

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА"**

Інститут ІКНІ

Кафедра ПЗ

**ЗВІТ**

До лабораторної роботи № 11

**З дисципліни:** *“Операційні системи”*

**На тему:** *“ Організація взаємодії між процесами ”*

**Лектор:**

ст. викл. каф. ПЗ

Грицай О. Д.

**Виконав:**

ст. гр. ПЗ-26

Войцеховський В.О.

**Прийняв:**

доц. каф. ПЗ

Горечко О.М.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

$\Sigma$  = \_\_\_\_ .....

**Тема роботи:** організація взаємодії між процесами.

**Мета роботи:** ознайомитися зі способами міжпроцесної взаємодії. Ознайомитися з класичним прикладом взаємодії між процесами на прикладі задачі «виробник – споживач». Навчитися працювати із процесами з використанням способів міжпроцесної взаємодії, синхронізувати їхню роботу.

## ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Існує досить великий клас засобів ОС, за допомогою яких забезпечується взаємна синхронізація процесів і потоків. Потреба в синхронізації потоків виникає тільки в мультипрограмній ОС і залежить від спільного використання апаратних та інформаційних ресурсів обчислювальної системи. Синхронізація потрібна для запобігання перегонам та безвиході під час обміну даними між потоками, поділу даних, доступу до процесора і пристроїв введення-виведення. У багатьох ОС ці засоби називаються засобами міжпроцесної взаємодії – Inter Process Communications (IPC), що відображає історичну первинність поняття процес відносно поняття потік. Зазвичай до засобів IPC належать не тільки засоби міжпроцесної синхронізації, але й засоби обміну даними. Будь-яка взаємодія процесів або потоків залежить від їх синхронізації, яка полягає в узгодженні їх швидкостей через припинення потоку до настання деякої події й подальшої його активізації під час настання цієї події. Синхронізація лежить в основі будь-якої взаємодії потоків, незалежно від того, чи пов'язана ця взаємодія з розподілом ресурсів або з обміном даними. Наприклад, потік-одержувач повинен звертатися за даними тільки після того, як вони поміщені в буфер потоком-відправником. Якщо ж потік-одержувач звернувся до даних до моменту їх надходження в буфер, то він має бути припинений. Синхронізація також потрібна у разі спільного використання апаратних ресурсів. Наприклад, коли активному потоку потрібен доступ до послідовного порту, а з цим портом у монопольному режимі працює інший потік, який перебуває у стані очікування, то ОС припиняє активний потік і не активізує його доти, доки потрібний йому порт не звільниться. Часто потрібна також синхронізація з подіями, які не належать до обчислювальної системи, наприклад реакція на натискання комбінації клавіш Ctrl+C. Для синхронізації

потоків прикладних програм програміст може використовувати як власні засоби та прийоми синхронізації, так і засоби ОС.

Наприклад, два потоки одного прикладного процесу можуть координувати свою роботу за допомогою доступної для них обох глобальної логічної змінної, яка набуває значення одиниці при здійсненні деякої події, наприклад вироблення одним потоком даних, потрібних для продовження роботи іншого. Однак у багатьох випадках більш ефективними або навіть єдино можливими є засоби синхронізації, що надаються ОС у формі системних викликів. Так, потоки, що належать різним процесам, не мають можливості втручатися будь-яким чином у роботу один одного. Без посередництва ОС вони не можуть призупинити один одного або сповістити про подію, що відбулася. Засоби синхронізації використовуються ОС не тільки для синхронізації прикладних процесів, але й для її внутрішніх потреб. Зазвичай розробники ОС надають у розпорядження прикладних і системних програмістів широкий спектр засобів синхронізації. Ці засоби можуть утворювати ієрархію, коли на основі більш простих засобів будуються більш складні, а також бути функціонально спеціалізованими, наприклад засоби для синхронізації потоків одного процесу, засоби для синхронізації потоків різних процесів під час обміну даними і т. ін. Часто функціональні можливості різних системних викликів синхронізації перекриваються, тому для вирішення одного завдання програміст може скористатися кількома викликами залежно від особистих переваг.

