

forwarding enterprise in the organization of international road cargo transportation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(3 (126), 6–17. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.291039>.

2. Lebid, I., Luzhanska, N., Lebid, I., Mazurenko, A., Halona, I., Kovtsur, K., Yarmak, T., Sotnikova, T., & Medvediev, I. (2024). Selecting a transport and forwarding company for meeting a customer's needs when organizing international road cargo transportation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(3 (129), 55–66. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.305238>.

3. GPSS World Reference Manual / Minuteman Software. – Holly Springs NC, 2001. – p. 305.

4. Sokolova, O., Soloviova, O., Borets, I., & Vysotska, I. (2021). Development of conceptual provisions to effectively manage the activities of a multimodal transport operator. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1, 38-50. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225522>.

УДК 629.13

АНАЛІЗ МОДИФІКАЦІЙ МЕТОДУ КЛАРКА-РАЙТА ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ

Лисий А.М., студент, Луцький національний технічний університет,
Науковий керівник: **Мурований І.С.**, к.т.н., доцент, декан ФТМІ, Луцький національний технічний університет, e-mail: igor_lntu@ukr.net

Метод Кларка-Райта є одним із найпоширеніших та простих методів для вирішення задач маршрутизації транспортних засобів [1]. Його популярність пояснюється простотою реалізації та ефективністю у випадках, коли потрібно оптимізувати маршрути з однією відправною точкою (складом) та пунктами доставки.

Метод Кларка-Райта був розроблений у 1964 році для оптимізації транспортних маршрутів у задачах логістики. Цей метод ґрунтується на принципі обчислення S_{ij} у матриці «виграшів» (вигод) для визначення оптимальних способів об'єднання точок маршруту, що мінімізує його загальну відстань. На сьогодні існує чимало модифікацій методу, що передбачають різні способи визначення матриці виграшів, які враховують різні фактори та мають свої переваги при об'єднанні маршрутів. У таблиці 1 наведено найбільш відомі підходи до визначення показника вигод під час використання алгоритму Кларка-Райта.

Таблиця 1 – Підходи до визначення S_{ij} у матриці «виграшів» (вигод) у методі Кларка-Райта

Автори	Формула
Clarke G., Wright J. (1964)[2]	$S_{i,j}=c_{0,i}+c_{0,j}-c_{i,j}$, де c – відстані (витрати) між пунктами $0, i, j$;
Gaskell T. J. (1967)[3]	$S_{i,j}=c_{0,i}+c_{0,j}-\lambda c_{i,j}$, де λ – параметр, який визначає відносну важливість форми дуги між отримувачами i та j у обчисленні економії;
Paessens H. (1988)[4]	$S_{i,j}=c_{0,i}+c_{0,j}-\lambda c_{i,j}+\mu c_{0,i}-c_{0,j} $, де μ – параметр, який враховує «асиметрію» відстані від складу до кожного з двох клієнтів;
Altinel İ. K., Öncan T. (2005)[5]	$S_{i,j}=c_{0,i}+c_{0,j}-\lambda c_{i,j}+\mu c_{0,i}-c_{0,j} +v\frac{d_i+d_j}{\bar{d}}$, де d_i – попит клієнта i , d_j – попит клієнта j , \bar{d} – середній попит, v – параметр ваги (важливості) клієнта;

Автори	Формула
Нефьодов М. (2017) [6]	$S_{ij} = t_{i-(n_i^k+1)} + t_{0j} + t_{(z_j^m)-0} - t_{ij} - t_{(z_j^m)-(n_i^k+1)}$ <p>де t_{ij} – час проїзду між точками з індексами i та j; k – індекс маршруту, до якого входить елемент з індексом i; m – індекс маршруту, до якого входить пункт з індексом j ($k \neq m$); n_i^k – порядковий номер пункту з індексом i в ланцюжку пунктів маршруту з індексом k; z_j^m – індекс останньої точки в ланцюжку точок маршруту з індексом m;</p>
Pamosoaji A., Dewa P., Krisnanta J. (2019)[7]	<p>Критерій оптимальності:</p> $J = \lambda_{time} \left(\sum_{h=1}^H \max_k \{t_{k,h}\} \right)^2 + \lambda_{dist} \left(\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M a_{ij} S_{ij} \right)^{-2} \rightarrow \min,$ <p>де $t_{k,h}$ – тривалість обороту на маршруті k-автомобіля навантаження k-го автомобіля; S_{ij} – економія відстані між i-м і j-м пунктами; a_{ij} – константа, яка дорівнює 1, якщо транспортний засіб їде з пункту i до пункту j та 0 в іншому випадку; λ_{time}, λ_{dist} – константи часу та відстані відповідно;</p>
Fikejz J., Brázdová M., Janosikova L. (2024)[8]	$S_{ij} = cost_of_route_i + cost_of_route_j - cost_of_route_{new}$ <p>де $cost_of_route$ – витрати на i, j та <i>новий</i> маршрути;</p>

Запропонований підхід М. Нефьодовим [3] до модифікації алгоритму базується на економії часових показників. Критерієм оптимальності є мінімум загального часу обороту транспортних засобів на всіх маршрутах за умови виконання усіх замовлень на перевезення. Даний підхід передбачає застосування динамічної складової (швидкість транспортного засобу на дугах транспортно-дорожньої мережі), в той час як класичний алгоритм є статичним.

