
ISSN 2306-1561

Automation and Control in Technical Systems (ACTS)

2014, No 1.2(9), pp. 103-110.

DOI: 10.12731/2306-1561-2014-1-24



Guidelines for small-lot cargo transport planning with multiple end points of the route network

Moroz Dmitry Gennadievich

Russian Federation, Ph. D., Associate Professor, Department of «Road transport».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>

dgm1984@mail.ru

Prosov Sergey Nikolaevich

Russian Federation, Ph. D., Associate Professor, Department of «Road transport».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64. Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>

sergeypros@mail.ru

Abstract. The problems of shift-day planning the delivery of goods by road in the Moscow region when dealing with customers via sales «on-trade». The analysis of existing exact and approximate methods of routing freight small-lot shipments. Advantages and disadvantages of organization of public transport at storage transport in residence drivers. Proposed method of phased planning routes with multiple destinations routing network modified heuristic method.

Keywords: small-lot cargo, routing, storage transport, the shortest path of movement, a lot of end points of the route network, heuristics, transport planning.

ISSN 2306-1561

Автоматизация и управление в технических системах (АУТС)

2014. – №1.2(9). – С. 103-110.

DOI: 10.12731/2306-1561-2014-1-24



УДК 656.025

Методические рекомендации по планированию перевозок мелкопартионных грузов с множеством конечных пунктов маршрутной сети

Мороз Дмитрий Геннадьевич

Российская Федерация, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильные перевозки».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>

dgm1984@mail.ru

Просов Сергей Николаевич

Российская Федерация, кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобильные перевозки».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>

sergeypros@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены вопросы сменно-суточного планирования доставки товаров автотранспортом в Московском регионе при работе с клиентами по каналу продаж «op-trade». Дан анализ существующих точных и приближенных методов маршрутизации перевозок грузов мелкопартионными отправлениями. Выявлены преимущества и недостатки организации работы транспорта при межсменном хранении подвижного состава по месту жительства водителей. Предложена методика поэтапного планирования развозочных маршрутов с множеством конечных пунктов маршрутной сети модифицированным эвристическим способом.

Ключевые слова: мелкопартионные грузы, маршрутизация централизованной доставки, межсменное хранение подвижного состава, кратчайшая траектория движения, множество конечных пунктов маршрутной сети, эвристические методы сменно-суточного планирования перевозок.

1. Введение

Рыночные отношения экономики способствуют сокращению жизненных циклов изделий и формированию рынка автотранспортных услуг на внутригородских перевозках при росте объема мелкопартионных отправок, количества торговых точек и жестких требований к доставке грузов согласно условию «точно в срок». Уровень организации перевозок с большим количеством адресов реализации на территории населенных пунктов и широким ассортиментом продукции недостаточно эффективен. Достижение качественных изменений в сфере доставки, снижающей риски и неопределенности и отвечающей современным требованиям и стандартам, возможно за счет использования новых методов планирования и технологий транспортных процессов.

Маршрутизация централизованной доставки продукции сокращает расходы на транспорт, экономит материальные ресурсы и повышает качество обслуживания, предлагаемого компанией своим партнерам [1, 9 – 11]. Это помогает привлекать клиентов и устанавливать с ними долгосрочные отношения, поддерживать деловую репутацию.

На современном этапе для небольших транспортных организаций отмечается тенденция межсменного хранения автомобилей на платных стоянках по месту жительства водителей. Преимущества подобной организации работы изложены далее и способствуют выполнению комплексного плана по решению проблем Московского транспортного узла, предложенного мэрией Москвы в ноябре 2010 г.

2. Описание процесса организации работы компаний по перевозке продукции на территории Московского региона

Методика, изложенная в данной статье, апробирована при сменно-суточном планировании централизованной доставки продукции торговой компании собственным подвижным составом.

Ключевые логистические функции сферы распределения компании состоят в управлении запасами и транспортировке продукции до конечного потребителя, что обеспечивает экономический эффект от сокращения складских запасов и транспортных расходов за счет оптимизации маршрутов движения.

Проведенные в компании расчеты определили экономическую целесообразность содержания транспортного отдела и собственного парка подвижного состава, что также аргументировано материальной ответственностью при перевозках, практически исключающей срывы в подаче транспорта и повышающей культуру транспортного обслуживания. Основная функция транспортного отдела – централизованная доставка продукции по Москве и области. Специфика организации перевозочного процесса ведомственным транспортом выражается в обязательном согласовании с внутренним производственным циклом; работой службы сбыта; географией доставки, объемами и сроками вывоза продукции.

