

ISSN 2306-1561

Automation and Control in Technical Systems (ACTS)

2015, No 2, pp. 73-82.

DOI: 10.12731/2306-1561-2015-2-7



Algorithms for Solving Transport Parcel with Regard Restrictions on the Movement of Trucks

Nikolay Anatolievich Atrokhov

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>

nikoatr@mail.ru

Ludmila Nikolaevna Andronikova

Russian Federation, Undergraduate Student, 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>

andronikovamila@rambler.ru

Abstract. In organizing the transport of small consignments should be considered as the legal restrictions on the movement of trucks in the locations of the consignees and the technological abilities of the consignees of goods on acceptance. In this paper, we propose an algorithm for solving the problem of transportation of small consignments subject to limits as an alternative to classical, to ensure the efficient operation of vehicles during transportation of goods specified consignees.

Keywords: road transport freight transportation, restriction of movement of trucks, transportation of small consignments, transportation of goods through the transfer points.

ISSN 2306-1561

Автоматизация и управление в технических системах (АУТС)

2015. – № 2. – С. 73-82.

DOI: 10.12731/2306-1561-2015-2-7



УДК 656.025

Алгоритм решения задачи перевозок мелких партий грузов с учетом ограничений на движение грузового автомобильного транспорта

Атрохов Николай Анатольевич

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>

nikoatr@mail.ru

Андроникова Людмила Николаевна

Российская Федерация, студентка 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>

andronikovamila@rambler.ru

Аннотация. При организации автомобильных перевозок мелких партий грузов необходимо учитывать как нормативно-правовые ограничения на движение грузового автотранспорта в местах расположения грузополучателей, так и технологические возможности самих грузополучателей по приемке грузов. В данной статье предлагается алгоритм решения задачи перевозок мелких партий грузов с учетом установленных ограничений, как альтернативный классическому, с целью обеспечения эффективной работы автотранспорта при выполнении перевозок грузов заданным грузополучателям.

Ключевые слова: автомобильные грузовые перевозки, ограничение движения грузового автотранспорта, перевозки мелких партий грузов, перевозки грузов через передаточные пункты.

1. Введение

Как известно, рядом нормативно-правовых документов ограничено движение грузового автотранспорта в городе Москве. Въезд и движение по территории города Москвы, ограниченной Третьим Транспортным Кольцом (ТТК), автотранспорта грузоподъемностью свыше 1 тонны с 6.00 до 22.00 возможны только при наличии пропусков установленной формы. Аналогичные ограничения распространяются на грузовые автотранспортные средства (ГАТС) разрешенной максимальной массой более 12 тонн на въезд и движение по территории города Москвы, ограниченной Московской кольцевой автомобильной дорогой (МКАД), а также на движении по МКАД [1].

С целью уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на территории Москвы и увеличения пропускной способности улично-дорожной сети требования к временным и территориальным ограничениям, а также к технико-эксплуатационным параметрам ГАТС ужесточаются, а в некоторых случаях их движение вообще запрещается. Так с 01.09.2016 года запрещается въезд в часть города Москвы, ограниченную ТТК, и движение по ТТК ГАТС, соответствующих по экологическим характеристикам требованиям ниже экологического класса 3, а в части Москвы между ТТК и МКАД и по МКАД ГАТС с экологическими характеристиками ниже экологического класса 2. В настоящее время действует запрет на въезд в центральную часть Москвы, ограниченную ТТК, ГАТС, соответствующих по экологическим характеристикам требованиям не ниже класса 2.

На фоне ограничений и запретов на движение ГАТС по городу Москве наиболее остро встает задача эффективной организации грузопотоков жизнеобеспечения города, промышленного производства и снабжения [2 ... 8]. Безусловно, для решения такого типа задач не обойтись без применения различных методов оптимизации грузопотоков и эффективных транспортно-технологических схем (ТТС) перевозки грузов [2 ...4, 9 ... 20].

