Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра ІПІ

Звіт

з лабораторної роботи № 3 з дисципліни
«Алгоритми та структури даних 2. Структури даних»

„ Прикладні задачі з теорії графів”

Виконав(ла) *ІП-15 Плугатирьов Дмитро Валерійович*
(шифр, прізвище, ім'я, по батькові)

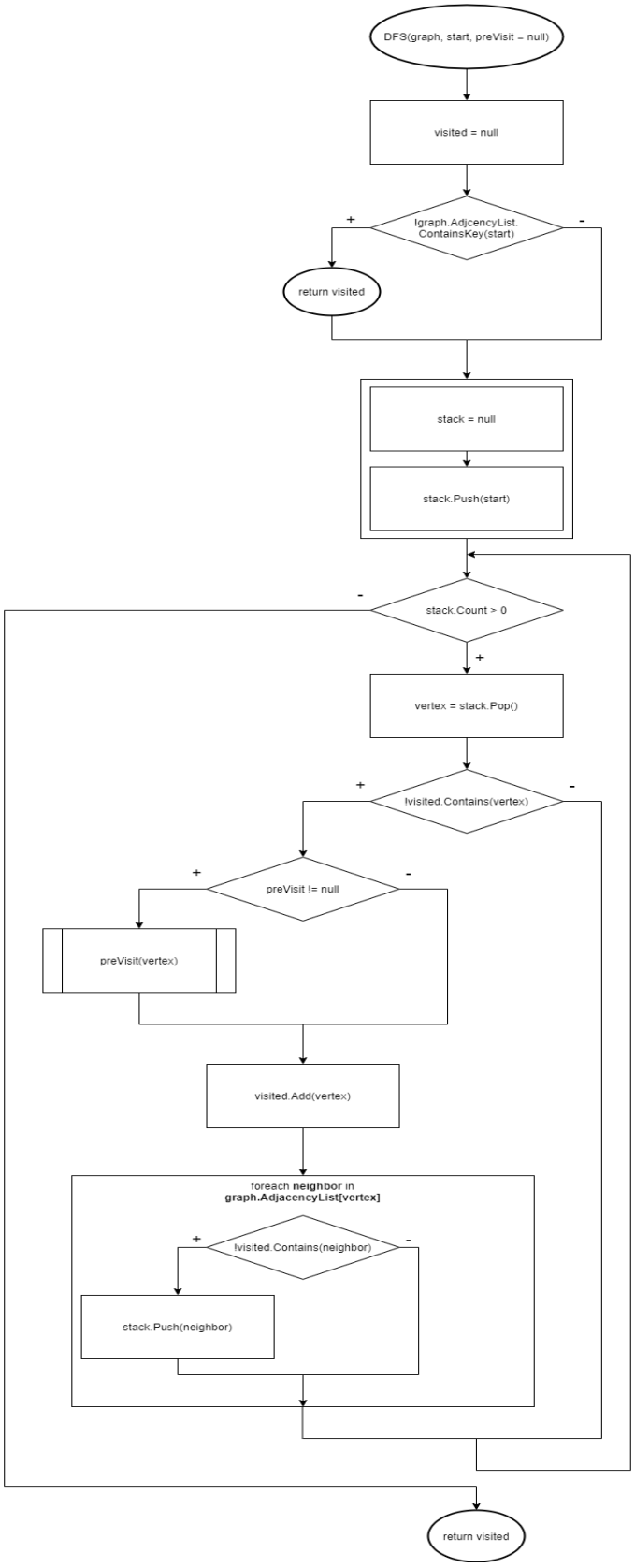
Перевірив *Соколовський Владислав Володимирович*
(прізвище, ім'я, по батькові)

Київ 2022

Варіант 25

Мета роботи – вивчити основні прикладні алгоритми на графах та способи їх імплементації.

