

УДК 004.42:519.8

**ЗАДАЧА РОЗРАХУНКУ ОПТИМАЛЬНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИТЕЛІВ
НЕВЕЛИКИХ МІСТ ПИТНОЮ ВОДОЮ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ
ВИПАДКАХ**

Закабула Олексій

Науковий керівник: канд. техн. наук, доцент Мельников О. Ю.

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна

В статті акцентовано увагу на важливості забезпечення жителів невеликих міст питною водою в екстремальних випадках. Наведено перелік завдань, які треба вирішити для якісної реалізації поставленої задачі. Надано перелік мікрорайонів, відстаней між ними та чисельність населення у кожному мікрорайоні міста Торецьк Донецької області. Описано існуючий процес доставки води у цьому місті. Наведено декілька застосунків, за допомогою яких можна частково вирішити задачу. Запропоновано використання задачі комівояжера як основної.

Ключові слова: водозабезпечення, оптимальний маршрут, застосунок, задача комівояжера.

The task of calculating the optimal supply of drinking water to residents of small towns in extreme cases

Zakabula Oleksij

Scientific supervisor: Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Melnykov O. Yu.

Donbas State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine

The article emphasizes the importance of providing residents of small towns with drinking water in extreme cases. The list of tasks which need to be solved for qualitative realization of the set task is resulted. The list of microdistricts, distances between them and the population in each microdistrict of the city of Toretsk of Donetsk region is given. The existing process of water delivery in this city is described. Here are some applications that can be used to partially solve the problem. It is proposed to use the task of a salesman as the main one.

Key words: water supply, optimal route, application, salesman task.

Забезпечення житлового фонду водою питної якості є стратегічним завданням держави по забезпеченню життєвої й санітарно-гігієнічної безпеки

населення. При реалізації водопровідно-каналізаційної продукції населенню важливо не тільки вирішувати завдання рентабельності підприємств водопостачання й водовідведення, але й задовольняти потреби соціального характеру [1-2].

Система водопостачання, яка функціонує у більшості міст, може бути порушена в результаті техногенних катастроф або інших екстремальних подій, і доставка води споживачеві здійснюється за допомогою спеціалізованого автотранспорту [3]. У районах (мікрорайонах, окремих кварталах, робочих селищах) міста розташовуються тимчасові пункти розливу питної води з автоцистерн у тару споживача [4].

При цьому необхідно вирішити цілий ряд завдань, наприклад:

- визначити оптимальний маршрут спеціалізованого автотранспорту;
- скласти оптимальний графік руху спеціалізованого автотранспорту;
- інші.

Припускаємо наступне:

- є в наявності N спеціалізованих машин (автоцистерн), $N \geq 1$;
- є в наявності список M районів (мікрорайонів) міста із позначенням чисельності населення S_i у кожному (усього у місті $S_s = \sum_{i=1}^M S_i$ мешканців);
- є в наявності таблиця відстаней між районами з урахуванням можливості або заборони прямого проїзду між кожною парою районів;
- початок шляху може бути з різних місць: а) усі машини виходять із однієї обраної точки; б) кожна машина може почати рух з обраної для неї точки;
- може бути обмеження на обсяг води (наприклад, 18 літрів на людину).

Також приймаємо допущення, що всі спеціалізовані машини (автоцистерни) однакові (мають ідентичні швидкісні характеристики й можуть перевозити однаковий обсяг води).

Необхідно вирішити наступні задачі.

1. Припускаючи, що виходить одна машина, розрахувати оптимальний її маршрут (сумарна довжина шляху повинна бути мінімальною). Особливість: місце початку шляху (перший з мікрорайонів) вказується користувачем.

2. У продовження попереднього завдання скласти графік руху по обчисленому маршруті (час прибуття в кожен мікрорайон), якщо є середній час обслуговування одного жителя і який відсоток населення безпосередньо виходить за водою.

