

експлуатації на витрату палива, були визначені сумарні коригуючі коефіцієнти для планування витрати палива по кожному маршруту. Коригуючі коефіцієнти визначено як суму коефіцієнтів, що відповідають певним умовам експлуатації. Диференційовані тарифи визначено за допомогою сумарного узагальненого коефіцієнту.

### Список використаної літератури

1. Саблук П.Т., Більський В.І., Підлісецький Г.М. Реструктуризація матеріально-технічної база агропромислового комалексу. - К. Інститут аграрної економіки УААН, 1997.-. 296 с.
2. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, П.А.Джолос та ін. За ред. В.Ю.Ільченя і Ю.П.Нагірного.. К.: Урожай, 1996 - 384 с.
3. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві /В.Ю.Ільченко, Я.І.Карасьов, А.С.Лімонт та ін.; За ред. В.А. Ільченка. К.: Урожай, 1993. – 288 с.
4. Дмитриченко М.Ф., Яцківський Л.Ю., Ширяєва С.В., Докуніхін В.З. Основи теорії транспортних процесів і систем. Навчальний посібник для ВНЗ. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2009. – 336 с.
5. Котелянець В.И., Пилипченко А.И.. «Эффективность использования транспорта в агропромышленном комплексе». – М. : Агропромиздат, 1987. – 240 с.
6. Фришев С.Г, Докуніхін В.З. Основи транспортного процесу в АПК: Посібник для самостійної роботи студентів. – К.: Державна академія керівних кадрів, 2009. – 420 с.: іл..

УДК 658.1.004

**Савченко Лілія Анатоліївна**

к.т.н., доцент

кафедри транспортних технологій та засобів у АПК

Національний університет біоресурсів і природокористування

### ОПТИМАЛЬНИЙ ВИБІР МАРШРУТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ

**Актуальність дослідження.** Просування науки в минулих століттях дозволило математично сформулювати визначення проблеми і таким чином створити спосіб структурувати алгоритми, які підходять для її вирішення. VRP-завдання використовується для знаходження оптимального набору маршрутів для

досягнення всіх клієнтів наявним парком транспортних засобів. Узагальнюючи TSP, VRP - одна з найвідоміших комбінаторних проблем оптимізації, і хоча вона не має оптимального рішення, будучи NP-важкою, багато що диференціюються в підходах, зокрема параметрів і витрачених для підрахунку ресурсів, алгоритмів, які можуть бути застосовані, для отримання результатів з необхідною точністю і ефективністю. Детальне вивчення моделей VRP-завдань, починаючи з введення терміна [6], призвело до збільшення різноманітності серед VRP-моделей і звуження рамок дослідження та розробки алгоритмів рішення для окремих моделей. Загальна тенденція дослідження VRP зосереджується на більш практичних проблемах доставки, ніж описаних в стандартних моделях базових параметрах [5].

Важливість низьких витрат на транспортування і їх подальший вплив на вартість доставки товарів багаторазово збільшують продуктивність і заощадження компанії при інтеграції рішення VRP, тим самим викорінюючи всі сумніви в актуальності дослідження VRP, незважаючи на тривалість існування цієї проблеми.

В рамках проведеного дослідження була поставлена мета вирішити конкретну практичну проблему розподілу і складання маршрутів доставки. Мета дослідження полягає в тому, щоб впровадити різні алгоритми для вирішення VRP, перевіривши алгоритми з теоретичної моделі в географічну карту міста і оцінити ефективність їх роботи з різними наборами реальних даних і труднощами, що виникають у сфері повсякденних послуг доставки, щоб створити додаток, що застосовує реалізовані алгоритми для створення легких для читання і застосування маршрутних листів і карт доставки товарів.

**Основна частина.** Проекти першого типу прагнуть об'єднати велику кількість відомих евристик для рішення класичної проблеми VRP. Ця мета досягається або за допомогою створення великих інтернет-бібліотек, що містять набір евристик і метаевристик, або за допомогою створення додатків з можливістю візуалізації отриманих рішень на простих графічних моделях VRP[4]. Перевагою теоретичного підходу можна назвати можливість акумуляції великого числа евристик, що використовують основні базові параметри класичної моделі VRP і відповідають

тільки на питання оптимізації часу доставки всіх замовлень. Загальним недоліком такого теоретичного типу рішень в рамках поставленої в цій роботі завдання розробки маршрутів доставки товарів є відсутність можливості застосувати реалізовані евристики на реальних даних будь-якої складності, оскільки класичні реалізації евристик не передбачають використання додаткових параметрів або обмежень понад вже наявних в оригінальній постановці завдання VRP[3]. Також обмежені кошти візуалізації, якщо такі є, не дозволяють інтерпретувати вхідні та вихідні дані на географічну місцевість. Можлива інтерпретація результатів у вигляді графів рис. 1. Можлива робота тільки з обмежено вузьким набором VRP-моделей, близьких до базової (CVRP, VRPTW).

