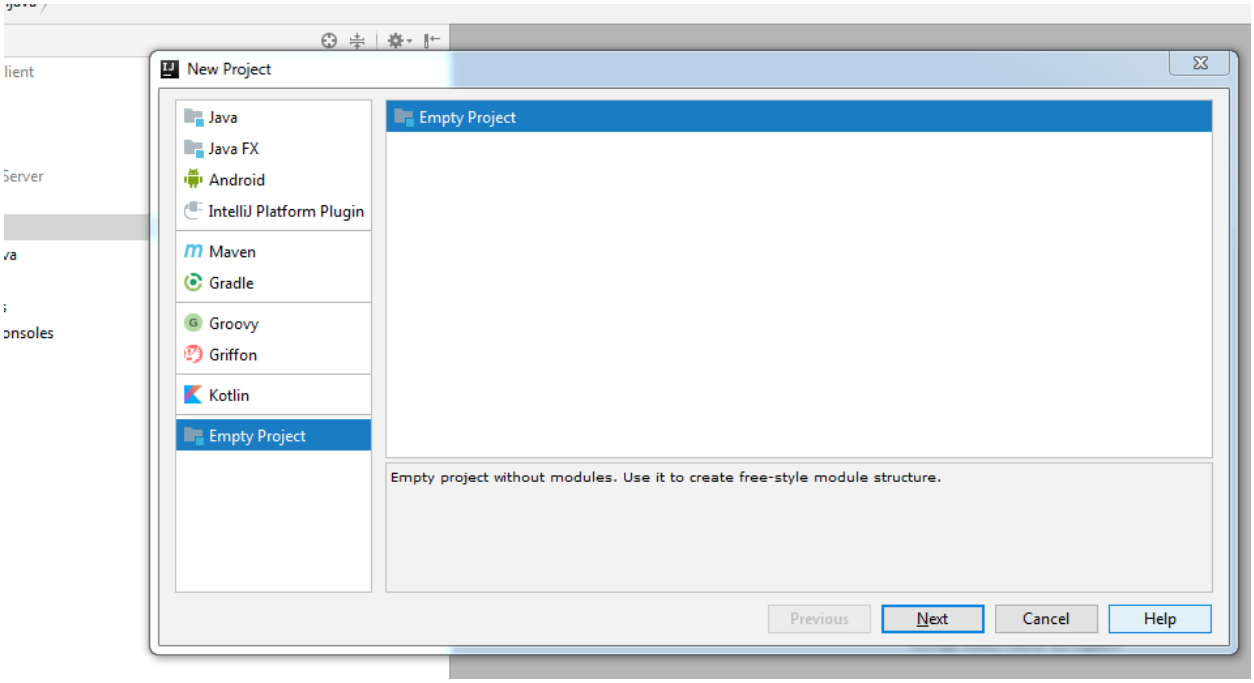
Реализация простого клиент-серверного приложения. Клиент отправляет сообщение серверу и выводит ответ от сервера. Сервер выводит сообщение, полученное от клиента, и отправляет его обратно.

