

УДК 658.7

А.Ю. Тюрин

КРАТКОСРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПОСТАВОК ПРОДУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТОМ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Распределительные сети крупных производственных и 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, производственных, 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 цен-

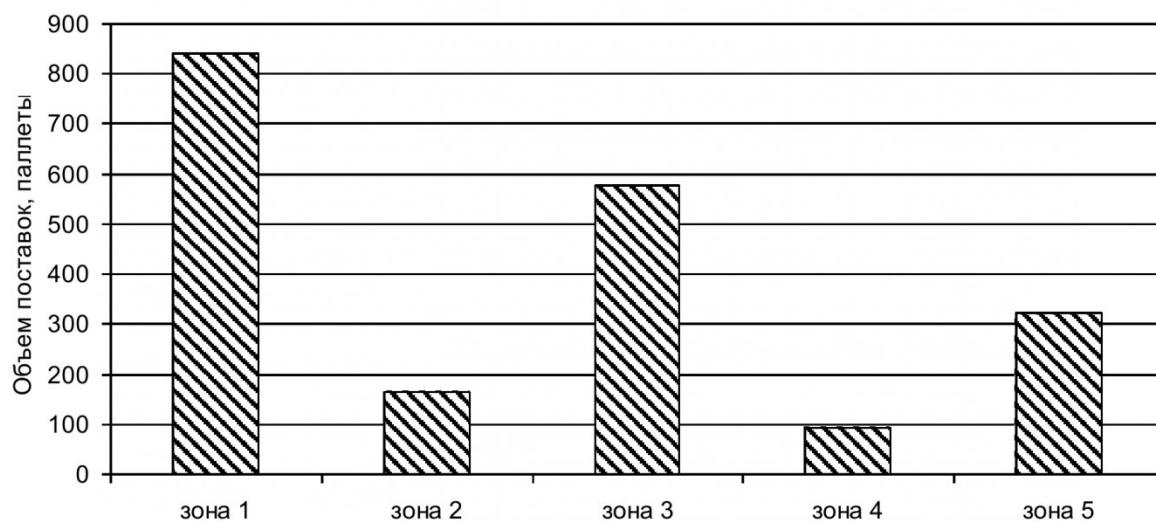


Рисунок 1 – Объем поставок в паллетах по зонам обслуживания

тра, 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 Хакасия (5). Устанавливается общая потребность в товаре по сформированным зонам обслуживания за рассматриваемый период времени. Объемы поставок по зонам обслуживания приведены на рис.1.

