

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

### ДОСЛІДЖЕННЯ МУРАШИНИХ АЛГОРИТМІВ

**Мета:** використовуючи спеціалізовані бібліотеки та мову програмування Python навчити-ся дослідити метод мурашиних колоній.

#### Хід роботи:

Завдання. Дослідження мурашиного алгоритму на прикладі рішення задачі комівояжера.

За варіантом 22 необхідне місто – Хмельницький.

Лістинг коду файлу Task\_1.py:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Карта відстаней з феромонами
class CityMap:
    def __init__(self, distances_matrix, cities_count):
        self.distances = distances_matrix
        self.numberOfCities = cities_count
        self.pheromones = [[np.random.rand() for j in range(cities_count)] for i
in range(cities_count)]

    # Оновлення значення феромонів
    def upd_pheromones(self, evaporation_rate, pheromone_delta):
        for i, row in enumerate(self.pheromones):
            for j, col in enumerate(row):
                self.pheromones[i][j] *= (1 - evaporation_rate)
                self.pheromones[i][j] += pheromone_delta[i][j]

class Ant:
    def __init__(self, city_start):
        self.startingCity = city_start
        self.currentCity = city_start
        self.distance = 0
        self.visitedCities = [city_start]
```

					ДЧ «Житомирська політехніка».19.121.22.000 – Лр7			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чижевотря М.О.			Звіт з лабораторної роботи		Літ.	Арк.
Перевір.		Пудеко І.В.						1
Керівник								5
Н. контр.							ФІКТ Гр. ІПЗ-19-1[2]	
Зав. каф.								

```

# Переміщення мурахи в нове місто
def move(self, city_new, distance):
    self.currentCity = city_new
    self.visitedCities.append(city_new)
    self.distance += distance

class Colony:
    maxColonyCycles = 50
    pheromoneAddition = 0.0005
    pheromoneEvaporationRate = 0.2
    pheromoneImportance = 0.01
    distanceImportance = 9.5
    antCanVisitPreviousCities = False

    def __init__(self, ants_num):
        self.numberOfAnts = ants_num

    # Пошук найкоротшого шляху
    def find_route(self, city_map, city_num):
        min_dist = float('inf')
        route = []
        for cycle in range(self.maxColonyCycles):
            pheromones_delta = [[0.0 for i in range(city_map.numberOfCities)] for
j in range(city_map.numberOfCities)]
            for antNumber in range(self.numberOfAnts):
                ant = Ant(city_num)
                while len(ant.visitedCities) < city_map.numberOfCities:
                    next_city = self.get_next_city(ant, city_map)
                    ant.move(next_city,
city_map.distances[ant.currentCity][next_city])
                    ant_dist = ant.distance +
city_map.distances[ant.currentCity][ant.startingCity]
                    if ant_dist < min_dist:
                        min_dist = ant_dist
                        route = ant.visitedCities
                for city in range(len(ant.visitedCities) - 1):
                    pheromones_delta[ant.visitedCities[city]][
                        ant.visitedCities[city + 1]] += self.pheromoneAddition /
ant_dist
            city_map.upd_pheromones(self.pheromoneEvaporationRate,
pheromones_delta)