3.3.1 Пример реализации на языке Java

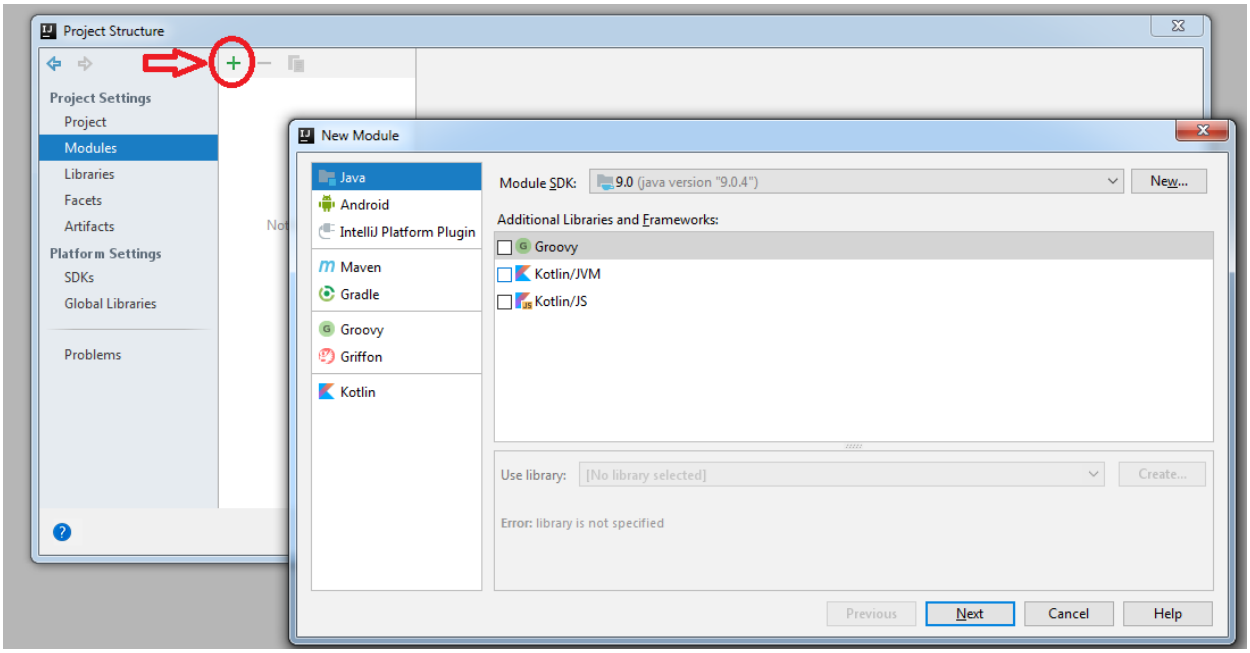
Необходимо загрузить и установить последнюю Java SDK.
IntelliJ IDEA Community Edition вы можете загрузить по ссылке.

Пример реализации клиент-серверного приложения с использованием технологии сокетов на языке Java:

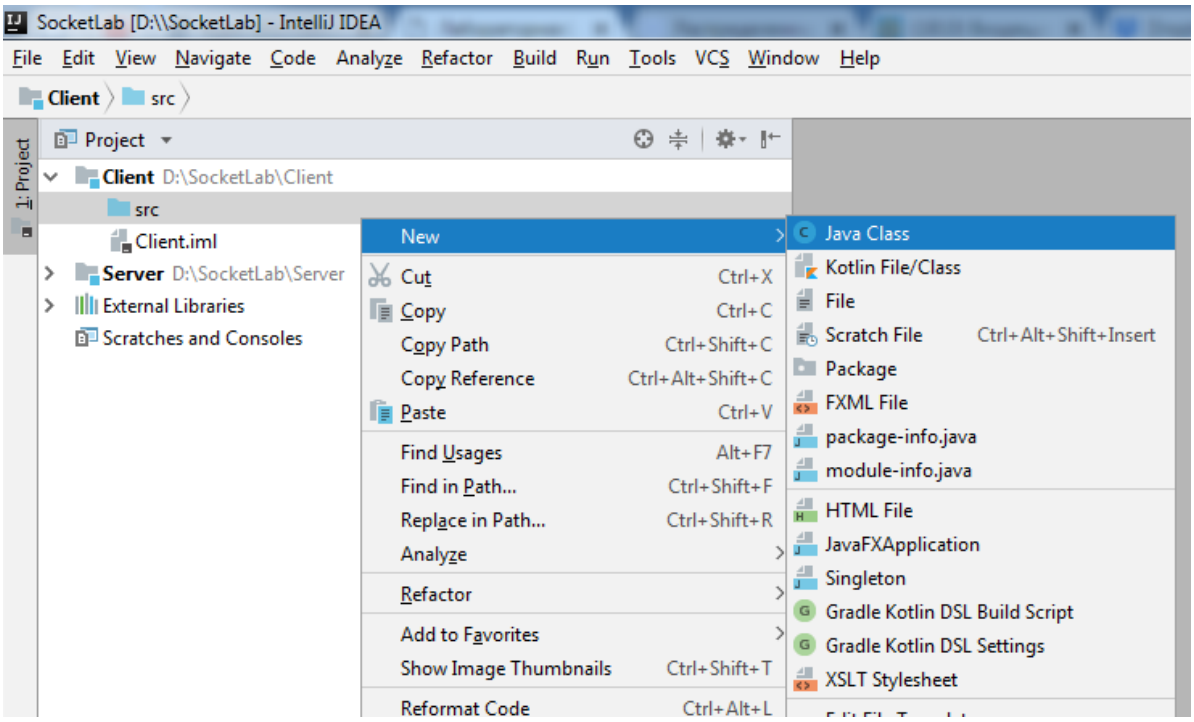
1) В среде IntelliJ IDEA создайте новый проект типа «Empty Project» с названием “SocketLab”.



