МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет радіоелектроніки, комп'ютерних систем та інфокомунікацій

Кафедра комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки (503)

Лабораторна робота № 7

Дослідження алгоритмів визначення мінімального остовного дерева
(назва лабораторної роботи)

з дисципліни *Моделі та структури даних*
(шифр)

ХАІ.503.525а.03О.123-Комп'ютерна інженерія, ПЗ №9629619

Виконав студент гр. 525а *Литвиненко А.В.*
(№ групи) (П.І.Б.)
07.12.2022
(підпис, дата)

Перевірив канд. техн. наук, доцент

А. В. Шостак
(підпис, дата) (П.І.Б.)

Харків – 2022

Тема роботи: дослідження алгоритмів мінімального остовного дерева.

Варіант 5

Задача 1

Частина 1. Постановка завдання

Умова:

Задание:

1. Разработать проект для исследования алгоритмов определения минимального остовного дерева (МОД) в соответствии с вариантом (таблица 1).

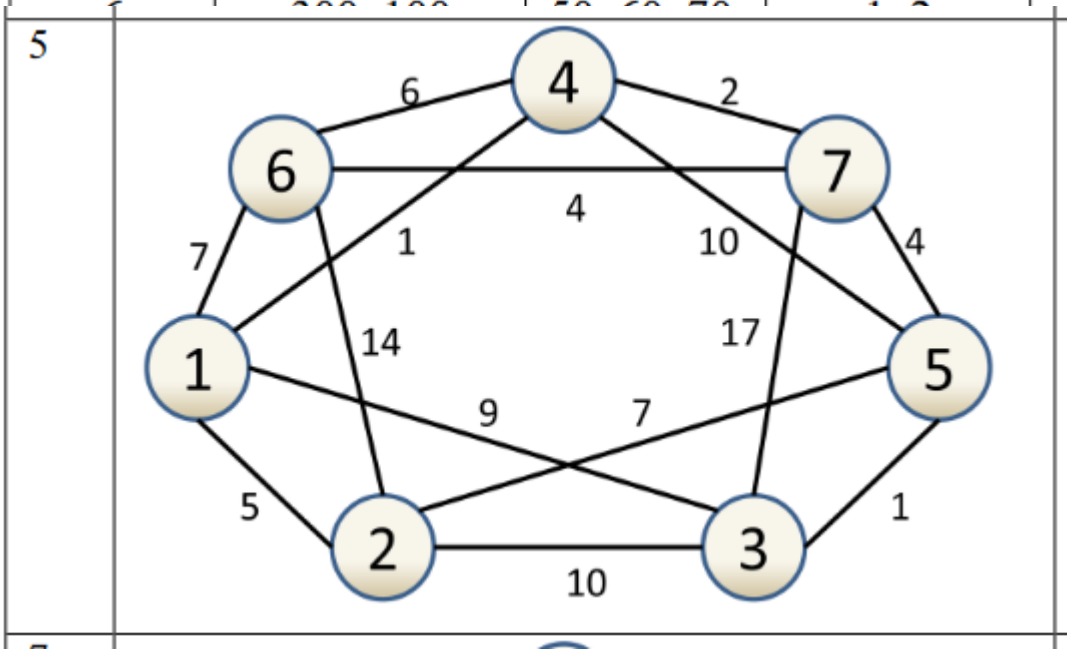
2. Создать класс для исследования алгоритмов построения МОД со следующими полями, свойствами, и методами:

- число вершин графа n,
- число ребер графа m,
- метод задания XY-координат вершин графа,
- матрица длин ребер полносвязного графа,
- метод генерации случайного связного графа на n вершинах и m ребрах,
- матрица длин ребер сгенерированного графа,
- матрица смежности графа (или/и любая другая структура для представления графа),
- очередь по приоритетам длин ребер сгенерированного графа (простейший вариант) - возвращает из оставшихся ребер ребро минимальной длины,
- метод, выводящий информацию о графе - число вершин, число ребер, матрица длин ребер, матрица смежности, матрица списка ребер и т.д.
- метод проверки связности графа,
- метод определения МОД алгоритмом Краскала (метод возвращает список ребер МОД),
- метод проверки ацикличности графа,
- метод определения безопасности вставляемого ребра для алгоритма Краскала,
- метод определения МОД алгоритмом Прима (метод возвращает список ребер МОД),
- метод определения безопасности вставляемого ребра для алгоритма Прима,
- метод определения длины МОД на основании списка ребер МОД,
- метод, выводящий информацию о МОД - число вершин, список ребер МОД, список длин ребер МОД, длина МОД.