2. Задача перевозки мелких партий грузов

В данной статье рассматривается ТТС перевозок мелких партий грузов потребителям, доступность которых ограничена определенными требованиями.

Предложенный ниже алгоритм применим к решению задач организации перевозок мелких партий грузов от грузоотправителя нескольким грузополучателям. Наибольший эффект достигается при организации перевозок от грузоотправителей, удаленных на значительные расстояния от месторасположения грузополучателей мелких партий грузов.

Обозначенный тип задач достаточно близко схож с задачами организации эффективных маршрутов перевозки грузов (товаров) жизнеобеспечения города (продукты питания, медикаменты, товары народного потребления и др.) в условиях существующих ограничений по времени перевозок, по технико-эксплуатационным параметрам ГАТС, по оснащенности пунктов разгрузки у грузополучателей, возможности проезда, состоянию подъездных площадок и др.

Одной из возможных ТТС перевозки мелких партий грузов от грузоотправителя нескольким грузополучателям является перевозка через передаточные пункты.

Под передаточным пунктом в данной задаче понимается пункт, выбранный для передачи грузов с крупнотоннажных автотранспортных средств на автотранспортные средства малой грузоподъемности, удовлетворяющей ограничениям на въезд и движение в определенной части города. Передача грузов может осуществляться как по схеме «борт-борт» по конкретному адресу, так и через склады и терминалы.

Предпосылками организации перевозок грузов через передаточные пункты являются:

1. Приспособленность грузов к передаче по такой схеме.
2. Значительная удаленность грузоотправителя от места расположения грузополучателей мелких партий грузов.
3. Невозможность использования большегрузных автотранспортных средств для перевозок мелких партий грузов непосредственно грузополучателям по причинам:
 - неприспособленности погрузо-разгрузочных площадок грузополучателей к принятию большегрузных автотранспортных средств или их отсутствие вообще;
 - невозможности проезда большегрузных автотранспортных средств к грузополучателям (запрет на движение, пропускной режим, интенсивность движения, плотность застройки и др.).

Можно выделить две возможных ТТС перевозки мелких партий грузов:

1. Перевозка от грузоотправителя в передаточный пункт большегрузным автотранспортным средством, а из передаточного пункта по маятниковым маршрутам грузополучателям грузовыми автотранспортными средствами, удовлетворяющими ограничениям на движение по территории города.
2. Перевозка от грузоотправителя в передаточный пункт большегрузным автотранспортным средством, а из передаточного пункта по развозочным маршрутам грузополучателям грузовыми автотранспортными средствами, удовлетворяющими ограничениям на движение по территории города.

В обоих случаях ТТС возникает необходимость выбора оптимального адреса расположения передаточного пункта из числа нескольких адресов-претендентов. Одним из критериев такого выбора может являться минимальный общий пробег при выполнении перевозок всем грузополучателям. Можно оперировать другим критерием, например, минимальным временем, по истечении которого перевозки всем грузополучателям будут выполнены.

3. Алгоритм решения задачи

Алгоритмы решения такого типа задач рассмотрим на нижеприведенном примере.

Известна транспортная сеть района перевозок мелких партий грузов, представленная моделью (рисунок 1) и матрицей кратчайших расстояний (таблица 1). Заданы адрес (вершина модели) расположения грузоотправителя (ГО) и адреса

(вершины модели) грузополучателей (ГП) мелких партий грузов. Известны объемы перевозок грузов каждому грузополучателю (таблица 2).

