

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ СТИМУЛИРОВАНИЯ ВНЕДРЕНИЯ ГАЗОВОГО МОТОРНОГО ТОПЛИВА НА МАРШРУТНОМ ТРАНСПОРТЕ (НА ПРИМЕРЕ Г. ОРЕНБУРГА)

В статье решается проблема замещения жидких моторных топлив природным газом за счет повышения эффективности эколого-экономических инструментов стимулирования внедрения газового моторного топлива на автомобильном транспорте. Усовершенствована методика расчёта платы за выбросы вредных веществ от передвижных источников на основе учета уровня экологической опасности любого рассматриваемого топлива, используемого взамен базового топлива (бензина или дизельного топлива). По методике выполнена оценка эколого-экономического эффекта перевода маршрутных автобусов г. Оренбурга на природный газ на примере крупного автотранспортного предприятия.

Ключевые слова: эколого-экономические инструменты, стимулирование внедрения газового моторного топлива, компримированный природный газ, городской маршрутный транспорт.

Приоритетом среди альтернатив бензину и дизельному топливу во многих странах мира пользуется природный газ в основном в компримированном (сжатом) виде (КПГ). Причиной является преимущество КПГ по таким показателям, как экологичность, ресурсобеспеченность и низкая стоимость. По своим физико-химическим и моторным характеристикам природный газ во многом превосходит даже высококачественный бензин, причём для его использования не требуется коренной переделки двигателя [1], [2].

Учитывая размеры запасов и объёмы добычи природного газа, текущее состояние газификации автомобильного транспорта России можно характеризовать как неудовлетворительное [3]. Очевидно, что без дополнительных мер стимулирования замещение традиционных видов моторного топлива газом невозможно. Мировая практика показывает эффективность использования эколого-экономических инструментов стимулирования, позволяющих повысить спрос на газ, как на экологически чистое моторное топливо. В России одним из таких инструментов является плата за выбросы вредных веществ (ВВ) от передвижных источников. Однако существующая методика расчёта платы [4], [5] требует совершенствования, направленного на учёт экологических преимуществ газа [2], [6], [7].

Алгоритм вычислительных операций по существующей методике представлен на рисунке 1.

Отметим следующие недостатки существующей методики:

1) при формировании размера платы учитывается ограниченная номенклатура видов

моторного топлива (бензин неэтилированный, дизельное топливо, газ сжиженный нефтяной (ГСН), КПГ. При этом известны другие альтернативы нефтяным и газовым видам топлива (биогаз, биодизельное топливо, спирты, эфиры, водород и т. д.). Даже существующие марки бензина и дизельного топлива занимают разные места в современной экологической классификации моторного топлива (нормы ЕВРО на топливо), что, в конечном счёте, должно влиять на размер платы. Существующая методика подобных различий не учитывает;

2) при формировании размера платы для газового моторного топлива (ГМТ) используются некорректные ставки (таблица 1), которые не учитывают его объективных экологических преимуществ и особенностей использования на борту автотранспортного средства (АТС) (рисунок 2). Во-первых, при расчёте по существующей методике размеры платы за выбросы ВВ от АТС на КПГ и аналогичного АТС на бензине будут отличаться в пользу первого всего в 1,4 раза. В тоже время КПГ является существенно более чистым (в 1,6...3,9 раза) в экологическом отношении топливом, чем бензин. Во-вторых, разные технологии использования ГМТ имеют разный экологический результат. Например, использование КПГ в газодизельном цикле даёт существенно более скромный экологический эффект, чем в универсальном газобензиновом цикле (рисунок 3). Причём КПГ в экологическом отношении предпочтительнее ГСН. Таким образом, при расчёте платы за выбросы ВВ в атмосферу для ГМТ необходимо учи-

тывать не только вид топлива (ГСН, КПГ), но и технические особенности конструкции газобаллонного автомобиля, что в существующей методике не представлено;