***Ситуації, коли процесам доводиться взаємодіяти:***

- передавання інформації від одного процесу до іншого;
- контроль над діяльністю процесів (наприклад, коли вони змагаються за один ресурс);
- узгодження дій процесів (наприклад, коли один процес доставляє дані, а інший їх виводить на друк. Якщо узгодженості не буде, то другий процес може почати друк раніше, ніж надійдуть дані).

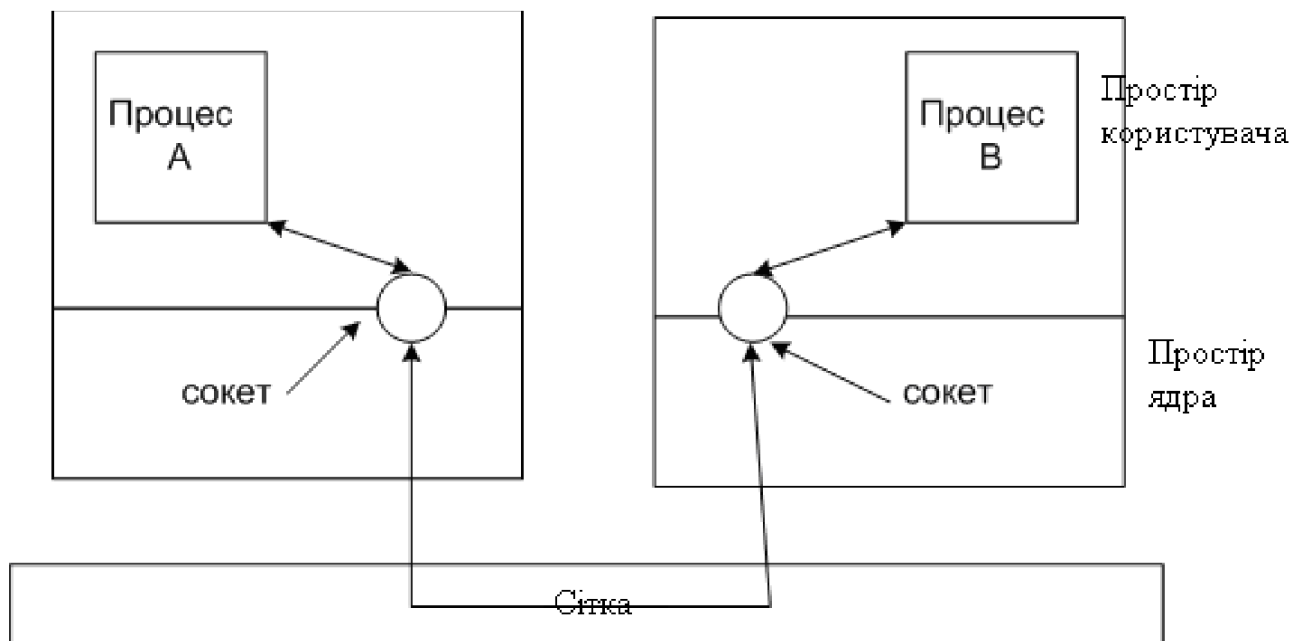
Два останні випадки стосуються і потоків. У першому випадку потоки не мають проблем, тому що вони використовують загальний адресний простір.

Існує дві основні моделі міжпроцесорної комунікації: спільна пам'ять та передача повідомлень. У моделі спільної пам'яті встановлюється область пам'яті, яка поділяється процесами співпраці. Потім процеси можуть обмінюватися інформацією, читаючи та записуючи дані в спільний регіон. У моделі передачі повідомлень, спілкування відбувається за допомогою повідомлень, що обмінюються між взаємодіючими процесами.

### **Передавання інформації від одного процесу до іншого.**

Інформація може передаватися кількома способами:

- колективна пам'ять;
- канали (труби) – це псевдофайл, який один процес записує, а інший зчитує.
- сокети – підтримувані ядром механізми, що приховують особливості середовища і дозволяють взаємодіяти процесам, як на одному комп'ютері, так і в мережі.