2) После создания проекта откроется окно «Структура проекта». Добавьте два новых модуля с названиями “Server” и “Client”.



3) В директории «src» модуля “Server” создайте .java файл с именем “Server”. Аналогично для модуля “Client” с именем “Client”.



4) Реализуем исходный код сервера:

a. Подключим библиотеки для работы с сокетами:

```
import java.io.IOException;
import java.io.InputStream;
import java.io.OutputStream;
```

```
import java.net.ServerSocket;
import java.net.Socket;
```

b. Укажем порт, подключение на который будет ожидать сервер. Для сервера хост указывать не нужно, он по умолчанию поднимается на “localhost”:

```
public static final int PORT = 19000;
```

c. В функции main запустим сервер и будем ожидать подключение клиента:

```
public static void main(String[] args)  {
    ServerSocket serverSocket = null;

    try {
        serverSocket = new ServerSocket(PORT);

        Socket socket = serverSocket.accept();

    } catch (IOException e){
    e.printStackTrace();
    }
}
```

d. После подключения клиента читаем отправленные им данные и выводим их на экран:

```
InputStream in = socket.getInputStream();
OutputStream out = socket.getOutputStream();

byte[] buf = new byte[32*1024];
int readBytes = in.read(buf);
String line = new String(buf, 0, readBytes);
System.out.printf("Client> %s", line);
```

e. После чего отправляем сообщение обратно клиенту:

```
out.write(line.getBytes());
out.flush();
```

В итоге простейший сокет-сервер будет выглядеть следующим образом:

```
public class Server {

    public static final int PORT = 19000;

    public static void main(String[] args)  {
        ServerSocket serverSocket = null;
        try {
            serverSocket = new ServerSocket(PORT);

            System.out.println("Started, waiting for connection");

            Socket socket = serverSocket.accept();

            System.out.println("Accepted. " + socket.getInetAddress());

            InputStream in = socket.getInputStream();
```

```
            OutputStream out = socket.getOutputStream();

            byte[] buf = new byte[32*1024];
            int readBytes = in.read(buf);
            String line = new String(buf, 0, readBytes);
            System.out.printf("Client> %s", line);

            out.write(line.getBytes());
            out.flush();
        } catch (IOException e){
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

5) Реализуем исходный код клиента:

   a. Исходный код клиента будет похож на исходный код сервера, за исключением явного объявления хоста для сокета:

