Тюрин А.Ю.¹

¹ Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Планирование вариантов доставки товаров автомобильным транспортом в торговых распределительных сетях

АННОТАЦИЯ:

В статье рассматриваются вопросы планирования вариантов доставки товаров автомобильным транспортом в торговых распределительных сетях. Приводится алгоритм планирования поставок, указываются особенности группировки потребителей по зонам обслуживания, устанавливается периодичность доставки товаров в эти зоны. На примере показывается эффективность использования эвристических методов построения маршрутов перевозок автотранспортом большой группе потребителей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

торговые распределительные сети, планирование доставки продукции, транспортное обслуживание, алгоритм планирования, эвристический метод, транспортное средство, маршрут доставки

JEL: L81, L91, R41

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Тюрин А.Ю. Планирование вариантов доставки товаров автомобильным транспортом в торговых распределительных сетях // Торгово-экономический журнал. — 2014. — Т. 1. — № 1. — с. 27-38. — <http://journals.creativeconomy.ru/index.php/tezh/article/view/230/>

Тюрин Алексей Юрьевич, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры автомобильных перевозок, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово (alexurin07@rambler.ru)

ПОСТУПИЛО В РЕДАКЦИЮ: 25.10.2014 / ОПУБЛИКОВАНО: 28.12.2014

ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП:

<http://journals.creativeconomy.ru/index.php/tezh/article/view/230/>

(с) Тюрин А.Ю. / Публикация: ООО Издательство "Креативная экономика"

Статья распространяется по лицензии Creative Commons CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>)

ЯЗЫК ПУБЛИКАЦИИ: русский

Metadata in English is available.

For detailed information, please, visit

<http://journals.creativeconomy.ru/index.php/tezh/article/view/230/>

Распределительные сети крупных торговых предприятий, особенно в сфере FMCG, обладают большим количеством потребителей и распространяются на значительные территории, включая регионы, состоящие из нескольких областей. Поставка продукции в данных сетях осуществляется преимущественно мелкими партиями. Задача доставки товаров на большой сети обслуживания является довольно сложной, особенно при наличии большого количества дополнительных ограничений [1]. При планировании порядка обслуживания клиентов используется алгоритм, состоящий из нескольких этапов.

Во-первых, определяются общие подходы, касающиеся сбора заявок на поставку продукции, подбора заказа по ассортиментным группам, выбора приемлемого времени доставки товаров потребителю с учетом удаленности клиента от склада или распределительного центра.

Во-вторых, на основе анализа спроса за определенный период времени по каждому клиенту формируются устойчивые зоны обслуживания [2, 3], определяется периодичность поставки товара каждому потребителю, выбирается подвижной состав, доставляющий готовую продукцию определенной группе грузополучателей.

В-третьих, составляется баланс спроса и предложения, то есть определяется соотношение между предъявленным заказом на обслуживание и наличным парком транспортных средств. При этом доставка заказанной продукции возможна средствами нескольких перевозчиков с различными тарифами на обслуживание. Возникает задача рационализации перевозок с целью снижения общих транспортных расходов и увязки расписаний работы автотранспорта.

В-четвертых, на основе группировки потребителей по зонам и дням обслуживания формируется сводное расписание и графики работы транспортных средств с учетом максимальной загрузки подвижного состава, своевременности доставки, ритмичности поставки, увязки транспортных и складских процессов с системами управления запасами как у поставщиков, так и у потребителей.

В-пятых, производится анализ системы доставки и выявления «узких мест», препятствующих обеспечению надежной и экономичной

доставки готовой продукции – большая вариативность спроса, недостаточные складские площади потребителя, большая удаленность клиента от поставщика с требование максимальной реакции на изменяющийся спрос и т.д. В итоге к основным маршрутам с устойчивым спросом добавляются оперативные маршруты для удовлетворения всех требований клиентов.

Таким образом, при планировании маршрутов доставки продукции учитывается динамизм внешней среды, сложившиеся рыночные отношения в распределительных сетях, определяющие порядок обслуживания потребителей.