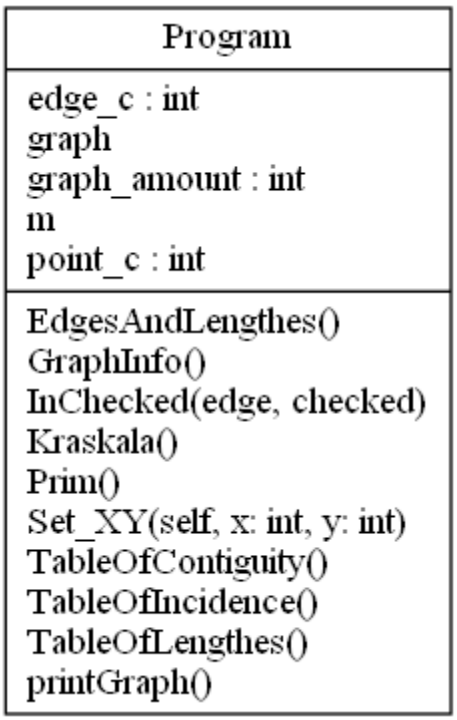
3. Разработать интерфейс проекта, *позволяющий*:
   - задавать размерность графа;
   - осуществлять выбор алгоритма определения МОД для исследования;
   - задавать координаты вершин графа;
   - выводить и редактировать координаты вершин графа;
   - задавать количество ребер графа X (в процентах от максимально возможного числа ребер – $X=m/m_{max}*100\%$) (граф должен оставаться связным);
   - выводить информацию о графе;
   - выводить информацию о построенном МОД (список ребер и длину МОД);
   - осуществлять вывод информации о результатах исследования алгоритмов (значения показателя качества работы алгоритмов).
4. Создать проект, реализующую алгоритмы определения МОД в соответствии с вариантом. В проекте *предусмотреть*:
   - реализацию интерфейса по п. 2;
   - сравнительную оценку исследуемых алгоритмов;
5. Для формирования координат вершин графа использовать датчик равномерно распределенных чисел *rand*().
6. Результатом работы алгоритма определения МОД является список вершин и длина остовного дерева.

Умова з додатка:

