

Фаттахова А.Ф., Дрючин Д.А., Янучков М.Р.
Оренбургский государственный университет
E-mail: dmi-dryuchin@yandex.ru

ОБОСНОВАНИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОВОГО ТОПЛИВА НА АВТОМОБИЛЯХ С БЕНЗИНОВЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Использование углеводородных газов вместо традиционных жидких топлив традиционно рассматривается, как одно из очевидных мероприятий, направленных на повышение эффективности эксплуатации автотранспортных средств, как в экономическом, так и в экологическом плане. Но наряду с очевидными преимуществами, газовые топлива обладают рядом особенностей, которые существенно снижают эффективность их применения, а в ряде случаев, сводят на нет получаемый эффект. Исходя из этого, сформулирована основная цель работы – повышение эффективности эксплуатации транспортных средств за счёт определения значений эксплуатационных параметров, ограничивающих область безубыточного применения газовых топлив

На начальном этапе исследования рассмотрены особенности применения газовых топлив на автомобилях с бензиновыми двигателями. На основе анализа типовых технологических схем основных видов работ, связанных с использованием газовых топлив, определён перечень оборудования, площади производственных помещений и перечень работ, по перевооружению производственной базы предприятий, обусловленного переходом на газообразное топливо. Разработаны методики расчёта объёма капиталовложений, структуры эксплуатационных затрат и возможного экономического эффекта от использования газовых топлив. На основе разработанных методик составлен алгоритм расчёта экономических показателей перевода парка транспортных средств на газовое топливо. Практическая реализация составленного алгоритма позволила создать математическую модель эксплуатации автотранспортных средств на газовом топливе. При помощи разработанной модели проведено моделирование технико-экономических показателей эксплуатации транспортных средств на сжиженном газе. Определена область экономически эффективного применения газовых топлив на автомобилях с бензиновыми двигателями, описываемая множеством эксплуатационных параметров, значения которых рассчитаны для среднестатистического автотранспортного предприятия г. Оренбурга.

Полученный результат представляет несомненный интерес, как для хозяйствующих субъектов, осуществляющих коммерческую эксплуатацию автотранспортных средств, при разработке программ перевода парка на газовое топливо, так и для научных организаций при проведении исследований в области повышения эффективности эксплуатации автомобильного транспорта.

Ключевые слова: газовое топливо, эффективность эксплуатации автомобилей, сжиженный газ, эксплуатационные затраты, топливная экономичность.

Общеизвестно, что уровень развития транспорта, его доступность, экологичность и экономическая эффективность во многом определяют уровень развития общества, как в сфере материального производства, так и в социальной сфере. В этой связи, очевидна актуальность мероприятий направленных на повышение экономической эффективности эксплуатации автотранспортных средств. В качестве одного из таких мероприятий традиционно рассматривается перевод транспортных средств на газомоторные виды топлива, что связано с их очевидными преимуществами. К числу таких преимуществ относятся: низкая стоимость, меньшее воздействие на окружающую среду, высокая детонационная стойкость и другие положительные качества. Кроме того, газовые топлива рассматриваются, как наиболее доступный резерв, позволяющий увеличить топливно-энергетическую базу автотранспортного комплекса.

Но, вместе с тем, у газовых топлив есть и очевидные недостатки: более низкая (по сравнению с жидкими топливами) теплотворная способность, меньший запас хода, повышенная пожароопасность, не удовлетворительный запуск при низких температурах и др.

Необходимость оснащения автомобилей дополнительным газовым оборудованием приводит к увеличению стоимости транспортных средств, повышаются затраты на ТО и ремонт, снижается грузоподъёмность, в некоторых случаях отмечено снижение ресурса автомобильных двигателей. Широкому распространению газовых топлив так же препятствует недостаточная плотность сети газовых заправок, необходимость обучения персонала и технического переоснащения, реорганизации производственной базы предприятий. Опыт практического применения газовых топлив показывает, что с точки зрения экономической целесообразности, их использование не всегда оправдано.

Эффективность перевода транспортных средств на газовое топливо зависит от таких факторов, как: модель и комплектация газобаллонного оборудования, топливная экономичность транспортного средства, интенсивность эксплуатации, соотношение цен жидкого и газового топлив, размер автотранспортного предприятия (АТП), состояние производственно-технической базы предприятия, плотность сети газовых заправок и др.