Рассмотрим методику составления рациональных маршрутов перевозок грузов и обслуживания потребителей на примере распределения продукции ООО «Система Чибис». В состав торгового предприятия входят два распределительных центра, 130 магазинов «Чибис» и 34 магазина «Поляна», распределенных по территории Кемеровской, Томской областей, Красноярского края и Республики Хакасия. Основная доля потребителей (магазинов) расположена на территории Кемеровской области – 83,4%, Томская область разместила у себя 11,7% магазинов, на территории Красноярского края и Республики Хакасия обслуживаются соответственно 1,8 и 3,1% магазинов от общего их числа.

Номенклатура доставляемой продукции насчитывает более 100 наименований различных товаров продовольственного назначения. При этом готовая продукция упакована в картонные коробки и термоусадочную пленку с массой одного места от 3 до 12 кг. С целью снижения трудоемкости операций погрузки и разгрузки, учета и контроля данных операций груз на склад поступает на европоддонах (паллетах) размером 1200x800 мм. Доставка продукции потребителям осуществляется также на паллетах.

Доставка готовой продукции потребителям осуществляется автомобилями-фургонами различной вместимости (от 4 до 32 паллет) и грузоподъемности (от 1,5 до 20 т). Данный факт позволяет гибко

перераспределять подвижной состав по маршрутам доставки, учитывая потребности клиентов, радиус доставки, время в пути и т.д.

Рассмотрим применение методики планирования вариантов доставки продукции в течение 5 дней. Все потребители по их территориальному признаку разбиваются на 5 зон обслуживания: юг (1), север (2), запад Кемеровской области (включая г Кемерово) (3), Томская область (4), Красноярский край и Республика Хакассия (5). Устанавливается общая потребность в товаре по сформированным зонам обслуживания за рассматриваемый период времени. Объемы поставок по зонам обслуживания приведены на рисунке 1.

Рисунок 1. Объем поставок в паллетах по зонам обслуживания

Как видно из рисунка 1 основная потребность приходится на зоны 1 и 3, т.е. юг и запад Кемеровской области (включая г Кемерово), где находится большое количество потребителей.

Если рассмотреть потребность в продукте на 1 клиента, расположенного в каждой зоне обслуживания, за 5 дней (рисунок 2), то здесь выделяется зона 5 (Красноярский край и Республика Хакассия) с малым количеством пунктов обслуживания и значительной удаленностью от распределительного центра.

Используя данные рисунков 1 и 2, составляем периодичность обслуживания каждой зоны: 1, 3 и 5 зоны обслуживаются ежедневно, 2 зона – 2 раза за 5 дней, 4 зона – 1 раз в 5 дней. Исходя из периодичности и

размеров заказов, подбираем под каждое направление обслуживания соответствующий подвижной состав.

Рисунок 2. Средний размер заказа на 1 клиента по зонам обслуживания

После определения периодичности обслуживания анализируется поток заказов, поступающий от каждого потребителя, на основании которого получатели разбиваются на подгруппы внутри каждой зоны обслуживания и формируют заказ на очередные сутки доставки продукции. Например, потребители 1 зоны обслуживания получают заказы от 2 до 3 раз в течение 5 дней, при этом автомобиль посещает хотя бы одного клиента 1 зоны обслуживания ежедневно. Объем заказа потребителей 1 зоны обслуживания представлен на рисунке 3.

Рисунок 3. Объем заказа потребителей 1 зоны обслуживания

После группировки заказов по дням и зонам обслуживания формируются маршруты перевозок с учетом ограничений нормативных документов по времени труда и отдыха водителей на междугородных маршрутах. Так как количество потребителей в каждой зоне велико и имеется подвижной состав различной грузоподъемности, то для построения маршрутов перевозок продукции используются эвристические методы. Применение данных методов уже рассматривалось для оценки эффективности доставки товаров повседневного спроса в [4]. Так как запросы потребителей и требования весьма разнообразны (конкретный временной интервал завоза продукции, необходимость доставки товара несколькими рейсами, поставка товара смешанного ассортимента от нескольких поставщиков и т.д.), то необходимо выбрать соответствующую задачу маршрутизации перевозок, описанную в [5, 6].