5	200, 100	60, 70, 80	1, 2

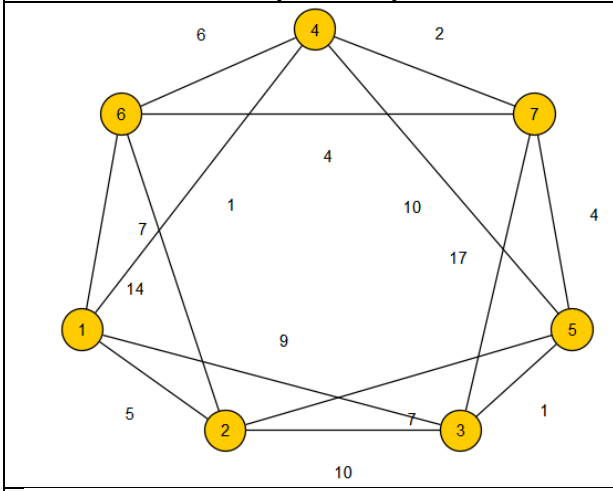
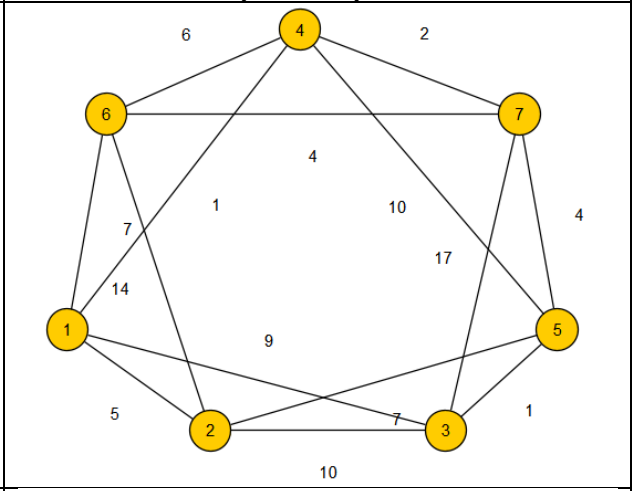
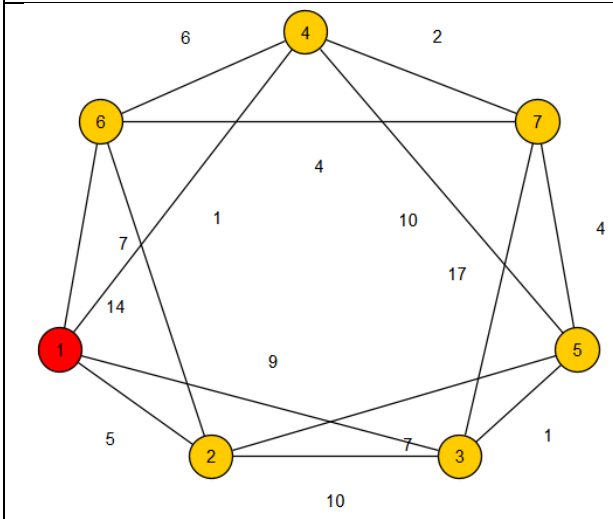
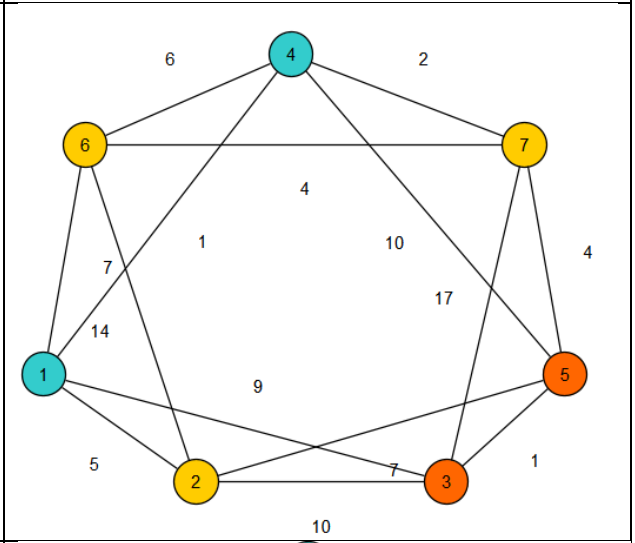
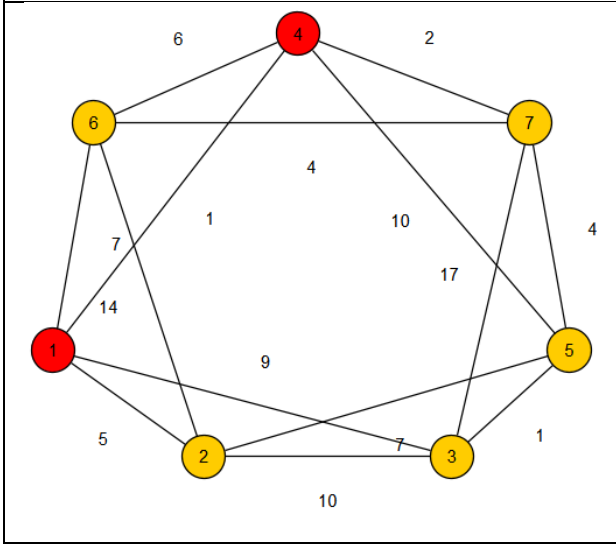
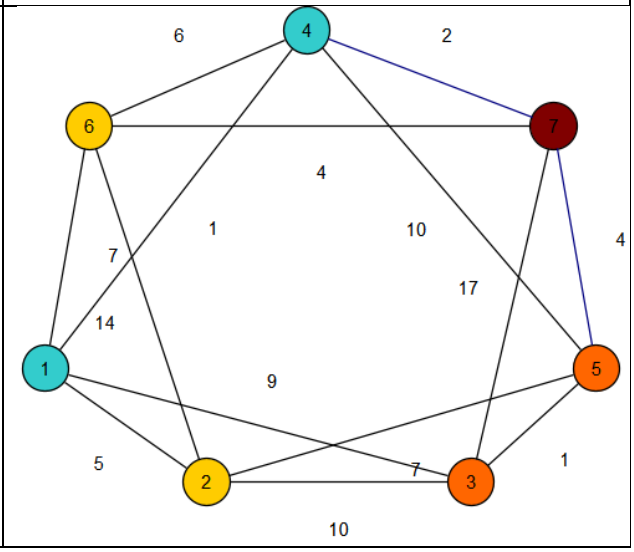