Для комплексных АТП, организующих хранение, техническое обслуживание и ремонт транспортных средств собственными силами, при переводе подвижного состава на газовое топливо возникает необходимость реконструкции производственно-технической базы, с целью обеспечения требований действующей нормативно-технической документации. В частности, необходима организация поста слива газового топлива и дегазации баллонов, оснащение производственных помещений и зон хранения системами пожарной и газовой сигнализации, переоборудование систем вентиляции и электроснабжения, а так же проведение ряда других работ, требующих значительных капиталовложений. Указанные факторы так же способствуют снижению эффективности применения газовых топлив

Для определения оптимальной области применения газовых топлив проведено математическое моделирование технико-экономических показателей процесса эксплуатации автомобилей, оснащённых бензиновыми двигателями.

Созданная математическая модель предполагает сопоставление расходной части бюджета автотранспортного предприятия до и после перевода парка транспортных средств на газовое топливо, определение годового экономического эффекта, расчёт объёма инвестиций, необходимых для перевода парка на газовое топливо и определение срока окупаемости с учётом дисконтирования получаемых доходов.

Статьи расходной части бюджета АТП разделены на две части:

- ежегодные постоянные затраты, не зависящие от интенсивности эксплуатации транспортных средств (постоянные затраты);
- затраты, напрямую зависящие от интенсивности эксплуатации автомобилей (переменные затраты).

Постоянные затраты равномерно распределены в течение года и включают в себя следующие расходные статьи:

- амортизационные отчисления на восстановление основных фондов;
- общецеховые хозяйственные расходы;
- транспортный налог;
- затраты на страхование;
- затраты на проведение технического осмотра;
- налог на имущество;

Размер затрат по указанным расходным статьям рассчитывается в соответствии с действующими нормативами с применением известных методик, их определение, как правило, не вызывает затруднений [1], [7]–[10].

К переменным, отнесены затраты, напрямую зависящие от интенсивности эксплуатации транспортных средств. Они включают в себя:

- затраты на топливо;
- затраты на техническое обслуживание транспортных средств;
- затраты на текущий ремонт;
- затраты на заработную плату персонала, работающего по сдельным тарифам.

Инвестиции, необходимые для перевода транспортных средств на газомоторное топливо включают в себя:

- затраты на приобретение и установку газовых топливных систем;
- затраты на обучение персонала;
- затраты на строительство поста слива газовых топлив и дегазации баллонов;
- затраты на приобретение и монтаж пожарной сигнализации в производственных помещениях и помещениях крытых стоянок;
- затраты на приобретение и монтаж газовой сигнализации в производственных помещениях и помещениях крытых стоянок;
- затраты на переоборудование системы электроснабжения производственных помещений;
- затраты на переоборудование системы вентиляции производственных помещений и помещений крытых стоянок;
- затраты на организацию участка ТО и ремонта топливной аппаратуры газобаллонных автомобилей.

Для проведения исследования выбраны следующие параметры:

– соотношение цен газового топлива и бензина;
 – годовой пробег транспортных средств;
 – численность парка подвижного состава АТП.

Данные параметры выбраны в качестве примера для иллюстрации возможностей разработанной математической модели. Выбранный перечень определён исходя из возможностей реализации управляющих воздействий, направленных на повышение эффективности применения газовых топлив. Соотношение цен газового топлива и бензина характеризует условия реализации государственных целевых программ перевода транспортных средств на газовое топливо; годовой пробег – это параметр, характеризующий интенсивность эксплуатации транспортных средств; численность парка подвижного состава АТП характеризует степень концентрации производства, обеспечивающую экономически эффективную эксплуатацию автомобилей при соблюдении требований действующих нормативов.

Выходными параметрами, определяемыми в ходе моделирования, являются: годовой эко-

номический эффект и срок окупаемости капиталовложений.

Алгоритм практической реализации математического моделирования применения газовых топлив на автомобилях с бензиновыми двигателями представлен на рисунке 1.