Транспортировка в распределительные центры, крупные розничные сети и магазины (канал продаж «off-trade») сопровождается, как правило, сверхнормативными простоями в пунктах назначения и может занимать до нескольких часов рабочего времени водителей. При работе с клиентами по каналу «on-trade» (кафе, бары, рестораны, отели, дискотеки, казино) не превышает нормативное время разгрузочных операций. Поэтому, в зависимости от количества текущих заказов на конкретный день парк автомобилей разбивается на магазинное и ресторанное направления. Оптимизация и планирование работы парка на магазинном направлении представляется сложной задачей, в которой неопределенность простоев при разгрузке затрудняет применение математических методов и моделей маршрутизации. При ресторанном направлении прием товара потребителями происходит за нормативное время, что позволяет проектировать рациональную маршрутную сеть перевозок.

Обычная практика компаний состоит в ежедневном приеме заказов, например, с 900 до 1800 на доставку по Москве и области. В конце текущего дня составляется реестр (развозной лист), т.е. список всех заказов на следующий день, который направляется на склад для проверки наличия наименований товара. После корректировки условий доставки и подтверждения заказов развозной лист передается начальнику транспортного отдела, формирующего сменно-суточные задания водителям в виде перечня пунктов обслуживания без указания маршрутов следования. Водитель на основе опыта работы, знания улично-дорожной сети (УДС) и транспортной ситуации в городе планирует маршрут следования. Его присутствие, как координатора очередности размещения грузов в кузове автомобиля, обязательно при выполнении погрузочных операций. В связи с этим часть рабочего времени водителя (время на погрузку) расходуется не рационально и могло бы использоваться для непосредственного осуществления транспортного процесса при заранее разработанном маршруте движения.

В настоящее время практикуется хранение автомобилей при окончании смены по месту жительства водителей, что необходимо учитывать в сменно-суточном планировании. Подобная организация работы имеет свои преимущества:

- наличие возможности сокращения времени второго нулевого пробега за счет построения цепочек маршрутов наименьшей протяженности по схеме «поставщик – потребители – место хранения» и использования этого резерва для увеличения маршрутного времени;
- отсутствие капитальных затрат на организацию централизованной стоянки хранения подвижного состава.

К недостаткам подобной организации можно отнести отсутствие:

- возможности межсменной (ночной) организации процесса погрузки;
- программного обеспечения и практических методик планирования перевозок мелкопартионных грузов с множеством конечных пунктов маршрутной сети.

В существующей практике решения подобных задач маршрутизации используются диспетчерские (интуитивные), базирующиеся на опыте диспетчера и водительского состава, методы сменно-суточного планирования. Наиболее сложными

для соблюдения условиями диспетчерского способа формирования маршрутов являются ограничения по времени завоза, указанному грузополучателями. Найти рациональное решение бывает довольно сложно без применения современных математических методов маршрутизации перевозок и средств информационных технологий.

3. Планирование развозочных маршрутов с множеством конечных пунктов маршрутной сети эвристическим способом

В районе перевозок определены: пункты производства (ГОП) и потребления (ГПП) однородных видов продукции, а также места хранения подвижного состава (А) с заданным парком автомобилей. Количество груза для отправки и потребность в нем у получателей выражены в весовых и (или) объемных показателях. Имеется матрица стоимостей проезда (кратчайших расстояний, времени проезда) между пунктами. Доставка груза осуществляется по развозочной технологии. Требуется таким образом спланировать и организовать транспортировку, чтобы все потребители получили необходимое количество груза с минимальными транспортными издержками. В производственных задачах задаются технологические и организационные ограничения, например, по времени нахождения автомобилей в наряде, технической скорости, времени и интервалам доставки, организации работы погрузочно-разгрузочных механизмов, приоритету обслуживания заказчиков [1, 5, 8] и др.

Требуется построить систему развозочных маршрутов R_k :

$$R_k = \{i_0, i_1, i_2, \dots, i_{s-1}, i_s, i_A^k\},$$

с наименьшим суммарным по всем маршрутам общим пробегом:

$$\sum_{k=1}^e l_{Rk} \rightarrow \min,$$

где:

i_0 – поставщик груза (ГОП);

i_{kA} – пункт хранения k – го автомобиля, $k = 1, 2, \dots, e$;

i_s – номер потребителя груза (ГПП);

l_{Rk} – протяженность маршрута R_k .

Необходимым условием рациональной организации перевозок является максимально возможное (не противоречащее всем другим заданным ограничениям) использование грузоподъемности и грузовместимости, приводящее к сокращению числа автомобилей. Поэтому в практических задачах сменно-суточного планирования в качестве целевой функции принимают минимум общего пробега или (и) минимум количества транспортных средств [5]. Анализ сметы затрат, зависящей от суммарного общего пробега и количества используемых автомобилей, приводит к аналогичному выводу при сменно-суточном планировании доставки грузов.