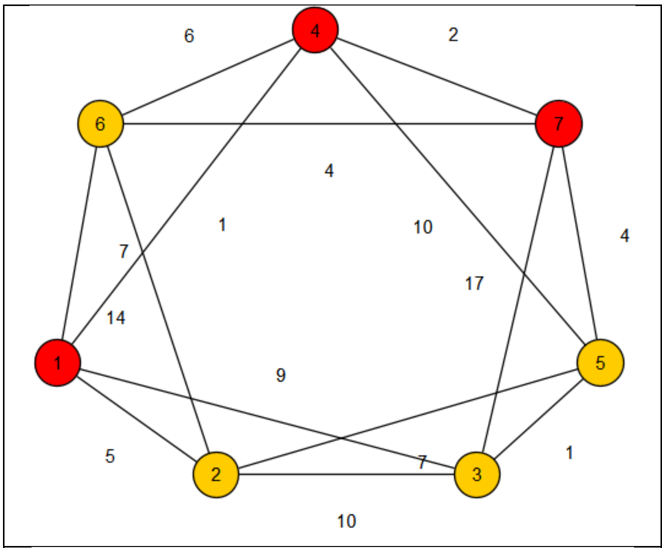
Частина 2. Діаграма класів



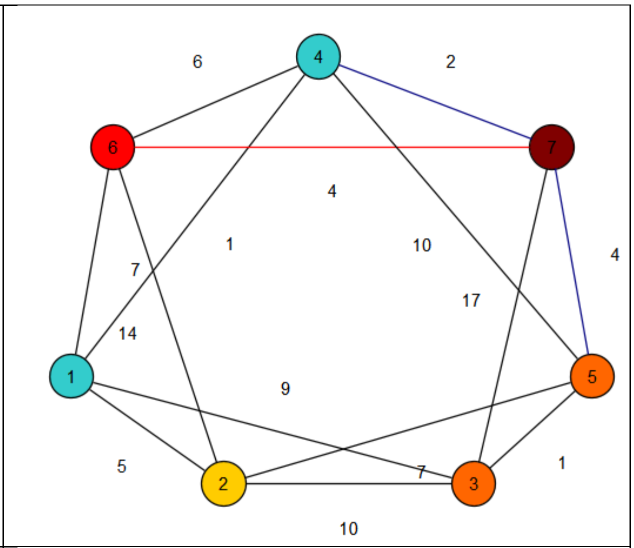
Малюнок 1 - Діаграма класів

Частина 3. Покрокова робота програми

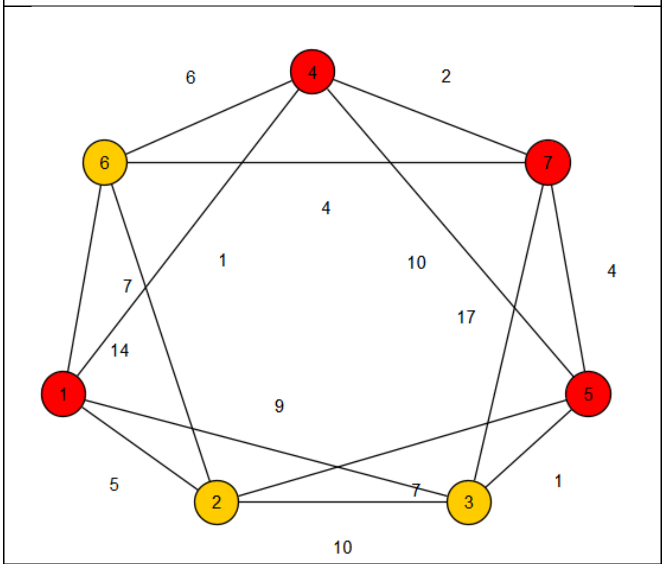
Алгоритм Прима	Алгоритм Краскала
	
	
	



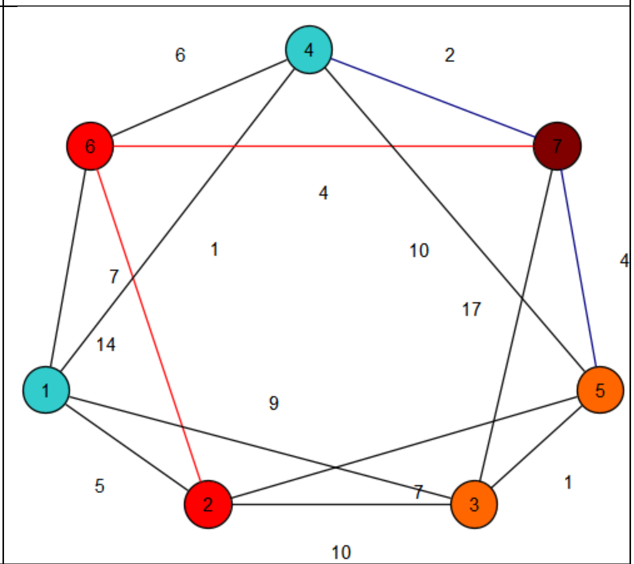
6
4
2
6
7
4
1
10
4
7
17
14
1
5
9
5
7
1
2
3
10



