

УДК 004.42:519.8

*Закабула О.Ю., студент 2-го курсу
спеціальності 126 «Інформаційні системи
та технології»*

*Мельников О.Ю., к. т. н., доцент, доцент
кафедри інтелектуальних систем
прийняття рішень*

РОЗРАХУНОК ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ПРОЇЗДУ ТА СКЛАДАННЯ ГРАФІКУ РУХУ АВТОЦИСТЕРНИ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ НЕВЕЛИКОГО МІСТА ПИТНОЮ ВОДОЮ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ВИПАДКАХ

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ

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. У районах (мікрорайонах, окремих кварталах, робочих селищах) міста розташовуються тимчасові пункти розливу питної води з автоцистерн у тару споживача [1]. При цьому важливо визначити оптимальний маршрут спеціалізованого автотранспорту та скласти графік його руху.

В наявності є список районів (мікрорайонів) міста із позначенням чисельності населення у кожному і таблиця відстаней між ними. Необхідно розрахувати оптимальний маршрут цистерни (сумарна довжина шляху повинна бути мінімальною). Місце початку шляху (перший з мікрорайонів) може бути змінено. Як приклад візьмемо дані по місту Торецьк Донецької області [2], усі табличні дані наведено у [3].

Класична постановка задачі пошуку оптимального шляху має назву «задача про комівояжера» [4-5] та виглядає так: є N місць, які повинен обійти комівояжер з мінімальними витратами; у кожному з них комівояжер повинен побувати тільки один раз, тобто треба обов'язково обійти усі місця, при цьому не побувавши в жоднім місці двічі; неодмінною умовою і єдиним змістом задачі є пошук самого вигідного шляху.

Сформулюємо математичну постановку нашої задачі:

$$F(X) = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M C_{ij} \cdot X_{ij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де:

M – кількість мікрорайонів із зупинками цистерни для споживачів;

C_{ij} – «витрати на перехід» з i -го мікрорайону в j -й, тобто відстань між цими мікрорайонами, $i, j = 1..M$;

X_{ij} – матриця переходів ($i, j = 1..M, i \neq j$) з компонентами:

$X_{ij} = 1$, якщо цистерна робить переїзд з i -го мікрорайону в j -й,

$X_{ij} = 0$, якщо цистерна не робить цього переїзду.

Маємо обмеження:

$$\sum_{i=1}^M X_{ij} = 1, j = 1..M, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^M X_{ij} = 1, i = 1..M, \quad (3)$$

$$U_i - U_j + M \cdot X_{ij} \leq M-1, i, j = 1..M, i \neq j. \quad (4)$$

Умова (2) означає, що цистерна з кожного мікрорайону виїжджає тільки один раз; умова (3) – в'їжджає в кожен мікрорайон тільки один раз; умова (4) забезпечує замкнутість маршруту, що містить M мікрорайонів, і не має замкнутих внутрішніх петель.

Оскільки кількість мікрорайонів у місті Торезьк дорівнює 6, для рішення задачі можна застосувати метод повного перебору, що вимагає перебору максимум $(n-1)!$ варіантів ($5! = 120$).

Далі було створено додаток (застосунок) у середовищі візуального програмування. На Рисунок 1-4 наведено форми вхідних даних, на Рисунок 5-6 – результати розрахунків.

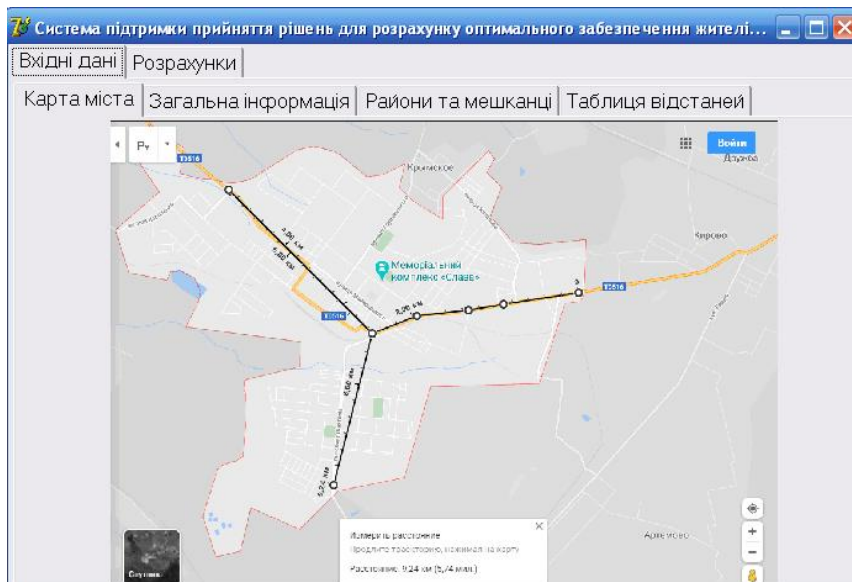


Рисунок 1 – Вхідні дані: «Карта міста»

Система підтримки прийняття рішень для розрахунку о	
Вхідні дані Розрахунки	
Карта міста Загальна інформація Райони та м	
Параметр	Значення
Кількість автомобілів	1
Об'єм кожної цистерни, л	4000
Середній час обслуговування, хв	1,5
Відсоток населення	1

Рисунок 2 – Вхідні дані: «Загальна інформація»

Система підтримки прийняття рішень для розрахунку оптимального

Вхідні дані Розрахунки

Карта міста Загальна інформація Райони та мешканці

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

Рисунок 3 – Вхідні дані: «Райони та мешканці»

Система підтримки прийняття рішень для розрахунку оптимального забезпечення жителі...