В рассматриваемом примере краткосрочного планирования поставок продукции для сравнения были использованы методы Кларка-Райта [7] и поиска с запретами, рассмотренного, например, в работах [8-10].

Как было отмечено выше, рассматривается 5-дневный отрезок времени для планирования поставок продукции с 27.10.14 по 31.10.14 г. Для решения задачи распределения продукции по дням поставок будет использоваться двухэтапный подход. Вначале, зная себестоимость 1 часа работы и 1 км пробега каждого автомобиля на маршрутах и используя модели целочисленного линейного программирования, определяется оптимальный состав автомобилей каждой грузоподъемности, дающий минимальные транспортные расходы для доставки планируемого объема заказов по зонам обслуживания. Результаты решения задачи для 27.10.14 г. и 1 зоны обслуживания приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Распределение подвижного состава за 27.10.14 г.
для 1 зоны обслуживания**

<i>№ маршрута</i>	<i>Марка автомобиля</i>	<i>Грузоподъемность, паллеты</i>	<i>Стоимость 1 км пробега, р./км</i>	<i>Пробег на маршруте, км</i>	<i>Транспортные расходы, р.</i>
Метод Кларка-Райта (базовый вариант)					
1	Форд-Карго	16	26,9	479,15	12889,14
2	Форд-Карго	16	26,9	331,26	8910,89
3	Форд-Карго	16	26,9	362,34	9746,95
4	Форд-Карго	16	26,9	343,56	9241,76
5	Форд-Карго	16	26,9	286	7693,40
6	Мицубиси-Фусо	10	14	284	3976,00
7	Мицубиси-Фусо	10	14	298	4172,00
8	Мицубиси-Фусо	10	14	376	5264,00
9	Мицубиси-Фусо	10	14	276,43	3870,02
<i>Всего</i>				<i>3036,74</i>	<i>65764,16</i>
Метод поиска с запретами (предлагаемый вариант)					
1	Форд-Карго	16	26,9	479,1	12887,79
2	Форд-Карго	16	26,9	343	9226,70
3	Хундай НД 120	10	14	358,88	5024,32
4	Хундай НД 120	10	14	330,88	4632,32
5	КамАЗ 47446В	12	16,8	350,6	5890,08
6	КамАЗ 47446В	12	16,8	286	4804,80
7	КамАЗ 47446В	12	16,8	292,43	4912,82
8	КамАЗ 47446В	12	16,8	284	4771,20
9	Мицубиси-Фусо	10	14	382,27	5351,78
10	Мицубиси-Фусо	10	14	268	3752,00
<i>Всего</i>				<i>3375,16</i>	<i>61253,81</i>
Выигрыш по сравнению с базовым вариантом				-338,42	4510,35

Анализ результатов таблицы 1 показывает, что наблюдается несоответствие в выборе подвижного состава для перевозок при использовании метода Кларка – Райта (базовый вариант) и метода поиска с запретами (предлагаемый вариант). Хотя и во втором случае наблюдается превышение пробега автомобилей на 338 км, но за счет использования более экономичных автомобилей происходит сокращение транспортных расходов по сравнению с первым вариантом на 4510,35 р. или на 6,86%.

Аналогичным образом распределяются поставки для других зон обслуживания в течение 27.10.14 г. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Распределение подвижного состава за 27.10.14 г.