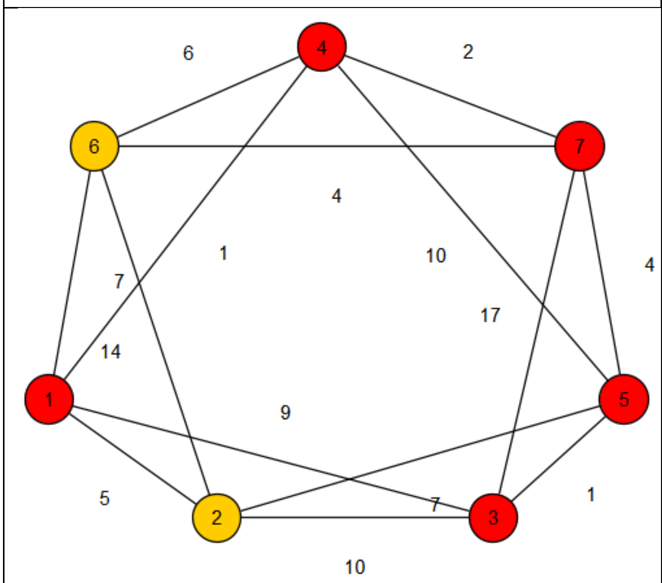
6
4
2
6
7
4
1
10
4
7
17
14
1
5
9
5
7
1
2
3
10



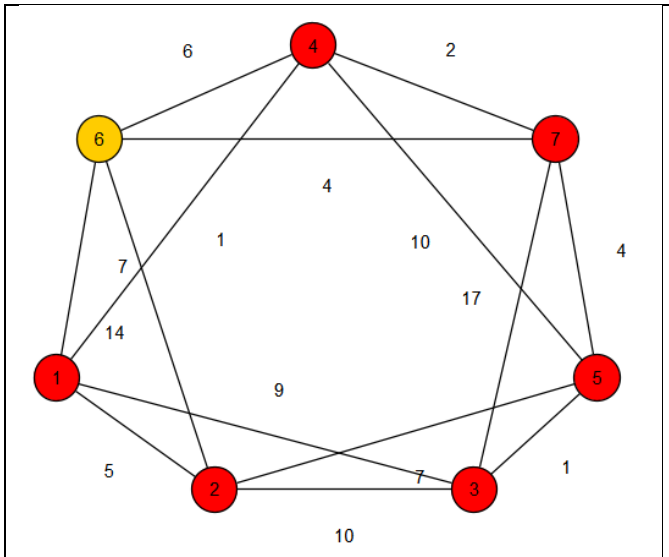
6
4
2
6
7
4
1
10
4
7
17
14
1
5
9
5
7
1
2
3
10

