

**Н.М. ЖУРАВЕЛЬ, В.О. ГУЖВА**, канд. техн. наук, професор

### **Розробка системи щодо поводження з твердими побутовими відходами**

Першочерговим завданням у вирішенні проблеми поводження з твердими побутовими відходами є розробка оптимальних систем їх збору і транспортування. Зволікання з видаленням відходів з місць утворення неприпустимо, тому що це може призвести до серйозного забруднення міст. Проблема твердих побутових відходів є актуальною, оскільки її рішення пов'язане з необхідністю забезпечення нормальної життєдіяльності населення, санітарного очищення міст, охорони навколишнього середовища та ресурсозбереження.

Аналіз літературних джерел показав, що для вирішення проблем в сфері поводження з твердими побутовими відходами можна успішно використовувати математичне моделювання. Отже, щоб зменшити витрати в системі щодо поводження з відходами пропонується вирішити наступні задачі:

розмістити сміттєперевантажувальну та сміттєсортувальну станцію (пропонується для цього використати апарат теорії графів);

знайти оптимальний маршрут вивезення сміття з місць його збору з мінімальним кілометражем (пошук ейлерового чи гамільтонового контурів);

обрати технічні засоби для транспортування твердих побутових відходів (за допомогою побудови областей ефективності марок сміттєвозів з парку взаємозамінних машин).

Для організації пошуку розміщення станції представимо маршрути та відправні точки у вигляді графа. Таким чином, отримаємо граф  $G(X, A)$ , де  $X$  – множина вершин, тобто перехресть,  $A$  – множина дуг, тобто доріг, які з'єднують перехрестя, що відповідають вершинам графа. Необхідно розташувати станцію таким чином, щоб сума найкоротших відстаней із місць накопичення твердих побутових відходів до неї була мінімальною. В теорії графів оптимальне у цьому сенсі місце розташування пункту називається медіаною графа. Для знаходження місць розміщення станції пропонується шукати зовнішню або внутрішню медіани графа.

Існує кілька методів пошуку найкоротших відстаней в графі [1]:

- алгоритм Дейкстри (пошук найкоротших відстаней від заданої вершини);
- алгоритми Флойда та Данцига (алгоритми пошуку найкоротших відстаней між всіма парами вершин у графі).

Алгоритми Флойда і Данцига, на відміну від алгоритму Дейкстри, який дозволяє побудувати орієнтоване дерево найкоротших відстаней від деякої вершини, дозволяють знайти довжини всіх найкоротших відстаней в графі. Ця задача може бути вирішена і багатократним застосуванням алгоритму Дейкстри (кожного разу послідовно вибираємо вершину від першої до  $N$ -ної, поки не

отримаємо найкоротші відстані між всіма вершинами графа), проте реалізація подібної процедури потребує значних обчислювальних витрат.

Для розв'язання задачі пошуку оптимального маршруту візьмемо той же граф  $G(X,A)$ , де величина  $c(a_j)$  – вага ребра – відповідає довжині дороги. Потрібно знайти маршрут найменшого кілометражу. Тоді задача збору відходів з місць їх накопичення у термінах теорії графів може бути вирішена наступними способами: пошуком ейлерового чи гамільтонового контуру. Задача знаходження гамільтонового контуру з найменшою вагою в літературі відома як задача комівояжера [2]. Її недоліком є те, що не кожний граф містить у собі гамільтонів контур. Тоді знаходять ейлерів контур. Якщо неможливо знайти і ейлерів контур, то розв'язують задачу китайського листиноші, яка завжди має розв'язок. Вона полягає у пошуку найкоротшого маршруту, що включає кожне ребро графу щонайменш один раз і закінчується у початковій вершині, з якої починався рух. У [2] наведено алгоритм розв'язання задачі китайського листиноші.

Для розв'язання задачі вибору технічних засобів (сміттєвозів) необхідно побудувати області ефективного застосування взаємозамінних машин парку сміттєвозів, що складається з  $q$  типорозмірів. Скориставшись побудованими областями ефективного застосування, із заданого парку сміттєвозів вибрати марку машини для виконання робіт з перевезення твердих побутових відходів в обсязі  $V_c$  і переміщення на відстань  $L_m$  метрів [3]. Максимально можливий прибуток при виконанні механізованих робіт організацією, котра є власником парку машин, передбачає мінімально можливі витрати на виконання одиниці обсягу робіт. Мінімально можливі витрати можуть бути забезпечені використанням областей ефективного застосування парку машин при прийнятті рішення про призначення машини на об'єкт. При цьому машини повинні бути взаємозамінні при виконанні розглянутої роботи. Критерієм економічної ефективності застосування машин приймаються витрати на виконання робіт.

Отже, вирішення цих задач дозволило б економити на паливі, раціонально використовувати багатотоннажний транспорт, полегшити повсякденну працю працівників житлово-комунальних господарств або фірм, що займаються вивезенням твердих побутових відходів. Також рішення даних задач можна об'єднати в єдиний програмний продукт, який би автоматизував обчислення і дозволив проводити розрахунки для графів з великою кількістю вершин.

#### **Список літератури:**

1. *Майника, Э.* Алгоритмы оптимизации на сетях и графах [Текст]: пер. с англ. / Э. Майника. – Москва: Мир, 1981. – 323 с.
2. *Кристофидес, Н.* Теория графов. Алгоритмический подход [Текст]/ Н. Кристофидес. – М.: Мир, 1978. – 360 с.
3. *Вербицкий, Г. М.* Основы оптимального использования машин в строительстве и горном деле : учеб. пособие [Текст] / Г. М. Вербицкий. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2006. – 105 с.