



**Українська Федерація Інформатики  
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України  
Вищий навчальний заклад Укоопспілки  
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»  
(ПУЕТ)**

# **ІНФОРМАТИКА ТА СИСТЕМНІ НАУКИ (ІСН-2015)**

**МАТЕРІАЛИ  
VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕН-  
ЦІЇ ЗА МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ**

**(м. Полтава, 19-21 березня 2015 року)**

За редакцією професора О. О. Ємця

**Полтава  
ПУЕТ  
2015**

УДК 519.161

## РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА ТА ВІДОБРАЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТУ ЗА ДОПОМОГОЮ СЕРВІСУ GOOGLE MAPS

*А. В. Морозов, к. т. н.; К. В. Квітка; Є. О. Гришукун*  
*Житомирський державний технологічний університет*  
*morozov.andriy@gmail.com*

**Вступ.** Загальна задача комівояжера (ЗЗК) полягає в знаходженні найкоротшого замкнутого маршруту, який проходить через зазначені міста хоча б один раз. Розробка методу рішення для ЗЗК реальної розмірності, є практично важливим завданням. Враховуючи те, що ЗЗК NP-повна, її точні методи вимагають значних обчислювальних ресурсів. Тому альтернативою точним методам є ефективні алгоритми, які за поліноміальний час забезпечують результат з гарантованою похибкою.

Для вирішення ЗЗК розроблено мобільний додаток – програмний продукт, який включає в себе метод побудови найкоротших замкнутих маршрутів у транспортній мережі за умови, що пункти маршруту можна відвідувати більше одного разу. Програмний продукт дозволяє ефективно вирішити і відобразити результат своєї роботи на реальній мапі світу, використовуючи мобільний пристрій. Аналогів даного мобільного додатку поки не знайдено.

Один з підходів до вирішення ЗЗК полягає в послідовному виконанні двох відомих алгоритмів комбінаторної оптимізації:

- спочатку ЗЗК зводиться до метричної симетричної задачі комівояжера (МЗК) поліноміальним перетворенням вихідного зваженого графа в повний метричний граф.

- після цього знаходиться розв'язок МЗК, який дозволяє визначити необхідний, шуканий маршрут.

Запропонований підхід забезпечує побудову як точного, так і наближеного рішення ЗЗК в залежності від того, як вирішується МЗК: точно або наближено. Для МЗК відомо ряд ефективних алгоритмів з оцінкою точності, асимптотично прагнучих до константи із зростанням розміру вхідних даних. Включення ефек-

тивної процедури розв'язання МЗК з гарантованою похибкою в метод вирішення ЗЗК дозволяє оцінити його точність, яка досягається за поліноміальний час.

**Алгоритм. S0.**  $H = (V, U)$  - зв'язний зважений граф з множиною вершин  $V$ ,  $V = n$ , і множиною ребер  $U$ ,  $d_{ij}$  - матриця ваг ребер графа  $H$ , де  $d_{ij} \in R_0^+$ , якщо  $i, j \in U$ , та  $d_{ii} = \infty$  інакше,  $i, j = 1, n, R_0^+$  - множина дійсних невід'ємних чисел.

S1. Алгоритмом Форда-Уоршелла побудувати матрицю  $\alpha_{ij}$  найкоротших ланцюгів між усіма парами вершин графа  $H$  і матрицю  $D$   $\alpha_{ij}$ , в якій елемент  $i, j$ , рівний вазі  $D$   $\alpha_{ij}$ , ланцюга  $\alpha_{ij}$  матриць  $\alpha_{ij}$  та  $D$   $\alpha_{ij}$  визначають повний зважений граф  $H_\alpha = (V, E_\alpha)$ , де кожне ребро  $i, j$  замінює ланцюг  $\alpha_{ij}$  в графі  $H$ .

S2. У графі  $H_\alpha$  знайти обхід мінімальної вартості будь-яким відомим методом вирішення МЗК.

S3. Побудувати оптимальне рішення ЗЗК в результаті заміни кожного ребра  $i, j \in U$  на ланцюг  $\alpha_{ij}$  графа  $H$ .

На кроці S2 застосовані алгоритми, побудовані за схемою класичного методу розв'язання ЗК (метод Літгла).

**Схема роботи.** Розроблений мобільний додаток включає в себе реалізацію методу побудови замкнених маршрутів для розв'язання ЗЗК, а також містить:

- серверну і клієнтську частину;
- об'єкт, на якому розраховуються маршрути - реальна мапа світу, з існуючими та відображеними на ній шляхами;
- інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і зручне відображення результуючого маршруту, із зазначенням загальної довжини оптимального шляху;
- мінімальні витрати ресурсів при роботі програми.

Основні етапи роботи розробленого програмного продукту, відображені на рис. 1.

Відстань розраховується за допомогою сервісу Google Maps API, з урахуванням доріг з одностороннім рухом, дорогами з неякісним покриттям, а також перевантажених доріг і заторів.



*Рис. 1. Основна схема роботи системи*

**Огляд аналогів.** На сьогоднішній день авторам не відомі аналоги розробленого мобільного додатку. Тільки окремо взяті модулі за своїм призначенням схожі з існуючими системами: Google Maps, Яндекс Карти або іншими аналогічними їм геоінформаційними системами.

Google Maps є однією з кращих комп'ютерних технологій для картографування, тому що у наданій мапі світу інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, високий рівень деталізації, а знаходження оптимального маршруту між двома точками здійснюється за мінімальний час.

Яндекс сервіс надає мапи великих міст Росії, України, Білорусії, Казахстану та інших країн СНД, нехтуючи детальним відображенням інших країн і значно поступаючись Google Maps. Крім того, використовуючи даний сервіс, неможливо вирішувати завдання прокладки маршруту (класична задача комівояжера, ЗЗК).

**Висновок.** Запропоновано метод пошуку точних розв'язків загальної задачі комівояжера, яка полягає у знаходженні найкоротшого замкнутого маршруту, що проходить через зазначені міста хоча б один раз. Розроблено клієнт-серверний додаток, який реалізовує точний метод побудови розв'язків ЗЗК з використанням сервісу Google Maps.

### *Література*

1. Панишев А. В. Модели и методы оптимизации замкнутых маршрутов на транспортной сети / А. В. Панишев, А. В. Морозов. – Житомир, ЖГТУ, 2014. – 316 с.