Марка автомобиля	Грузо-подъемность, паллеты	Количество автомобилей	Стоимость 1 км пробега, р./км	Пробег на маршруте, км	Транспортные расходы, р.
Метод Кларка-Райта (базовый вариант) – 2 зона обслуживания					
Газ 4735	7	1	24,38	222,45	5423,33
Мицубиси-Фусо	10	2	14	445,91	6242,74
Форд-Карго	16	2	26,9	513,35	13809,12
<i>Всего</i>				<i>1181,71</i>	<i>25475,19</i>
Метод поиска с запретами (предлагаемый вариант) – 2 зона обслуживания					
Форд-Карго	32	3	22,66	732,84	13696,21
<i>Всего</i>				<i>732,84</i>	<i>13696,21</i>
Выигрыш по сравнению с базовым вариантом				448,87	11778,97
Метод Кларка-Райта (базовый вариант) – 3 зона обслуживания					
ГАЗ 2730	4	3	12,77	38,03	485,64
Газ 4735	7	3	24,38	44,09	1074,91
Мицубиси-Фусо	10	1	14	81,18	1136,52
Хундай НД 120	10	1	14	256,72	4312,90
Форд-Карго	16	1	26,9	12,18	327,64
<i>Всего</i>				<i>432,2</i>	<i>7337,62</i>
Метод поиска с запретами (предлагаемый вариант) – 3 зона обслуживания					
Форд-Карго	16	4	26,9	380,95	10247,56
<i>Всего</i>				<i>380,95</i>	<i>10247,56</i>
Выигрыш по сравнению с базовым вариантом				51,25	-2909,94
Метод Кларка-Райта (базовый вариант) – 5 зона обслуживания					
Мицубиси-Фусо	10	2	14	1475,75	20660,50
Форд-Карго	16	2	26,9	514	13826,60
<i>Всего</i>				<i>1989,75</i>	<i>34487,10</i>
Метод поиска с запретами (предлагаемый вариант) – 5 зона обслуживания					
Форд-Карго	32	2	22,66	903,99	20484,41
<i>Всего</i>				<i>903,99</i>	<i>20484,41</i>

Выигрыш по сравнению с базовым вариантом	1085,76	14002,69
Выигрыш за 27.10.14 г.	1247	27382,06

Примечание: Поставка продукции в Томскую область (4 зона обслуживания) 27.10.14 г. не проводилась.

Анализируя полученные результаты в таблице 2, можно сделать вывод, что наблюдается некоторый проигрыш в транспортных расходах при обслуживании 3 зоны, но в целом по всем регионам (зонам обслуживания) наблюдается сокращение общего пробега на 1247 км и затрат на доставку в размере 27382,06 р. за день.

Для второго дня планирования поставок продукции (28.10.14 г.) обслуживаются 1, 3 и 5 зоны потребителей. При этом наблюдается сильное перераспределение спроса, и основной упор в транспортном обслуживании приходится на 1 зону, в результате чего формируются 25 маршрутов перевозок (рисунок 4) по предлагаемому варианту по сравнению с 10 маршрутами для этой же зоны за 27.10.14 г. (см. таблицу 1). На рисунке 4 показана также неравномерность пробега автомобилей по сформированным маршрутам при средней длине чуть более 400 км, что необходимо учитывать при формировании графика отправок с распределительного центра и планировании времени нахождения водителя на линии.

Рисунок 4. Пробег автотранспорта по маршрутам при обслуживании потребителей 1 зоны

Используя предварительно полученные заказы и установку периодичности обслуживания каждой группы потребителей, формируются маршруты доставки, отраженные в таблице 3.

Таблица 3

Распределение подвижного состава за 28.10.14 г.

<i>Марка автомобиля</i>	<i>Грузо-подъемность, паллеты</i>	<i>Количество автомобилей</i>	<i>Стоимость 1 км пробега, р./км</i>	<i>Пробег на маршруте, км</i>	<i>Транспортные расходы, р.</i>
Метод Кларка-Райта (базовый вариант)					
ГАЗ 2730	4	2	12,77	51,09	1077,54
Газ 4735	7	8	24,38	262,02	11571,45
Мицубиси-Фусо	10	28	14	11607,79	209687,78
Хундай НД 120	10	2	14	941,95	18891,73
Форд-Карго	16	9	26,9	3419,05	96134,56
<i>Всего</i>				<i>16281,9</i>	<i>337363,06</i>
Метод поиска с запретами (предлагаемый вариант)					
ГАЗ 2730	4	4	12,77	59,73	762,75
Газ 4735	7	13	24,38	2059	50201,35
Мицубиси-Фусо	10	5	14	1114	15596,70
Хундай НД 120	10	4	14	774,2	10838,24
Форд-Карго	16	10	26,9	4629	124515,53
Форд-Карго	32	3	22,66	2307	52271,86
<i>Всего</i>				<i>10942,68</i>	<i>254186,43</i>
Выигрыш по сравнению с базовым вариантом				5339,22	83176,63
Выигрыш за 28.10.14 г.				5339,22	83176,63

В заключение определяется работа автотранспорта за оставшиеся 3 дня (с 29.10 по 31.10.14 г.). Результаты планирования поставок продукции за 5 дней приведены в таблице 4.