3) газ в существующей методике рассматривается как самостоятельный вид моторного топлива, наравне с бензином и дизельным топливом. При этом игнорируется тот факт, что на сегодняшний день больше приходится иметь дело с процессом замещения традиционных нефтяных видов топлива, который реализуется с помощью универсальных и комбинированных двухтопливных газобензиновых и газодизельных систем (рисунок 2), то есть переоборудования автомобилей, двигатели которых изначально созданы для работы на бензине и дизельном топливе. Поэтому более объективным представляется применение ставок для ГМТ, увязанных со ставками для базовых видов топлива (так мы условно называем бензин и дизельное топливо, подразумевая, что именно они являются основными для рассматриваемых двигателей).

Таким образом, для объективного учёта экологических преимуществ ГМТ перед бензином и дизельным топливом существующая методика требует значительного корректирования. Алгоритм процедуры расчёта по скорректированной методике, разработанной авторами данной статьи, представлен на рисунке 4.

Важным преимуществом скорректированной методики является использование коэффициента $K_{ЭБТ}$, учитывающего уровень экологической опасности любого рассматриваемого топлива, используемого взамен базового топлива (бензина или дизельного топлива). Коэффициент $K_{ЭБТ}$ экологической безопасности топлива представляет собой отношение значений категории опасности отработавших газов автомобиля, работающего на замещающем (в числителе) и замещаемом (в знаменателе) топливе [2].

Категория опасности отработавших газов автомобиля (КОА) является суммой категорий опасности различных вредных веществ, входящих в состав отработавших газов, $м^3/с$:

Таблица 1. Нормативы платы за выбросы в атмосферный воздух вредных веществ передвижными источниками (для различных видов топлива) [4], [5]

Вид топлива	Единица измерения	Нормативы платы за одну единицу измерения в городах, руб
1 Бензин неэтилированный	тонна	1,3
2 Дизельное топливо	тонна	2,5
3 Газ сжиженный нефтяной	тонна	0,9
4 Компримированный природный газ	тыс. куб. метров	0,7