*Рис.1 Схema для сокетів*

- поштові скриньки (тільки у Windows) – однонаправлені з можливістю широкомовної розсилки;
- виклик віддаленої процедури – процес А може викликати процедуру в процесі В і отримувати назад дані.

## ЗАВДАННЯ

Створити програму, що моделює наступну ситуацію:

Процес-науковий керівник проекту пропонує виконавців проекту-дочірні процеси. Процес-керівник створює додаток-віртуальну дошку (файл), де можна генерувати ідеї для проекту. Процеси-виконавці генерують ідеї, записуючи їх на спільну дошку. На виконання даного завдання вони мають 3 хвилини, після чого процес-керівник призупиняє їхню роботу і виводить на екран усі згенеровані ідеї, нумеруючи кожна з них. Процеси-виконавці голосують за три найкращі ідеї. Після чого процес-керівник записує на дошку три найкращі ідеї і закриває роботу додатку-віртуальної дошки, зберігаючи її вміст. Реалізувати, використовуючи сокети.

Результати виконання роботи відобразити у звіті.

## ХІД РОБОТИ

1. Зібрали команду для виконання проекту, у складі : Войцеховський Владислав, Галайко Степан, Жиляков Владислав, Закаляк Роман.
2. Створили GitHub проект для зручної командної роботи.
3. Зробили розподіл завдань. А саме:
  - Галайко Степан - розробляє частину головного процесу, який створює дошку (файл) і запускає інші процеси
  - Закаляк Роман - розробляє процеси-виконавці, що генерують ідеї та записують на спільну дошку
  - **Войцеховський Владислав – розробляє сокети, реалізує вивід результатів голосування на дошку.**
  - Жиляков Владислав - розробляє голосування процесів-виконавців та готує звіт про виконання завдання
4. У команді провели дослідження предметної області.
5. Зреалізували кожен відповідну частину проекту.

## Код програми:

Написаний мною код виділений **помаранчевим кольором**.

### Server.cpp

```
#include <iostream>
#include <string>
#include <vector>
#include <fstream>
#include <ws2tcpip.h>
#pragma comment (lib, "ws2_32.lib")
using namespace std;

HANDLE file;
char path[] = "D:\\Studying\\Course 2\\Code\\Operation System\\Lab_11_OS\\VirtualDesk.txt";
string bestIdeas;
bool voting = false;

int findMin(vector<int>& v) {
    int min = v[0];

    for (int i = 0; i < v.size(); i++) {
        if (v[i] < min) min = v[i];
    }

    return min;
}

int findMax(vector<int>& v) {
    int max = v[0];

    for (auto val : v) {
        if (val > max) max = val;
    }

    return max;
}

void CountingSearch(vector<int> v) {
    int min = findMin(v);
    int max = findMax(v);
    int best_ideas[3];
    int range = max - min + 1;

    vector<int> table(range);

    for (int i = 0; i < v.size(); i++) {
        table[v[i] - min]++;
    }

    for (int i = 0; i < 3; i++) {
        max = 0;
        best_ideas[i] = 0;
        for (int j = 0; j < table.size(); j++) {
            if (table[j] != 0) {
                if (table[max] < table[j]) {
                    max = j;
                }
            }
        }
        table[max] = 0;
        best_ideas[i] = max + min;
    }

    //Write to File
    string bestIdeaOutput;
    cout << "Best ideas: " << endl;
    int tempCount = 1;
```

```

ifstream in(path);

if (in.is_open())
{
    while (getline(in, bestIdeas))
    {
        for (int i = 0; i < 3; i++) {
            if (tempCount == best_ideas[i]) {
                cout << to_string(tempCount) << ". " << bestIdeas << endl;
                bestIdeaOutput += to_string(tempCount) + ". " + bestIdeas + "\n";
            }
        }
        tempCount++;
    }
}
in.close();

SetFileAttributesA(path, FILE_ATTRIBUTE_NORMAL);
file = CreateFileA(path, GENERIC_WRITE, FILE_SHARE_WRITE | FILE_SHARE_READ, NULL,
OPEN_EXISTING, FILE_ATTRIBUTE_NORMAL, NULL);
if (file == INVALID_HANDLE_VALUE) {
    cout << endl << "Cannot open file!";
    getchar();
    return;
}
cout << "Write to virtual desk!";
SetFilePointer(file, 0, 0, FILE_END);
string msg = "\nBest ideas: \n";
if(WriteFile(file, (void*)msg.c_str(), msg.length(), 0, NULL) == FALSE) {
    cout << endl << "Cannot write to file!";
    getchar();
    return;
}
SetFilePointer(file, 0, 0, FILE_END);
if (WriteFile(file, (void*)bestIdeaOutput.c_str(), bestIdeaOutput.length(), 0, NULL) ==
FALSE) {
    cout << endl << "Cannot write to file!";
    getchar();
    return;
}

getchar();
CloseHandle(file);
}

void TimeIsUp() {
    Sleep(3000);
    cout << "Time is up! Close file" << endl;

    SetFileAttributesA(path, FILE_ATTRIBUTE_READONLY);
    file = CreateFileA(path, GENERIC_READ, FILE_SHARE_READ | FILE_SHARE_WRITE, NULL,
OPEN_EXISTING, FILE_ATTRIBUTE_READONLY, NULL);
    if (file == INVALID_HANDLE_VALUE) {
        cout << "Cannot open file!";
        getchar();
        return;
    }
    int counter = 1;
    char ReadBuf[1];
    string output;
    output.clear();
    DWORD dwRead;

    ifstream in(path);
    if (in.is_open())
    {
        while (getline(in, output))
        {