Как видно из рис.1 основная потребность при-

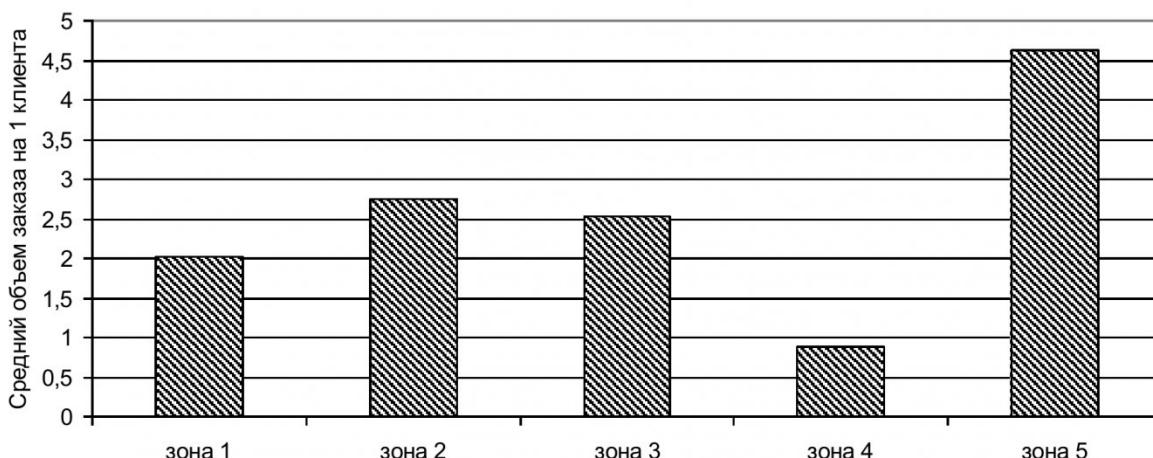


Рисунок 2 – Средний размер заказа на 1 клиента по зонам обслуживания

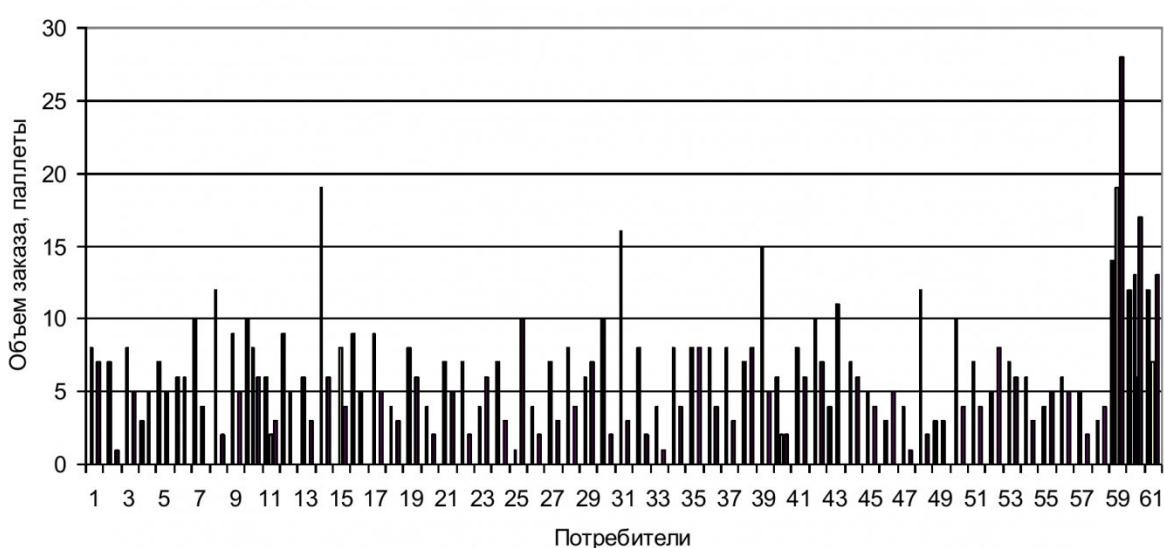


Рисунок 3 – Объем заказа потребителей 1 зоны обслуживания

ходится 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 (рис. 2), то здесь выделяется зона 5 (Красноярский край и Республика Хакасия) 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.

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 авто-

мобиль посещает хотя бы одного клиента 1 зоны обслуживания ежедневно. Объем заказа потребителей 1 зоны обслуживания представлен на рису.3.

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].

В рассматриваемом примере краткосрочного планирования поставок продукции для сравнения были использованы методы Кларка-Райта [5] и поиска с запретами, рассмотренного, например, в работах [6-8].

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

Таблица 1 – Распределение подвижного состава за 27.10.14 г. для 1 зоны обслуживания

№ маршрута	Марка автомобиля	Грузоподъемность, паллеты	Стоимость 1 км пробега, р./км	Пробег на маршруте, км	Транспортные расходы, р.
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
Всего				3036,74	65764,16
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
Всего				3375,16	61253,81
Выигрыш по сравнению с базовым вариантом				-338,42	4510,35

Таблица 2 – Распределение подвижного состава за 27.10.14 г.

Марка автомобиля	Грузоподъемность, 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			
	Всего			1181,71	25475,19			
Метод поиска с запретами (предлагаемый вариант) – 2 зона обслуживания								
Форд-Карго	32	3	22,66	732,84	13696,21			
	Всего			732,84	13696,21			
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			
	Всего			432,2	7337,62			
Метод поиска с запретами (предлагаемый вариант) – 3 зона обслуживания								
Форд-Карго	16	4	26,9	380,95	10247,56			
	Всего			380,95	10247,56			
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			
	Всего			1989,75	34487,10			
Метод поиска с запретами (предлагаемый вариант) – 5 зона обслуживания								
Форд-Карго	32	2	22,66	903,99	20484,41			
	Всего			903,99	20484,41			
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.

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 табл. 1.

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 табл. 2.