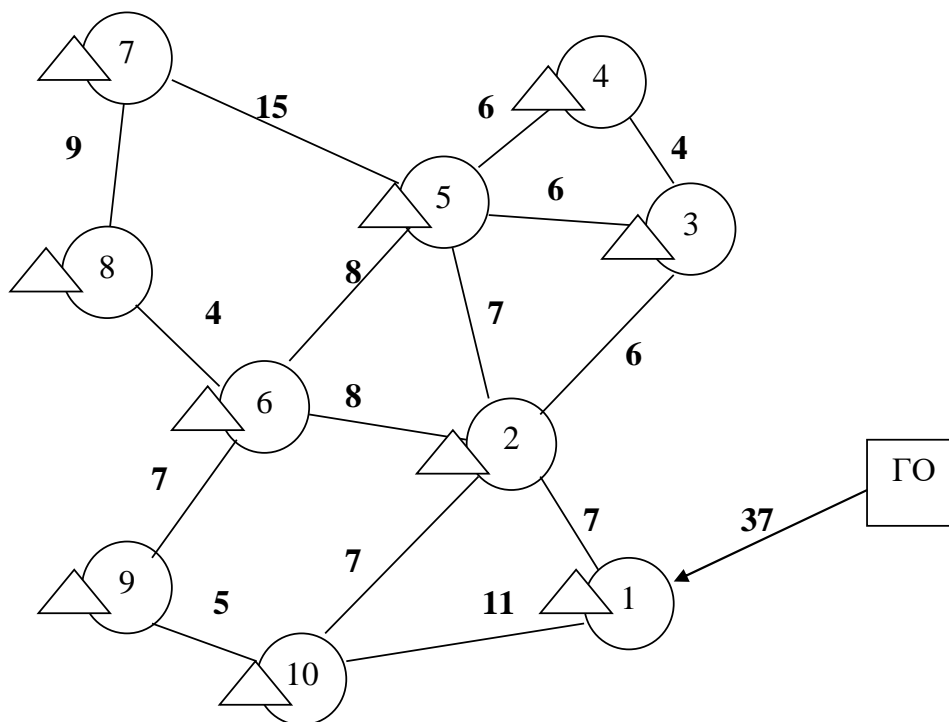


Рисунок 1 – Модель транспортной сети района перевозок

Таблица 1 – Матрица кратчайших расстояний (МКР)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	7	13	17	14	15	28	19	16	11
2	7	0	6	10	7	8	21	12	12	7
3	13	6	0	4	6	14	21	18	18	13
4	17	10	4	0	6	14	21	18	21	17
5	14	7	6	6	0	8	15	12	15	14
6	15	8	14	18	8	0	13	4	7	12
7	28	21	21	21	15	13	0	9	20	25
8	19	12	18	18	12	4	9	0	11	16
9	16	12	18	21	15	7	20	11	0	5
10	11	7	13	17	14	12	25	16	5	0

Таблица 2 – Объёмы перевозок грузов грузополучателям

ГП	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объём груза, ед.	4	1	2	3	3	2	3	2	2	3

Для выполнения перевозок между ГО и передаточным пунктом (ПП) могут быть использованы ГАТС любой грузовместимости (например 25 ед. груза), а между ПП и ГП ГАТС малой грузовместимости (до 9 ед. груза).

Задача 1. Выбрать месторасположение передаточного пункта, перевозки грузов из которых будут осуществляться грузополучателям мелких партий грузов по маятниковым маршрутам ГАТС малой грузоподъемности. Критерий выбора передаточного пункта – минимальное расстояние перевозки до наиболее удаленного грузополучателя. Претендентом на размещение передаточного пункта может являться каждый грузополучатель (каждая вершина модели транспортной сети).

Алгоритм решения данной задачи заключается в следующем:

1. Из каждой строки матрицы кратчайших расстояний (МКР) выбираем максимальное значение элемента и записываем справа от МКР в столбце максимальных значений по строкам МКР.
2. Из каждого столбца МКР выбираем максимальное значение элемента и записываем под МКР в строке максимальных значений по столбцам МКР.
3. Одноименные (по номеру вершины) значения, выбранных элементов суммируются и записываются справа от МКР в столбце сумм выбранных значений.
4. В столбце сумм выбранных значений выбираем минимальное значение, которое укажет на номер вершины расположения передаточного пункта. Если минимальных значений сумм окажется несколько, то выбираем любое из них.