Для практической апробации разработанной математической модели использованы данные крупных автотранспортных предприятий г. Оренбурга, имеющих богатый опыт эксплуатации автомобилей на газовом топливе. Такими предприятиями являются: ЗАО «Автоколонна 1825», ООО «Оренбурггазтранс», ООО «Автотрейд» и другие. Кроме того, использована информация, полученная от предприятий – производителей газового оборудования, гаражного оборудования, противопожарных, вентиляционных систем и систем электроснабжения. Для исследования выбраны модели транспортных средств, относящиеся к различным классам: автобус ПАЗ-3205, грузовой автомобиль ГАЗ-3302 (ГАЗель) и легковой автомобиль ГАЗ-3110 (Волга).

Для практической реализации разработанной модели был проведён анализ затрат, определяющих объём инвестиций, необходимых для

Таблица 1. Фрагмент исходных данных, использованных при оценке эффективности применения газового топлива (сжиженный газ)

Параметры	Топливо – бензин			Топливо – газ		
	ПАЗ-3205	ГАЗ-3302	ГАЗ-3110	ПАЗ-3205	ГАЗ-3302	ГАЗ-3110
Модель транспортного средства	ПАЗ-3205	ГАЗ-3302	ГАЗ-3110	ПАЗ-3205	ГАЗ-3302	ГАЗ-3110
Средний возраст транспортных средств, лет.	2	2	2	2	2	2
Базовая норма расхода топлива, л/100км	31,2	16,9	13	35,9	19,4	15,6
Продолжительность расчётного периода, дни.	365	365	365	365	365	365
Количество транспортных средств в группе, ед.	100	100	100	100	100	100
Нормативный срок полезного использования, мес.	96	84	84	96	84	84
Балансовая стоимость транспортного средства, тыс. руб.	1130	600	350	1168	630	375
Автомобиле-дни работы на линии, дни.	312,08	312,08	312,08	312,08	312,08	312,08
Средняя наработка транспортных средств с начала эксплуатации, км.	85622	85622	85622	85622	85622	85622
Общий пробег транспортных средств за расчётный период, км.	48 000	48 000	48 000	48 000	48 000	48 000
Стоимость одного литра топлива, руб.	33,2	33,2	33,2	16,5	16,5	16,5