Блок-схема алгоритму



Вихідний код

```
public class DFSalgorithm
    {
        public static HashSet<T> DFS<T>(Graph<T> graph, T start, Action<T>
preVisit = null)
        {
            HashSet<T> visited = new();

            if (!graph.AdjacencyList.ContainsKey(start))
            {
                return visited;
            }

            Stack<T> stack = new();
            stack.Push(start);

            while (stack.Count > 0)
            {
                T vertex = stack.Pop();

                if (!visited.Contains(vertex))
                {
                    if (preVisit != null)
                    {
                        preVisit(vertex);
                    }

                    visited.Add(vertex);

                    foreach(T neighbor in graph.AdjacencyList[vertex])
                    {
                        if (!visited.Contains(neighbor))
                        {
                            stack.Push(neighbor);
                        }
                    }
                }
            }

            return visited;
        }
    }

public class Graph<T>
    {
        public Dictionary<T, HashSet<T>> AdjacencyList { get; } = new
Dictionary<T, HashSet<T>>();

        public Graph() {}
```

```
        public Graph(IEnumerable<T> vertices, IEnumerable<Tuple<T,T>> edges) {
            foreach(T vertex in vertices)
            {
                AddVertex(vertex);
            }

            foreach(Tuple<T, T> edge in edges)
            {
                AddEdge(edge);
            }
        }

        public void AddVertex(T vertex)
        {
            AdjacencyList[vertex] = new HashSet<T>();
        }

        public void AddEdge(Tuple<T,T> edge)
        {
            if (AdjacencyList.ContainsKey(edge.Item1) &&
AdjacencyList.ContainsKey(edge.Item2))
            {
                AdjacencyList[edge.Item1].Add(edge.Item2);
                AdjacencyList[edge.Item2].Add(edge.Item1);
            }
        }
    }
public class GraphValidator
    {
        public static void ValidateVertexExistence(List<int> graphVertices, int
validatableVertex)
        {
            if (!graphVertices.Contains(validatableVertex))
            {
                throw new ArgumentException($"The vertex {validatableVertex}
isn't inside the graph");
            }
        }

        public static void ValidateVertexAbsence(List<int> graphVertices, int
validatableVertex)
        {
            if (graphVertices.Contains(validatableVertex))
            {
                throw new ArgumentException($"The vertex {validatableVertex} is
inside the graph");
            }
        }

        public static void ValidateVertexExistence(int validatableVertex)
        {
```

```
            if (validatableVertex <= 0)
            {
                throw new ArgumentOutOfRangeException(nameof(validatableVertex),
                "the value of vertex should be bigger than 0");
            }
        }

        public static void ValidateEdge(List<Tuple<int, int>> graphEdges,
Tuple<int, int> validatableEdge)
        {
            if (graphEdges.Any(tuple => tuple.Item1 == validatableEdge.Item1
                && tuple.Item2 == validatableEdge.Item2)
                || graphEdges.Any(tuple => tuple.Item1 == validatableEdge.Item2
                && tuple.Item2 == validatableEdge.Item1))
            {
                throw new ArgumentException("The edge is already inside the
graph");
            }
        }
    }
public static class VertexCapturer
    {
        public static List<int> CaptureVertices()
        {
            System.Console.WriteLine("Enter <auto> to generate vertices
automatically"
                + " from 1 up to the chosen number or <man> to enter each of them
on you own: ");
            bool inputIsInvalid = true;
            List<int> result = new();

            while (inputIsInvalid)
            {
                inputIsInvalid = false;

                switch (Console.ReadLine().Trim())
                {
                    case "auto":
                        result = CaptureVerticesInRange();
                        break;
                    case "man":
                        result = CaptureCustomVertices();
                        break;
                    default:
                        System.Console.WriteLine("You entered wrong command");
                        System.Console.Write("Try again: ");
                        inputIsInvalid = true;
                        break;
                }
            }
```

```
            return result;
        }

        private static List<int> CaptureVerticesInRange()
        {
            List<int> result = new();
            bool exceptionIsCaught = true;

            while (exceptionIsCaught)
            {
                System.Console.Write("Enter the number whom the maximum vertex
value should equal: ");
                exceptionIsCaught = false;

                try
                {
                    int vertex = int.Parse(Console.ReadLine());
                    GraphValidator.ValidateVertexExistence(vertex);
                    result = Enumerable.Range(1,vertex).ToList();
                }
                catch (FormatException)
                {
                    System.Console.WriteLine("The entered value isn't a number");
                    System.Console.WriteLine("Try again: ");
                    exceptionIsCaught = true;
                }
                catch (ArgumentOutOfRangeException ex)
                {
                    System.Console.WriteLine(ex.Message);
                    System.Console.WriteLine("Try again: ");
                    exceptionIsCaught = true;
                }
            }

            return result;
        }

        private static List<int> CaptureCustomVertices()
        {
            List<int> result = new();
            bool exceptionIsCaught = true;

            do
            {
                exceptionIsCaught = false;

                try
                {
                    System.Console.Write("Enter the value of vertex whom to add
in list: ");
                    int nodeValue = int.Parse(Console.ReadLine());
```