Следуя данному алгоритму решения получим, что ПП необходимо разместить в вершине 5.

Пробег по всем маятниковым маршрутам из ПП в вершине 5 к грузополучателям составит 97 км. Пробег от ГО в ПП составит 51 км. Общий пробег составит 148 км.

По классической схеме перевозки грузов, когда маятниковые маршруты ко всем грузополучателям исходят от ГО, общий пробег составит 510 км, что в 3,4 раза больше, чем через передаточный пункт.

Кроме того, если каждый автомобиль малой грузовместимости будет осуществлять вывоз грузов от грузоотправителя, то потребуется их намного большее количество в связи со значительным увеличением расстояния перевозки по сравнению с расстоянием перевозки через передаточный пункт. Соответственно, дополнительное количество единиц автотранспорта увеличит нагрузку на улично-дорожную сеть, что увеличивает вероятность возникновения автотранспортных пробок.

Задача 2. Выбрать месторасположение передаточного пункта, перевозка грузов из которого будет осуществляться грузополучателям мелких партий грузов по развозочным маршрутам ГАТС малой грузоподъемности. Ограничим количество претендентов на размещение передаточного пункта. Пусть такими возможностями располагают грузополучатели мелких партий грузов в вершинах 1,2,5 и 6.

Таким образом, задача заключается в выборе месторасположения передаточного пункта, при котором суммарный пробег при перевозках мелких партий грузов по развозочным маршрутам всем грузополучателям будет минимальным.

Поиск вершины оптимального месторасположения передаточного пункта произведем путем моделирования вариантов маршрутов относительно вершин-претендентов на размещение в них передаточного пункта.

Для моделирования вариантов развозочных маршрутов воспользуемся известным методом Кларка и Райта.

Вариант маршрутов перевозки грузов из передаточного пункта, назначенного в вершину 1, будет следующим:

ПП(1)-7-8-6-9-ПП(1), $l_m=64\text{км}$;

ПП(1)-2-3-4-5-ПП(1), $l_m=37\text{км}$;

ПП(1)-10-ПП(1), $l_m=22\text{км}$;

ГО-ПП(1)-ГО, $l_m=74\text{км}$.

Пробег по развозочным маршрутам составил 123км. Общий пробег-197км.

Вариант маршрутов перевозки грузов из передаточного пункта, назначенного в вершину 2, будет следующим:

ПП(2)-7-8-6-9-ПП(2), $l_m=53\text{км}$;

ПП(2)-3-4-5-ПП(2), $l_m=23\text{км}$;

ПП(2)-1-10-ПП(2), $l_m=25\text{км}$;

ГО-ПП(2)-ГО, $l_m=88\text{км}$.

Пробег по развозочным маршрутам составил 101км. Общий пробег-189км.

Вариант маршрутов перевозки грузов из передаточного пункта, назначенного в вершину 5, будет следующим:

ПП(5)-9-10-1-ПП(5), $l_m=45\text{км}$;

ПП(5)-7-8-6-2-ПП(5), $l_m=43\text{км}$;

ПП(5)-3-4-ПП(5), $l_m=16\text{км}$;

ГО-ПП(5)-ГО, $l_m=102\text{км}$.

Пробег по развозочным маршрутам составил 104км. Общий пробег-206км.

Вариант маршрутов перевозки грузов из передаточного пункта, назначенного в вершину 6, будет следующим:

ПП(6)-2-3-4-5-ПП(6), $l_m=32\text{км}$;

ПП(6)-1-10-9-ПП(6), $l_m=38\text{км}$;

ПП(6)-7-8-ПП(6), $l_m=26\text{км}$;

ГО-ПП(6)-ГО, $l_m=104\text{км}$.

Пробег по развозочным маршрутам составил 96км. Общий пробег-200км.

