

ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ ПЕРЕВОЗКИ АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ

Аликулов С.Р.¹, Кузиев А.У.²

¹Аликулов Саттар Рамазанович - доктор технических наук, профессор,
кафедра наземных транспортных систем,
Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши;

²Кузиев Абдимурот Урокович - кандидат технических наук, заведующий
кафедрой,
кафедра наземных транспортных систем,
Термезский государственный университет, г. Термез,
Республика Узбекистан

Аннотация: в статье изложены обобщенные значения маршрутизации автотранспорта. Рассмотрены постановка задачи маршрутизации автотранспорта и приведены математические модели маршрутизации мелкопартийных грузов, показаны возможности применения такого типа задач на практике, рассмотрены основные подходы решения задачи маршрутизации автотранспорта.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, маршрутизация, пункт отправления, пункт доставки.

УДК 656.025.4

Для каждого транспортного маршрута желательно привести в норму производственные показатели транспортных средств. При перевозке грузов или пассажиров деятельность системы «водитель-транспортное средство» проходит по конкретному маршруту, и насколько эта работа «тяжелая» или «легкая», «затратная» и т.п., зависит от конкретных показателей (протяженность и условия дорог маршрута, требования по организации движения) и множества других факторов.

Транспортировка грузов включает в себя погрузку грузов на автотранспорт, перевозку груженого автомобиля от отправителя к получателю, разгрузку груза и его приёмку, а также переезд автомобиля в пункт отправителя для выполнения следующего рейса.

Проблема маршрутизации автотранспорта (Vehicle Routing Problems, VRP) считается фундаментальной проблемой, широко применяемой на практике метод комбинаторной оптимизации.

Маршрутизацию автотранспорта в 1959 году впервые применили Джордж Данциг и Джон Рамсер, а в последние годы она получает широкое развитие. Развитие торговых сетей, увеличение количества населения в крупных городах, развитие в Узбекистане, особенно в южных регионах транспортной инфраструктуры, требует оптимизации транспортных

перевозок, разработки новых эффективных информационно-расчетных технологий. Используемые в настоящее время информационные технологии не позволяют эффективно решать алгоритмы планирования перевозки грузов. Разработка новых алгоритмов, их решения позволят сократить время и также повысить качество и достоверность полученных в единое время данных.

Вопросы маршрутизации автотранспорта (Vehicle Routing Problems, VRP) – исследовательская операция с большим объемом и решением данной проблемы занимается транспортная логистика.

Объектом настоящих исследований принят транспортно-логистический процесс. Сущностью разработки новых алгоритмов являются теоретические и практические исследования транспортных задач и их решения, направленные на повышение эффективности управления данным процессом.

Задачу маршрутизации автотранспорта можно представить как оптимальный план (по минимуму затрат) перевозки любой продукции от отправителя до получателя (рис. 1). При этом предусматриваются также дополнительные ограничения, как количество транспортных средств, занятых перевозкой, время убытия из пункта отправки и прибытия в пункт доставки, грузоподъемность транспортного средства, протяженность маршрута и т.п. Сумма общих затрат транспортных средств на перевозке является критерием эффективности плана грузоперевозки.

Маршрутизация мелко объемных перевозок – составление маршрутов рационального и последовательного распределения или получения грузов или пассажиров. С математической точки зрения эта задача заключается в определении схемы взаимосвязи нескольких адресов, где должны быть начальные и конечные пункты (depot) (склады), а по остальным пунктам можно проезжать только один раз. В простом виде эта задача приводится к «коммивояжерной» задаче [1].

Груз должен перевозиться из пункта отправки v_0 (depot) до пунктов v_{1-n} доставки. Для каждого получателя должно быть доставлено количество q_i груза. Для перевозки грузов участвуют m количество автомобилей, $m = \{1, 2, \dots, i, \dots, m_0\}$.

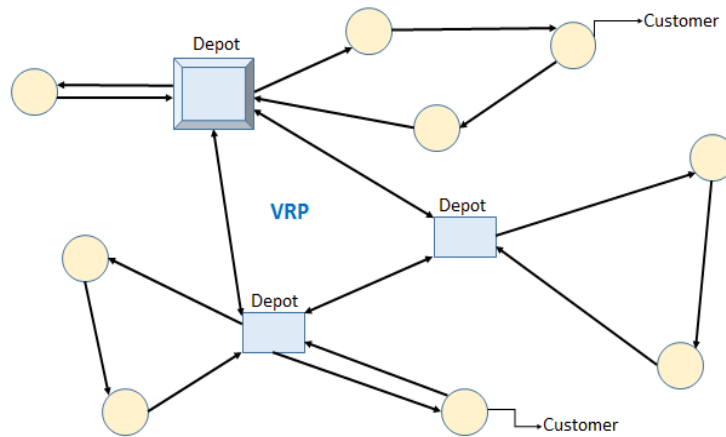


Рис. 1. Пример решения задачи маршрутизации

Для каждого автомобиля i известна его грузоподъемность q_i , $i \in \{1, 2, \dots, m\}$. Порядковые номера автомобилей присваиваются таким образом, чтобы выполнялось условие