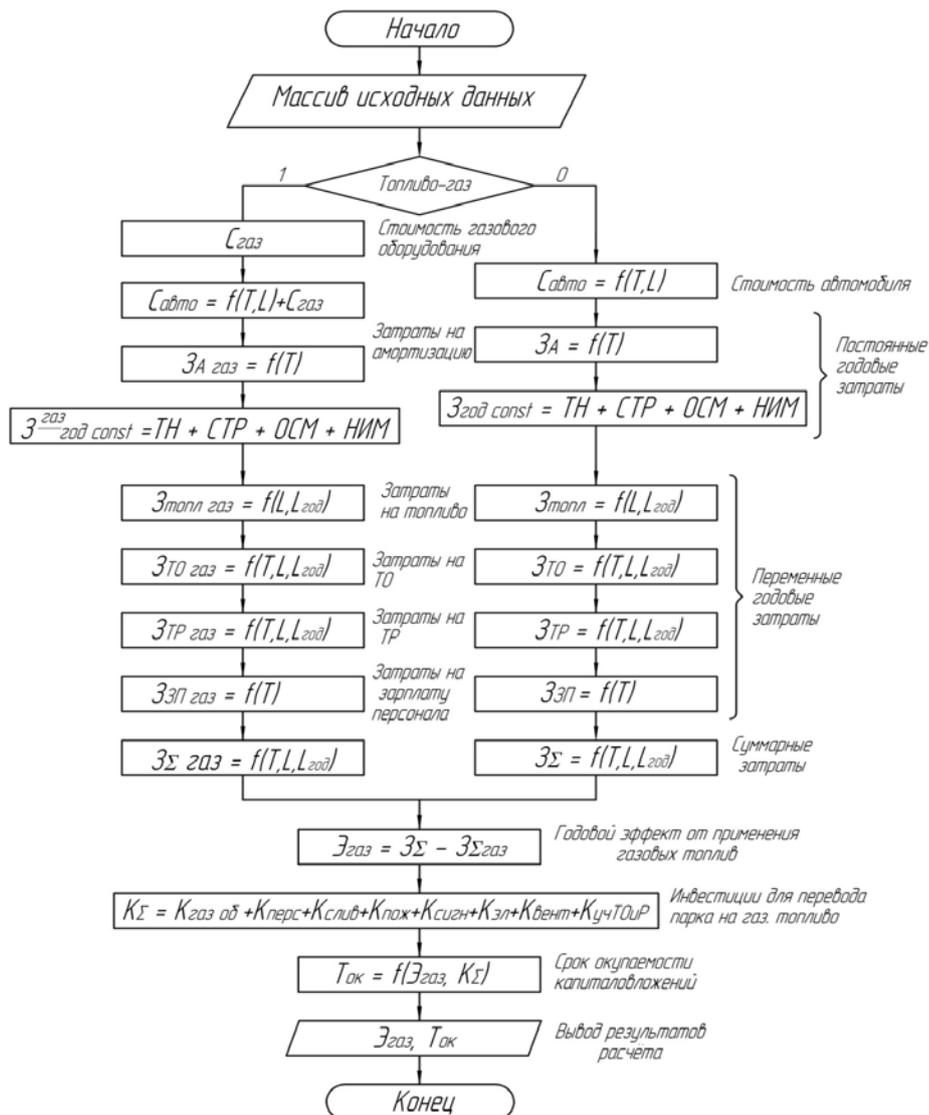


Рисунок 1. Алгоритм математического моделирования применения газовых топлив на автомобилях с бензиновыми двигателями

Таблица 2. Значения показателей, определяющие область эффективного применения сжиженного газа на автомобилях с бензиновыми двигателями

Эксплуатационные параметры	Значения		
Модель транспортного средства	ПАЗ-3205	ГАЗ-3302	ГАЗ-3110
Минимальное количество транспортных средств, определяющее допустимый срок окупаемости капиталовложений (6 лет)	12	25	39
Минимальный среднегодовой пробег, определяющий допустимый срок окупаемости капиталовложений (6 лет) при численности парка 100 ед., км.	5240	9910	14250
Максимальное соотношение стоимости сжиженного газа и бензина, определяющее допустимый срок окупаемости капиталовложений (6 лет)	0,76	0,72	0,63
Минимальный годовой пробег транспортного средства, определяющий безубыточность перевода на сжиженный газ, км.	2273	4175	5712
Максимальное соотношение стоимости сжиженного газа и бензина, определяющее безубыточность перевода на сжиженный газ.	0,814	0,786	0,738

реализации программы перевода транспортных средств на газовое топливо. Определена средняя стоимость комплектов газового оборудования,

рассчитаны объёмы капиталовложений необходимых для создания поста слива газового топлива, а так же участка технического обслуживания и ремонта автомобильных газовых систем. Анализ строительной сметной документации на монтаж систем пожарной сигнализации, газовой сигнализации, вентиляции и электроснабжения позволил определить зависимость объёма данных затрат от площади производственных помещений, которая определяется по результатам технологического расчёта, выполненного в рамках исследования для различной численности транспортных средств.

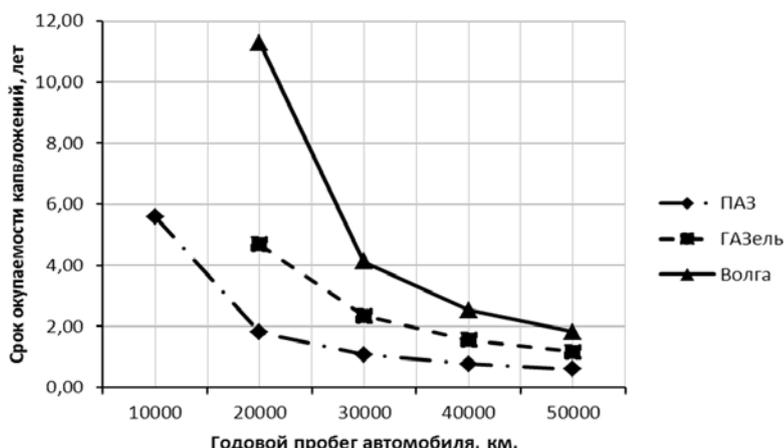


Рисунок 2. Зависимость срока окупаемости капиталовложений от годового пробега автомобилей