            return min_dist, route

    # Формування списку ймовірностей переміщення в місто для мурахи
    def get_probabilities(self, ant, city_map):
        result = [0 for i in range(city_map.numberOfCities)]
        total_probability = 0
        for newCity in range(city_map.numberOfCities):
            if (newCity != ant.currentCity) and (self.antCanVisitPreviousCities or
newCity not in ant.visitedCities):
                probability = pow(city_map.pheromones[ant.currentCity][newCity],
self.pheromoneImportance) * pow(
                    1 / city_map.distances[ant.currentCity][newCity],
self.distanceImportance)
                result[newCity] = probability
                total_probability += probability
            result = [result[i] / total_probability for i in
range(city_map.numberOfCities)]
        return result

```

		Чижмотря М.О.			ДУ «Житомирська політехніка».19.121.2.000 - Лр7	Арк.
		Пулеко І.В.				2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

# Вибір наступного міста для мурахи
def get_next_city(self, ant, city_map):
    probabilities = self.get_probabilities(ant, city_map)
    random_value = np.random.rand()
    for i in range(city_map.numberOfCities):
        if probabilities[i] > random_value:
            return i
        else:
            random_value -= probabilities[i]
    return -1

# Відстані між містами
distance = [
    [0, 645, 868, 125, 748, 366, 256, 316, 1057, 382, 360, 471, 428, 593, 311,
    844, 602, 232, 575, 734, 521, 120,
    343, 312, 396],
    [645, 0, 252, 664, 81, 901, 533, 294, 394, 805, 975, 343, 468, 196, 957, 446,
    430, 877, 1130, 213, 376, 765,
    324, 891, 672],
    [868, 252, 0, 858, 217, 1171, 727, 520, 148, 1111, 1221, 611, 731, 390, 1045,
    591, 706, 1100, 1391, 335, 560,
    988, 547, 1141, 867],
    [125, 664, 858, 0, 738, 431, 131, 407, 1182, 257, 423, 677, 557, 468, 187,
    803, 477, 298, 671, 690, 624, 185,
    321, 389, 271],
    [748, 81, 217, 738, 0, 1119, 607, 303, 365, 681, 833, 377, 497, 270, 925, 365,
    477, 977, 1488, 287, 297, 875,
    405, 957, 747],
    [366, 901, 1171, 431, 1119, 0, 561, 618, 1402, 328, 135, 747, 627, 898, 296,
    1070, 908, 134, 280, 1040, 798,
    246, 709, 143, 701],
    [256, 533, 727, 131, 607, 561, 0, 298, 811, 388, 550, 490, 489, 337, 318, 972,
    346, 427, 806, 478, 551, 315,
    190, 538, 149],
    [316, 294, 520, 407, 303, 618, 298, 0, 668, 664, 710, 174, 294, 246, 627, 570,
    506, 547, 883, 387, 225, 435,
    126, 637, 363],
    [1057, 394, 148, 1182, 365, 1402, 811, 668, 0, 1199, 1379, 857, 977, 474,
    1129, 739, 253, 1289, 1539, 333, 806,
    1177, 706, 1292, 951],
    [382, 805, 1111, 257, 681, 328, 388, 664, 1199, 0, 152, 780, 856, 725, 70,
    1052, 734, 159, 413, 866, 869, 263,
    578, 336, 949],
    [360, 975, 1221, 423, 833, 135, 550, 710, 1379, 152, 0, 850, 970, 891, 232,
    1173, 896, 128, 261, 1028, 1141,
    240, 740, 278, 690],
    [471, 343, 611, 677, 377, 747, 490, 174, 857, 780, 850, 0, 120, 420, 864, 282,
    681, 754, 999, 556, 51, 590, 300,
    642, 640],
    [428, 468, 731, 557, 497, 627, 489, 294, 977, 856, 970, 120, 0, 540, 741, 392,
    800, 660, 1009, 831, 171, 548,
    420, 515, 529],
    [593, 196, 390, 468, 270, 898, 337, 246, 474, 725, 891, 420, 540, 0, 665, 635,
    261, 825, 1149, 141, 471, 653,
    279, 892, 477],
    [311, 957, 1045, 187, 925, 296, 318, 627, 1129, 70, 232, 864, 741, 665, 0,
    1157, 664, 162, 484, 805, 834, 193,
    508, 331, 458],
    [844, 446, 591, 803, 365, 1070, 972, 570, 739, 1052, 1173, 282, 392, 635,
    1157, 0, 896, 1097, 1363, 652, 221,
    964, 696, 981, 1112],
    [602, 430, 706, 477, 477, 908, 346, 506, 253, 734, 896, 681, 800, 261, 664,