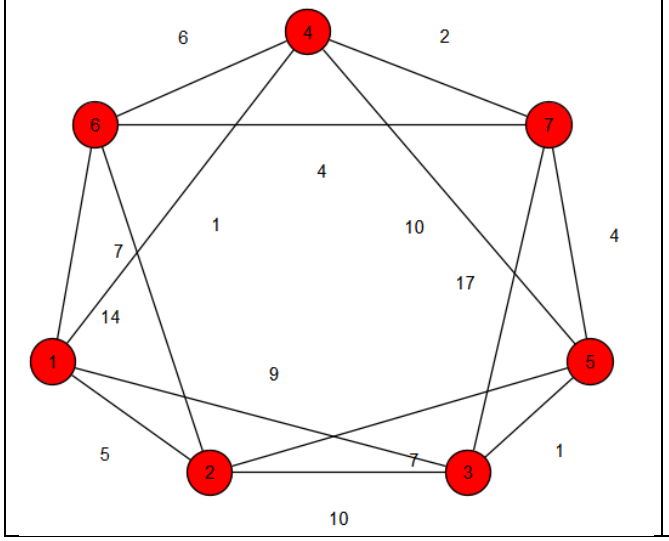


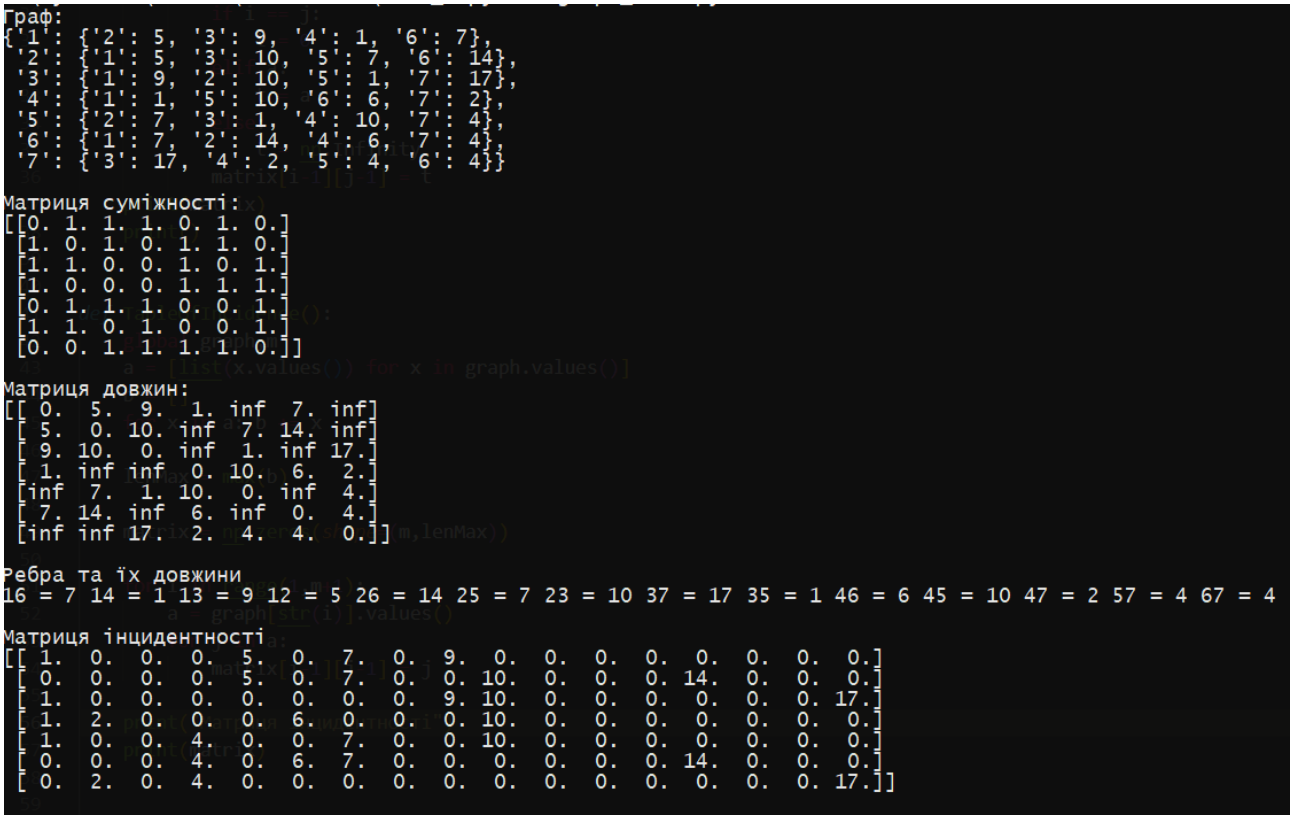
6
4
2
6
7
4
1
10
4
7
17
14
1
5
9
5
7
1
2
3
10



6
4
2
6
7
4
1
10
4
7
17
14
1
5
9
5
7
1
2
3
10


6
4
2
6
7
4
1
10
4
7
17
14
1
9
5
5
2
7
3
1
10


6
4
2
6
7
4
1
10
4
7
17
14
1
9
5
5
2
7
3
1
10



Малюнок 2 – Інформація стосовно графу

Частина 4. Текст програми

Відповідно до розробленого алгоритму в середовищі Microsoft Visual Studio була написана програма, яка наведена нижче.

