

УДК 303.732; 658.7:33

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ФИРМЕННОГО СЕРВИСА АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

<sup>1</sup>Корчагин В.А., <sup>2</sup>Хабибуллин Р.Г., <sup>2</sup>Макарова И.В.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет»,  
Липецк, e-mail: rizaeva.u.n@yandex.ru;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,  
филиал, Набережные Челны, e-mail: kamIVM@mail.ru

Статья посвящена разработке теоретических и практических методов решения проблем, связанных с развитием системы фирменного сервиса грузовых автомобилей и повышением эффективности ее функционирования. Рассмотрены возможности оптимизации размещения предприятий дилерско-сервисной сети и управления ресурсами с помощью имитационного моделирования, что показано на примере оптимизации существующей дилерско-сервисной сети КАМАЗ в республике Казахстан. Показана возможность решения задачи по повышению эксплуатационной надежности автомобилей на основе многомерного анализа статистической учетной информации посредством информационной системы. Совокупность предложенных методов и имитационных моделей позволяет прогнозировать состояние фирменного сервиса на перспективу на основе оптимизационных экспериментов, что обеспечивает возможность принятия эффективных управленческих решений. Приводится пример разработки, выполненной авторами для дилерско-сервисных центров КАМАЗ за рубежом.

**Ключевые слова:** фирменный сервис, дилерско-сервисный центр, имитационное моделирование

## PERSPECTIVE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF FIRM AUTOMOBILES SERVICE SYSTEM

<sup>1</sup>Korchagin V.A., <sup>2</sup>Khabibullin R.G., <sup>2</sup>Makarova I.V.

<sup>1</sup>Lipetsk state technical university, Lipetsk, e-mail: rizaeva.u.n@yandex.ru;

<sup>2</sup>Kazan (Volga Region) Federal University, Naberejnye Chelny, e-mail: kamIVM@mail.ru

The article is devoted to development of theoretical and practical methods of the decision of the problems connected to development of system of firm service of lorries and increase of efficiency of its functioning. Possibilities of optimization of dealer-service network enterprises placement and resource management by means of simulation modeling are considered, that is shown on the example of optimization of the existing KAMAZ dealer-service network in the Republic of Kazakhstan. Possibility of the solution to increase automobiles operational reliability on the basis of the multidimensional analysis of statistical registration information by means of information system is shown. Totality of the offered methods and simulation models allows to forecast the state of brandname service on a prospect on the basis of optimization experiments, that provides possibility of acceptance of effective administrative decisions. The example of the development executed by authors for KAMAZ dealer-service centers abroad is given.

**Keywords:** firm service, dealer-service center, imitating modelling

Продолжающийся рост автомобилизации в России увеличивает число проблем, которые необходимо решать для обеспечения гармоничного взаимодействия автомобильного транспорта с окружающей средой. Так, рост объемов производства и продаж автомобилей не должен опережать создание и совершенствование инфраструктуры, поддерживающей их в работоспособном состоянии и обеспечивающей перевозочный процесс.

В условиях, когда фирма-производитель несет ответственность за свою продукцию в течение всего жизненного цикла, крупные промышленные корпорации, выпускающие наукоемкую и высокотехнологичную продукцию, сталкиваются с тем, что совокупность услуг, связанных с ее сбытом и эксплуатацией, становится одним из главных факторов конкурентоспособности. Чтобы обеспечить лояльность клиентов, их доверие к бренду, фирма-производитель должна повы-

шать качество не только выпускаемых автомобилей, но и их последующего сервисного сопровождения. Это тем более актуально, поскольку динамичное развитие автомобильного транспорта и высокая конкуренция на рынках сбыта вынуждают производителей к быстрому обновлению модельного ряда. Такая ситуация создает целый ряд проблем при эксплуатации автомобилей и организации их сервисного обслуживания. Кроме того, этап эксплуатации – самый длительный из всех этапов жизненного цикла (ЖЦ), поэтому клиент выберет ту технику, с которой не будет иметь проблем в течение всего срока ее использования.