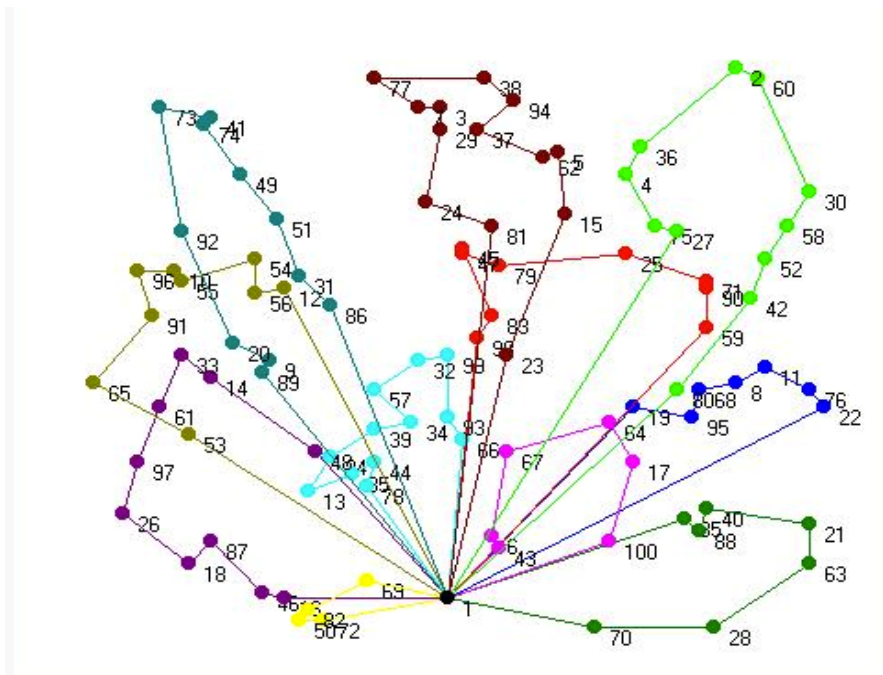


Рис 4. Стандартний вид візуалізації рішення класичної задачі VRP [5]

Проекти другого типу ставлять собі за мету застосування вивчених рішень VRP на сучасні логістичні проблеми. Для досягнення даної мети створюються набори інструментів і бібліотеки для вирішення складних і насичених моделей VRP-задач, які після використовуються для складання карт маршрутів.

Дорожня бібліотека маршрутизації, що використовується як механізм для створення інтерфейсу GraphHopper Maps, сервісу складання маршрутів на карті. Додаток використовується для створення маршрутів, що мають сильно віддалені проміжні точки, що знаходяться, наприклад, в різних містах, як показано на рис. 2,

а також будує свої карти на базі карт OpenStreetMap, не завжди відрізняються своєю детальністю зважаючи відкритого і непримусового заповнення рядовими користувачами.

