

УДК 658.7

## ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТА С НЕСКОЛЬКИМИ СКЛАДАМИ

А.Ю. Тюрин, д-р экон. наук, доцент, профессор  
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева,  
г. Кемерово

Физическое распределение является одной из ключевых функций в логистических системах, связанных с потоком продукции от заводоизготовителей или распределительных центров через транспортную сеть к потребителям. Это очень дорогостоящая функция, особенно для отраслей дистрибуции. В литературе по исследованию операций эта проблема рассматривается как проблема маршрутизации транспортных средств (VRP). Существует большое разнообразие вариантов VRP [1], учитывающих временные окна обслуживания, периодичность доставки [2], объединения стадий завоза и вывоза грузов за один транспортный цикл и т.д. В дальнейшем рассмотрим еще один вариант VRP – доставку товаров потребителям от нескольких поставщиков (складов). Она в литературе известна как задача маршрутизации транспортных средств с несколькими складами (MDVRP) (см. рисунок).

### **MDVRP с единственной целью**

Цель определяет путь поиска оптимального или приемлемого решения за отведенное время. Чаще всего во всех вариантах VRP, в том числе и у задачи MDVRP, используется единственная цель.

В качестве цели используется общая стоимость доставки продукции с нескольких складов, общее время доставки с временными окнами обслуживания у каждого потребителя и количество используемых автомобилей при обслуживании потребителей с учетом ограничений на состав парка транспортных средств на каждом складе.

Задача определения маршрутов доставки может решаться точными, эвристическими и метаэвристическими методами. Среди точных методов чаще всего используются метод ветвей и границ и методы смешанного целочисленного линейного программирования. Единственный недостаток использования точных методов – небольшая размерность задачи, т.е. небольшое количество потребителей, которое должно быть обслужено со складов. С увеличением числа потребителей уже используются эвристические и метаэвристические методы. При построении маршрутов перевозок для большого количества потребителей с разных складов чаще всего общая задача разбивается на 2 этапа: первый – привязка потребителей к конкретному складу обслуживания, второй – построение маршрутов доставки с каждого склада. При решении первого этапа может использоваться эвристика «ближнего» и «дальнего» со-

седа, при решении второго этапа – метод Кларка-Райта [3], эвристики вставки, обмена и др. Среди метаэвристических методов используются генетические алгоритмы, поиск с запретами и алгоритм поведения колонии муравьев.