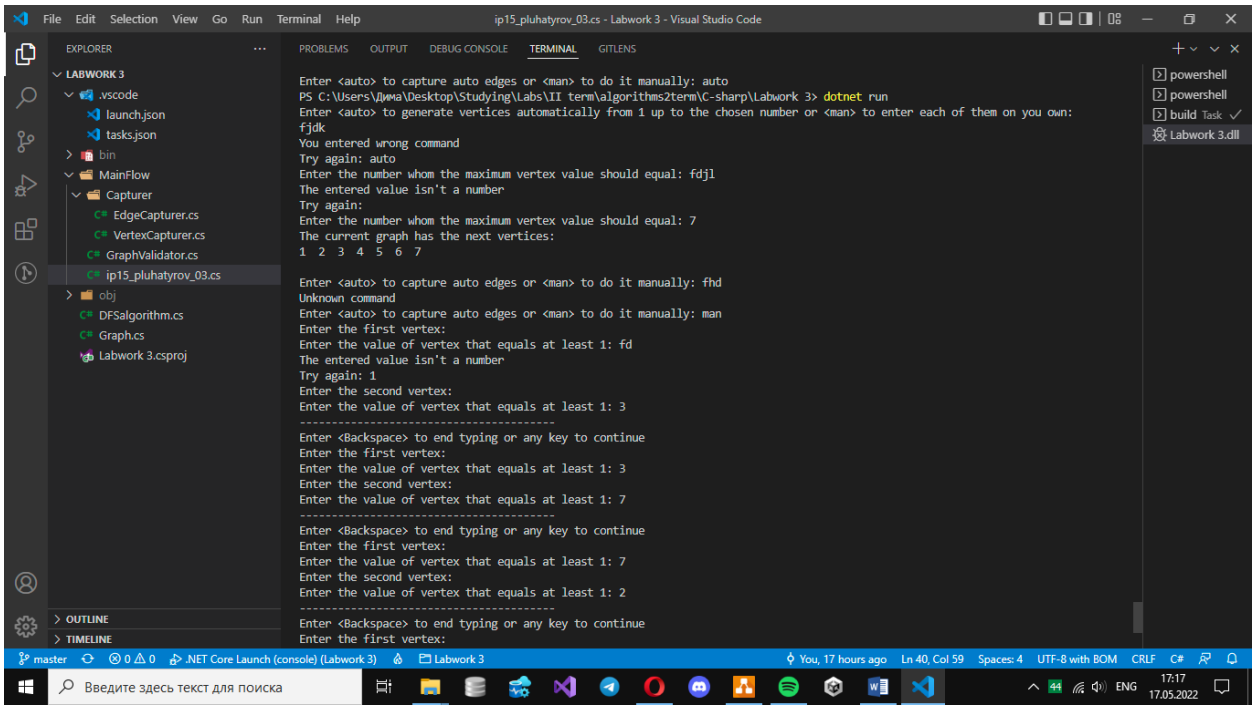
```
                GraphValidator.ValidateVertexAbsence(result, nodeValue);

                result.Add(nodeValue);
            }
            catch (FormatException)
            {
                System.Console.WriteLine("The entered value isn't a number");
                System.Console.WriteLine("Try again");
                exceptionIsCaught = true;
            }
            catch (ArgumentOutOfRangeException ex)
            {
                System.Console.WriteLine(ex.Message);
                System.Console.WriteLine("Try again");
                exceptionIsCaught = true;
            }

            if (!exceptionIsCaught)
            {
                System.Console.WriteLine("Enter <Backspace> to end typing or
any key to continue");
            }
        } while (exceptionIsCaught || Console.ReadKey().Key !=
ConsoleKey.Backspace);

        return result;
    }

    public static int CaptureVertex(List<int> graphVertices)
    {
        System.Console.Write("Enter the value of vertex that equals at least
1: ");
        int vertex = default;
        bool exceptionIsCaught = true;

        while (exceptionIsCaught)
        {
            exceptionIsCaught = false;

            try
            {
                vertex = int.Parse(Console.ReadLine());
                GraphValidator.ValidateVertexExistence(graphVertices,vertex);
            }
            catch (FormatException)
            {
                System.Console.WriteLine("The entered value isn't a number");
                System.Console.Write("Try again: ");
                exceptionIsCaught = true;
            }
```