В мировой практике разработки по совершенствованию управления организационно-техническими системами принято квалифицировать как стратегические проблемы национального уровня, направленные на обеспечение безопасного и экологически устойчивого функционирования

транспортной системы страны; решение задач оборонного и мобилизационного характера и интеграцию российского транспорта в европейскую транспортную систему. Теоретическая и практическая значимость данной проблемы, ее актуальность определяют необходимость поиска инновационных методов ее решения. Одним из таких методов, позволяющих решить широкий круг задач по организации эффективной системы фирменного сервиса (ФС), является имитационное моделирование.

В настоящее время для владельцев грузовых автомобилей нецелесообразно иметь собственную производственно-техническую базу, поскольку основным процессом является перевозочный. Это определяет особенности организации сервиса, когда техническое обслуживание (ТО), как и текущий ремонт (ТР), осуществляются в специализированных центрах. Владелец заинтересован в быстром и качественном обслуживании, т.к. это напрямую влияет на получение им прибыли. Поэтому организация эффективного управления системой ФС, с учетом взаимодействия его подсистем, возможна только с помощью методов и средств системного анализа.

Рассматривая любую крупную производственную корпорацию с точки зрения создаваемого ею продукта, в особенности высокотехнологичного и имеющего длительный срок эксплуатации, необходимо учитывать, что производитель, как правило, несет ответственность за его состояние в течение всего ЖЦ. Таким образом, эффективность процессов, от проектирования до утилизации, определяется качеством взаимодействия трех систем (производственной, системы распределения и обеспечения, системы сервиса), интегрировать деятельность которых можно путем создания единой информационно-логистической системы (ИЛС). Информационные и материальные потоки в ИЛС служат для координации функционирования подсистем с целью повышения эффективности и конкурентоспособности предприятия.

В свою очередь, систему ФС можно рассматривать как с точки зрения процессов поддержания работоспособности автомобилей, содержание и технология которых зависят от стадии ЖЦ, так и с точки зрения организационной реализации целей и задач системы ФС. В первом случае рассматриваются подсистемы гарантийного и постгарантийного обслуживания. Во втором – предприятия системы ФС, в которых реализуются ее цели и задачи. В этом смысле система ФС представляет собой дилерско-сервисную сеть (ДСС), предприятия кото-

рой – дилерско-сервисные центры (ДСЦ), расположенные в разных регионах, – могут различаться как по составу оказываемых услуг, так и по другим параметрам.

Ввиду территориальной разобщенности, а также различия параметров функционирования, для эффективной работы ДСС должен существовать единый центр управления, в который своевременно и оперативно должна поступать информация о показателях деятельности каждого ее субъекта. Корректировка стратегии развития ДСС, а также, в краткосрочной перспективе, изменение управляющих воздействий и перераспределение ресурсов должно выполняться с учетом результатов анализа поступающей оперативной информации. В то же время, поскольку взаимодействие между подсистемами в системе ФС осуществляется с помощью информационных и материальных потоков, ее также можно рассматривать как ИЛС, т.е. адаптивную систему с обратной связью, где информационные потоки играют роль управляющих и корректируют характеристики материальных потоков.

Европейские автопроизводители при формировании системы ФС автомобилей опираются на так называемое правило «трех S»: «продажи – сервис – запасные части», такая система предполагает наличие трех основных подсистем, выполняющих свои функции в тесном взаимодействии друг с другом. Основной целью ее деятельности становится реализация принципа ФС автомобилей: покупая автомобиль, клиент должен быть уверен, что не будет иметь проблем во время всего срока его эксплуатации. Поскольку ДСС, в свою очередь, представляет собой сложную систему, то управление в нем также должно строиться с позиций системности. Стратегия развития должна подчиняться достижению общей цели для каждой из подсистем, с учетом поставленных перед ними локальных задач.

Создание системы ФС, с организационной точки зрения, связано с формированием ДСС, субъекты которой выполняют функции реализации автомобилей и их сервисное сопровождение, а также реализацию запасных частей к ним. В то же время, формирование системы ФС сопряжено с разработкой стратегии поддержания работоспособности продукции, повышения ее надежности и конкурентоспособности.

