

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

XVIII Міжнародна
науково-практична конференція
молодих вчених, курсантів та студентів

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ



Львів-2023



МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*XVIII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих вчених, курсантів та
студентів*

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Львів – 2023

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

- Голова:** **Василь ПОПОВИЧ** – т.в.о. проректора з науково-дослідної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, доктор технічних наук, професор;
- Заступники голови:** **Сергій СМЕЛЬЯНЕНКО** – начальник відділу організації науково-дослідної діяльності, к.т.н., ст. досл., ЛДУ БЖД;
Василь КАРАБИН – д.т.н., доцент, начальник Навчально-наукового інституту психології та соціального захисту, ЛДУ БЖД;
Андрій ЛІН – к.т.н., доцент, начальник Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, ЛДУ БЖД;
Ольга МЕНЬШИКОВА – к.ф.-м.н., доцент, заступник начальника Навчально-наукового інституту цивільного захисту, ЛДУ БЖД;
- Члени наукового комітету:** **Henryk POLCIK** – PhD, SEW, Cracow, Poland;
Rafal MATUSZKIEWICZ – MSFS, Warsaw, Poland;
Oksana TELAK – Doctor of Sciences, MSFS, Warsaw, Poland ;
Oliver WICHE – PhD, TUBAF, Freiberg, Germany ;
Izabella GRABOWSKA-LEPCZAK – PhD, MSFS, Warsaw, Poland ;
Dariusz SKALSKI – Doctor of Sciences, Professor, UPES, Gdansk, Poland;
Jerzy TELAK – Doctor of Sciences, Professor, ASE, Warszawa, Poland;
Ausra MAZEIKIENE – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Environmental Protection and Water Engineering, VGTU;
Юрій СТАРОДУБ – д.ф.-м.н., професор, професор відділу організації науково-дослідної діяльності, ЛДУ БЖД;
Роман ЛАВРЕЦЬКИЙ – к.і.н., доцент, учений секретар Університету, ЛДУ БЖД;
- Члени оргкомітету:** **Юрій РУДИК** – д.т.н., доцент, головний науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності, ЛДУ БЖД;
Ярослав КИРИЛІВ – к.т.н., с.н.с., старший науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності, ЛДУ БЖД;
Іван ПАСНАК – к.т.н., доцент, заступник начальника Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, ЛДУ БЖД;
Ірина БАБІЙ – к.пед.н., заступник начальника Навчально-наукового інституту психології та соціального захисту, ЛДУ БЖД;
Тарас БОЙКО – к.т.н., заступник начальника Навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки, ЛДУ БЖД;

УДК 519.852

ПОБУДОВА НАЙКОРОТШИХ КІЛЬЦЕВИХ МАРШРУТІВ У ПАКЕТІ MAPLE

Олена Сало

О.Ю. Чмир, кандидат фізико-математичних наук, доцент
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

У роботі розглянуто задачу про кільцевий маршрут. Математичну модель цієї задачі можна описати так: маємо певну кількість пунктів, які потрібно відвідати один раз і повернутись назад. При цьому відома відстань між пунктами. За допомогою функцій пакету Maple знайдено розв'язок цієї задачі.

Ключові слова: задача про кільцевий маршрут, найкоротший маршрут, граф, пакет Maple.

CONSTRUCTION OF THE SHORTEST RING ROUTES IN THE MAPLE PACKAGE

Olena Salo

O.Yu. Chmyr, Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor
Lviv State University of the Life Safety

The problem of a circular route was considered in the paper. The mathematical model of this problem can be described as follows: there are exist a certain number of points that need to be visited once and returned. At the same time, the distance between the points is known. The solution of this problem was found using the functions of the Maple package.

Keywords: circular route problem, shortest route, graph, Maple package.