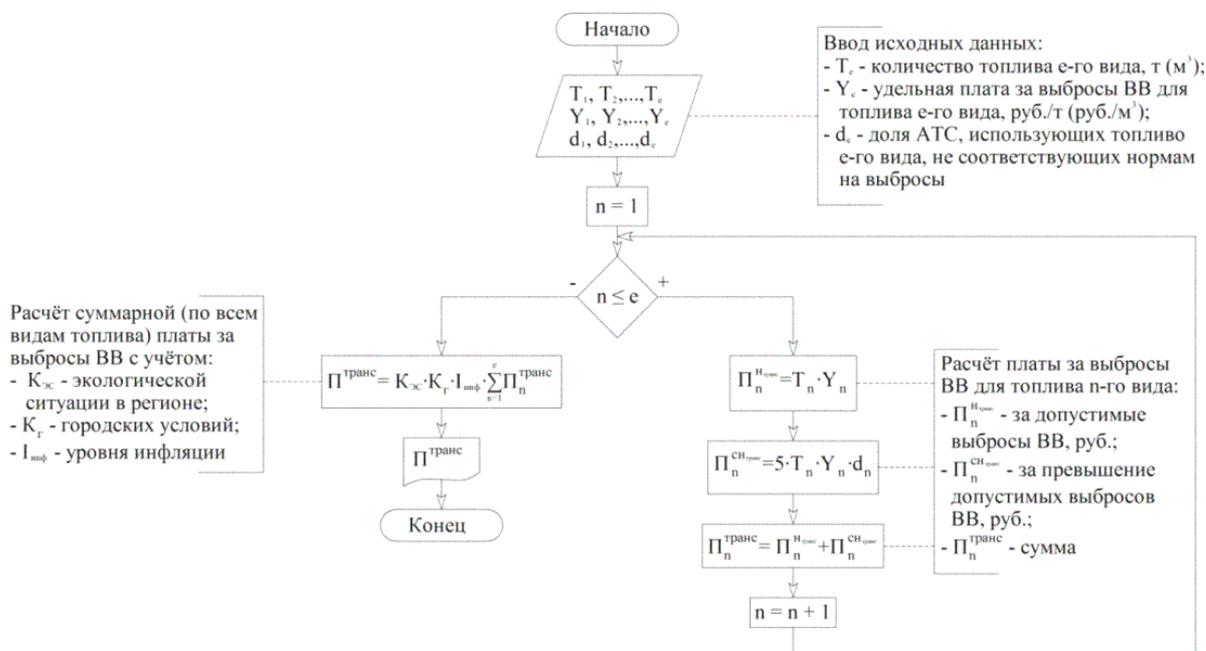


Рисунок 1. Алгоритм расчёта платы за выбросы вредных веществ от передвижных источников по существующей методике

$$Re_i^{**} = q_w dx [\mu^* (i_w^* - i_w) (\frac{1}{\pi} \beta + 1)]^{-1}, \quad (1)$$

где KOB_i – категория опасности i -го вредного вещества, m^3/c ;

$ПДК_i$ – предельно-допустимая концентрация i -го вредного вещества, $г/м^3$;

M_i – количество выбросов i -го вредного вещества, $г/с$;

a_i – константа, позволяющая соотнести степень вредности i -го вредного вещества с диоксидом серы (III класс опасности);

m – количество вредных веществ в отработавших газах.

Параметр КОА позволяет учитывать не только количество выбросов различных компонентов отработавших газов, но и их токсичность (через предельно-допустимую концентрацию) и, тем самым устанавливать чёткую взаимосвязь между техническими характеристиками работы двигателя и экологическими характеристиками (существующими санитарными нормами). Другими словами категория опасности вещества (автомобиля) является не технической, а технико-экологической характеристикой работы автомобильного двигателя, либо автомобиля в целом. Кроме того, КОА выступает интегральной характеристикой экологической опасности отработавших газов автомобиля как источника выбросов многих вредных веществ в воздушную среду [2].

Важно отметить, что скорректированная методика не утрачивает смысл и в случае применения однотопливных систем (причём не только ГМТ), так как основывается на использовании в расчётах топливного эквивалента, позволяющего привести количество израсходованного топлива e -го вида (T_e) к количеству бензина или дизельного топлива (T_B), составляющих в этом случае базу для начисления платы (ставки платы определены только для них). Причём в качестве дифференцирующего коэффициента, учитывающего уровень экологической опасности топлива e -го вида по отношению к базовому топливу используется $K_{ЭБТ}$.

Для расчёта значений коэффициента $K_{ЭБТ}$ использованы данные испытаний на токсичность автомобиля ГАЗ-32213 [2]. Испытания проведены по Правилам ЕЭК ООН R 15/05 (иначе ЕВРО). Значения $K_{ЭБТ}$ представлены в таблице 2.

Таблица 2. Значения корректирующего коэффициента экологической безопасности топлива $K_{ЭБТ}$

Условия применения ГМТ	Значение $K_{ЭБТ}$
1 Универсальный газобензиновый цикл ГСН	0,92
2 Универсальный газобензиновый цикл КПП	0,59
3 Комбинированный газодизельный цикл КПП	0,63
4 «Чисто» газовый цикл КПП	0,26