Поскольку эффективное функционирование больших систем возможно лишь при наличии обоснованной стратегии развития, а также центра управления, предназначенного для анализа состояния системы и оперативного реагирования в случае воз-

никновения нежелательных ситуаций, лица, принимающие решения (ЛПР), заинтересованы в таких инструментах и методиках, которые позволили бы принимать научно-обоснованные управленческие решения в зависимости от изменения как внешних воздействий, так и параметров системы. В данном случае одним из эффективных вариантов интеллектуальных систем являются системы поддержки принятия решений (СППР), объединяющие модули сбора, хранения, передачи и анализа информации, а также интеллектуальные составляющие в виде моделей, позволяющих рассмотреть возможные варианты развития событий и выбрать среди них наилучший.

Одной из главных задач, определяющих стратегию развития ДСС в регионе, является обоснование выбора мест размещения предприятий ДСС, тесно связанного с маркетинговыми исследованиями – изучением емкости рынка продаж и сервисных услуг, потенциала региона, видо-возрастной структуры грузового автомобильного парка и т.п. Несмотря на действующую систему стимулирования продаж и последующего обслуживания автомобилей, фактически обслуживанием силами аттестованных сервисных центров КАМАЗ охвачено не более 40% автомобилей, т.е. деятельность субъектов сервисной сети является недостаточно эффективной.

Для анализа возможности оптимизации размещения и повышения эффективности функционирования сети была рассмотрена действующая ДСС Республики Казахстан, одного из перспективных рынков сбыта автомобилей КАМАЗ за рубежом, составлены математическая и имитационная модели.

Целевой функционал модели представляет собой сумму двух функций:

$$Z = Z_1^R + Z_2^R \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $Z_1^R = \sum_{j=1}^R [(S_p \cdot X_1^j + S_w \cdot X_1^j \cdot X_2^j) \cdot T_{pr}]$  – затраты ДСС, связанные с простоем;

$$Z_2^R = \sum_{j=1}^R \left[ \left( \frac{X_3^j}{v} + \frac{T_{rep}^j}{x_2} \right) \cdot S_c \cdot N^j \right] - \text{потери}$$

владельцев, связанные с доставкой и пребыванием автотехники в субъекте ДСС;  $S_p$  – затраты, связанные с простоем одного поста в час, руб./ч;  $S_w$  – средняя заработная плата, руб./ч;  $X_1^j$  – число постов в  $j$ -м субъекте ДСС;  $X_2^j$  – число рабочих на одном посту;  $T_{pr}$  – среднее время простоя одного поста, ч;  $S_c$  – средние часовые потери владельца автомобиля, связанные с его простоем, руб./ч;  $N^j$  – число обслуженных автомобилей

в  $j$ -м субъекте ДСС;  $X_3^j$  – среднее расстояние доставки автомобилей до  $j$ -го субъекта ДСС, км;  $v$  – скорость доставки автомобиля до субъекта ДСС, км/ч;  $T_{rep}^j$  – среднее время ремонта автомобиля на  $j$ -м субъекте ДСС, ч.

Ограничения модели:

$$\sum_{j=1}^R N^j = \sum_{j=1}^R \sum_{i=1}^R X_4^{ij} \cdot PKA_i, \quad (2)$$

где  $X_4^{ij}$  – распределение потока заявок из  $i$ -го пункта концентрации автомобилей в  $j$ -й субъект ДСС, %;  $PKA_i$  – число неисправных автомобилей в  $i$ -м пункте.

$$K_{zagr}^j \leq \frac{N^j \cdot T_{rep}^j}{X_5^j \cdot D \cdot X_1^j} \ll K_{got}^j, \quad (3)$$

где  $K_{got}^j$  – коэффициент готовности постов в  $j$ -м субъекте ДСС, %;  $K_{zagr}^j$  – коэффициент минимально допустимой загрузки постов в  $j$ -м субъекте ДСС, %;  $X_5^j$  – число часов работы в день в  $j$ -м субъекте ДСС, ч;  $D$  – число дней в моделируемом периоде.

$$X_{1norm}^j \leq X_1^j \leq X_{1nal}^j, \quad (4)$$

где  $\sum_{j=1}^R X_1^j \leq \sum_{j=1}^R X_{1nal}^j$  – ограничение по числу постов, имеющихся в ДСС;  $X_{1norm}^j$ ,  $X_{2norm}^j$  – число постов и рабочих на постах по нормативу в  $j$ -м субъекте ДСС.

$$X_{2norm}^j \leq X_2^j \leq X_{2nal}^j, \quad (5)$$

где  $\sum_{j=1}^R X_2^j \leq \sum_{j=1}^R X_{2nal}^j$  – ограничение по объему имеющихся трудовых ресурсов в ДСС;  $X_{1nal}^j$ ,  $X_{2nal}^j$  – число имеющихся в  $j$ -м субъекте ДСС постов и рабочих на постах.