```

```

        cout << to_string(counter) << ". " << output << endl;
        counter++;
    }
}
in.close();

cout << "Start voting!";
voting = true;
getchar();

CloseHandle(file);
}

int main()
{
    //Create file
    file = CreateFileA(path, GENERIC_WRITE | GENERIC_READ, FILE_SHARE_READ | FILE_SHARE_WRITE,
    NULL, CREATE_ALWAYS, FILE_ATTRIBUTE_NORMAL, NULL);
    SetFileAttributesA(path, FILE_ATTRIBUTE_NORMAL);

    //Initialize winsock
    WSADATA wsData;
    WORD ver = MAKEWORD(2, 2);

    int wsOk = WSASStartup(ver, &wsData);
    if (wsOk != 0) {
        cerr << "Can't initialize winsock!" << endl;
        return 1;
    }

    //Create socket
    SOCKET listening = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
    if (listening == INVALID_SOCKET) {
        cerr << "Can't create a socket!" << endl;
        return 1;
    }

    //Bind ip address and port to a socket
    sockaddr_in hint;
    hint.sin_family = AF_INET;
    hint.sin_port = htons(54000);
    hint.sin_addr.S_un.S_addr = INADDR_ANY;

    bind(listening, (sockaddr*)&hint, sizeof(hint));

    //Tell winsock the socket is for listening
    listen(listening, SOMAXCONN);

    fd_set master;
    FD_ZERO(&master);

    FD_SET(listening, &master);

    vector<char> res;
    vector<int> indexOfIdeas;
    string tempStr;
    int isEndCounter = 0;
    clock_t start, stop;
    double result = 0;
    start = clock();
    int countTime = 0;
    while (1) {
        fd_set copy = master;
        int count = 1;
        int socketCount = select(0, &copy, nullptr, nullptr, nullptr);

        for (int i = 0; i < socketCount; i++) {
            SOCKET sock = copy.fd_array[i];