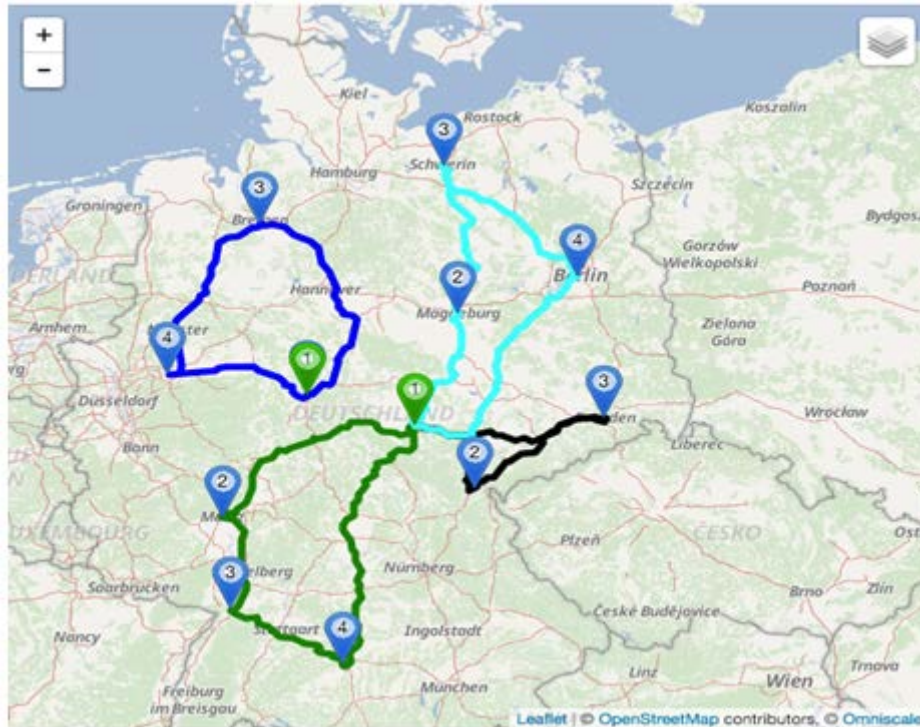


Рис 5. Побудова маршрутів додатком "GraphHopper Maps" [7]

Сервіс маршрутизації, що дозволяє зчитувати дані з xls-таблиць і враховує багато параметрів транспортних засобів в насичених VRP-завданнях для побудови маршрутів на карті рис. 3 і видачі маршрутних листів.

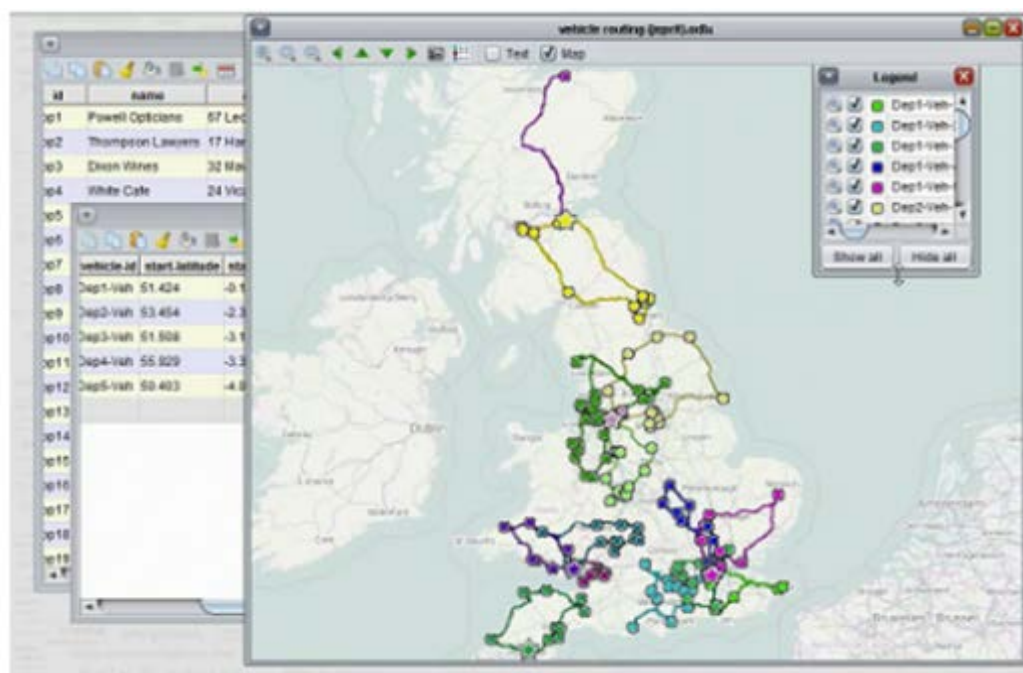


Рис. 6. Інтерфейс побудови маршрутів додатком "Open Door Logistics" [33]

Один із сервісів планування маршрутів на рис. 4, який бере до уваги обмежену кількість додаткових параметрів, що описують транспортні засоби та тимчасові рамки доставки замовлень.