Классический вариант маршрутов перевозки грузов будет следующим:

ГО – 7 – 8 – 6 – 9 – ГО $l_m=138\text{км}$;

ГО – 5 – 4 – 3 – 2 – ГО $l_m=111\text{км}$;

ГО – 10 – 1 – ГО, $l_m=96\text{ км}$.

Общий пробег составит 345 км.

Для анализа и сравнения вариантов маршрутов, полученные по ним пробеги представим в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Итоги моделирования вариантов маршрутов

Вершины маршрутов перевозки грузов		Пробеги, км		
		По развозочным маршрутам ГАТС малой грузоподъемности	По маятниковому маршруту крупнотоннажными ГАТС	Общий
Классический		345	-	345
Через передаточный пункт	ПП(1)	123	74	197
	ПП(2)	101	88	189
	ПП(5)	104	102	206
	ПП(6)	96	104	200

Оптимальным по пробегу будет вариант маршрутов перевозки мелких партий грузов через передаточный пункт в вершине 2 (общий пробег 189км).

Если целью решения задачи будет организация эффективной работы ГАТС малой грузоподъемности (грузовместимости), то передаточный пункт следует назначить в вершину 6. В этом случае пробег по всем развозочным маршрутам составит минимальное значение - 96км, при котором потребуется возможно всего лишь одно ГАТС малой грузоподъемности при соответствующих условиях перевозок грузов.

4. Заключение

Приведенный пример решения задач организации перевозок мелких партий грузов свидетельствует об их схожести по постановке с задачами перевозок грузов жизнеобеспечения крупных городов, и прежде всего города Москвы, в условиях вводимых и постоянно ужесточаемых ограничений на движение ГАТС по времени и территории.

Предлагаемая ТТС перевозок мелких партий грузов через передаточные пункты при различных условиях и ограничениях их транспортировки, и изложенные алгоритмы решения такого типа задач, свидетельствуют о возможности получения значительного эффекта по сравнению с известными классическими способами организации перевозок грузов.

Дальнейшие исследования в данном направлении позволят усовершенствовать предложенные алгоритмы с целью учёта при решении такого типа задач максимального количества факторов, отражающих реальные условия и ограничения перевозок, вводимые как городом, так и грузоотправителями и грузополучателями.