```



```

    if (sock == listening) {
        //Accept a new connction
        SOCKET client = accept(listening, nullptr, nullptr);

        //Add the new connection to the list of connected clients
        FD_SET(client, &master);

        //Send a welcome message to the connected client
        string welcomeMsg = "D:\\Studying\\Course 2\\Code\\Operation
System\\Lab_11_OS\\VirtualDesk.txt";
        send(client, welcomeMsg.c_str(), welcomeMsg.size() + 1, 0);
        cout << "Connected on port " << client << endl;
    }
    else {
        //Recieve message
        char buf[4096];
        ZeroMemory(buf, 4096);
        int bytesIn = recv(sock, buf, 4096, 0);
        if (countTime == 0 && buf[0] == 'b') {
            countTime++;
            getchar();
            TimeIsUp();
        }

        //-----
        for (int i = 0; i < bytesIn; i++) {

            if (buf[i] >= 48 && buf[i] <= 57 || buf[i] == 105 || buf[i] == 101) {
                //cout << buf[i] << " ";
                if (buf[i] == 101) {
                    isEndCounter++;
                }
                if (buf[i] >= 48 && buf[i] <= 57 || buf[i] == 105) {
                    res.push_back(buf[i]);
                }
            }

        }

        if (isEndCounter == socketCount) {
            for (int j = 0; j < res.size(); j++) {
                //cout << res[j] << " ";
                if (res[j] != 105) {
                    indexOfIdeas.push_back(res[j] - 48);
                }
                else {
                    j++;
                    tempStr += res[j];
                    j++;
                    tempStr += res[j];
                    indexOfIdeas.push_back(stoi(tempStr));
                    tempStr.clear();
                }
            }
            cout << endl << "Voting ideas: ";
            for (int i = 0; i < indexOfIdeas.size(); i++) {
                cout << indexOfIdeas[i] << " ";
            }

            cout << endl;
            CountingSearch(indexOfIdeas);
        }
        //-----

        if (bytesIn <= 0) {
            //Drop the client
            closesocket(sock);

```

```

        FD_CLR(sock, &master);
    }
}
}

```

```

//Cleanup winsock
WSACleanup();

```

```

system("pause");

```

```

}

```

## Client.cpp

```

#include <iostream>
#include <vector>
#include <ws2tcpip.h>
#include <string>
#include <charconv>
#pragma comment (lib, "ws2_32.lib")
using namespace std;

int main()
{
    vector<string> ideas;
    ideas.push_back("Start a chatbot agency\n");
    ideas.push_back("Become a translator\n");
    ideas.push_back("Data entry specialist\n");
    ideas.push_back("App tester\n");
    ideas.push_back("Write product reviews\n");
    ideas.push_back("Start your own blog\n");
    ideas.push_back("Offer online courses\n");
    ideas.push_back("Create a popular social media channel\n");
    ideas.push_back("Offer consulting services\n");
    ideas.push_back("Become an online reseller\n");

    string ipAddress = "127.0.0.1"; //IP address of the server
    int port = 54000; //Listening port on the server

    //Initialize WinSock
    WSADATA data;
    WORD ver = MAKEWORD(2, 2);
    int wsResult = WSASStartup(ver, &data);
    if (wsResult != 0) {
        cerr << "Can't initialize winsock! " << wsResult << endl;
        return 1;
    }

    //Create socket
    SOCKET sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
    if (sock == INVALID_SOCKET) {
        cerr << "Can't create a socket! " << WSAGetLastError() << endl;
        WSACleanup();
        return 1;
    }

    //Fill in a hint structure
    sockaddr_in hint;
    hint.sin_family = AF_INET;
    hint.sin_port = htons(port);
    inet_pton(AF_INET, ipAddress.c_str(), &hint.sin_addr);

    //Connect to server
    int connResult = connect(sock, (sockaddr*)&hint, sizeof(hint));
    if (connResult == SOCKET_ERROR) {
        cerr << "Can't connect to server! " << WSAGetLastError() << endl;
        closesocket(sock);
        WSACleanup();
        return 1;
    }
}