Рис. 7. Маршрути, прокладені додатком "Мурашина логістика" [7]

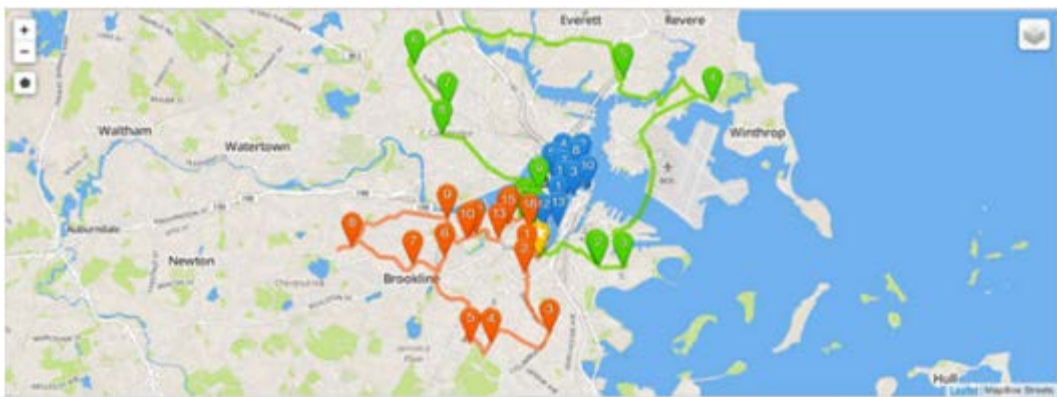


Рис 8. Побудова маршрутів додатком "Optimo route" [2]

Проекти другого типу ставлять собі за мету застосування вивчених рішень VRP на сучасні логістичні проблеми. Для досягнення даної мети створюються набори інструментів і бібліотеки для вирішення складних і насичених моделей VRP-задач, які після використовуються для складання карт маршрутів. Перевагою проектів такого підходу можна назвати можливість застосування рішень для реальних картографічних даних, можливість використання в якості вхідних даних кілька форматів даних та наочність надання результатів (у вигляді маршрутних листів і карт).

Основними недоліками є неможливість вибору евристик, що застосовуються до поставленого завдання маршрутизації, обмежене число параметрів для всіх що

беруть участь у вирішенні задачі VRP сутностей, відсутність можливості настройки критеріїв оптимізації знайдених результатів і обмеженість моделей наданих для вирішення завдань VRP.

### **Висновки**

В роботі проведено огляд та аналіз основних бібліотек і додатків, які займаються вирішенням VRP-завдань. За підсумками аналізу були обрані ключові критерії реалізації програми (насичена CMDOVRPTW-модель вирішення задачі, вибір евристик і критеріїв оптимізації рішення), а також запропоновані програми для ефективно побудови і розрахунку транспортного процесу.

### **Список використаної літератури**

1. Arbelaitz O., Rodriguez C. Low cost parallel solutions for the VRPTW optimization problem //International Journal of Computational Science and Engineering. – 2005. – Т. 1. – №. 2-4. – С. 175-182.
2. Blasum U., Hochstättler W. Application of the branch and cut method to the vehicle routing problem //Zentrum für Angewandte Informatik Köln Technical Report zpr2000-386. – 2000.
3. Bräysy O., Hasle G., Dullaert W. A multi-start local search algorithm for the vehicle routing problem with time windows //European Journal of Operational Research. – 2004. – Т. 159. – №. 3. – С. 586-605.
4. Burke E. K., Bykov Y. The late acceptance hill-climbing heuristic //University of Stirling, Tech. Rep. – 2012.
5. Bykov Y., Petrovic S. An initial study of a novel step counting hill climbing heuristic applied to timetabling problems //Proceedings of the 6th Multidisciplinary International Scheduling Conference: Theory & Applications (MISTA), Gent, Belgium. – 2013.
6. Czech Z. J., Czarnas P. Parallel simulated annealing for the vehicle routing problem with time windows //euromicro-pdp. – IEEE, 2002. – С. 0376.
7. Dantzig G. B., Ramser J. H. The truck dispatching problem //Management science. – 1959. – Т. 6. – №. 1. – С. 80-91.
8. Пантелеев, А.В., Метлицкая, Д.В., Алешина, Е.А. (2013), Методы глобальной оптимизации. Метаэвристические стратегии и алгоритмы, Москва, с. 105-130.
9. Хайруллин, Р.З. (2014), «Математическое моделирование развоза грузов по разветвленной сети автодорог», Вестник МГСУ, № 7, с. 184-191.