Имитационная модель позволяет проводить оптимизационные компьютерные эксперименты при изменении параметров системы и внешних факторов, целью которых является определение управляющих воздействий, при которых исследуемые показатели эффективности будут оптимальны для системы при сложившихся внешних условиях. На основании оценки улучшений, которые могут обеспечить планируемые мероприятия каждому субъекту ДСС и всей системе в целом, вырабатывается стратегия развития и комплекс мероприятий по ее реализации, доводимые до сведения субъектов для последующего выполнения.

Еще одной из актуальных задач для современных производителей является учет новых поступлений автомобилей и мо-

иторинг параметров имеющегося парка в ДСС, в том числе за рубежом. В центре управления ДСС должны храниться личные карты обслуживаемых автомобилей, содержащие все сведения о них. На основе этих документов проводится учет и анализ видо-возрастной структуры парка, а также планируются загрузка постов ДСЦ, поставки запасных частей в регион эксплуатации и проектирование новых ДСЦ.

Электронная личная карта автомобиля характеризуется большими объемами накапливаемой информации, основная часть которой копируется из баз данных (БД) подразделений сборочного производства и технической документации готовой продукции фирмы-производителя. Специалисты Центра управления (ЦУ) ДСС фиксируют предварительное время поставки и регион эксплуатации автомобиля, а специалисты ДСЦ должны фиксировать и направлять в ЦУ данные по изменению состояния автомобиля: информацию о времени и месте предпродажной подготовки, дате реализации и атрибутах клиента, данные о постановке на гарантийный учет или отложенной гарантии. Для совершенствования учета был разработан программный модуль «Личная карта автомобилей КАМАЗ» в ее серверной и клиентской реализации, что обеспечивает оперативность решения проблемы учета отказов на этапах приработки и штатной эксплуатации, а также обработки статистической информации об отказах, анализ которой позволяет повысить надежность и безотказность автомобилей.

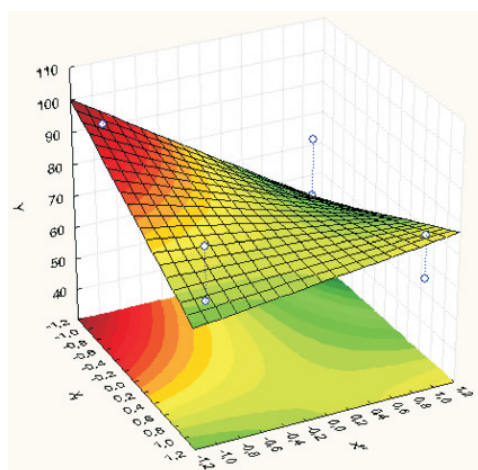
Сущность многомерного анализа данных по отказам автомобилей состоит в оценке большого количества показате-

лей, свойств и атрибутов, которыми описываются процессы в системе ФС. Запись и хранение такой информации в табличном виде сложно для визуального восприятия и анализа. В то же время каждый ряд (поле таблицы) можно рассматривать как информационное измерение, тогда «плоская» таблица может быть интерпретирована как результат преобразования многомерной информационной структуры в плоскую форму.

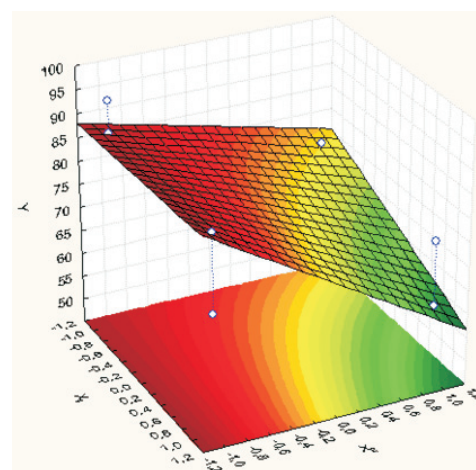
Многомерный куб можно рассматривать как систему координат, осями которой являются измерения. По осям откладываются значения измерений – даты, наименования деталей, время года, регион эксплуатации. В такой системе каждому набору значений измерений (например, «дата – деталь – время года – регион эксплуатации») будет соответствовать ячейка, в которой можно разместить числовые показатели (то есть факты), связанные с данным набором. Таким образом, между объектами и их числовыми характеристиками будет установлена однозначная связь. Информация в многомерном хранилище данных является логически целостной и позволяет определить, в какой момент времени и в каком регионе произошел отказ той или иной детали.