```



```

        send(sock, votes.c_str(), 3, MSG_DONTROUTE);
    }
    else {
        count++;
        votes = to_string(numb + 1);
        send(sock, votes.c_str(), 1, MSG_DONTROUTE);
    }
    if (count == 3) {
        send(sock, "e", 1, MSG_DONTROUTE);
    }
    votes = to_string(numb+1);
    cout << "I vote for " << votes << " idea!" << endl;
}
check = true;
}

getchar();
CloseHandle(file);
}
}
} while (userInput.size() > 0);

//Close everything
closesocket(sock);
WSACleanup();
//CloseHandle(file);
}

```

## ManyClients.cpp

```

#include <Windows.h>
#include <iostream>
using namespace std;

STARTUPINFOA arrSi[1000];
PROCESS_INFORMATION arrPi[1000];

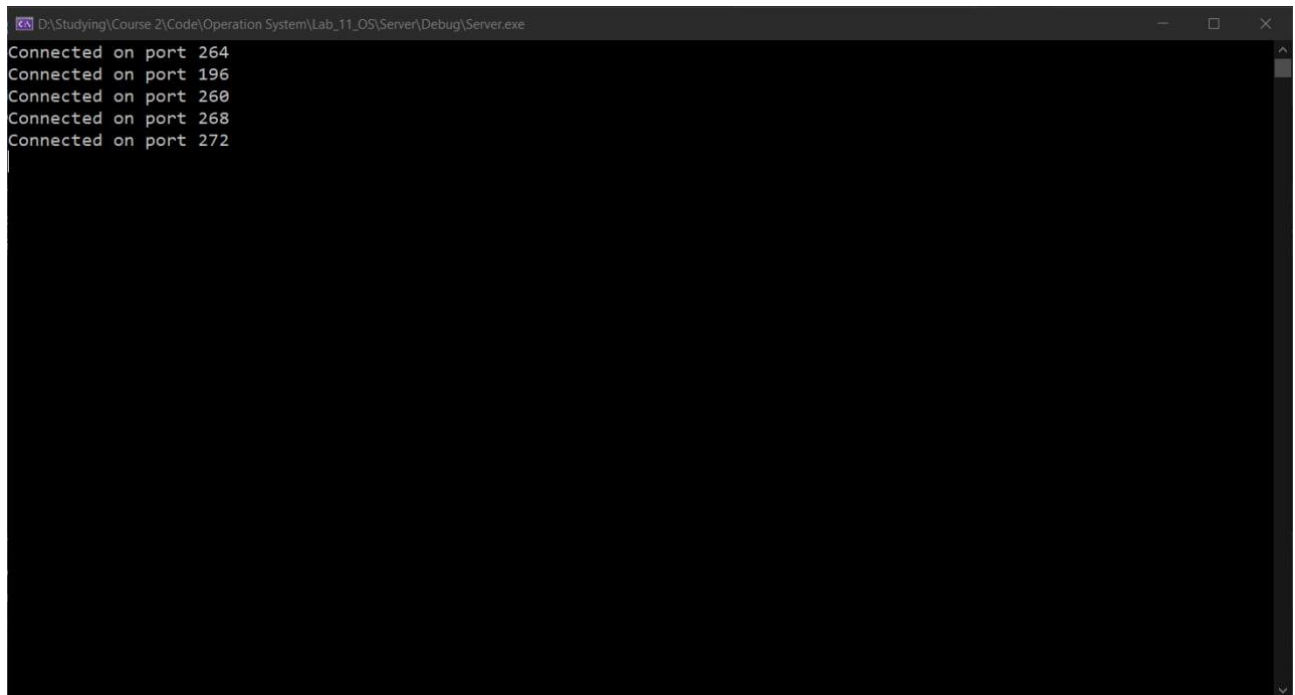
int main(){
    cout << "Put a num of clients: ";
    int countOfProcess;
    cin >> countOfProcess;
    string file;