При маршрутизации перевозок мелкопартионными отправлениями используют две группы методов получения:

- точных решений (перебор вариантов, линейное и динамическое программирование, «ветвей и границ») [1, 5];
- приближенных результатов (случайного поиска, локальной оптимизации, эвристические) [1 – 5, 7].

Для точных методов характерны: сложность математических построений, итерационный характер и большой объем вычислительных операций, малая размерность решаемых задач и ограниченная возможность учета производственных ограничений (организационных и технологических). В отличие от первой группы алгоритмы приближенных методов имеют однопроходный характер расчетов и используют относительно простой математический аппарат. В частности, эвристические методы базируются на интуитивно или эмпирически выбираемых правилах вычислений при переходе от одного допустимого результата к другому с лучшим показателем целевой функции.

На практике в основном пользуются приближенными методами, наибольшее распространение из которых получили два метода и их модификации: «функций выгоды» (Кларка-Райта) и «сумм» (треугольников). Первый (эвристический метод) позволяет учитывать в расчетах ограничения на заданные временные интервалы доставки грузов и место расположения одного для всего парка автомобилей пункта хранения (стоянки) [7]. Второй (метод локальной оптимизации), после процедуры декомпозиции [5] **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, дает возможность оценки целесообразности включения очередного пункта p в маршрут движения между пунктами i и j по увеличению пробега ($\Delta p_{i,j}$):

$$\Delta p_{i,j} = l_{i,p} + l_{p,j} - l_{i,j}, \quad (1)$$

где: $l_{i,p}$; $l_{p,j}$; $l_{i,j}$ – кратчайшие расстояния между пунктами i, j, p .

Однако использовать указанные методы для вышеизложенной постановки задачи нельзя и требуется их модификация в вопросе учета ограничения на расположение конечных пунктов маршрутов (мест хранения подвижного состава). С этой целью при решении задачи маршрутизации для описанных выше условий можно применять поэтапно следующий алгоритм:

На первом этапе прокладываются направления и определяются значения кратчайших траекторий движения автомобилей [6] по схеме ГОП (поставщик, склад) – место хранения автомобиля (A).

На втором этапе определяется точка (i_s), претендующая на включение в цепочки маршрутов ГОП (склад, i_0) - A (места хранения автомобилей, i_A^k):

$$R_k = \{i_0, \dots, i_A^k\}.$$

Претендующий на включение пункт выбирается либо:

- как наиболее удаленный от поставщика (ГОП), т.е. имеющий максимальное значение кратчайшего расстояния;
- как имеющий наибольшее значение суммы кратчайших расстояний от всех точек, включая ГОП и мест хранения автомобилей.

В обоих случаях необходимо наличие матрицы кратчайших расстояний, рассчитываемой по модели транспортной сети (МТС) географического района перевозок [2, 6].

По выражению (1) рассчитываются значения для всех комбинаций включения точки p между пунктами i и j на всех маршрутах R_k . Вариант с наименьшим значением определяет маршрут включения и увеличение длины оборота. На первом шаге для каждого маршрута приращение пробега определяется один раз. При наличии в маршруте одной промежуточной точки приращение рассчитывается дважды, двух пунктов – три раза и т. д. Схематично пример пошагового выполнения второго этапа показан на рисунке 1.