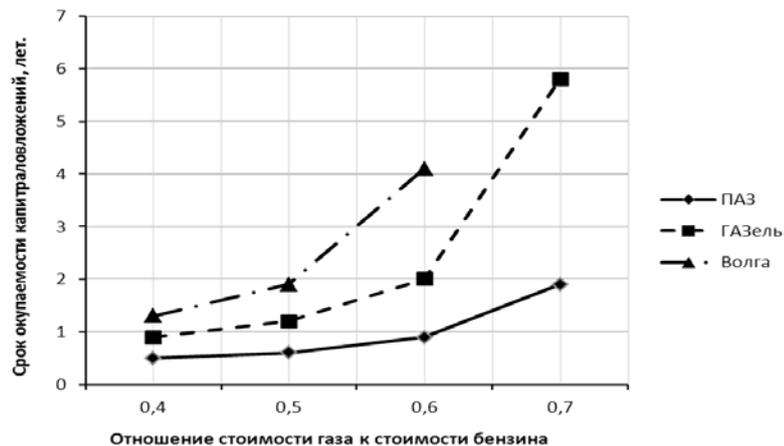


Рисунок 3. Зависимость срока окупаемости капиталовложений от соотношения стоимостей газа и бензина

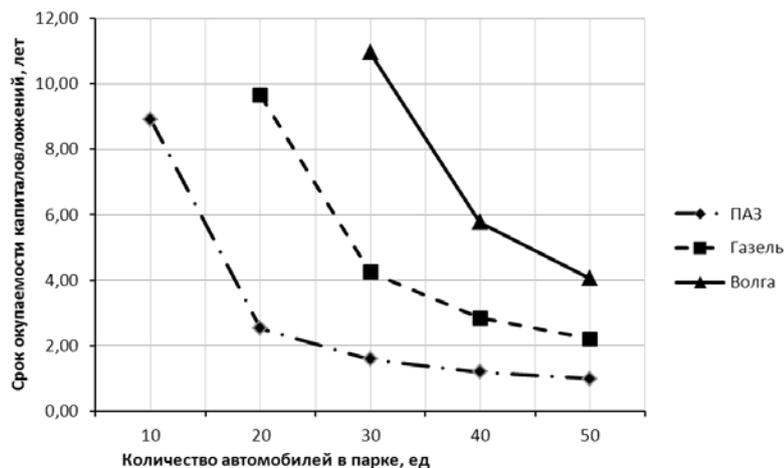


Рисунок 4. Зависимость срока окупаемости капиталовложений от численности автомобилей в парке

Для моделирования приняты показатели усреднённого автотранспортного предприятия г. Оренбурга, имеющего в своём составе сто единиц транспортных средств одной марки. Фрагмент исходных данных, используемых при моделировании, представлен в таблице 1.

В результате моделирования определены зависимости срока окупаемости капиталовложений, необходимых для осуществления перевода парка транспортных средств на газовое топливо от исследуемых эксплуатационных факторов. Данные зависимости представлены на рисунках 2–4.

Исследовано так же влияние тех же эксплуатационных факторов на величину годового экономического эффекта, получаемого в результате перевода парка на газовое топливо. Эффект был определён для единицы подвижного состава. Указанные зависимости отражены на рисунках 5 и 6.

Кроме указанных зависимостей, определён диапазон эксплуатационных параметров, ограничивающий область эффективного применения газовых топлив. Данная область ограничена значения-

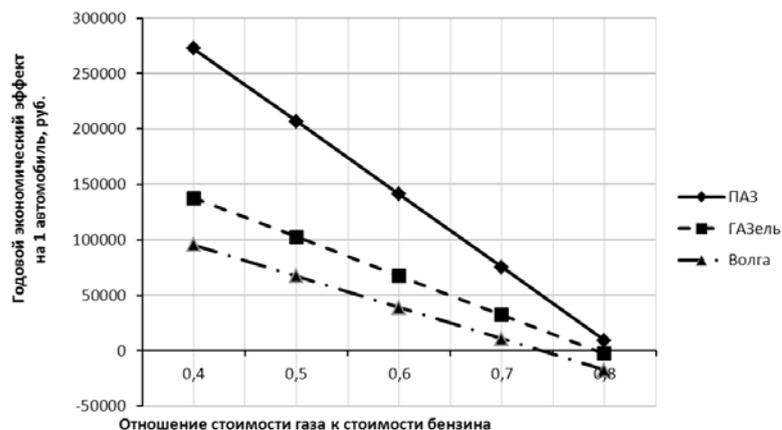


Рисунок 5. Зависимость годового экономического эффекта применения газовых топлив для одного автомобиля от отношения стоимости газа к стоимости бензина