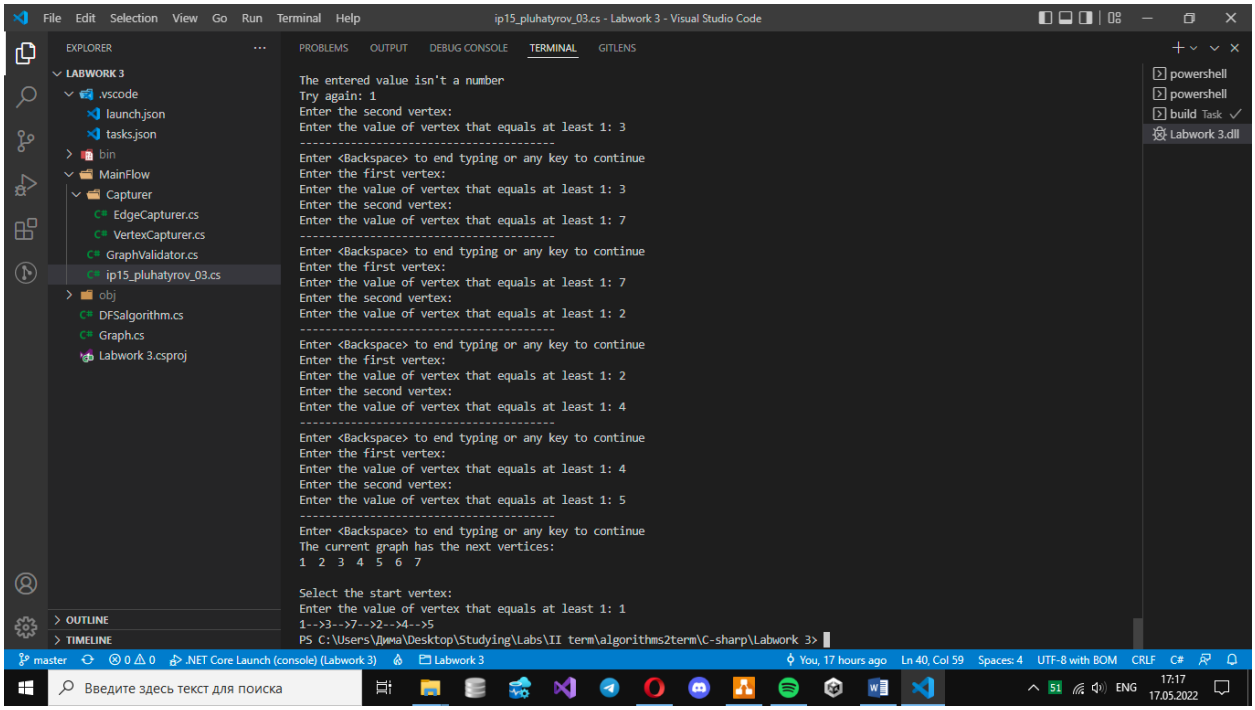
```
                catch (ArgumentOutOfRangeException ex)
                {
                    System.Console.WriteLine(ex.Message);
                    System.Console.Write("Try again: ");
                    exceptionIsCaught = true;
                }
                catch (ArgumentException ex)
                {
                    System.Console.WriteLine(ex.Message);
                    System.Console.Write("Try again: ");
                    exceptionIsCaught = true;
                }
            }

            return vertex;
        }
    }
public static class EdgeCapturer
    {
        public static List<Tuple<int, int>> CaptureEdges(List<int> graphVertices)
        {
            List<Tuple<int, int>> result = new();
            bool isCommandCaught = false;

            while (!isCommandCaught)
            {
                isCommandCaught = true;
                System.Console.Write("Enter <auto> to capture auto edges or <man>
to do it manually: ");

                switch (Console.ReadLine().Trim())
                {
                    case "auto":
                        result = CaptureRandomEdges(graphVertices);
                        break;
                    case "man":
                        result = CaptureCustomEdges(graphVertices);
                        break;
                    default:
                        System.Console.WriteLine("Unknown command");
                        isCommandCaught = false;
                        break;
                }
            }

            return result;
        }

        private static List<Tuple<int, int>> CaptureRandomEdges(List<int>
graphVertices)
        {
```

```
            List<Tuple<int, int>> result = new();

            for (var i = 0; i < graphVertices.Count; i++)
            {
                for (var y = i + 1; y < graphVertices.Count && y - i != 3; y++)
                {
                    result.Add(new Tuple<int, int>(graphVertices[i],
                        graphVertices[y]));
                }
            }

            return result;
        }

        private static List<Tuple<int, int>> CaptureCustomEdges(List<int>
graphVertices)
        {
            List<Tuple<int, int>> result = new();
            bool exceptionIsCaught = true;

            do
            {
                exceptionIsCaught = false;

                try
                {
                    System.Console.WriteLine("Enter the first vertex: ");
                    int firstVertex =
VertexCapturer.CaptureVertex(graphVertices);

                    System.Console.WriteLine("Enter the second vertex: ");
                    int secondVertex =
VertexCapturer.CaptureVertex(graphVertices);

                    GraphValidator.ValidateEdge(result,
                        new Tuple<int, int>(firstVertex, secondVertex));
                    result.Add(new Tuple<int, int>(firstVertex,secondVertex));
                    ip15_pluhatyrov_03.PrintHorizontalRule();
                }
                catch (ArgumentException ex)
                {
                    System.Console.WriteLine(ex.Message);
                    System.Console.WriteLine("Try again");
                    exceptionIsCaught = true;
                }

                if (!exceptionIsCaught)
                {
                    System.Console.WriteLine("Enter <Backspace> to end typing or
any key to continue");
                }
```