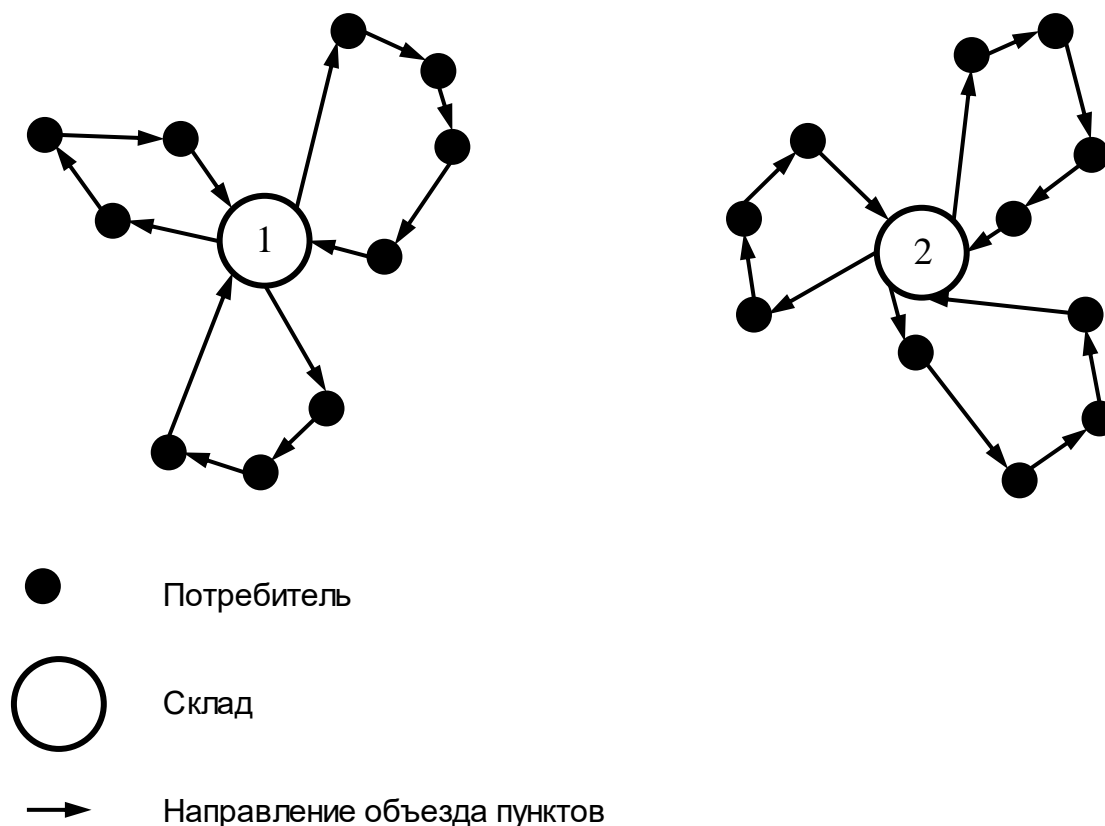


Рисунок – Схема маршрутов MDVRP

### MDVRP с несколькими целями

Важной характеристикой реальных логистических проблем, возникающих на предприятиях, является то, что лицам, принимающим решения, очень часто приходится одновременно решать несколько задач [4]. Эти цели иногда противоречат друг другу (например, сведение к минимуму количества транспортных средств и максимизация уровня обслуживания).

В работе [5] изучается частный случай MDVRP, названный проблемой определения местоположения складов с многократным использованием транспортных средств. В этой задаче решения о расположении складов, маршрутизации транспортных средств и назначении маршрутов транспортным средствам рассматриваются одновременно. Процедуры поиска с запретами и имитации отжига разработаны и протестированы на реальных данных. Целями являются минимизация общих эксплуатационных расходов и сбалансированность нагрузки на транспортное средство.

Реальная транспортная проблема, состоящая в перемещении пустых или груженых контейнеров, изучается в [6]. Решение данной задачи состоит в

нахождении полного графика маршрутизации для обслуживания рабочих мест с минимальным расстоянием маршрута и количеством грузовиков.

В [7] авторы изучали многоцелевую проблему, в которой местоположение склада и маршруты транспортных средств должны определяться одновременно. Эти авторы предложили алгоритм точечного поиска, который стремится максимизировать общий обслуживаемый спрос и минимизировать общие эксплуатационные расходы (стоимость использования складов и переменные затраты на доставку).

В [8] минимизирована стоимость дистрибуции, недовольство клиентов и изменения маршрутов с помощью модели измерения сбоя и иммунного алгоритма. Процедура протестирована на простом примере. В [9] авторы рассмотрели проблему одновременной оптимизации общего размера автопарка и общего отклонения расстояния с помощью генетического алгоритма в сочетании с программированием целей.

В заключение хотелось бы отметить, что задача маршрутизации транспортных средств с несколькими складами имеет большое прикладное значение в управлении логистическими системами, позволяет согласовать транспортно-складские процессы с производственными процессами. В связи с этим к системе доставки предъявляются соответствующие требования, направленные на качественное обслуживание потребителей и использование подвижного состава соответствующего назначения.

### Список литературы:

1. Тюрин А.Ю. Модели транспортного обслуживания в цепях поставок пищевой промышленности / А.Ю. Тюрин. – Текст : непосредственный // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2011. – №4. – С.89-92.
2. Тюрин, А.Ю. Методика планирования маршрутов доставки грузов мелкими партиями на большой сети обслуживания / А.Ю. Тюрин. – Текст : непосредственный // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2010/ - №3. – С.133-136.
3. Clark G., Write J. W. Scheduling of vehicles from central depot to a number delivery points // Oper. Res. Quart.– 1964.– 12, № 4.– P. 568-581.
4. Тюрин, А.Ю. Особенности решения задач транспортной логистики в пищевой промышленности / А.Ю. Тюрин. – Текст : непосредственный // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013. – №3. – С.146-148.
5. Lin C. K. Y., Kwok R. C. W. Multi-objective metaheuristics for a location routing problem with multiple use of vehicles on real data and simulated data // European Journal of Operational Research. – 2005. – 175(3). – P. 1833–1849.
6. Tan K. C., Chew Y. H., Lee L. H. A hybrid multi-objective evolutionary algorithm for solving truck and trailer vehicle routing problems // European Journal of Operational Research. – 2006. – 172(3). – P. 855–885.

7. Tavakkoli-Moghaddam R., Makui A., Mazloomi Z. A new integrated mathematical model for a bi-objective multi-depot location-routing problem solved by a multi-objective scatter search algorithm // *Journal of Manufacturing Systems*. – 2010. – 29(3). – P. 111–119.

8. Jiang L., Ding B. Disruption management model of multi-depot vehicle routing problem with customer's demand changes // *Systems Engineering*. – 2010. – 12. – P. 12-25.

9. Ghoseiri K., Ghannadpour S. F. Multi-objective vehicle routing problem with time windows using goal programming and genetic algorithm // *Applied Soft Computing*. – 2010. – 10. – P. 1096–1107.