```
public static final int PORT = 19000;
public static final String HOST = "localhost";
```

и блока отправки сообщения:

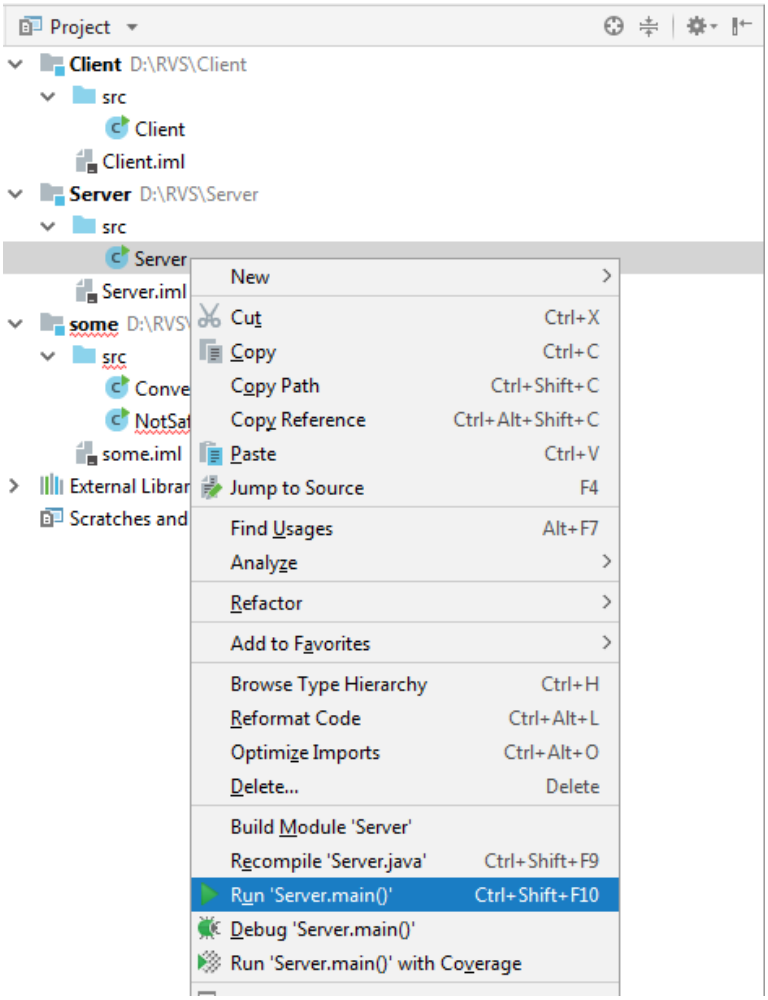
```
try (InputStream in = socket.getInputStream();
     OutputStream out = socket.getOutputStream()) {

    String line = "Hello!";
    out.write(line.getBytes());
    out.flush();
}
```

В итоге простейший сокет-клиент будет выглядеть следующим образом:

```
public class Client {

    public static final int PORT = 19000;
    public static final String HOST = "localhost";

    public static void main(String[] args) {
        Socket socket = null;
        try {
            socket = new Socket(HOST, PORT);

            try (InputStream in = socket.getInputStream();
                 OutputStream out = socket.getOutputStream()) {

                String line = "Hello!";
                out.write(line.getBytes());
                out.flush();

                byte[] buf = new byte[32*1024];
                int readBytes = in.read(buf);