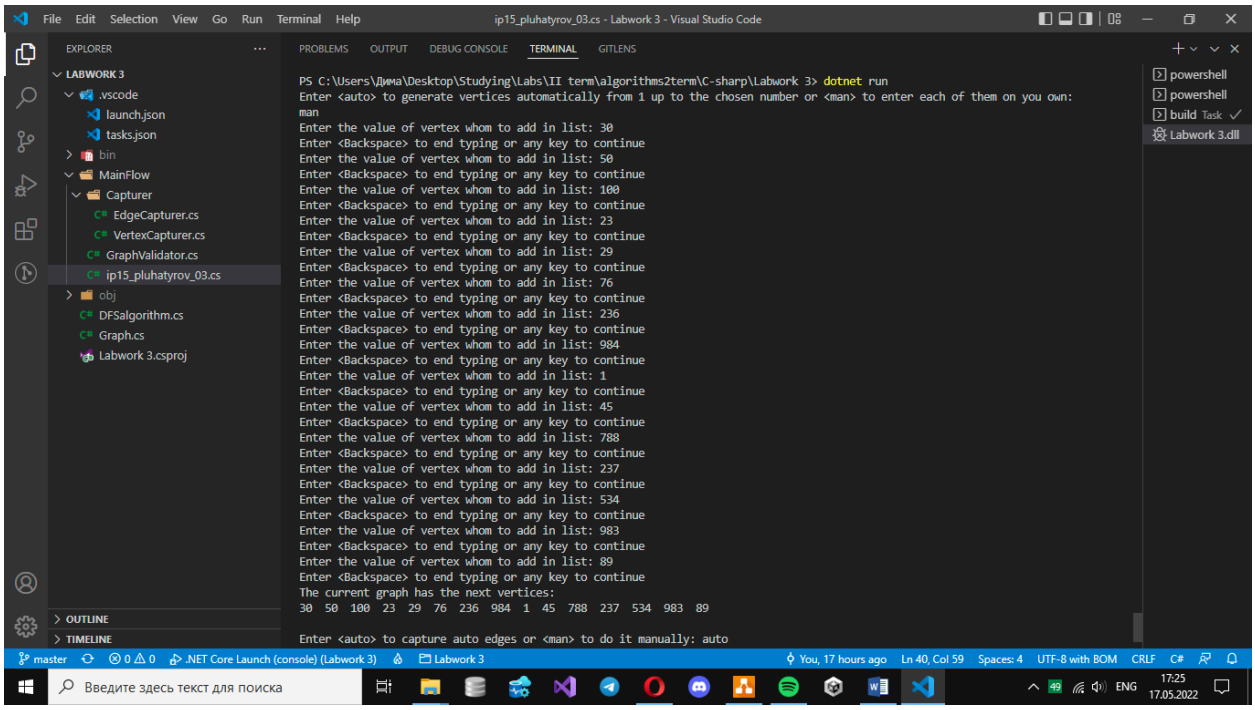
```
            } while (exceptionIsCaught || Console.ReadKey().Key !=
ConsoleKey.Backspace);

            return result;
        }
    }
class ip15_pluhatyrov_03
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            List<int> vertices = VertexCapturer.CaptureVertices();

            PrintVertices(vertices);

            List<Tuple<int, int>> edges = EdgeCapturer.CaptureEdges(vertices);
            Graph<int> graph = new Graph<int>(vertices, edges);

            PrintVertices(vertices);
            System.Console.WriteLine("Select the start vertex: ");
            int startVertex = VertexCapturer.CaptureVertex(vertices);

            Console.WriteLine(string.Join("-->", DFSalgorithm.
            DFS(graph, startVertex)));
        }

        public static void PrintHorizontalRule()
        {
            System.Console.WriteLine(new string('-', 40));
        }

        static void PrintVertices(List<int> vertices)
        {
            System.Console.WriteLine("The current graph has the next vertices:");

            foreach (int vertex in vertices)
            {
                System.Console.Write($"{vertex}  ");
            }

            System.Console.WriteLine(Environment.NewLine);
        }
    }
```