В XIX ст. у книзі “Хто такий комівояжер і що він повинен зробити для процвітання свого підприємства” вперше було сформульовано задачу про кільцевий маршрут або задачу комівояжера. У загальному випадку задача про кільцевий маршрут формулюється наступним чином: є множина вузлів деякої мережі, відстань між якими відома. Треба знайти такий найкоротший маршрут, який проходить через усі вузли, причому лише один раз через кожний з решти вузлів мережі, тобто без повторного відвідування. Сформульована задача має надто складне розв'язання. Алгоритм, який забезпечує знаходження розв'язку, в термінах теорії графів полягає в побудові найкоротших маршрутів між центральною вершиною графа і рештою його вершин та послідовному об'єднанні маршрутів в кільцевий маршрут.

Програмний пакет аналітичних обчислень Maple є інструментом вирішення багатьох математичних завдань. У програмі Maple вбудовано функцію для розв'язання задачі про кільцевий маршрут `TravelingSalesman`.

Також у цій програмі існує потужний пакет для розв'язування задач з теорії графів GraphTheory. Продемонструємо це все на задачі.

Задача. Нехай деякий бензовоз-потяг повинен дозавправити 9 рейсових літаків, які знаходяться на різних місцях стоянки льотної частини аеропорту. Матриця відстаней (м) між стоянками літаків має наступний вигляд:

$$\begin{pmatrix} 0 & 480 & 450 & 500 & 440 & 490 & 430 & 400 & 510 & 520 \\ 540 & 0 & 480 & 510 & 530 & 510 & 490 & 500 & 450 & 470 \\ 390 & 420 & 0 & 410 & 360 & 400 & 380 & 410 & 420 & 380 \\ 320 & 370 & 340 & 0 & 330 & 380 & 390 & 310 & 330 & 360 \\ 600 & 540 & 590 & 540 & 0 & 550 & 610 & 570 & 580 & 620 \\ 300 & 350 & 330 & 340 & 310 & 0 & 320 & 360 & 390 & 370 \\ 700 & 690 & 680 & 710 & 660 & 650 & 0 & 710 & 700 & 720 \\ 380 & 320 & 330 & 340 & 400 & 390 & 390 & 0 & 360 & 360 \\ 510 & 520 & 530 & 500 & 540 & 560 & 590 & 580 & 0 & 520 \\ 720 & 720 & 730 & 780 & 790 & 800 & 710 & 720 & 730 & 0 \end{pmatrix} \cdot [1]$$

Скласти кільцевий маршрут автотранспорту з мінімальною величиною його пробігу за умови дозавправки всіх літаків, якщо перший рядок матриці відповідає початковому пункту відправки бензовоза-потяга.

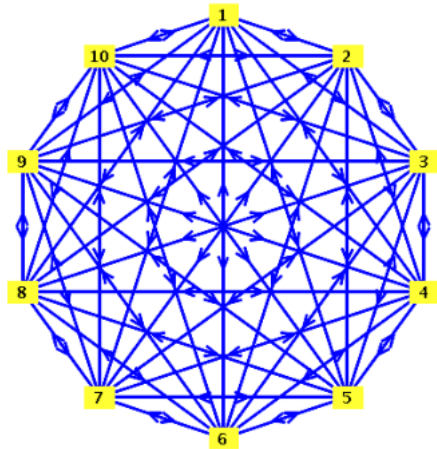
Використовуючи програму Maple, розв'яжемо цю задачу [2].

[> restart; with(GraphTheory) :