                System.out.printf("Server> %s", new String(buf, 0,
readBytes));
```

```
            }
        } catch (IOException e){
            e.printStackTrace();}
    }
}
```

6) После того, как исходный код клиента и сервера подготовлен, можно запустить приложение. Для этого можно воспользоваться интерфейсом среды IntelliJ IDEA. Нам необходимо запустить в начале сервер, после чего запустить приложение-клиент. Это можно сделать, нажав правой кнопкой на класс «Server» и выбрав: «Run ‘Server.main()’» или сочетанием клавиш Ctrl + Shift + F10



После нажатия, запустится сервер и перейдет в режим ожидания соединения.
После этого, аналогичным образом, необходимо запустить клиентскую часть приложения.

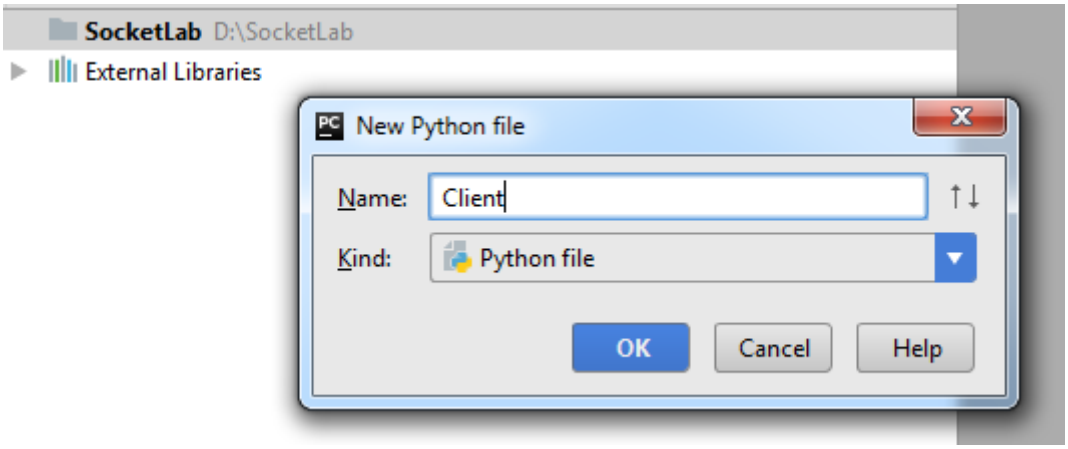
3.3.2 Пример реализации на языке Python

PyCharm Community Edition вы можете загрузить по ссылке.

Пример реализации клиент-серверного приложения с использованием технологии сокетов на языке Python:

1) В среде PyCharm создайте новый проект с названием “SocketLab”.

2) После создания проекта добавьте два Python файла с названиями “Server” и “Client”.



3) Реализуем исходный код сервера:

a. Подключим библиотеку для работы с сокетами:

```
import socket
```

b. Создадим сокет:

```
sock = socket.socket()
```

c. Теперь свяжем наш сокет с хостом и портом с помощью метода bind, которому передается кортеж, первый элемент которого — хост, а второй — порт:

```
sock.bind( ('', 9090) )
```

Насчет хоста — мы оставим строку пустой, чтобы наш сервер был доступен для всех интерфейсов.

d. С помощью метода listen мы запустим для данного сокета режим прослушивания. Метод принимает один аргумент — максимальное количество подключений в очереди:

```
sock.listen(1)
```

e. Теперь мы можем принять подключение с помощью метода accept, который возвращает кортеж с двумя элементами: новый сокет и адрес клиента:

```
conn, addr = sock.accept()
```

f. Для чтения данных используется функция recv, которой первым параметром нужно передать количество получаемых байт данных:

```
data = conn.recv(1024)
```

Тип возвращаемых данных — bytes. У этого типа есть почти все методы, что и у строк, но для того, чтобы использовать из него текстовые данные с другими строками, придётся декодировать данные и использовать уже полученную строку

```
uData = data.decode("utf-8")
print("Client > " + uData)
```

g. Для отправки данных в сокет используется функция send. Принимает она тоже bytes, поэтому для отправки строки вам придётся её закодировать:

```
conn.send(uData.encode("utf-8"))
```

h. После всего и клиенту, и серверу необходимо закрыть сокет с помощью функции close:

```
conn.close()
```

В итоге простейший сокет-сервер будет выглядеть следующим образом:

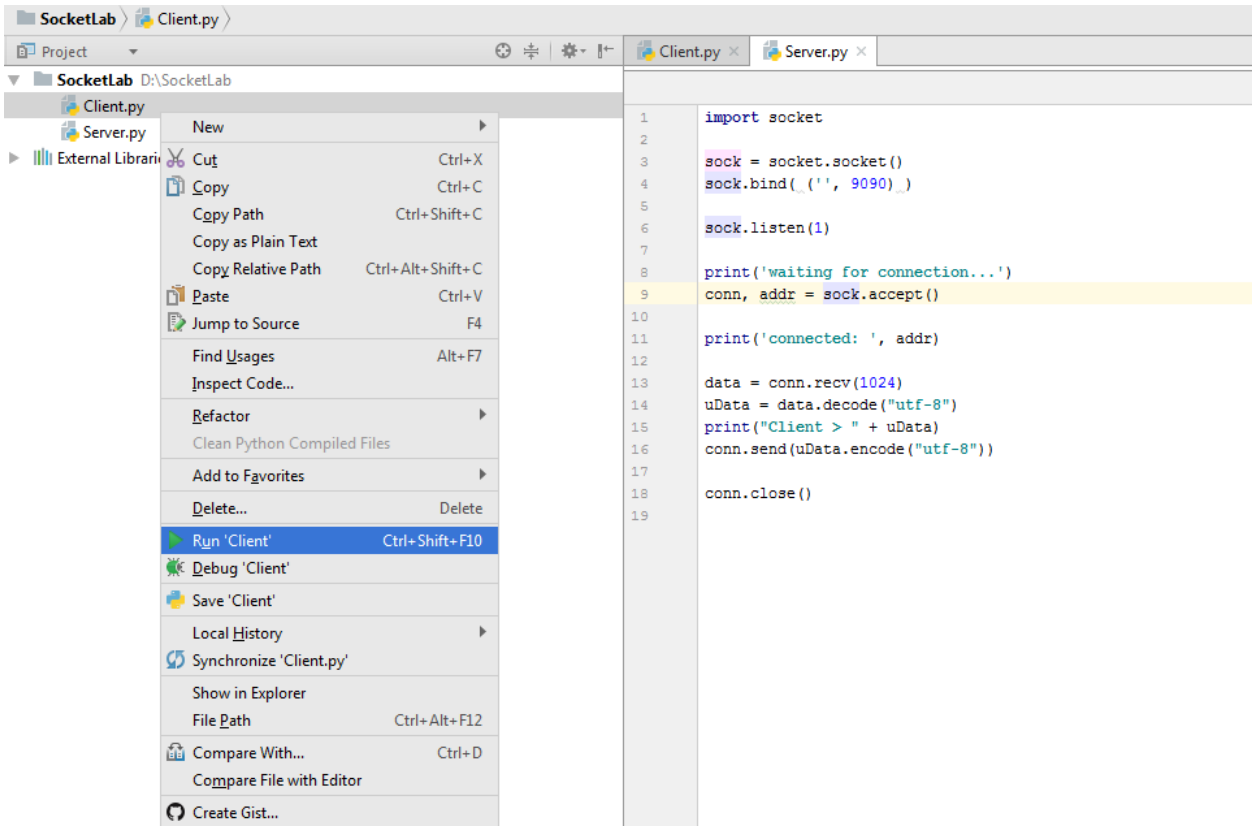
```
import socket

sock = socket.socket()
sock.bind( ('', 9090) )

sock.listen(1)

print('waiting for connection...')
conn, addr = sock.accept()

print('connected: ', addr)

data = conn.recv(1024)
uData = data.decode("utf-8")
print("Client > " + uData)
conn.send(uData.encode("utf-8"))

conn.close()
```

4) Реализуем исходный код клиента:

a. Исходный код клиента будет похож на исходный код сервера:

```
import socket

sock = socket.socket()
sock.connect(('localhost', 9090))

sock.send(b'Hello!\n')

data = sock.recv(1024)
udata = data.decode("utf-8")
print("Server > " + udata)