    for(int i = 0; i < countOfProcess; i++){
        ZeroMemory(&arrSi[i], sizeof(STARTUPINFO));
        arrSi[i].cb=sizeof(STARTUPINFO);
        ZeroMemory(&arrPi[i], sizeof(PROCESS_INFORMATION));

        // file = "D:\\Studying\\Course 2\\Code\\Operation System\\mergeSort.exe";
        // char* path = new char[1000];

        // strcpy(path, file.c_str());
        CreateProcessA(NULL, "D:\\Studying\\Course 2\\Code\\Operation
System\\Lab_11_OS\\Client\\Debug\\Client.exe", NULL, NULL, TRUE,CREATE_NEW_CONSOLE, NULL, NULL,
&arrSi[i], &arrPi[i]);
    }
}

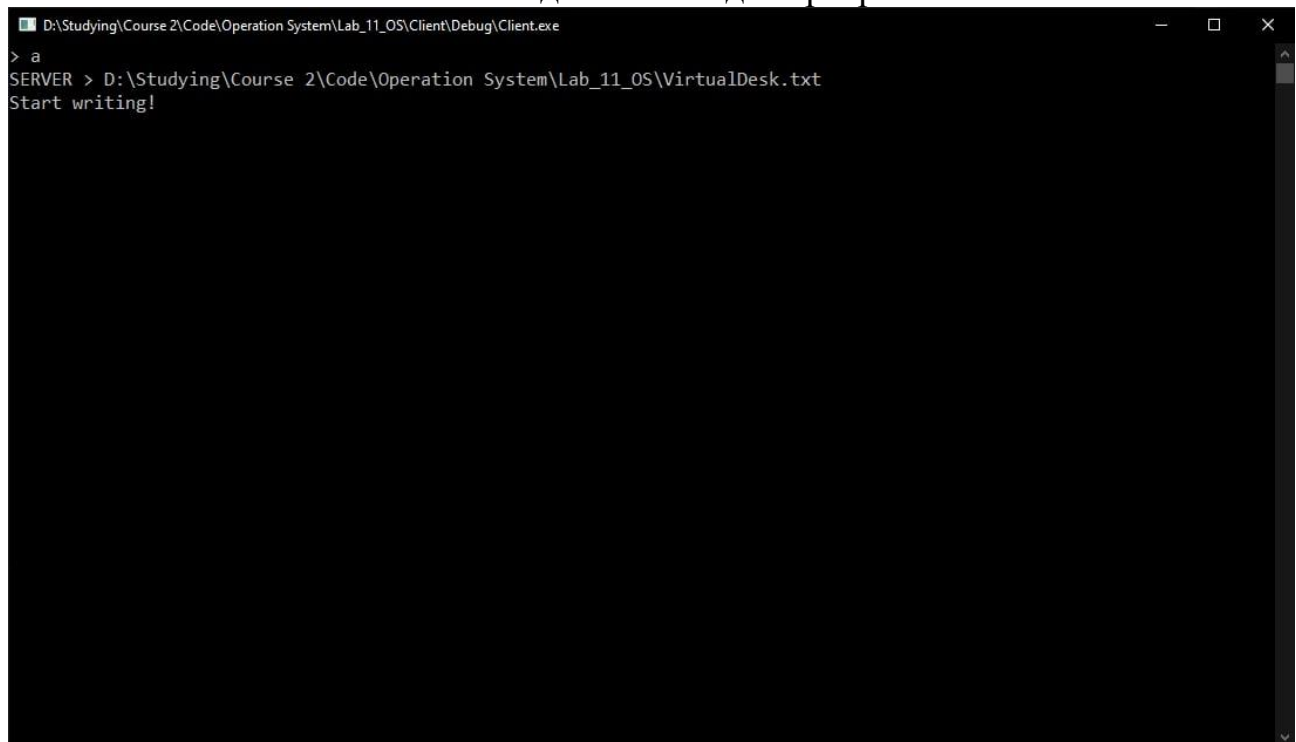
```

## Протокол роботи:



```
D:\Studying\Course 2\Code\Operation System\Lab_11_OS\Server\Debug\Server.exe
Connected on port 264
Connected on port 196
Connected on port 260
Connected on port 268
Connected on port 272
```