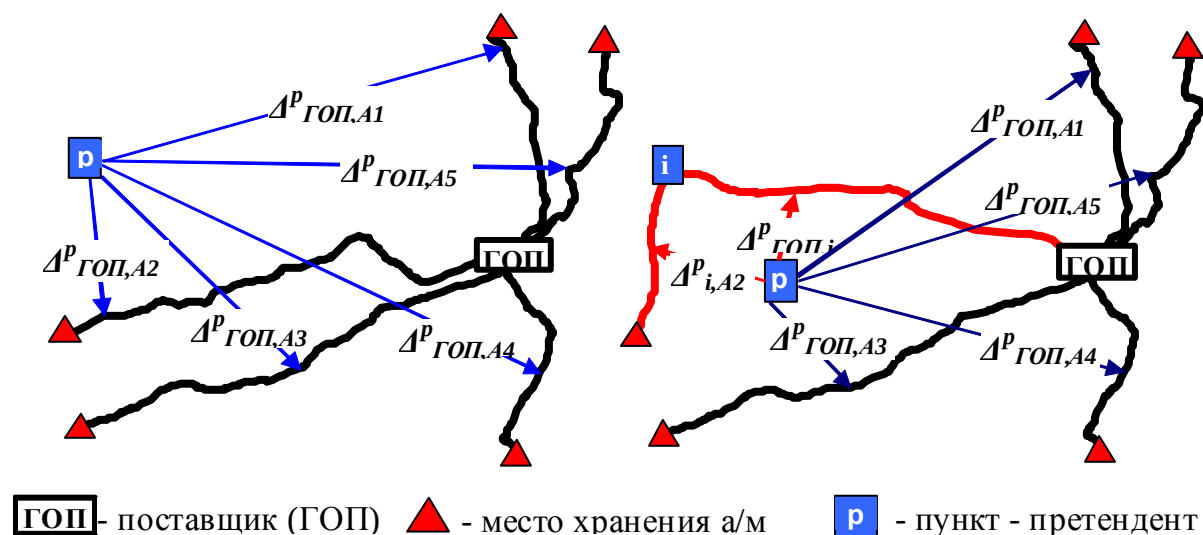


Рисунок 1 - Пример пошагового выполнения второго этапа построения маршрута

На третьем этапе осуществляется проверка маршрута с включенной точкой-претендентом на соответствие заданным техническим, технологическим и организационным ограничениям. Если имеет место хотя бы одно противоречие по грузоподъемности, объему кузова, времени в наряде, допустимой длине оборота, несоответствию интервалам доставки или другим ограничениям, то пункт заменяют очередным претендентом с проведением контроля по указанным выше показателям.

Действия повторяются до назначения всех пунктов потребления в маршруты. Процедура носит итерационный характер. Наличие соответствующего программного обеспечения гарантирует относительно быстрое формирование сменно-суточных планов перевозок.

4. Заключение

Разработанная методика позволяет в сменно-суточном режиме планирования формировать рациональные по критерию наименьшего суммарного общего пробега развозочные (сборочные) маршруты доставки грузов автотранспортом на территории мегаполиса. Предлагаемая модификация метода «сумм» учитывает условие наличия множества мест межсменного хранения используемого подвижного состава, что сокращает время планирования перевозок, нагрузку на улично-дорожную сеть и транспортную составляющую стоимости товаров. Представленный алгоритм предусматривает возможность создания прикладного программного обеспечения. Контрольные расчеты на действующих операторах рынка грузовых перевозок показали дееспособность методики и экономическую целесообразность ее внедрения в производство.

Список информационных источников

- [1] Житков, В.А. Методы оперативного планирования грузовых автомобильных перевозок / В.А. Житков, К.В. Ким. – М.: Транспорт, 1982. – 184 с.
- [2] Кожин, А.П. Математические методы в планировании и управлении грузовыми автомобильными перевозками: учеб. пособие для вузов / А.П. Кожин, В.Н. Мезенцев. – М.: Транспорт, 1994. – 304 с.
- [3] Модели и методы теории логистики: учеб. пособие для вузов / под ред. проф. В.С. Лукинского. – СПб.: Изд-во Питер, 2003. – 176 с.
- [4] Николин, В.И. Проектирование автотранспортных систем доставки грузов / В.И. Николин, С.М. Мочалин, Е.Е. Витвицкий, И.В. Николин; под общ. ред. проф. В.И. Николина. – Омск: СибАДИ, 2001. – 184 с.
- [5] Просов, С.Н. Эвристические модели маршрутизации перевозок грузов мелкопартионными отправками: лабораторный практикум по курсу “Моделирование транспортных систем” / С.Н. Просов. – М.: МАДИ, 2008. – 31 с.
- [6] Просов, С.Н. Модель кольцевой маршрутизации перевозок грузов помашинными отправками: лабораторный практикум по курсу “Моделирование транспортных систем” / С.Н. Просов. – М.: МАДИ, 2004. – 40 с.
- [7] Просов, С.Н. Повышение эффективности планирования перевозок по сборно-развозочным маршрутам: дис. ...канд. техн. наук 05.22.10: защищена 21.05.86 / Сергей Николаевич Просов; МАДИ. – Москва, 1986. – 125 с.
- [8] Просов, С.Н. Проектирование дистрибутивных транспортных систем / С.Н. Просов, Д.Г. Мороз // Автотранспортное предприятие. – 2007. – №7. – С. 50-52.
- [9] Николаев А.Б. Информационные технологии в менеджменте и транспортной логистике: учебное пособие / А.Б. Николаев, А.В. Остроух. – Saint-Louis, MO, USA: Publishing House Science and Innovation Center, 2013. – 254 с. – ISBN 978-0-615-67110-9.
- [10] Куфтинова Н.Г. Имитационное моделирование управления транспортными потоками в мегаполисе / А.В. Остроух, Н.Г. Куфтинова // Автотранспортное предприятие. – 2010. – №12. – С. 41-42.
- [11] Куфтинова Н.Г. Разработка информационно-логической модели транспортной сети мегаполиса / А.В. Остроух, Н.Г. Куфтинова // Бюллетень транспортной информации. – М.: Национальная ассоциация транспортников, 2013. – №1 (211). – С. 23-26.