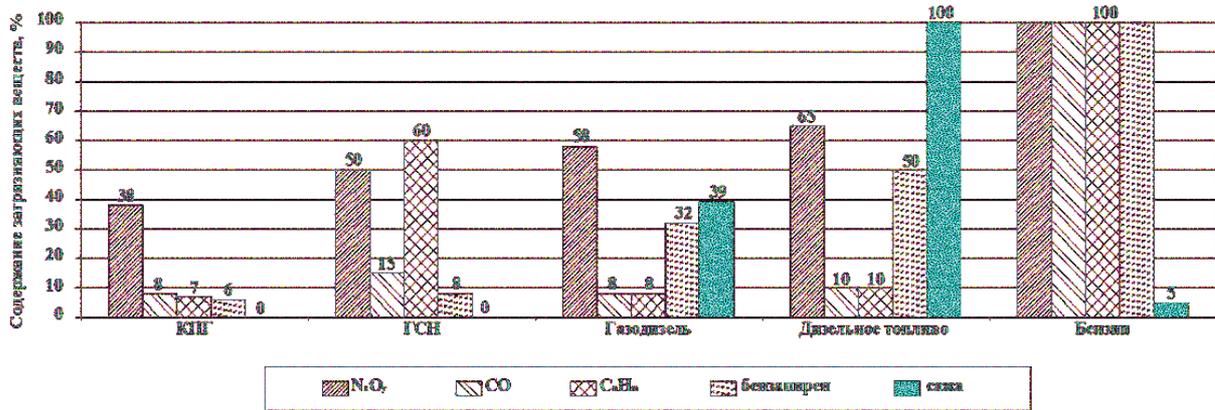
Рисунок 2. Технологии использования ГМТ на борту АТС

Полученные значения $K_{ЭБТ}$ используются в процедуре расчёта платежей за выбросы ВВ в атмосферу передвижными источниками по скорректированной методике согласно разработанному алгоритму (рисунок 4).

Выполнена оценка эколого-экономического эффекта перевода маршрутных автобусов г. Оренбурга на ГПГ на примере муниципального казённого предприятия «Оренбургские пассажирские перевозки» муниципального образования «город Оренбург» (далее МКП «Оренбургские пассажирские перевозки») по методи-

ке, структурная схема которой представлена на рисунке 5.

Данное предприятие выбрано не случайно. Оно является самым крупным в Оренбуржье городским перевозчиком пассажиров. Это единственный перевозчик, который обслуживает с предоставлением льгот по действующему законодательству. Предприятие выполняет перевозки по всем направлениям в городе и связывает его отдалённые окраины. Выполняет важную социально-экономическую функцию в работе на дачных маршрутах.



Примечание: за 100% принят бензин, а по саже за 100% – дизельное топливо.

Рисунок 3. Содержание вредных веществ в отработавших газах автомобильных двигателей, работающих на различных видах топлива [1]