Вхідні дані Розрахунки

Карта міста Загальна інформація Райони та мешканці Таблиця відстаней

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

Рисунок 4 – Вхідні дані: «Таблиця відстаней»

Система підтримки прийняття рішень для розрахунку оптимального забезпечення жителі...

Вхідні дані Розрахунки

Початок руху:

- ☒ Саманні
- ☐ Мікрорайон
- ☐ Приватний сектор
- ☐ Центр
- ☐ Забалка
- ☐ Центральний ринок

Початковий час:

09:00

Старт!

☐ Вибраження в одну строку ☒ Очищення вікна виводу

Оптимальний шлях:

(1) Саманні
 (2) Мікрорайон
 (3) Приватний сектор
 (5) Забалка
 (4) Центр
 (6) Центральний ринок

Пройдено: 7549м.
 Виїзд: 09:00

(1) Саманні: 9:00:00 - 9:50:00
 (2) Мікрорайон: 9:52:00 - 12:13:00
 (3) Приватний сектор: 12:14:00 - 13:12:00
 (5) Забалка: 13:17:00 - 14:01:00
 (4) Центр: 14:02:00 - 16:54:00
 (6) Центральний ринок: 16:56:00 - 17:47:00

Рисунок 5 – Розрахунок з району «Саманні»

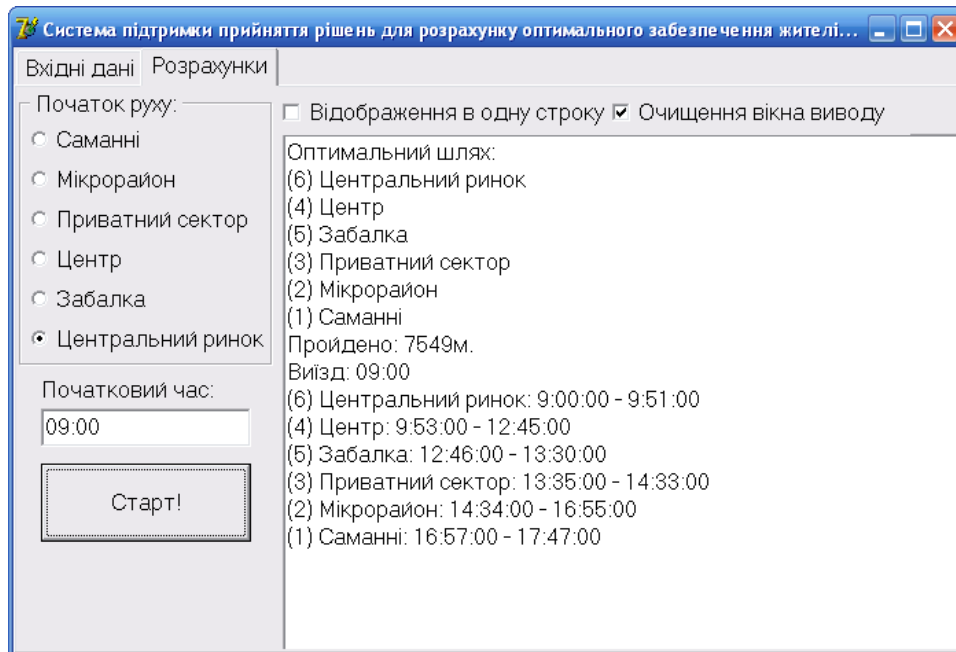


Рисунок 6 – Розрахунок з району «Центральний ринок»

Здійснені розрахунки відповідають існуючому маршруту цистерни, тобто модель є адекватною. Графік руху по обчисленому маршруті (час прибуття в кожен мікрорайон) наведено. Далі потрібно обчислити рекомендовану (оптимальну) кількість машин для задоволення потреб населення.

Список літературних джерел

1. Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2002, № 16, ст.112) // Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2047-19>
2. Місто Торецьк. GoogleMaps // Режим доступу: <https://www.google.com.ua/maps/place/Торецьк,+Донецкая+область,+85200>
3. Закабула О.Ю. Задача розрахунку оптимального забезпечення жителів невеликих міст питною водою в екстремальних випадках / О. Ю. Закабула // Наукові записки молодих учених, 2020. – №6. – <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1749>
4. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология / Е.С. Вентцель. – М.: Высшая школа, 2004. – 208 с
5. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій / Ю.П.Зайченко. – Київ: ЗАТ «Віпол», 2000. – 688 с.