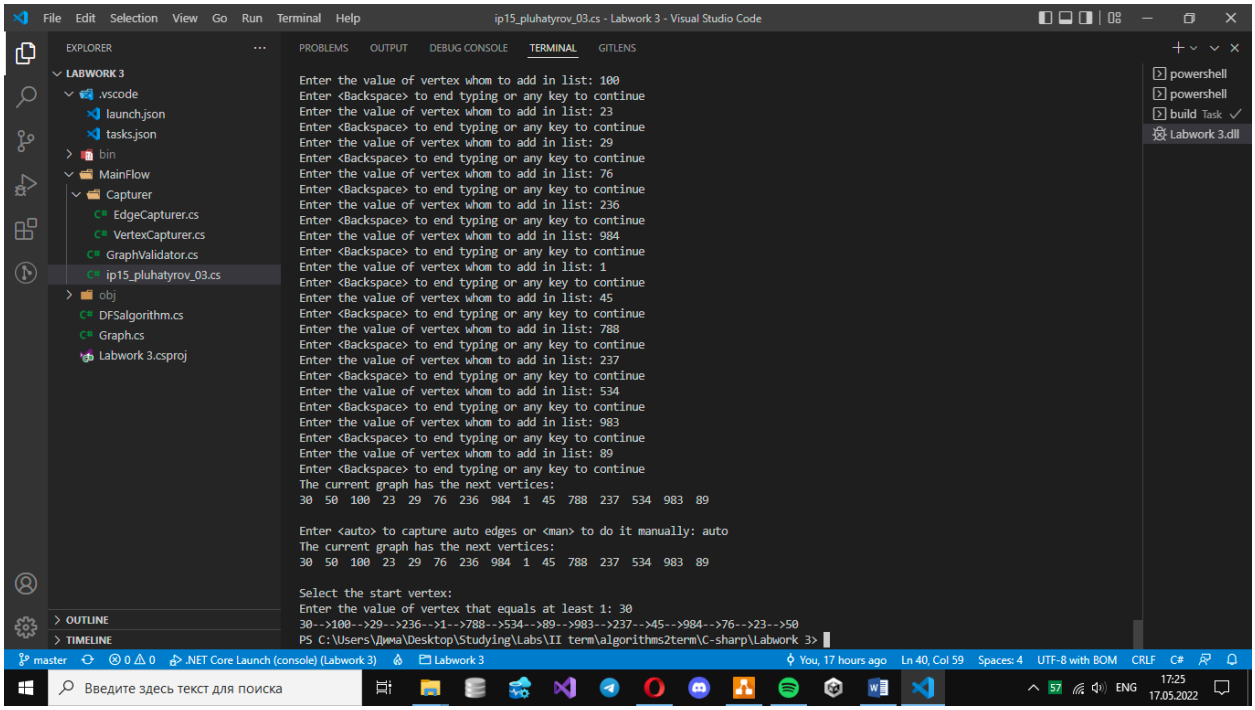
Приклад роботи графу на 7 вершин



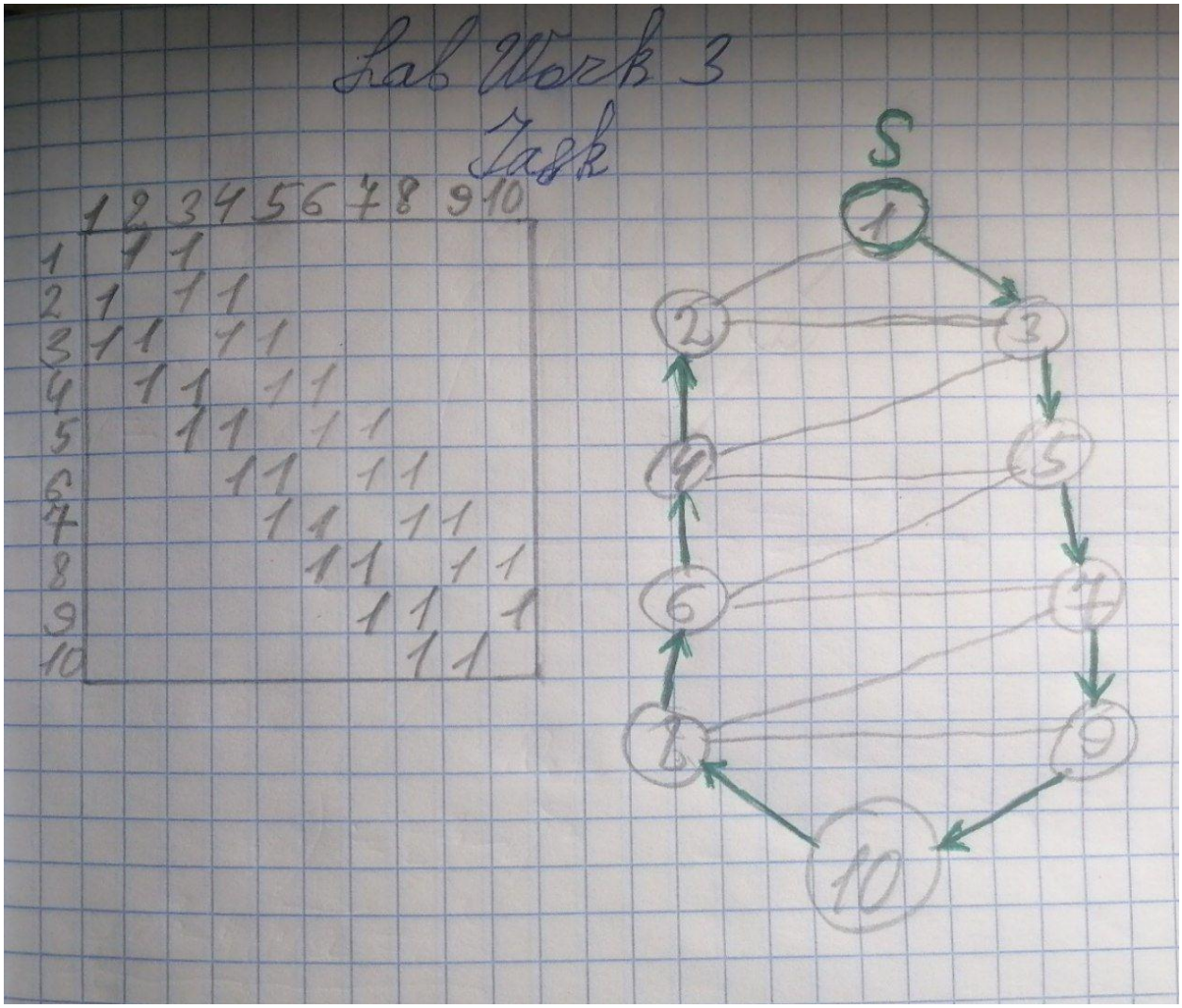


Приклад роботи графу на 15 вершин





Розв’язання задачі вручну



Висновок

На цій лабораторній роботі я реалізував алгоритм обходу графу в глибину (DFS), задаючи вершини графу матрицею суміжості автоматично або з користувацького надання даних. Цей алгоритм особливий тим, що не знаходить найкоротший прохід, а один з можливих. Програмне розв'язання задачі подібне до ручного, але дозволяє проводити розрахунки набагато швидше.