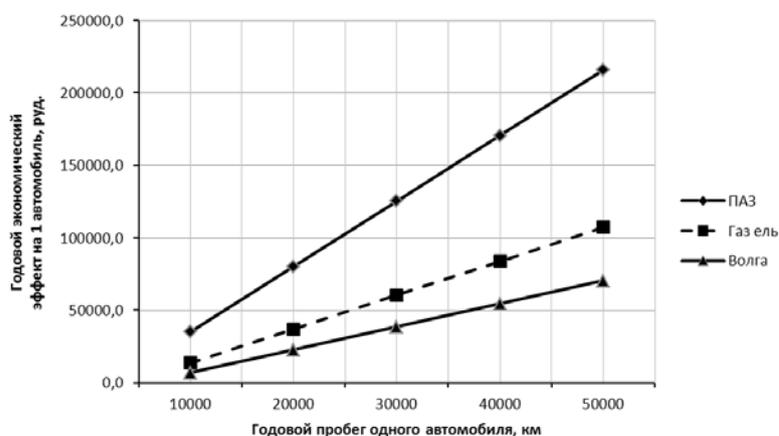


Рисунок 6. Зависимость годового экономического эффекта применения газовых топлив для одного автомобиля от среднегодового пробега

ми показателей, представленными в таблице 2.

Представленные в данной статье значения могут использоваться в качестве ориентиров при управлении технической эксплуатацией автомобилей. В частности, при принятии решения о переводе парка транспортных средств на газомоторное топливо (сжиженный газ).

Разработанная авторами математическая модель является универсальной, при наличии необходимого массива исходных данных, она может быть реализована для любых моделей транспортных средств, эксплуатируемых в заданных условиях.

11.03.2015

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках базовой части государственного задания на проведение научно-исследовательской работы «Методология обеспечения качества эксплуатации автомобильного транспорта» (№ 1829 от 01.02.2014 г.)

Список литературы:

1. Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. ГОСТ Р 51702-2001. [Текст] / – М.: Гос. комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001. 34 с.
2. Газобаллонные автомобили [Текст]: справочник / А.И. Морев [и др.]. – М.: Транспорт, 1992. – 175 с.
3. Карбанович, И.Н. Экономия автомобильного топлива [Текст]: опыт и проблемы / И.И. Карбанович. – М.: Транспорт, 1992. – 145 с.

4. Краткий автомобильный справочник [Текст] / М-во автомоб. трансп. РСФСР, Гос. науч.-исслед. ин-т автомоб. трансп. (ГосНИИАТ). – М.: Трансконсалтинг, 1994. – 779 с.
5. Лютко, В. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / Под ред. В. Лютко, В.Н. Луканина. М.: МАДИ, 2000. 311 с.
6. Российская Автотранспортная Энциклопедия [Текст]: техн. эксплуатация, обслуживание и ремонт автотрансп. средств / под ред. Е.С. Кузнецова. – М.: Просвещение, 2001. – (Библиотека бухгалтера и предпринимателя; Вып. 2) Т. 3. – М. – 2001. – 456 с.
7. Требования пожарной безопасности для предприятий, эксплуатирующих автотранспортные средства на сжиженном природном газе: Руководящий документ, РД-3112199-98.
8. ТУ 152-12-007-99 «Автомобили. Переоборудование грузовых, легковых и специализированных автомобилей в газобаллонные для работы на сжиженном природном газе. Приемка на переоборудование и выпуск после переоборудования. Испытания газотопливных систем».
9. ТУ 152-12-008-99 «Автомобили и автобусы. Переоборудование грузовых, легковых автомобилей и автобусов в газобаллонные для работы на сжиженных нефтяных газах. Приемка на переоборудование и выпуск после переоборудования. Испытания газотопливных систем».

Сведения об авторах:

Фаттахова Альмира Файзулловна, доцент кафедры автомобильного транспорта транспортного факультета Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, e-mail: alm-fed@mail.ru

Дрючин Дмитрий Алексеевич, доцент кафедры автомобильного транспорта транспортного факультета Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент, e-mail: dda435@gmail.com

Янучков Михаил Романович, старший преподаватель кафедры автомобильного транспорта транспортного факультета Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук
e-mail: msi80@mail.ru

460000, г. Оренбург, пр-т Победы, 149, тел. (3532) 912226