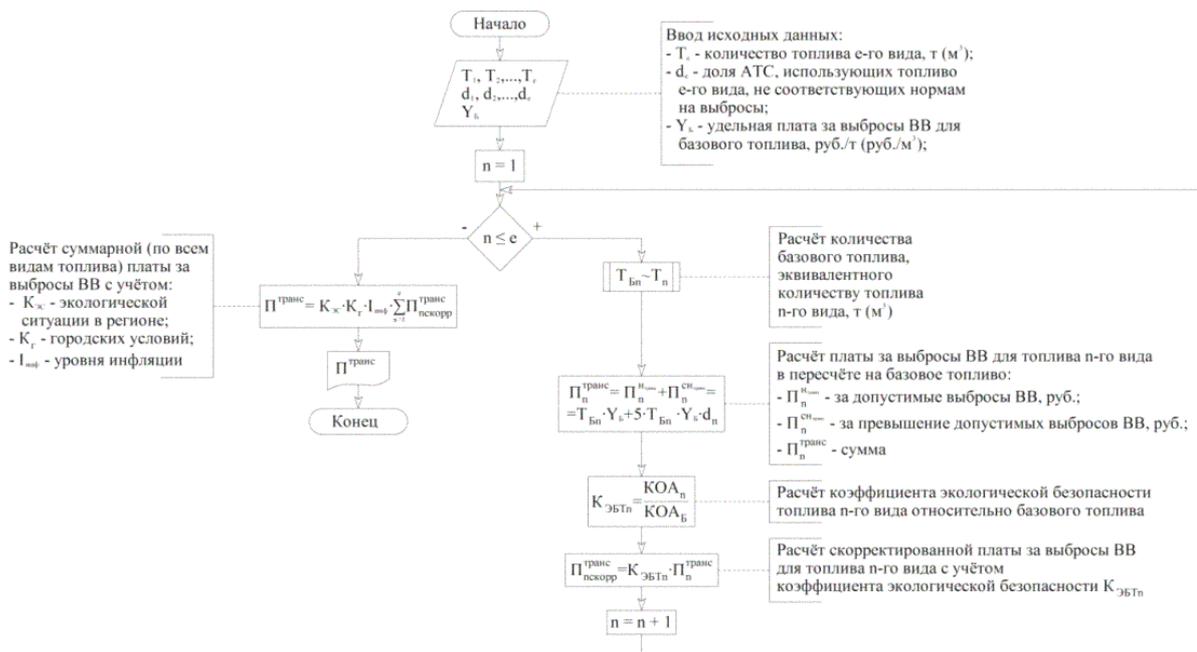


Рисунок 4. Алгоритм расчёта платы за выбросы ВВ от передвижных источников по скорректированной методике

Для осуществления вышеописанной деятельности МКП «Оренбургские пассажирские перевозки» обладают самым мощным в Оренбургской области парком пассажирского автотранспорта.

Важно отметить, что рассматриваемое предприятие первым в городе из пассажирских перевозчиков начало перевод своего автотранспорта на КПГ. Имеется значительный экономический эффект от данного мероприятия, в том числе эколого-экономический эффект, поэтому процесс газификации городских маршрутных автобусов будет продолжаться, ведь при всей очевидности эффекта, доля переоборудованных автобусов, тем не менее, не высока и составляет всего 32%.

Результаты расчёта для текущих условий по существующей и разработанной методикам представлены в форме таблицы 3.

При сравнении результатов между собой получаем, что если объективно учитывать экологические преимущества природного газа, что позволяет сделать разработанная методика, то размер платы за выбросы ВВ в атмосферу для КПГ сокращается на 353,67

руб., что уже является экономическим стимулом для его внедрения в качестве моторного топлива. Хотя в данном случае нужно понимать, что столь небольшие цифры являются следствием некорректных ставок платы в существующей методике. Используемые ставки являются символично малыми и не учитывают размер реального эколого-экономического ущерба, наносимого автотранспортом в ценах настоящего времени.

Разработанная методика содержит одинаковое с существующей методикой количество исходных данных и вычислительных операций. Для дальнейшего анализа используем только разработанную методику.

Результаты расчёта для трёх вариантов газификации автобусного парка МКП «Оренбургские пассажирские перевозки» представлены в форме таблицы 4.

Самым худшим с эколого-экономических позиций является состояние до внедрения ГМТ. Внедрение варианта I, то есть переоборудование всех 52 автобусов ПАЗ-3205 для работы на КПГ (по универсальному газобензиновому циклу), даёт положительный эколого-экономичес-



Рисунок 5. Структурная схема методики оценки эколого-экономического эффекта перевода автобусного парка на КПГ

кий эффект в размере 1133,29 руб. Другими словами сумма экологического платежа сокращается с 20514,35 до 19381,06 руб., то есть на 5,5% (рисунок 6).