Разработанный программный модуль позволяет анализировать показатели частоты возникновения отказов по различным измерениям – группе деталей, причине отказа, региону эксплуатации, ДСЦ, конечному клиенту, модели и комплектации автомобиля, времени года, пробегу и т.д.

На рисунке приведены результаты эксперимента на имитационной модели по оптимизации деятельности ДСЦ.



а



б

Поверхности функции отклика при фиксированном значении фактора  $X_3$ :  
а – при  $X_3 = -1$ ; б – при  $x_3 = 1$

В данном примере были выбраны три наиболее значимых фактора и определены их комбинации для проведения полного факторного эксперимента на модели в соответствии с положениями теории планирования эксперимента. Задача определения оптимального управления заключается

$$f(X_1^*, X_2^*, X_3^*) = f_1(X_1^*) + f_2(X_2^*) + f_3(X_3^*) + c, \quad (7)$$

где  $f_1$  – среднее время ожидания клиента в очереди на обслуживание (ч);  $f_2$  – среднее время обслуживания клиента (ч);  $f_3$  – время рассмотрения рекламаций (в случае гарантийного обслуживания, ч);  $c$  – постоянные временные затраты (время на мойку, прохождение постов приемки, выдачи, ОТК и др.).

$f_1(X_1)$  можно представить как величину средней продолжительности пребывания клиента в очереди  $W_q$  для многоканальной системы массового обслуживания с ожиданием.

$$W_q = L_q / \lambda, \quad (8)$$

где  $\lambda$  – интенсивность входного потока обращений.

$$f_1(X_1) = \frac{\left[ 28,75 \cdot X_1 / (X_1 - 28,75)^2 \right]}{1,035} = 0,97 \cdot \left[ \frac{28,75 \cdot X_1}{(X_1 - 28,75)^2} \right]. \quad (10)$$

Функция  $f_2(X_2)$  (средняя продолжительность обслуживания клиента):

$$f_2(X_2) = \frac{\bar{t}_{\text{обсл}}}{X_2} = 27,72 \cdot X_2^{-1}. \quad (11)$$

Функция  $f_3(X_3)$  (средняя продолжительность рассмотрения рекламации):

$$f_3(X_3) = P_R \cdot (2 \cdot X_3 + T_R). \quad (12)$$

где  $P_R$  – вероятность обращения клиента по гарантии (0,25);  $T_R$  – среднее время рассмо-

$$f(X_1, X_2, X_3) = \frac{0,97 \cdot 28,75 X_1}{(X_1 - 28,75)^2} + 27,72 \cdot X_2^{-1} + 0,25(2X_3 + 12) + 2,3 \rightarrow \min. \quad (14)$$

Ограничения:

$$\begin{aligned} 10 &\leq X_1 \leq 14; \\ 1 &\leq X_2 \leq 3; \end{aligned} \quad (15)$$

$$X_3 = 1 \text{ или } X_3 = 10U(X_1) \rightarrow 0, V(X_2) \rightarrow 0.$$

В результате оптимизационного эксперимента было установлено, что для ДСЦ КАМАЗ за рубежом фактор обеспечения

в нахождении таких оптимальных значений  $X_1^*, X_2^*, X_3^*$ , при которых значение функции  $Y$  (среднее время нахождения заявки в системе) будет минимальным:

$$Y(X_1^*, X_2^*, X_3^*) \rightarrow \min, \quad (6)$$

Среднее число клиентов в очереди на обслуживание

$$L_q = \left[ S \cdot \psi / (S - \psi)^2 \right], \quad (9)$$

где  $S$  – число каналов обслуживания (фактор  $X_1$ );  $\psi = \lambda/\mu$  ( $\mu$  – интенсивность обслуживания);  $P_s$  – вероятность того, что заняты все  $S$  каналов обслуживания.