```

		Чижмоторя М.О.			ДУ «Житомирська політехніка».19.121.2.000 – Лр7	Арк.
		Пулеко І.В.				3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

896, 0, 774, 1138, 190, 732, 662,
    540, 883, 350],
[232, 877, 1100, 298, 977, 134, 427, 547, 1289, 159, 128, 754, 660, 825, 162,
1097, 774, 0, 338, 987, 831, 112,
    575, 176, 568],
[575, 1130, 1391, 671, 1488, 280, 806, 883, 1539, 413, 261, 999, 1009, 1149,
484, 1363, 1138, 338, 0, 1299,
    1065, 455, 984, 444, 951],
[734, 213, 335, 690, 287, 1040, 478, 387, 333, 866, 1028, 556, 831, 141, 805,
652, 190, 987, 1299, 0, 576, 854,
    420, 1036, 608],
[521, 376, 560, 624, 297, 798, 551, 225, 806, 869, 1141, 51, 171, 471, 834,
221, 732, 831, 1065, 576, 0, 641,
    351, 713, 691],
[120, 765, 988, 185, 875, 246, 315, 435, 1177, 263, 240, 590, 548, 653, 193,
964, 662, 112, 455, 854, 641, 0,
    463, 190, 455],
[343, 324, 547, 321, 405, 709, 190, 126, 706, 578, 740, 300, 420, 279, 508,
696, 540, 575, 984, 420, 351, 463,
    0, 660, 330],
[312, 891, 1141, 389, 957, 143, 538, 637, 1292, 336, 278, 642, 515, 892, 331,
981, 883, 176, 444, 1036, 713,
    190, 660, 0, 695],
[396, 672, 867, 271, 747, 701, 149, 363, 951, 949, 690, 640, 529, 477, 458,
1112, 350, 568, 951, 608, 691, 455,
    330, 695, 0]
]

# Список міст
cities = [
    'Вінниця', 'Дніпро', 'Донецьк', 'Житомир', 'Запоріжжя', 'Івано-Франківськ',
    'Київ', 'Кропивницький',
    'Луганськ', 'Луцьк', 'Львів', 'Миколаїв', 'Одеса', 'Полтава', 'Рівне',
    'Сімферополь', 'Суми', 'Тернопіль',
    'Ужгород', 'Харків', 'Херсон', 'Хмельницький', 'Черкаси', 'Чернівці',
    'Чернігів'
]

if __name__ == '__main__':
    # Пошук відповіді задачі
    cityMap = CityMap(distance, len(distance[0]))
    colony = Colony(len(distance[0]))
    result = colony.find_route(cityMap, 22)
    print(f"Отриманий найкоротший шлях: {result[0]} км")

    # Вивід отриманого маршруту
    cityRoutes = "Отриманий маршрут: "
    for i in result[1]:
        cityRoutes += cities[i]
        if i != result[1][-1]:
            cityRoutes += "->"
    print(cityRoutes)

    # Графічне відображення отриманих даних
    fig = plt.figure(figsize=(13, 13))
    plt.xticks([i + 1 for i in range(25)])
    plt.yticks([i for i in range(25)], cities)
    plt.xlabel("Номери міст")
    plt.ylabel("Назви міст")
    plt.title("Оптимальний маршрут мурахи")
    plt.plot([i + 1 for i in range(25)], result[1], ms=12, marker='*', mfc='r',
             mec='black', mew=2, color='black', ls="--")

```

		Чижмотря М.О.			ДУ «Житомирська політехніка».19.121.2.000 - Лр7	Арк.
		Пулеко І.В.				4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```
plt.grid()
plt.show()
```

