

УДК 004.75

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ДЛЯ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ЛОГІСТИЧНОЇ КОМПАНІЇ

Хейло І.С., Колесник Л.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

В умовах зростання обсягів перевезень та підвищення вимог до якості послуг логістичні компанії змушені застосовувати ефективні методи для управління маршрутами. Система побудови маршрутів – це комплексний інструмент, що дозволяє мінімізувати витрати на транспортування. Одним із класичних методів розв’язання задачі маршрутизації є метод Кларка-Райта, який дозволяє оптимізувати маршрути на основі обчислення економії від об’єднання різних маршрутів у єдиний ланцюг [1].

Класичний метод Кларка-Райта довів свою ефективність, але у реальних умовах логістики часто виникає потреба у його модифікації, щоб врахувати специфічні обмеження, такі як завантаженість транспортних засобів, часові вікна доставки та динамічні зміни у попиті [2]. У цій роботі розглядається модифікований метод Кларка-Райта, що враховує зазначені параметри, а також представлено приклади його застосування в логістичних задачах.

Метод Кларка-Райта базується на принципі обчислення економії від об’єднання двох маршрутів у єдиний. Економія розраховується як різниця між сумою відстаней окремих маршрутів та відстанню об’єданого маршруту. Формально економія S_{ij} для об’єднання маршрутів до точок i та j обчислюється за формулою:

$$S_{ij} = d_{0i} + d_{0j} - d_{ij}, \quad (1)$$

де d_{0i} і d_{0j} – відстань від складу до точок i та j відповідно;

d_{ij} – відстань між точками i та j .

Методологія класичного алгоритму Кларка-Райта передбачає побудову маршруту шляхом поступового об'єднання точок доставки, при цьому економія розраховується для всіх можливих пар точок.

У базовій формулі методу Кларка-Райта не враховуються такі фактори, як місткість транспортного засобу або часові обмеження [3]. Тому для реалістичних умов ми пропонуємо модифіковану версію методу, яка враховує додаткові коефіцієнти для забезпечення відповідності реальним умовам перевезень.

Зокрема, формула економії коригується за допомогою коефіцієнтів α та β , де α враховує рівень завантаженості транспортного засобу, а β – часові обмеження. Модифікована формула економії виглядає наступним чином:

$$S_{ij} = (d_{0i} + d_{0j} - d_{ij}) \cdot \alpha \cdot \beta, \quad (2)$$

де α – визначається як відношення фактичної маси або об'єму вантажу до максимальної місткості транспортного засобу, а β залежить від часу, необхідного для виконання доставки в обумовлений час. Така модифікація дозволяє оптимізувати маршрут з урахуванням завантаженості та уникати перевантаження.

Окрім обліку завантаженості і часу, модифікований метод передбачає можливість динамічної переоцінки маршрутів у реальному часі [4]. Це досягається за рахунок інтеграції алгоритму з геоінформаційною системою (GIS), яка надає актуальні дані про дорожні умови. Наприклад, якщо під час маршруту з'являються затори або несприятливі погодні умови, система може коригувати маршрут для мінімізації затримок.

У практичному застосуванні це виглядає наступним чином: кожен новий запит на доставку перевіряється на сумісність з поточними маршрутами, а в разі необхідності система здійснює динамічну переоцінку маршруту. Це дозволяє знижувати витрати на перевезення, зберігаючи при цьому високу якість обслуговування клієнтів [5].

Запропонована модифікація методу Кларка-Райта має ряд переваг, таких як підвищення точності розрахунків маршрутів і зменшення витрат на транспорт. Однак вона є більш обчислювально складною і вимагає інтеграції з сучасними інформаційними системами, такими як GIS та ERP. Це підвищує вимоги до технічного забезпечення, але одночасно дозволяє адаптувати систему до динамічних умов сучасної логістики.

Впровадження модифікованого методу Кларка-Райта у системах побудови маршрутів може суттєво підвищити ефективність транспортної логістики. Адаптація алгоритму під специфічні обмеження реального світу дозволяє зменшити витрати, забезпечити дотримання часових вікон та оптимізувати завантаження транспортних засобів. Додатково, можливість динамічного коригування маршрутів у режимі реального часу відкриває нові можливості для підвищення швидкості доставки вантажів.

Література:

1. В. І. Коваленко, М. О. Стеценко, «Алгоритмічні методи оптимізації маршрутів у транспортній логістиці», *Технічні науки та технології*, т. 12, №1, с. 45-52, 2020.
2. А. П. Мироненко, «Застосування модифікованого алгоритму Кларка-Райта для оптимізації транспортних мереж», *Вісник Національного технічного університету України «КПІ»*, т. 4, с. 33-38, 2019.
3. І. Б. Ткаченко, «Порівняльний аналіз алгоритмів побудови маршрутів для задач транспортної логістики», *Логістичний вісник України*, т. 9, №3, с. 19-27, 2021.
4. С. А. Романенко, «Удосконалення методів оптимізації маршрутів на основі алгоритму Кларка-Райта», *Системний аналіз та моделювання в економіці*, т. 3, с. 58-64, 2022.
5. O. Y. Shmaliy and Y. S. Shmaliy, "Routing Optimization Techniques in Transportation Logistics Using the Clarke-Wright Algorithm," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 42, no. 6, pp. 125-131, 2018.