3. Обчислити рекомендовану (оптимальну) кількість машин N ($1..N_{max}$), виходячи з обмежень: а) мінімальний і максимальний об'єми води на кожного жителя; б) виділені ліміти на паливо. Переміщення між мікрорайонами тут не враховуємо, приймається загальне число жителів у місті.

4. Припускаючи, що виходить N машин, розрахувати оптимальний маршрут проїзду кожної машин, щоб: а) сумарна довжина кожного шляху була мінімальною; б) сумарна чисельність населення в мікрорайонах, що обслуговуються кожною машиною, була приблизно однаковою. (Тобто різниця між «охопленими» машиною мікрорайонами й середнім числом на машину S_{sm} / N повинна прямувати до нуля).

5. У продовження попереднього завдання скласти графіки руху по обчислених маршрутах (час прибуття до кожного мікрорайону), якщо є середній час обслуговування одного жителя.

Як розрахунковий приклад візьмемо дані по місту Торезк Донецької області [5], рис. 1, табл. 1, табл. 2.

Таблиця 1

Чисельність жителів, люд.

№ з/п	Мікрорайон (назва)	Чисельність, люд.
1.	Саманні	3325
2.	Мікрорайон	9392
3.	Центр	11495
4.	Приватний сектор	3870
5.	Центральний ринок	3395
6.	Забалка	2901

Відстань між мікрорайонами, м

	Саманні	Мікрорайон	Приватний сектор	Центр	Центральний ринок	Забалка
Саманні	X	1310	900	1860	4800	4640
Мікрорайон	1310	X	803	2420	4530	4175
Приватний сектор	900	803	X	295	4050	3520
Центр	1860	1390	295	X	1370	546
Центральний ринок	4800	4530	4050	1370	X	4920
Забалка	4640	4175	3520	546	4920	X