Рис.2 Підключення до сервера



```
D:\Studying\Course 2\Code\Operation System\Lab_11_OS\Client\Debug\Client.exe
> a
SERVER > D:\Studying\Course 2\Code\Operation System\Lab_11_OS\VirtualDesk.txt
Start writing!
```

Рис.3 Початок роботи клієнта

```
D:\Studying\Course 2\Code\Operation System\Lab_11_OS\Server\Debug\Server.exe
Connected on port 264
Connected on port 196
Connected on port 260
Connected on port 268
Connected on port 272

Time is up! Close file
1. Start your own blog
2. Offer consulting services
3. Create a popular social media channel
4. Write product reviews
5. Offer consulting services
6. Become a translator
7. App tester
8. Start a chatbot agency
9. Create a popular social media channel
10. Data entry specialist
11. Offer consulting services
12. Data entry specialist
13. Create a popular social media channel
14. Offer online courses
15. Create a popular social media channel
16. Start your own blog
17. Create a popular social media channel
18. Offer consulting services
19. App tester
20. Start a chatbot agency
21. Start a chatbot agency
22. Offer online courses
23. Start your own blog
24. Start a chatbot agency
25. Write product reviews
26. Create a popular social media channel
27. Offer online courses
28. Start your own blog
29. Offer consulting services
30. Start your own blog
Start voting!
```

Рис.4 Завершення часу очікування серверу та зчитування ідей з файлу

```
D:\Studying\Course 2\Code\Operation System\Lab_11_OS\Client\Debug\Client.exe
> a
SERVER > D:\Studying\Course 2\Code\Operation System\Lab_11_OS\VirtualDesk.txt
Start writing!
Stop writing! File is closed!
I vote for 6 idea!
I vote for 4 idea!
I vote for 11 idea!
```

Рис.5 Голосування клієнта

```
D:\Studying\Course 2\Code\Operation System\Lab_11_OS\Server\Debug\Server.exe
Connected on port 256
Connected on port 272

Time is up! Close file
1. Start your own blog
2. Offer consulting services
3. Create a popular social media channel
4. Write product reviews
5. Offer consulting services
6. Become a translator
7. App tester
8. Start a chatbot agency
9. Create a popular social media channel
10. Data entry specialist
11. Offer consulting services
12. Data entry specialist
13. Create a popular social media channel
14. Offer online courses
15. Create a popular social media channel
16. Start your own blog
17. Create a popular social media channel
18. Offer consulting services
Start voting!

Voting ideas: 3 9 8 8 6 9 6 4 11 4 7 12 4 1 1
Best ideas:
1. Start your own blog
4. Write product reviews
6. Become a translator
Write to virtual desk!
```

Рис.6 Завершення голосування та вибір трьох найкращих ідей

```
VirtualDesk.txt
1 Start your own blog
2 Offer consulting services
3 Create a popular social media channel
4 Write product reviews
5 Offer consulting services
6 Become a translator
7 App tester
8 Start a chatbot agency
9 Create a popular social media channel
10 Data entry specialist
11 Offer consulting services
12 Data entry specialist
13 Create a popular social media channel
14 Offer online courses
15 Create a popular social media channel
16 Start your own blog
17 Create a popular social media channel
18 Offer consulting services
19
20 Best ideas:
21 1. Start your own blog
22 4. Write product reviews
23 6. Become a translator
24

D:\Studying\Course 2\Code\Operation System\Lab_11_OS\VirtualDesk.txt  Рд 20, стлп 13  100%  Unix (LF)  UTF-8
```

Рис. 7 Вміст вихідного файлу

## Висновок

У ході лабораторної роботи ми навчилися організовувати міжпроцесорну взаємодію, зокрема за допомогою сокетів, розвинули навички віддаленої командної роботи над проектом. В результаті нами була розроблена низка програм, відповідно до варіанту, що взаємодіють, обмінюються даними між собою, за допомогою сокетів. Програма працює коректно, оскільки в результаті виконання ми отримуємо три найкращі ідеї висунуті процесами-клієнтами.