Таблица 4

Показатели работы автотранспорта за 5 дней поставок

<i>Дата поставки</i>	<i>Метод Кларка-Райта (базовый вариант)</i>		<i>Метод поиска с запретами (предлагаемый вариант)</i>	
	<i>Пробег на маршруте, км</i>	<i>Транспортные расходы, р.</i>	<i>Пробег на маршруте, км</i>	<i>Транспортные расходы, р.</i>
27.10.14	6640,4	133064,06	5392,94	105682,00

28.10.14	16281,9	337363,06	10942,68	254186,43
29.10.14	4648,28	93144,84	3235,76	63409,20
30.10.14	8964,54	179636,48	6201,88	121534,30
31.10.14	3984,24	79838,44	2966,12	58125,10
Выигрыш по сравнению с базовым вариантом			11779,98	220109,85

Результаты, представленные в таблице 4, показывают, что предлагаемый метод построения маршрутов доставки продукции по сравнению с базовым дает сокращение общего пробега автомобилей за 5 дней обслуживания на 11779,98 км и транспортных расходов на 220109,85 р.

Рассмотренный пример краткосрочного планирования поставок продукции потребителям ООО «Система Чибис» показывает важность учета характеристик спроса на товар, конфигурации зон обслуживания и дислокации клиентуры в этих зонах, необходимости изучения динамики потребления и заказов, доступности подвижного состава для своевременной доставки товаров, использования различных методов и приемов для проектирования маршрутов поставок продукции получателям.

Учет дополнительных факторов, планирование на период позволят более гибко перераспределять подвижной состав по маршрутам перевозок, сокращать транспортные издержки и своевременно реагировать на изменяющийся спрос потребителей.

ИСТОЧНИКИ:

1. Тюрин А.Ю. [Проблемы регионального транспортного обслуживания предприятий пищевой промышленности](#) // Региональная экономика: теория и практика. — 2010. — № 28. — С. 61-68.
2. Тюрин А.Ю. Особенности планирования доставки готовой продукции с учетом динамики спроса // Вестник КузГТУ. — 2000. — №5. — С.79-81.
3. Тюрин А.Ю. [Транспортно-логистическое обслуживание цепей поставок пищевой промышленности](#): дис. ... докт. экон. наук: 08.00.05. — Ростов-на-Дону: РГСУ, 2013. — 340 с.
4. Тюрин А.Ю. [Эвристические методы решения задач доставки мелкопартионных грузов](#) // Вестник КузГТУ. — 2007. — № 1. — С.51-55.

5. Тюрин А.Ю. [Модели транспортного обслуживания в цепях поставок пищевой промышленности](#) // Вестник КузГТУ. — 2011. — №4. — С.89-92.
6. Тюрин А.Ю. Управление транспортировкой в цепях поставок пищевой промышленности: Монография. — М.: Креативная экономика, 2011. — 280 с.
7. Clark G., Write J. W. [Scheduling of vehicles from central depot to a number delivery points](#) // Operations Research Quart. — 1964. — 12, № 4. — P. 568-581.
8. Xu J., Kelly J.P. [A network flow-based tabu search heuristic for the vehicle routing problem](#) // Transportation Science. — 1996. — 30. — P. 379–393.
9. Cordeau J.F., Gendreau M., Laporte G. [A Tabu Search heuristic for periodic and multi-depot vehicle routing problems](#) // Networks. — 1997. — 30(2). — P. 105-119.
10. Augerat P., Belenguer J.M., Benavent E., Corber'an A., Naddef D. [Separating Capacity Constraints in the CVRP Using Tabu Search](#) // European Journal of Operational Research. — 1998. — 106. — P. 546–557.