Промежуточным является вариант II, предполагающий, кроме 52 газобаллонных ав-

тобусов ПАЗ-3205 по варианту I, переоборудование остальных 113 автобусов для работы на КПП (по комбинированному газодизельному циклу). Это даёт положительный эколого-экономический эффект в размере 6567,58 руб. Другими словами сумма экологического пла-

Таблица 3. Исходные данные и результаты расчёта платы за выбросы ВВ в атмосферу по существующей и разработанной методикам

Данные для расчёта и результаты		Вид топлива		
		КПП	Дизельное топливо	Итого
1 Расход топлива Т	л/год (для КПП м ³ /год)	657894	1938422	–
	т/год (для КПП тыс.м ³ /год)	657,894	1648	–
2 Норматив платы У	руб/тонна (для КПП руб/тыс.м ³)	0,7	2,5	–
3 Корректирующие коэффициенты	К _{ЭС}	1,9		
	К _Г	1,2		
	И _{инф}	1,89		
	К _{ЭБТ}	0,59	–	–
4 Плата за выбросы ВВ в атмосферу П _{н транс} (по существующей методике)	руб/год	1984,50	17750,23	19734,72
5 Плата за выбросы ВВ в атмосферу П _{н транс} (по разработанной методике)	руб/год	1630,83	17750,23	19381,06

Таблица 4. Исходные данные и результаты расчёта платы за выбросы ВВ в атмосферу для различных вариантов газификации автобусного парка

Данные для расчёта и результаты		Вид топлива					
		Бензин	Дизельное топливо	КПП	Итого		
1 Расход топлива Т	л/год (для КПП м ³ /год)	657894	1938422	657894	–		
	т/год (для КПП тыс.м ³ /год)	493,42	1647,66	657,89	–		
2 Норматив платы У	руб/тонна (для КПП руб/тыс.м ³)	1,3	2,5	–	–		
3 Корректирующие коэффициенты	К _{ЭС}		1,9				
	К _Г		1,2				
	И _{инф}		1,89				
	К _{ЭБТ}	универсальный газобензиновый цикл	–	–	0,59	–	
комбинированный газодизельный цикл		–	–	0,63	–		
«чисто» газовый цикл		–	–	0,26	–		
4 Плата за выбросы ВВ в атмосферу П _{н транс}	вариант I	до	руб/год	2764,12	17750,23	–	20514,35
		после		–	17750,23	1630,83	19381,06
	вариант II	до		–	17750,23	1630,83	19381,06
		после		–	11182,64	1630,83	12813,48
	вариант III	до		–	11182,64	1630,83	12813,48
		после		–	–	6245,89	6245,89

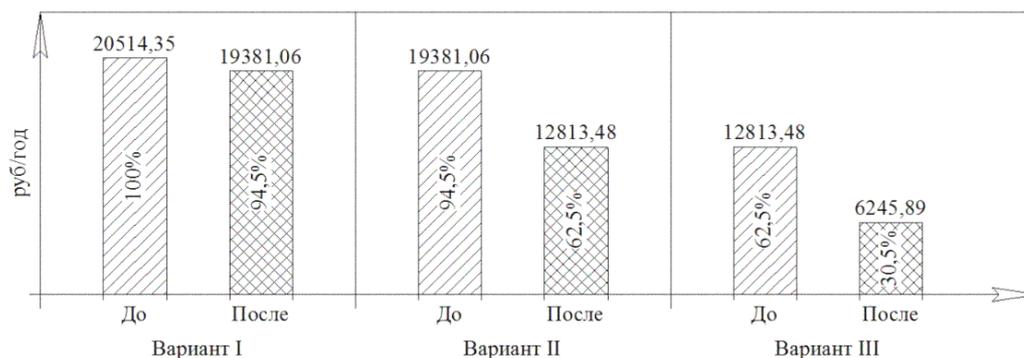


Рисунок 6. Результаты эколого-экономической оценки различных вариантов замещения жидких видов моторного топлива КПГ на примере МКП «Оренбургские пассажирские перевозки»

тежа сокращается с 19381,06 до 12813,48 руб., то есть на 32% (рисунок 6).

Наконец, самым лучшим является вариант III. От предыдущего варианта он отличается наличием вместо 113 газодизельных автобуса «чисто» газовых их модификаций в заводском исполнении, что возможно при постепенном обновлении парка. Положительный эколого-экономический эффект составляет 6567,59 руб. Другими словами сумма экологического платежа сокращается с 12813,48 до 6245,89 руб., то есть на 32% (рисунок 6).