Main.py

```
# MODULES
# ================================
import math
import numpy as np

from json import loads
from pprint import pprint
# ================================

# VARIANT 5
# ================================
X = 200
Y = 100
X_percents = [60,70,80]
# ================================


class Program:
    def __init__(self):
        # Initialized graphs from file
```

```
        with open("graph.json") as f:
            self.graph = loads(f.read())
        self.m = len(self.graph.keys())
        self.point_c    = 0
        self.edge_c     = 0

        self.graph_amount = 0

    @staticmethod
    def Set_XY(self, x: int, y: int):
        # Метод задания XY-координат вершин графа
        global X,Y
        X = x
        Y = y

    def Prim(self):
        def get_min(R, U):
            rm = (math.inf, -1, -1)
            for v in U:
                rr = min(R, key=lambda x: x[0] if (x[1] == v or x[2] == v) and
(x[1] not in U or x[2] not in U) else math.inf)
                if rm[0] > rr[0]:
                    rm = rr

            return rm

        graph = self.graph

        # список ребер графа (длина, вершина 1, вершина 2)
        R = []
        for key in graph.keys():
            for point in graph[key].keys():
                R.append((int(graph[key][point]), int(key), int(point)))

        print("Метод прима (МОД)")

        N = 7     # число вершин в графе
        U = {1}   # множество соединенных вершин
        T = []    # список ребер остова

        while len(U) < N:
            r = get_min(R, U)       # ребро с минимальным весом
            if r[0] == math.inf:    # если ребер нет, то остов построен
                break

            T.append(r)             # добавляем ребро в остов
            U.add(r[1])             # добавляем вершины в множество U
            U.add(r[2])

        print(T)
```

