

**Алгоритм розв'язання задачі комівояжера із використанням
MICROSOFT EXCEL та OPEN OFFICE CALC
Студентова Є.А.
(переклад українською)**

Задача комівояжера — одна з найважливіших задач транспортної логістики. Її суть полягає у знаходженні найкращого маршруту, тобто найкоротшого, а отже, найменш витратного у часовому (і, відповідно, економічному) відношенні.

За умовою задачі «комівояжер» виїжджає з деякого початкового міста й відвідує інші міста у кількості $n-1$, де n — загальна кількість пунктів призначення. Задається матриця відстаней $\{C_{ij}\}$ між пунктами, де i та j змінюються від 1 до n . При цьому необхідно врахувати такі обмеження:

- комівояжер в'їжджає до кожного пункту лише один раз;
- комівояжер виїжджає з кожного пункту лише один раз;
- маршрут є замкненим, без петель.

Алгоритм розв'язання задачі в Microsoft Excel або OpenOffice Calc складається з таких етапів:

1. Визначення змінних — X_{ij} .

У задачі комівояжера змінна X_{ij} може приймати одне з двох можливих значень:

- 1 — якщо здійснюється поїздка з пункту i до пункту j ;
- 0 — якщо поїздка не здійснюється.

Тобто X_{ij} є булевою змінною.

2. Складання цільової функції.

Цільова функція задачі комівояжера — це добуток матриці відстаней $\{C_{ij}\}$ та матриці змінних $\{X_{ij}\}$

В Excel для цього передбачено функцію

СУММПРОИЗВ(C_{ij} ; X_{ij})

(у новіших версіях — SUMPRODUCT(C_{ij} ; X_{ij})),

а в OpenOffice Calc — аналогічну функцію SUMPRODUCT(C_{ij} ; X_{ij}).

3. Опис обмежень:

- щоб комівояжер в'їжджав і виїжджав із кожного пункту лише один раз, змінні задаються булевими, а сума значень змінних по кожному стовпцю (j) і кожному рядку (i) має дорівнювати одиниці;
- для забезпечення замкненості маршруту й відсутності петель вводяться додаткові змінні U і задається обмеження:

$$U_i - U_j + nX_{ij} \leq n - 1,$$

де $i, j = 2, \dots, n$.

Саме це обмеження визначає послідовність відвідування пунктів.

4. Особливості введення даних:

У матриці відстаней потрібно вказати числа і для відстаней між містами «із самими собою». Такі відстані дорівнюють нулю, але щоб програма не враховувала їх у пошуку оптимального маршруту, цим клітинкам призначають значення, значно більші за максимальну відстань у задачі.

5. **Організація даних** на аркуші Excel або OpenOffice Calc.

6. **Виклик надбудови «Пошук рішення» (Solver):**

- в Excel: *Дані* → *Аналіз* → *Пошук рішення*
- (у старіших версіях: *Сервіс* → *Пошук рішення*);
- в Calc: *Сервіс* → *Розв'язувач*.

7. **Задання Solver'у необхідних параметрів і**

8. **Отримання оптимального рішення.**

Примітки

Дотримання описаних кроків дозволяє знайти оптимальний маршрут комівояжера як у Microsoft Excel, так і в OpenOffice Calc.

Варто врахувати, що надбудова «Пошук рішення» в Excel має обмеження на кількість обмежень задачі. Зокрема, у Excel зручно розв'язувати задачі з кількістю пунктів **до 10**, коли загальне число формульних обмежень не перевищує 100. В OpenOffice Calc («Розв'язувач») таких обмежень немає, але із додаванням кожного нового пункту час пошуку оптимального маршруту збільшується.

Список використаних джерел

1. Сера О.В. *Застосування процедури кластеризації при розв'язанні задачі комівояжера високої розмірності з використанням генетичного алгоритму* // Вісник НТУ «ХПІ». – 2006. – №23. – С. 164–169.
2. *Пошук рішень* [Електронний ресурс]. – URL: <http://exsolver.narod.ru/solver.html>