$$q_1 \leq q_2 \leq \dots \leq q_m.$$

Известен маршрут R_i для каждого автомобиля

$$\{V, v_1^i, v_2^i, \dots, v_s^i, V\},$$

при этом порядок доставки груза

$$V, v \in R_i = \{V, v_1^i, v_2^i, \dots, v_s^i, V\}.$$

Для каждого i автомобиля необходимо определить такой маршрут R_i , при котором суммарное количество груза, доставляемого получателю не должно превышать грузоподъемности автомобиля, т.е.

$$\sum_{v \in R_i} Q \leq q_i, \quad i \in \{1, 2, \dots, m\}.$$

При этом для всех маршрутов $\{R_i\}$ должно выполняться следующее условие:

- ни один пункт получателя не должен входить в два маршрута (например $(R_i \text{ в } R_r)$), а также пересекающиеся $(R_i \text{ в } R_r)$. Маршруты должны быть свободными, т.е.

$$r \neq i \rightarrow R_i \cap R_r = \emptyset, \quad r, i \in \{1, 2, \dots, m\};$$

Система составления маршрутов должна обеспечить минимальные (протяженность перевозки груза)

$$F_{VRP} = \sum C(R_i) \rightarrow \text{MIN}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \bigcup_{i \in \{1 \div m\}} R_i = \{1, 2, \dots, m\}.$$

где $C(R_i)$ – сумма протяженности звеньев маршрута.

Классификация задачи маршрутизации автотранспорта может быть в нескольких вариантах [3].

Обычно реальные задачи оптимизации возникают при наличии дополнительных ограничений и вариаций, основными из которых приняты:

1. Маршрутизация с ограничением по грузоподъемности (Capacitated VRP-CVRP).
2. Маршрутизация с ограничением по времени (VRP with Time Windows, VRPTW).
3. Маршрутизация с несколькими депо (Multiple Depot VRP, MDVRP).
4. Маршрутизация с возвратом товаров (VRP with Pick-Ups and Deliveries, VRPPD).
5. Маршрутизация с возвратом товаров (VRP with Backhauls, VRPB).
6. Маршрутизация различным транспортным средством (Split Delivery VRP, SDVRP).
7. Периодическая маршрутизация (Periodic VRP, PVRP).
8. Маршрутизация со случайными данными (Stochastic VRP, SVRP).
9. Маршрутизация с возможностью догрузки (VRP with Satellite Facilities, VRPSF).

На сегодняшний день алгоритмы точного решения задач оптимизации маршрута перевозки за минимальное время отсутствуют. Для решения этой задачи имеются своего рода трудности, основными из которых являются:

- многовариантность и большая длительность;
- нелинейность характера функции затрат перевозки и объема грузопотока;
- необходимость решения задачи в динамике;
- сложность определения затрат грузоперевозок между сравниваемыми видами транспорта и др.

Также разработка математических моделей для решения подобных задач является сложным процессом, так как необходимо учитывать условия многофакторности перевозок.

В заключении можно отметить, что в ранее проведенных исследованиях по составлению начальных планов уделено недостаточно внимания, а большее внимание уделено его совершенствованию. Изложена возможность принятия любого плана в качестве базисного, удовлетворяющего граничным уравнениям с положительными переменными. Однако, если хорошо составлен базисный план, то количество итераций (изменение, усовершенствование плана) будет настолько же меньшим. Поэтому целесообразно составлять базисный план, как можно близкий к оптимальному.

Список литературы

1. *Бутаев Ш.А., Сидикназаров К.М., Муродов А.С., Кузиев А.У.* Логистика (Етказиб бериш занжирида оқимларни бошқариш). Тошкент, “Экстремум Пресс”, 2012. 577 б.
2. *Perboli Guido, Tadei Roberto, Vigo Daniele.* The Two-Echelon Capacitated Vehicle Routing Problem: Models and Math-Based Heuristics // *Transportation Science*, 2011. № 45 (3). P. 364-380.
3. *Vehicle Routing Problems.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://neo.1cc.uma.es/vrp/> (дата обращения: 12.04.2019).