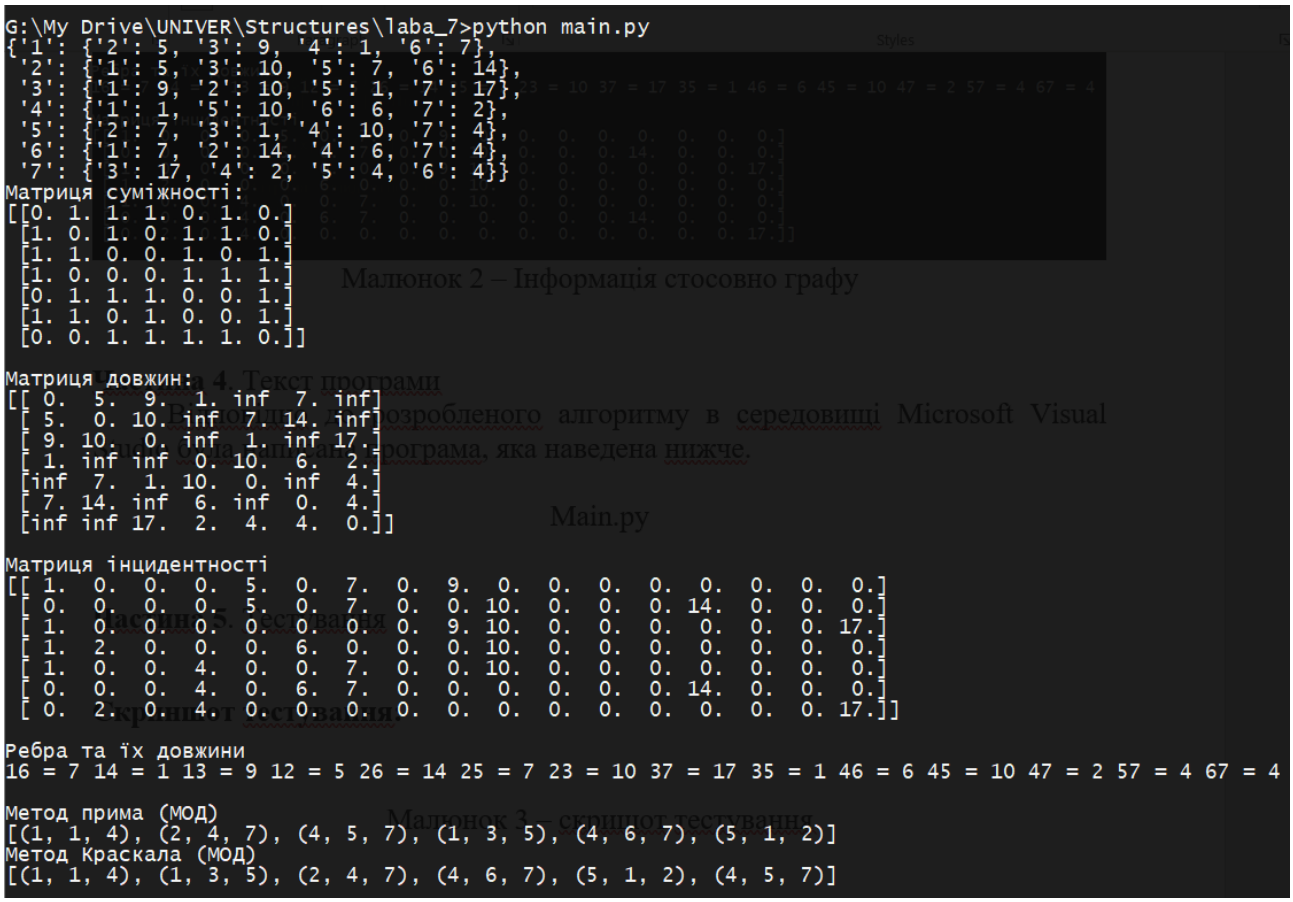
```
    def Kraskala(self):
        print("Метод Краскала (МОД)")
        graph = self.graph
        R = []

        for key in graph.keys():
            for point in graph[key].keys():
                R.append((int(graph[key][point]), int(key), int(point)))

        Rs = sorted(R, key=lambda x: x[0])
        U = set()   # список соединенных вершин
        D = {}      # словарь списка изолированных групп вершин
        T = []      # список ребер остова

        for r in Rs:
            if r[1] not in U or r[2] not in U:  # проверка для исключения циклов в
остове
                if r[1] not in U and r[2] not in U: # если обе вершины не
соединены, то
                    D[r[1]] = [r[1], r[2]]          # формируем в словаре ключ с
номерами вершин
                    D[r[2]] = D[r[1]]               # и связываем их с одним и тем
же списком вершин
                else:                           # иначе
                    if not D.get(r[1]):             # если в словаре нет первой
вершины, то
                        D[r[2]].append(r[1])        # добавляем в список первую
вершину
                        D[r[1]] = D[r[2]]           # и добавляем ключ с номером
первой вершины
                    else:
                        D[r[1]].append(r[2])        # иначе, все то же самое делаем
со второй вершиной
                        D[r[2]] = D[r[1]]

                T.append(r)             # добавляем ребро в остов
                U.add(r[1])             # добавляем вершины в множество U
                U.add(r[2])

        for r in Rs:    # проходим по ребрам второй раз и объединяем разрозненные
группы вершин
            if r[2] not in D[r[1]]:     # если вершины принадлежат разным группам,
то объединяем
                T.append(r)             # добавляем ребро в остов
                gr1 = D[r[1]]
                D[r[1]] += D[r[2]]      # объединем списки двух групп вершин
                D[r[2]] += gr1

        print(T)
```

```
    def printGraph(self):
        graph = self.graph
        pprint(graph)

    def TableOfContiguity(self):
        graph = self.graph
        m     = self.m
        print("Матриця суміжності: ")
        matrix = np.zeros(shape=(m,m))
        for i in range(1, m+1):
            for j in range(1, m+1):
                if graph[str(j)].get(str(i), 0):
                    matrix[i-1][j-1] = 1
                else:
                    matrix[i-1][j-1] = 0
        print(matrix)
        print()

    def TableOfLengthes(self):
        graph = self.graph
        m     = self.m
        print("Матриця довжин: ")
        matrix = np.zeros(shape=(m,m))
        for i in range(1, m+1):
            for j in range(1, m+1):
                a = graph[str(j)].get(str(i), 0)
                t = 0
                if i == j:
                    t = 0
                elif a:
                    t = a
                else:
                    t = np.Infinity
                matrix[i-1][j-1] = t
        print(matrix)
        print()

    def TableOfIncidence(self):
        graph = self.graph
        m     = self.m
        a = [list(x.values()) for x in graph.values()]
        b = []
        for x in a: b += x

        lenMax = max(b)

        matrix = np.zeros(shape=(m,lenMax))

        for i in range(1,m+1):
```

```
            a = graph[str(i)].values()
            for j in a:
                matrix[i-1][j-1] = j

        print("Матриця інцидентності")
        print(matrix)
        print()

    def InChecked(self, edge, checked):
        if edge in checked or edge[::-1] in checked:
            return True
        return False

    def EdgesAndLengthes(self):
        graph = self.graph
        m     = self.m
        print("Ребра та їх довжини")

        checked = []

        for point in graph.keys():
            for key in graph[point].keys():
                edge = point + str(key)

                if not self.InChecked(edge, checked):
                    print("%s = %d" % (edge, graph[point][key]), end=" ")
                    checked.append(edge)

        print("\n")

    def GraphInfo(self):
        self.printGraph()
        self.TableOfContiguity()
        self.TableOfLengthes()
        self.TableOfIncidence()
        self.EdgesAndLengthes()




m = Program()

m.GraphInfo()
m.Prim()
m.Kraskala()
```

Частина 5. Тестування

Скриншот тестування:



Малюнок 3 – скришот тестування

Висновки

Під час цієї лабораторної роботи я працював з графами та навчився використовувати їх у мові програмування. Експерементував з різними методами для дослідження МОД і намагався сам реалізувати алгоритма Прима та Краскала.