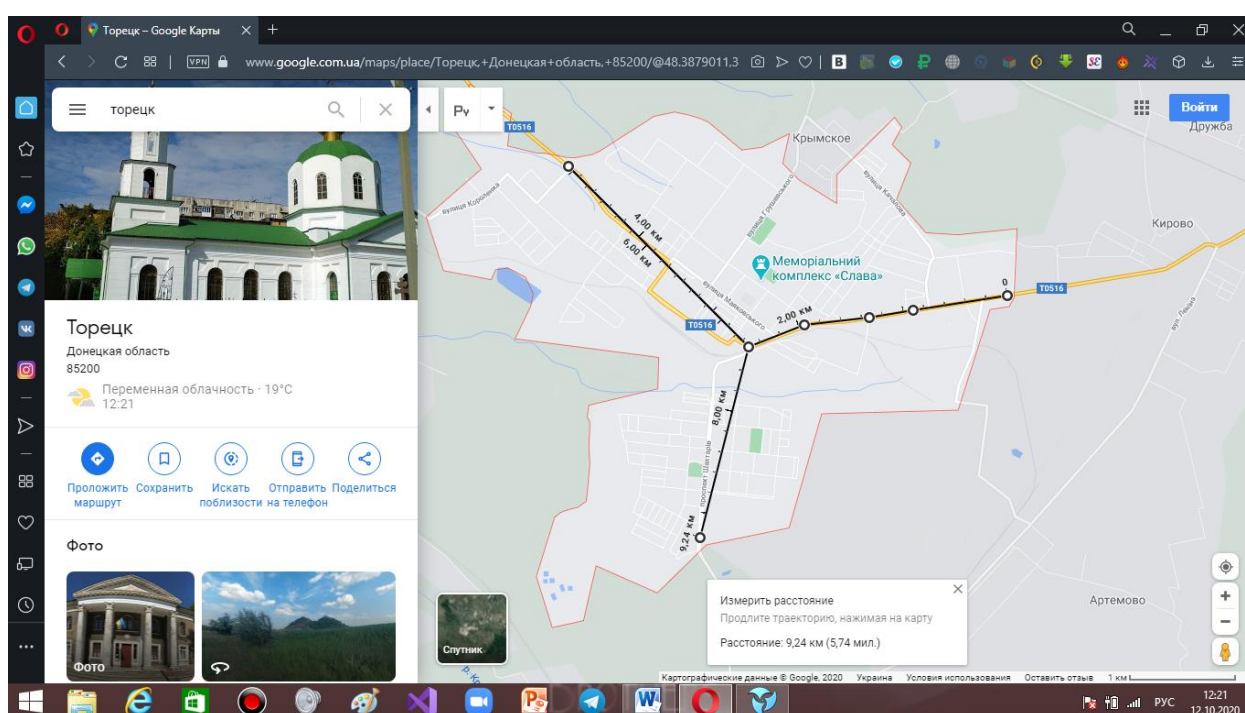


Рис. 1 – Місто Торезк

Зараз доставка здійснюється з початкової точки, за яку беруться «Саманні» й, таким чином, воду розвозять по наступних трьох пунктах до перехрестя головної дороги, де треба вибирати, яка точка буде останньою, і який маршрут буде зручніше самому водієві. Як правило, останньою зупинкою буде «Центральний ринок», тому що далі машина може прямувати до іншого населеного пункту – Бахмуту. Особливістю маршруту також є те, що короткого шляху або об'їзду немає, машина одна, і це підвищує витрати часу на розвіз

води по районах. Так само, через велику різницю в кількості людей у тих або інших точках, час доставки води в певний пункт важко розрахувати.

Для рішення задачі знаходження оптимального маршруту є низка застосунків, наприклад:

– Route4Me Route Planner [6] – дозволяє обрати оптимальний маршрут, коли потрібно доставити вантаж в кілька місць;

– ABM Rinkai TMS [7] – програма для автоматизації транспортної логістики підприємства, де в одному рішенні об'єднане планування маршрутів, контроль виконання, інформування клієнтів, аналіз й оцінка ефективності використання транспортних ресурсів; сервіс хмарний, надається в оренду, не вимагає встановлення на сервери компанії;

– Мурашина логістика [8] – хмарна система керування транспортом, яка містить автоматичне планування маршрутів, оцінку рентабельності точок доставки, GPS-контроль маршрутів руху тощо.

Усі наведені застосунки не можуть вирішити усі проблеми, наведені раніше, тому актуальним стає питання створення єдиної моделі та її реалізації в середовищі програмування.

Оскільки головна задача полягає в знаходженні оптимального маршруту прямування машини з водою, за основу доцільно взяти задачу комівояжера [9-10], яку можна вирішити низкою методів, наприклад: повного перебору, випадкового перебору, найдешевшого включення, мінімального остовного дерева тощо.

Далі проектується додаток (застосунок) та здійснюється його програмна реалізація в середовищі візуального програмування.

Список літератури

1. Свинцов А.П. Реализация водопроводно-канализационной продукции на сегментированном рынке для жилищного фонда / А.П. Свинцов, А.Н. Малов, Г.Х. Масри // Водоснабжение и санитарная техника. – 2009. – № 2. – С. 23-27.

2. Сученко В.Н. Водоснабжение населения как социально значимое благо / В.Н. Сученко, Д.К. Гришин, Аль-харами Тами // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. – 2010. – №2. – С. 61-66.
3. Цистерны для молока и водовозы ЗИЛ // Режим доступа: http://www.tank-cars.ru/vodovozy_molokovozy
4. Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2002, № 16, ст.112) // Режим доступа: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2047-19>
5. Місто Торецьк. GoogleMaps // Режим доступа: <https://www.google.com.ua/maps/place/Торецк,+Донецкая+область,+85200>
6. Route4Me Route Planner // Режим доступа: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.route4me.routeoptimizer&hl=en_US&gl=US
7. ABM Rinkai TMS // Режим доступа: <https://tms.abmcloud.com>
8. Муравьиная логистика // Режим доступа: <https://ant-logistics.com>
9. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е.С. Вентцель. – М.: Высшая школа, 2004. – 208 с.
10. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій / Ю.П.Зайченко. – Київ: ЗАТ «Віпол», 2000. – 688 с.