Ограничения модели исключают простои постов обслуживания, принимаем  $P_s = 1$ .

Время обслуживания клиентов в системе – случайная величина, описывается законом распределения Вейбулла. В результате обработки статистических данных была получена функция  $f_1$ :

трения рекламации на заводе-изготовителе (среднее значение данного показателя равно 12 часов согласно ТПУ). Тогда

$$f_3(X_3) = 0,25 \cdot (2 \cdot X_3 + 12). \quad (13)$$

Постоянные временные издержки складываются из среднего времени на мойку автомобиля (1,2 ч), прохождение поста приемки (0,6 ч) и поста выдачи (0,5 ч).

Таким образом, математическая модель задачи имеет следующий вид:

зоны ТО и ТР запасными частями играет самую существенную роль, поскольку стоимость доставки запасной части в такой ДСЦ может превышать стоимость самой запасной части. Данная проблема решается на основе формирования гарантийного комплекта запасных частей, который отправляется вместе с партией автомобилей, и является наиболее актуальной при экспорте автомобилей КАМАЗ.

**Список литературы**

1. Использование информационной системы как инструмента повышения надежности автомобильной техники / Р.Г. Хабибуллин, И.В. Макарова, А.И. Беляев, Э.М. Мухаметдинов // Транспорт. Наука, техника, управление. РАН. ВИНТИ. – 2009. – № 5. – С. 21–24.

2. Хабибуллин Р.Г. Экономико-математическое моделирование размещения предприятий автосервисной сети / Р.Г. Хабибуллин, И.В. Макарова, Д.М. Лысанов // Автомобильная промышленность. – 2010. – № 9. – С. 4–6.

3. Применение методов статистического анализа для повышения эффективности управления дилерско-сервисной сетью / Р.Г. Хабибуллин, И.В. Макарова, П.А. Буйвол, Л.М. Мухаметдинова // Транспорт: наука, техника, управление. – 2011. – № 3. – С. 44–47.

4. Применение современных методов моделирования и управления для повышения эффективности системы фирменного сервиса автомобилей / Р.Г. Хабибуллин, И.В. Макарова, А.И. Беляев, Э.И. Беляев, П.А. Буйвол // Вестник ИжГТУ. – 2011. – № 1 (49). – С. 118–121.

5. Хабибуллин Р.Г. Имитационное моделирование авто-сервиса / Р.Г. Хабибуллин, И.В. Макарова // Мир транспорта. – 2008. – № 3. – С. 110–116.

**References**

1. Khabibullin R.G. Use of information systems as a tool to increase of automobiles reliability / R.G. Habibullin, I.V. Makarova, A.I. Belyaev, E.M. Muhamedinov // Transport. Science, technology, management. RAS. VINITI. 2009. no. 5. pp. 21–24.

2. Khabibullin R.G. Economic-mathematical modeling of automobiles service network enterprises placement / R.G. Habibullin, I.V. Makarova, D.M. Lysanov // Automotive industry. 2010. no. 9. pp. 4–6.

3. Khabibullin R.G. Use of statistical analysis to improve the efficiency of dealer-service network / R.G. Khabibullin, I.V. Makarova, P.A. Buyvol, L.M. Muhametdinova // Transport. Science, technology, management. 2011. no. 3. pp. 44–47.

4. Khabibullin R.G. Use of modern simulation and control methods to increase of firm automobiles service network efficiency / R.G. Khabibullin, I.V. Makarova, A.I. Belyaev, E.I. Belyaev, P.A. Buyvol // Bulletin IzhSTU. 2011. no. 1 (49). pp. 118–121.

5. Khabibullin R.G. Imitating modelling of automobiles service / R.G. Khabibullin, I.V. Makarova the World of transport. 2008. no. 3. pp. 110–116.

**Рецензенты:**

Ли Р.И., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Транспортные средства и техносферная безопасность», ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк;

Кулаков А.Т., д.т.н., заведующий кафедрой «Эксплуатация автомобильного транспорта», филиал ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Набережные Челны.

Работа поступила в редакцию 22.02.2013.