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

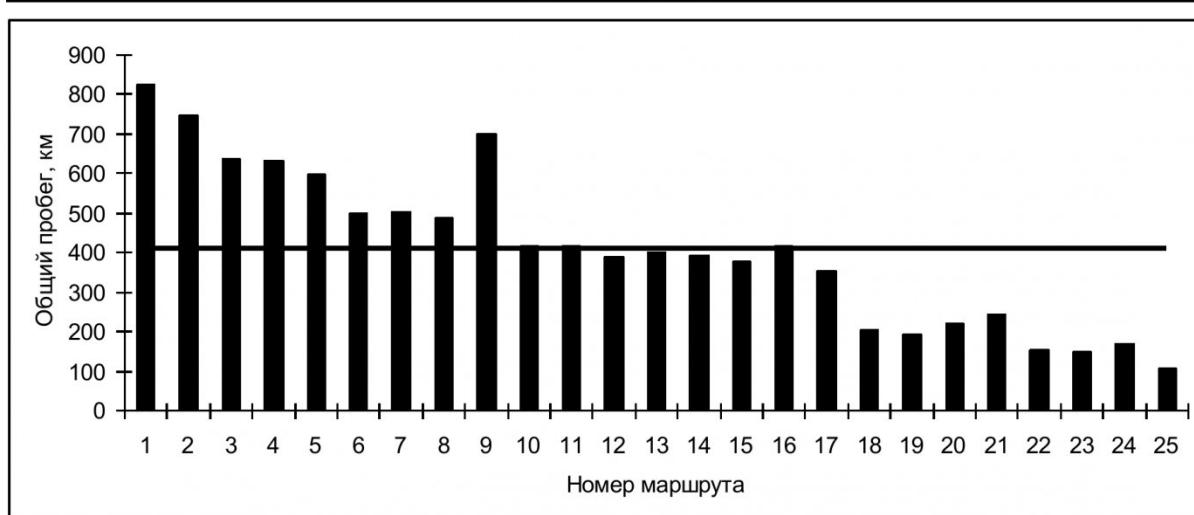


Рисунок 4 – Пробег автотранспорта по маршрутам при обслуживании потребителей I зоны

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 (рис. 4) по предлагаемому варианту по сравнению с 10 маршрутами для этой же зоны за 27.10.14 г. (см. табл. 1). На рис. 4 показана также неравномерность пробега автомобилей по сфор-

мированным 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.

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

В заключение определяется работа автотранспорта за оставшиеся 3 дня (с 29.10 по 31.10.14 г.). Результаты планирования поставок продукции за

Таблица 3 – Распределение подвижного состава за 28.10.14 г.

Марка автомобиля	Грузоподъемность, паллеты	Количество автомобилей	Стоимость 1 км пробега, р./км	Пробег на маршруте, км	Транспортные расходы, р.
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
Всего				16281,9	337363,06
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
Всего				10942,68	254186,43
Выигрыш по сравнению с базовым вариантом				5339,22	83176,63
Выигрыш за 28.10.14 г.				5339,22	83176,63

Таблица 4 – Показатели работы автотранспорта за 5 дней поставок

Дата поставки	Метод Кларка-Райта (базовый вариант)		Метод поиска с запретами (предлагаемый вариант)	
	Пробег на маршруте, км	Транспортные расхо- ды, р.	Пробег на маршруте, км	Транспортные расхо- ды, р.
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

5 дней приведены в таблице 4.

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 Чубис» 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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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 Кузбасского государственного технического университета. – 2000. – №5. – С.79-81.
3. Тюрин А.Ю. Транспортно-логистическое обслуживание цепей поставок пищевой промышленности: дис. ... докт. экон. наук. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2013. – 340 с.
4. Тюрин А.Ю. Эвристические методы решения задач доставки мелкопартионных грузов // Вестник Кузбасского государственного технического университета.. – 2007. – № 1. – С.51-55.
5. 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.
6. Xu J., Kelly J.P. A network flow-based tabu search heuristic for the vehicle routing problem // Transp. Sci. – 1996. – 30. – P. 379–393.
7. Cordeau J.F., Gendreau M., Laporte G. A Tabu Search heuristic for periodic and multidepot vehicle routing problems // Networks. – 1997. – 30(2). – P. 105-119.
8. Augerat P., Belenguer J.M., Benavent E., Corber'an A., Naddef D. Separating Capacity Constraints in the CVRP Using Tabu Search // European Journal of Oper. Res. – 1998. – 106. – P. 546–557.

Автор статьи

Тюрин Алексей Юрьевич
докт. экон. наук, проф. каф. автомобильных перевозок КузГТУ.
E-mail: alexturin07@rambler.ru

Поступила в редакцию 17.02.2015