Основна особливість модифікованого методу Кларка-Райта [7] полягає у тому, що крім звичного показника вигоди при об'єднанні маршрутів, також враховується час на подолання відстані між пунктами, що має свої переваги. Таким чином даний підхід враховує не тільки відстань між пунктами, а й дорожні умови. Складність застосування методу полягає у необхідності підбору коефіцієнтів $time$, $dist$ для оптимальної роботи алгоритму.

Запропоноване удосконалення методу Кларка-Райта Fikejz J., Brázdová M., Janosikova L. [8] передбачає врахування витрат на виконання маршруту, а також використовує динамічну матрицю «виграшів». У класичному методі матриця фіксована, але динамічна модифікація дозволяє оновлювати S_{ij} після кожного об'єднання маршрутів. За цим підходом утворені маршрути базуються на економії не тільки змінних витрат, а також передбачають зниження постійних транспортних витрат при маршрутизації.

Отже, метод Кларка-Райта є фундаментальним підходом до оптимізації маршрутів у задачах логістики. Його гнучкість та можливість модифікацій дозволяють адаптувати алгоритм до різних задач, що виникають при плануванні маршрутів на підприємстві. Завдяки цьому метод залишається актуальним інструментом для підвищення ефективності та зменшення витрат у сучасній логістиці.

Перелік використаної літератури

1. Noviwiyocha, R., Matondang, A. R., & Hidayati, J. (2023). Application of Saving Matrix Approach for Minimize Distribution Cost and Route Optimization: A Literature Review. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 25(2), 206-217. <https://doi.org/10.32734/jsti.v25i2.10401>.
2. Clarke G., Wright J. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Opns Res* 12 (4), 568-581.
3. Gaskell T. J. (1967). Bases for vehicle fleet scheduling. *Opl Res Quart* 18, 281-295.

4. Paessens, H. (1988). The savings algorithm for the vehicle routing problem. – Eur J Opl Res 34: 336–344.
5. Altinel, İ. K., & T. Öncan. (2005). A New Enhancement of the Clarke and Wright Savings Heuristic for the Capacitated Vehicle Routing Problem. The Journal of the Operational Research Society, 56(8), 954–961. <http://www.jstor.org/stable/4102067>
6. Nefiodov, N. Modification of clark and wright vehicle routing problem algorithm / N. Nefiodov // Автомобильный транспорт / МОН України, ХНАДУ ; – Харків, 2017. – 40. – С. 7-11.
7. Pamosoaji, A., Dewa, P., & Krisnanta, J. (2019). Proposed Modified Clarke-Wright Saving Algorithm for Capacitated Vehicle Routing Problem. International Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 1(1), 9–16. <https://doi.org/10.24002/ijieem.v1i1.2292>
8. Fikejz, Jan & Brázdová, Markéta & Janosikova, Ludmila. (2024). Modification of the Clarke and Wright Algorithm with a Dynamic Savings Matrix. Journal of Advanced Transportation. 2024. 1-15. 10.1155/2024/8753106.

УДК 656.073.51

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОРИЗОВАНОГО ЕКОНОМІЧНОГО ОПЕРАТОРА

Лужанська Н.О., к.т.н., доцент, доцент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, e-mail: Natali.Luzhanska@gmail.com

Лебідь І.Г., к.т.н., професор, професор кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, e-mail: i.h.lebed@gmail.com

Тарасенко Д.К., студентка, Національний транспортний університет, e-mail: dtarasenko935@gmail.com

Зараз в Україні запроваджується програма авторизованого економічного оператора (АЕО), яка відповідає нормам ЄС. Це стало можливим завдяки оновленню законодавчої бази, яка тепер у питаннях, що стосуються АЕО відповідає критеріям ЄС. Це дозволить Україні укласти двосторонні угоди з іншими країнами про взаємне визнання АЕО, а українським АЕО користуватися суттєвими перевагами при митному оформленні. Таке запровадження не тільки спрощує та полегшує міжнародну торгівлю, але й забезпечує участь українських АЕО у формуванні безпечних ланцюгів постачання товарів та підвищує їх конкурентоспроможність як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Підприємство-резидент, що виконує будь-яку роль в міжнародному ланцюзі постачання товарів та отримало авторизацію відповідно до вимог Митного кодексу України, набуває статус авторизованого економічного оператора (АЕО).

Залежно від ролі підприємства у міжнародному ланцюзі постачання товарів, підприємство самостійно обирає один з 2-х типів авторизації або може обрати одночасно авторизацію обох типів: про надання права на застосування спрощень (далі - АЕО-С); про підтвердження безпеки та надійності (далі - АЕО-Б).

Таблиця 1 - Переваги та недоліки отримання авторизацій АЕО

АЕО-С		АЕО-Б	
ПЕРЕВАГИ	НЕДОЛІКИ	ПЕРЕВАГИ	НЕДОЛІКИ
Спрощення митних процедур: АЕО-С дозволяє компаніям користуватися	Вимоги до відповідності: Компанії, які прагнуть отримати статус АЕО-С,	Підвищення довіри: Отримання статусу АЕО-Б підвищує довіру з	Складність отримання статусу: Процес отримання статусу АЕО-Б може бути складним та