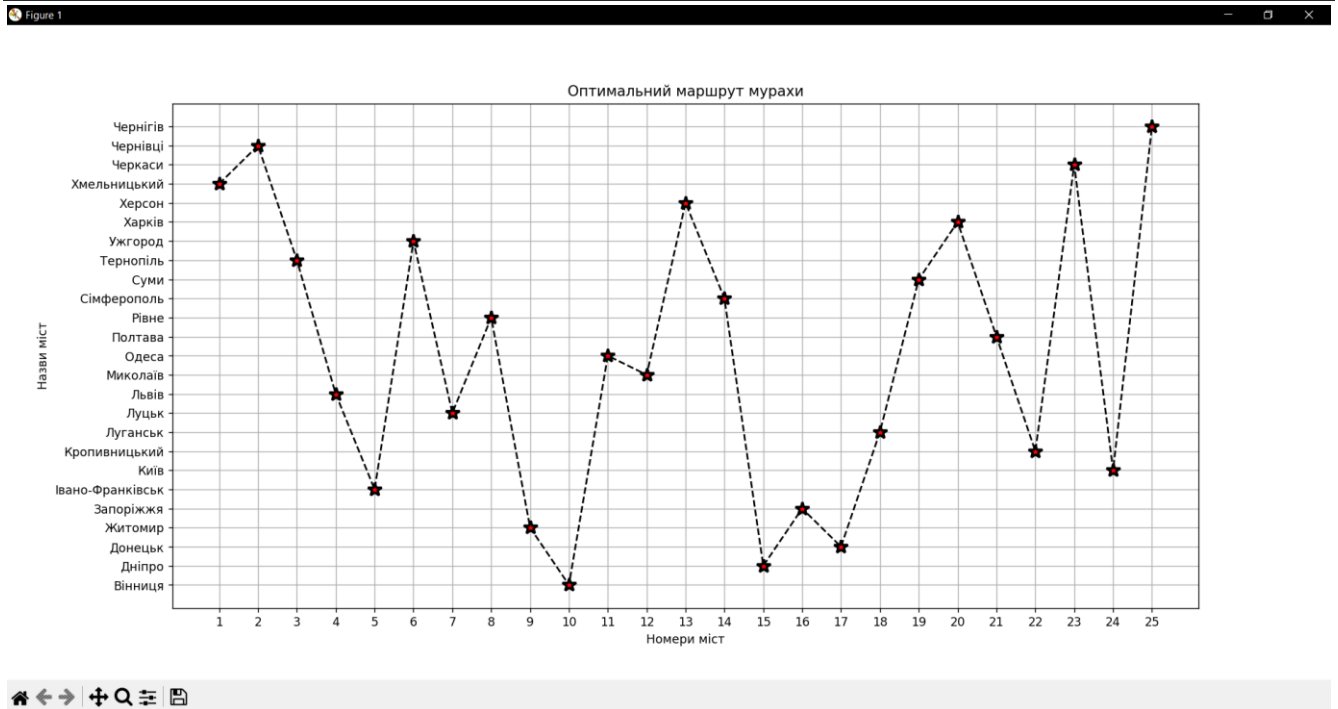


Рис.7.1 – Графічне відображення пройденого оптимального шляху

Отриманий найкоротший шлях: 5166 км  
 Отриманий маршрут: Хмельницький->Чернівці->Тернопіль->Львів->Івано-Франківськ->Ужгород->Луцьк->Рівне->Житомир->Вінниця->Одеса->Миколаїв->Херсон->Сімферополь->Дніпро->Запоріжжя->Донецьк->Луганськ

Рис.7.2 – Текстове повідомлення від програми після виконання роботи

**Висновок:** під час виконання завдання лабораторної роботи отримано досліджено метод мурашиних колоній та навички роботи з ним використовуючи спеціалізовані бібліотеки та мову програмування Python.

Протягом виконання завдання було розроблено класи CityMap, Ant, Colony та розроблено методи для них для реалізації мурашиного алгоритму та пошуку найкоротшого шляху до кожного міста від стартового за варіантом.

Github: [https://github.com/mikrorobot/Python\\_AI](https://github.com/mikrorobot/Python_AI)

		Чижморя М.О.			ДУ «Житомирська політехніка».19.121.2.000 – Лр7	Арк.
		Пулко І.В.				5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		