Задаємо матрицю відстаней

$$\begin{array}{l} > A := \begin{bmatrix} 0 & 480 & 450 & 500 & 440 & 490 & 430 & 400 & 510 & 520 \\ 540 & 0 & 480 & 510 & 530 & 510 & 490 & 500 & 450 & 470 \\ 390 & 420 & 0 & 410 & 360 & 400 & 380 & 410 & 420 & 380 \\ 320 & 370 & 340 & 0 & 330 & 380 & 390 & 310 & 330 & 360 \\ 600 & 540 & 590 & 540 & 0 & 550 & 610 & 570 & 580 & 620 \\ 300 & 350 & 330 & 340 & 310 & 0 & 320 & 360 & 390 & 370 \\ 700 & 690 & 680 & 710 & 660 & 650 & 0 & 710 & 700 & 720 \\ 380 & 320 & 330 & 340 & 400 & 390 & 390 & 0 & 360 & 360 \\ 510 & 520 & 530 & 500 & 540 & 560 & 590 & 580 & 0 & 520 \\ 720 & 720 & 730 & 780 & 790 & 800 & 710 & 720 & 730 & 0 \end{bmatrix} : \end{array}$$

```
> G := Graph(A) : DrawGraph(G);
```



```
> w, tour := TravelingSalesman(G); tour;
```

```
w, tour = 4590, [1, 8, 3, 10, 7, 6, 5, 2, 9, 4, 1]  
[1, 8, 3, 10, 7, 6, 5, 2, 9, 4, 1]
```

Розв'язання цієї задачі привело до висновку, що мінімальна величина пробігу за умови дозаправки всіх літаків становить 4590 (м). При цьому від початкового пункту відправки бензовоз-потяг має їхати спершу до 7 літака, потім – 2 літака, 9 літака, 6 літака, 5 літака, 4 літака, 1 літака, 8 літака та вкінці – до 3 літака і повернутись до початкового пункту.

Література

1. Бех О.В., Городня Т.А., Щербак А.Ф. Математичне програмування: Навчальний посібник. Львів: “Магнолія 2006”, 2007. 200 с.
2. Махней О.В., Гой Т.П. Математичне забезпечення автоматизації прикладних досліджень. Івано-Франківськ: Сімик, 2013. 304 с.

References

1. Bex O.V., Gorodnya T.A., Shcherbak A.F. Mathematical programming: Tutorial. Lviv: “Magnoliya 2006”. 200 p. (2007)
2. Makhney O.V., Goy T.P. Mathematical support of automation of applied research. Ivano-Frankivsk: Simyk. 304 p. (2013)

Владислав Мельник, Сергій Єременко, Андрій Пруський, Тарас Скоробагатько, ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЯК ЧАСТИНИ ЗАГАЛЬНОЇ ДЕРЖАВНОЇ БЕЗПЕКИ.....	477
Катерина Черкашина, Н.О. Косенко, ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	482
Вікторія Ващук, Софія Писаревська, З.М. Яремко, ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ В УКРАЇНІ В 2022 РОЦІ.....	485
Максим Збитковський, В.О. Балицька, ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГІЯ: ДО ПИТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ «ЗЕЛЕНИХ» ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	491
Марія Карвацька, Б.М. Михалічко, ІНГІБУВАЛЬНИЙ ВПЛИВ КОНЦЕНТРОВАНИХ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ НЕОРГАНІЧНИХ СОЛЕЙ D-МЕТАЛІВ.....	494
М. Л. Коній, КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД У ВІДНОВЛЕННІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ПСИХО-ЕМОЦІЙНОГО СТАНУ НАСЕЛЕННЯ ВНАСЛІДОК РОСІЙСЬКОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ.....	498
Надія Петрів, І. П. Кравець, НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН НАШОЇ ПЛАНЕТИ.....	503
Олена Сало, О.Ю. Чмир, ПОБУДОВА НАЙКОРОТШИХ КІЛЬЦЕВИХ МАРШРУТІВ У ПАКЕТІ MAPLE.....	507
Ірина Федів, Jonas Mažeika, К.В. Степова, ПОКРАЩЕННЯ АДСОРБЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КЛИНОПТИЛОЛІТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД АМОНІЮ ТА ФОСФАТІВ.....	510
Аліна Шесняк, Н.М. Гринчишин, УРАЖЕННЯ ДЕРЕВ ОМЕЛОЮ БІЛОЮ В МІСТАХ ЯК ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА.....	514
Вікторія Возна, І.П. Кравець, ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧКИ РОСЬ.....	518