sock.close()
```

5) После того, как исходный код клиента и сервера подготовлен, можно запустить приложение. Для этого необходимо запустить в начале сервер, после чего запустить клиент. Это можно сделать, нажав правой кнопкой на файл «Server.py» и выбрав: «Run ‘Server’» или сочетанием клавиш Ctrl + Shift + F10

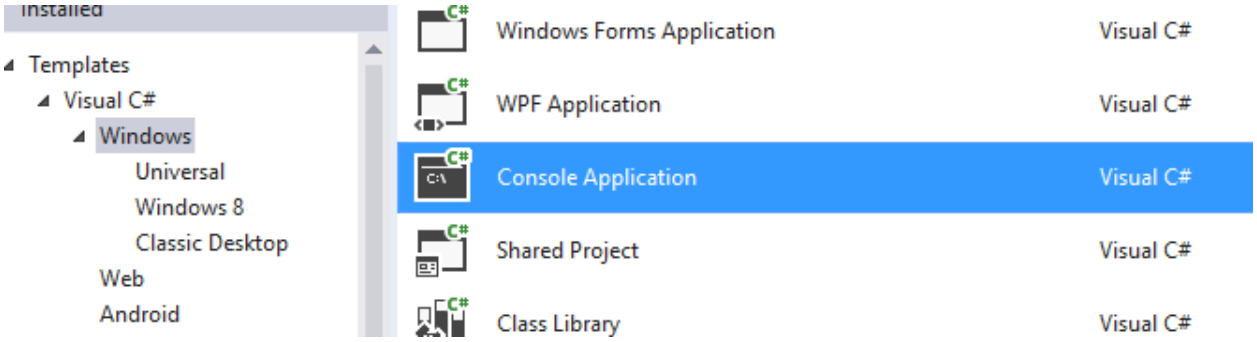


После нажатия, запустится сервер и перейдет в режим ожидания соединения.
После этого, аналогичным образом, необходимо запустить клиентскую часть приложения.

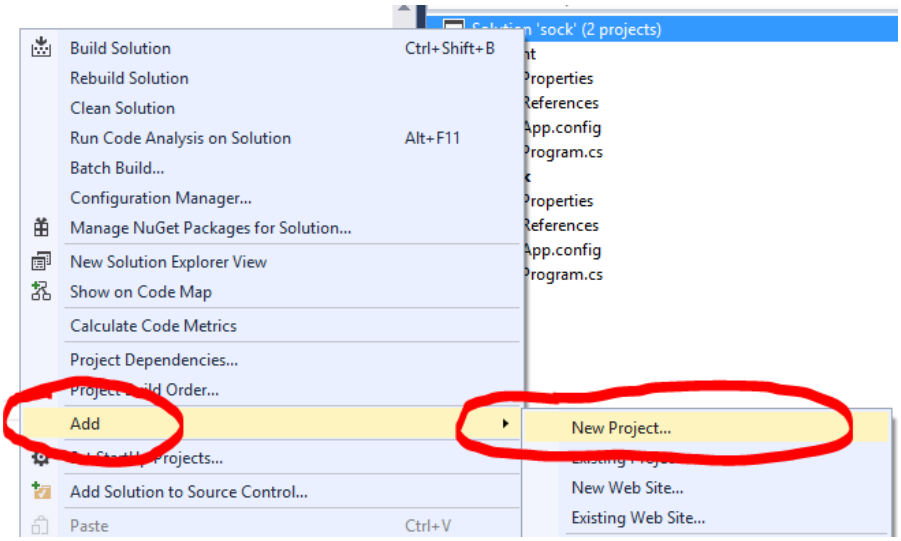
3.3.3 Пример реализации на языке C#

Пример реализации клиент-серверного приложения с использованием технологии сокетов на языке C#:

1) В среде Visual Studio создайте новый проект типа «Консольное приложение» под названием “SocketLab”.



2) В созданном решении будет создан один проект по умолчанию. Для клиент-серверного приложения нам необходимо создать 2 независимых проекта (один – для клиента, другой – для сервера). Таким образом, добавим еще один проект в наше решение, нажав правой кнопкой по решению, и выбрав «Добавить…-> Новый проект»



В открывшемся окне, создадим еще одно консольное приложение, назвав его “SocketClient”.

3) Реализуем исходный код сервера:

   a. В блок using необходимо добавить библиотеки для работы с сокетами:

```
using System.Net;
using System.Net.Sockets;
```

b. В функцию main добавим информацию о конечной точке нашего сервера:

```
Int32 serverPort = 13000;
IPAddress localAddr = IPAddress.Parse("127.0.0.1");
TcpListener calcServer = new TcpListener(localAddr, serverPort);
```

c. Запустим сервер и будем ожидать подключения клиента:

```
calcServer.Start();
TcpClient client = calcServer.AcceptTcpClient();
NetworkStream stream = client.GetStream();
```

d. После подключения клиента, считаем отправленные им данные и выведем их на экран:

```
Byte[] bytes = new Byte[256];
string data = null;
int i = stream.Read(bytes, 0, bytes.Length);
data = System.Text.Encoding.UTF8.GetString(bytes, 0, i);

Console.Write(data);
```

В итоге, основной метод простейшего сокет-сервера может выглядеть следующим образом:

```
            Int32 serverPort = 13000;
            IPAddress localAddr = IPAddress.Parse("127.0.0.1");
            TcpListener calcServer = new TcpListener(localAddr, serverPort);

            calcServer.Start();
            TcpClient client = calcServer.AcceptTcpClient();
            NetworkStream stream = client.GetStream();

            Byte[] bytes = new Byte[256];
            string data = null;
            int i = stream.Read(bytes, 0, bytes.Length);
            data = System.Text.Encoding.UTF8.GetString(bytes, 0, i);

            Console.Write(data);
            Console.ReadKey();
```

4) Реализуем исходный код клиента:

a. Исходный код клиента будет напоминать исходный код сервера, за исключением блока подключения к серверу:

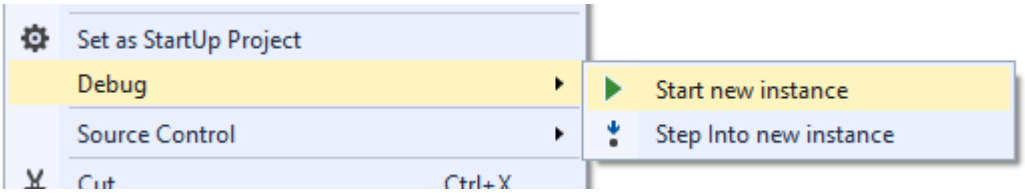
```
…
TcpClient client = new TcpClient();
client.Connect(serverAddr, serverPort);
NetworkStream stream = client.GetStream();
…
```

и блока отправки сообщения:

```
…
String data = "Socket Hello World";
bytes = System.Text.Encoding.UTF8.GetBytes(data);
stream.Write(bytes, 0, bytes.Length);

client.Close();
…
```

По данным указаниям, вам предлагается самостоятельно реализовать простейший сокет-клиент, отправляющий одиночное сообщение на сервер.

5) После того, как исходный код клиента и сервера подготовлен и собран, можно запустить приложение. Для этого можно воспользоваться интерфейсом среды Visual Studio. Нам необходимо запустить в начале сервер, после чего запустить приложение-клиент. Это можно сделать, нажав правой кнопкой на проект «SocketLab» и выбрав: «Отладка->Запуск нового экземпляра»



После нажатия, запустится сервер и перейдет в режим ожидания соединения.

После этого, аналогичным образом, необходимо запустить клиентскую часть приложения, нажав правой кнопкой по проекту «SocketClient» и выбрав аналогичный пункт меню. Альтернативно, клиент и сервер можно запустить непосредственно из папки проекта, запустив исполняемые файлы SocketLab.exe и SocketClient.exe из директорий bin\Debug соответствующих проектов.

3.4 Задание на самостоятельную работу

На основе разработанного простейшего приложения с использованием технологии сокетов, вам необходимо реализовать сетевое клиент-серверное приложение – голосовой чат (в виде консольного либо диалогового приложения) на основе технологии сокетов в соответствии с требованиями к выполнению задания.

3.5 Ссылки

Пример реализации базового функционала голосового чата на основе технологий сокетов (как TCP, так и UDP) доступен в репозитории курса: https://github.com/domage/soa-curriculum-2021/tree/main/examples/sockets-voice-chat