Список информационных источников

- [1] Постановление Правительства Москвы от 22.08.2011 N 379-ПП «Об ограничении движения грузового автотранспорта в городе Москве и признании утратившими силу отдельных правовых актов Правительства Москвы» (в ред. постановлений Правительства Москвы от 15.11.2012 N 650-ПП, от 26.12.2012 N 833-ПП, от 14.02.2013 N 75-ПП, от 01.10.2013 N 647-ПП, от 09.12.2014 N 723-ПП, с изм., внесенными постановлением Правительства Москвы от 04.03.2014 N 90-ПП в редакции от 06.03.2015 N 101-ПП).
- [2] Просов С.Н. Эвристические модели маршрутизации перевозок грузов мелкопартионными отправлениями: лабораторный практикум по курсу «Моделирование транспортных систем» / С.Н. Просов. – М.: МАДИ, 2008. – 31 с.
- [3] Просов С.Н. Декомпозиционная модель маршрутизации перевозок грузов мелкими партиями с учетом мест хранения подвижного состава/ С.Н. Просов, Д.Г. Мороз //Автотранспортное предприятие. – 2014. – №5. – С.47-49.
- [4] Атрохов Н.А. Разработка рекомендаций по организации автомобильных перевозок грузов на контролируемую территорию // Автоматизация и управление в технических системах. – 2014. – № 3; URL: auts.esrae.ru/11-218 (дата обращения: 18.12.2014).
- [5] Остроух А.В. Автоматизация транспортировки продукции / А.В. Остроух, Н.Г. Куфтинова – Saarbrucken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 146 p. – ISBN 978-3-8454-1089-0.
- [6] Остроух А.В. Автоматизация управления автотранспортными предприятиями. Новый подход на основе интеллектуальных мультиагентных систем / А.В. Остроух, А.В. Воробьева, Н.Е. Суркова. – Saarbrucken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 117 p. – ISBN 978-3-659-47576-4.
- [7] Кузнецов И.А. Особенности реализации автоматизированной информационно-аналитической системы центра планирования перевозок строительных грузов / И.А. Кузнецов, А.В. Остроух // Вестник МАДИ(ГТУ). – М.: МАДИ (ГТУ), 2008. – Вып. 1(12). – С. 92-96.
- [8] Куфтинова Н.Г. Процессно-ориентированный подход к автоматизации планирования и управления транспортировкой продукции предприятий промышленности / Н.Г. Куфтинова, А.В. Остроух // Вестник МАДИ – 2010. – Вып. 4(23). – С. 62-66.
- [9] Данчук К.А. Автоматизированные информационные системы на автотранспортном предприятии / К.А. Данчук, А.Б. Львова, С.А. Порфирьева, А.В. Остроух, П.С. Якунин // В мире научных открытий. Серия «Проблемы науки и образования». – 2012. – №2.6 (27). – С. 34-38.
- [10] Куфтинова Н.Г. Разработка информационно-логической модели транспортной сети мегаполиса / Н.Г. Куфтинова, А.В. Остроух // Бюллетень транспортной информации. – 2013. – №1 (211). – С. 23-26.
- [11] Башмаков И.А., Остроух А.В. Процессная модель технологии транспортировки бетонных смесей автомобильным транспортом // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 4.1. – С. 75-81. DOI: 10.12731/2306-1561-2013-4-14.
- [12] Джха П., Остроух А.В. Автоматизированная система управления складом железобетонных изделий // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 4.1. – С. 51-56. DOI: 10.12731/2306-1561-2013-4-9.
- [13] Остроух А.В., Синха Б.Р. Исследование информационных систем управления взаимоотношениями с поставщиками // Автоматизация и управление в

- технических системах. – 2013. – № 4.1. – С. 56-62. DOI: 10.12731/2306-1561-2013-4-10.
- [14] Башмаков И.А., Польгун М.Б., Джха П., Остроух А.В. Обзор технологий транспортировки бетонных смесей автомобильным транспортом // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 4.2. – С. 178-189. DOI: 10.12731/2306-1561-2013-4-38.
- [15] Башмаков И.А., Польгун М.Б., Остроух А.В. Оптимизация параметров процессов автотранспортного обслуживания потребителей бетонных смесей // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 4.2. – С. 189-198. DOI: 10.12731/2306-1561-2013-4-39.
- [16] Башмаков И.А., Остроух А.В. Минимизация производственных рисков при автотранспортном обслуживании потребителей бетонных смесей // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 4.2. – С. 83-90. DOI: 10.12731/2306-1561-2013-4-40.
- [17] Башмаков И.А., Остроух А.В. Процессная модель технологии транспортировки бетонных смесей автомобильным транспортом // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2014. – №3. – С. 10-18.
- [18] Ostroukh A.V., Kuftinova N.G. Automation of Planning and Management of the Transportation of Production for Food Processing Industry Enterprises // Automatic Control and Computer Sciences. 2012. Vol. 46. No. 1. pp. 41-48. DOI: 10.3103/S0146411612010063.
- [19] Остроух А.В. Применение графов дорожной сети в автоматизированной системе управления транспортировкой дорожно-строительных материалов / А.В. Остроух, М.Б. Польгун, В.В. Тихоцкий // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2014. – №1. – С. 12-17.
- [20] Ostroukh A.V., Bashmakov I.A., Polgun M.B. Process-Functional Model of Transportation Mix Concrete // Journal of Transportation Technologies (JTT). 2014. Vol. 4, Issue 2, pp.157-163. DOI: 10.4236/jtts.2014.42016.