Таким образом, при самой лучшей организации процесса замещения жидких видов моторного топлива газом на предприятии МКП «Оренбургские пассажирские перевозки» получаем ежегодную экономию денежных средств (за счёт сокращения экологического платежа на 69,5%) в размере 14268,46 руб.

Внедрение природного газа в качестве моторного топлива на маршрутном транспорте является социально значимым проектом. Во-первых, это хороший пример самокупаемых проектных решений экологической направленности, так как сочетание «самокупаемость» и «экология» в современном мире практически не встречается. Во-вторых, за счёт быстрой окупаемости проектных решений и существенной экономии на топливе, которое, к тому же, является ещё и экологически чистым, возможно значительное снижение стоимости проезда в городском транспорте. В-третьих, благодаря большим объёмам использования газа и разветвлённой маршрутной сети газификация городского транспорта является отправной точкой для дальнейшей газификации автомобильного транспорта, учитывая развитие газозаправочного комплекса.

5.08.2014

Список литературы:

1. Прониц, Е.Н. Природный газ – моторное топливо XXI века. Природный газ в моторе? Вопросы и ответы / Е.Н. Прониц. – М.: ООО «Алькор-4», 2006. – 60 с.
2. Филиппов, А.А. Повышение эффективности эксплуатации автотранспортных средств путём подбора альтернативных видов топлива: дис.... канд. техн. наук: 05.22.10 / А.А. Филиппов. – Оренбург, 2005. – 135 с.
3. Филиппов, А.А. Потенциал использования природного газа в качестве моторного топлива / Е.В. Бондаренко, О.В. Дудченко, А.А. Филиппов // Проблемы диагностики и эксплуатации автомобильного транспорта: Материалы II Международной научно-практической конференции. – Иркутск, 2009. – С. 280–286.
4. Инструктивно-методические указания по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды (Минприроды РФ от 26.01.1993 ред. от 15.02.2000, с изм. от 13.11.2007): офиц. текст. [Электронный ресурс] – М., 2007. – Режим доступа: <http://www.garant.ru>. – Загл. с экрана.
5. Постановление правительства РФ от 12 июня 2003 г. №344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты» (в ред. Постановления Правительства РФ от 01.07.2005 №410 с изм. от 08.01.2009): офиц. текст. [Электронный ресурс] – М., 2003. – Режим доступа: <http://www.garant.ru>. – Загл. с экрана.
6. Рузский, А.В. Совершенствование системы платности за загрязнение атмосферного воздуха выбросами от автотранспортных средств / А.В. Рузский, И.Г. Гусева, Н.В. Хильченко // Экономика природопользования. – М.: ВИНТИИ, 2001. – №1. – С. 81–95.
7. Чикишев, Е.М. Оценка приспособленности газобаллонных автомобилей к низкотемпературным условиям эксплуатации по расходу топлива и токсичности отработавших газов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Е.М. Чикишев. – Тюмень, 2011. – 20 с.

Сведения об авторах:

Куксанов Виталий Федорович, заведующий кафедрой экологии и природопользования геолого-географического факультета Оренбургского государственного университета, доктор медицинских наук, доцент
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 3155, тел. (3532) 372544,
e-mail: andrulia@ramber.ru

Филипов Андрей Александрович, доцент кафедры технической эксплуатации и ремонта автомобилей транспортного факультета Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук
460000, г. Оренбург, пр-т Победы, 149, ауд. 10302, тел. (3532) 912224,
e-mail: andrulia@ramber.ru

Дудченко Олег Викторович, начальник комплексно-эксплуатационной службы ОАО «Оренбургоблгаз», трест «Медногорскмежрайгаз»,
e-mail: andrulia@ramber.ru