

УДК 662 62.629.113

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА
В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ВНЕДРЕНИЯ
НА АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

В. И. Посметьев (ВГЛТА), С. В. Блинов (студент ВГЛТА)

ВВЕДЕНИЕ

Потенциал России в добычи и использовании природного газа метана, огромен. Однако необходимо понимать, что многие страны на данном этапе и в будущем составляют серьёзную конкуренцию в добыче и использовании метана в хозяйственных нуждах экономики и в том числе на автомобильном транспорте. Природный газ метан является более доступным энергетическим ресурсом, чем топлива на основе нефти, а, как известно, потребности в энергии неуклонно, стремительно увеличиваются.

Так же необходимо отметить что сегодняшняя экстремальная для жизни экологическая ситуация заставляет общество применять меры по уменьшению выбросов в атмосферу загрязняющих веществ. Природный газ метан, в данной ситуации обладает рядом преимуществ, которые явно выражены на автомобильном транспорте и позволят расширить круг использования данного вида топлива.

1 Общее о газе

Газ используется в различных состояниях:

1 Природный газ (NG – Natural Gas).

Как показано в таблице 1, в природном газе содержится разное процентное содержание примесей.

Таблица 1 – Содержание примесей в природном газе

Метан CH_4 , %	Этан C_2H_6 , %	Пропан C_3H_8 , бутан C_4H_{10} , %
70-90	5-15	> 5

2 Компримированный природный газ – КПГ (CNG – compressed natural gas).

Сжатый (компримированный) природный газ, находящийся под давлением 200-220 бар.

3 Сжиженный природный газ – СПГ (LNG – liquefied natural gas).

Представляющий собой криогенную жидкость, сохраняющуюся при сверхнизких температурах. Сжиженный природный газ получают путем охлаждения сжатого природного газа до температуры -160 градусов по Цельсию. Ввиду значительного уменьшения объема природного газа при сжижении (примерно в 600 раз) СПГ удобно транспортировать возможной последующей регазификацией.

Газ можно транспортировать различными способами:

- 1 через трубопроводы;
- 2 цистернами;
- 3 танкерами (газовозами).

Природный газ так же разделяется в зависимости от места и способа его добычи:

1 Попутный нефтяной газ – ПНГ (Associated gas) извлекаемый из недр при добыче нефти (рис. 1). Значительная его часть сжигается, газовые факелы – неременный атрибут большей части нефтяных месторождений.

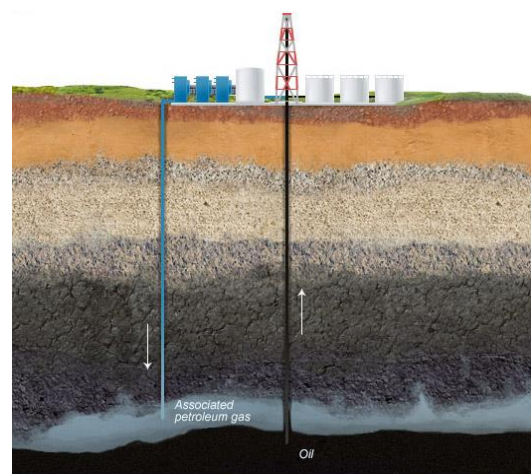


Рисунок 1 – Добыча попутного нефтяного газа

Между тем ПНГ может и должен находить полезное применение. К 2014 году в 50 раз выросли платежи за сжигание попутного нефтяного газа. Повышающий коэффициент коснулся всех нефтяных компаний, которые не достигли показателя утилизации попутного газа в 95 %.

2 Природный газ – независимый природный газ (Non-associated gas). Наиболее важная задача это добыча природного газа, в свою очередь жидкие фракции могут быть, а могут и не быть [1].

3 Сланцевый газ (добываемый из трещин и пор сланца).

Сланцевый газ – это разновидность природного газа, хранящегося в виде небольших газовых образований в толще сланцевого слоя осадочной породы Земли. Этот энергоресурс совмещает в себе качество ископаемого топлива и возобновляемого источника и встречается во всем мире, таким образом, практически любая энергозависимая страна

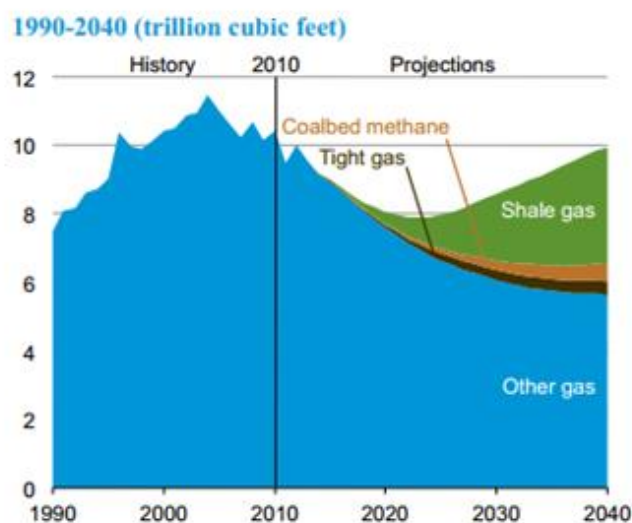


Рисунок 2 – Будущая добыча сланцевого газа по отношению к другим видам газа для Евросоюза

может себя обеспечить данным энергоресурсом [2].

Однако этот способ добычи газа обладает рядом серьёзных недостатков. Помимо того что это достаточно дорогой способ добычи газа, он также приносит значительный вред окружающей среде. Поэтому многие страны в скором времени после начала добычи сланцевого газа взвесив все за и против, ввели мораторий на такого рода добычу газа. В большей степени это касается Европейские страны.

4 Угольный газ или бурый газ – добывается совместно с углём.

Существуют два принципиально разных способа добычи угольного метана: шахтный (на полях действующих шахт) и скважинный. Шахтный способ является неотъемлемой частью технологии подземной добычи угля – дегазации.

Объемы получаемого метана при этом невелики, и газ используется, в основном, для собственных нужд угледобывающих предприятий непосредственно в районе угледобычи. Скважинный способ добычи является промышленным. Метан



Рисунок 3 – Карта угольных бассейнов России

при этом рассматривается уже не как попутный продукт при добыче угля, а как самостоятельное полезное ископаемое. Разработка метанугольных месторождений с добычей метана в промышленных масштабах производится с применением специальных технологий интенсификации газоотдачи пластов. Следует отметить, что для добычи метана пригодны далеко не все угли [3].

5 Возобновляемый природный газ (биогаз или био-метан) т. е. газ производят из органического материала. Биогаз – газ, получаемый водородным или метановым брожением биомассы: навоз, коммунальный мусор, древесные отходы и др.). В таблице 2 показана энергоёмкость и относительная стоимость биогаза. В 1874 году в ответ на общественный интерес как энергетической альтернативы, Пенсильванский департамент агрокультуры США финансировал проект университет штата Персильвании по разработке анаэробного котла для фермерских нужд. Используя навоз от 100 коров, за год удалось получить 42000 м³ биогаза. С энергетической ценностью 876,000,000 ВТУ или 924,000

мега джоулей. Что позволило на протяжении года обеспечивать энергией 11 американских домов [4].

Таблица 2 – Стоимость биогаза по сравнению со стоимостью традиционных видов топлива

Топливо	Энергии в ед. продукта	Топливный эквивалент	Эквивалентная стоимость
Биогаз	600,000 БТУ / 1000 фут ³ 22,2 МДж/м ³	1,460 / 1000 фут ³ 42,000 м ³	\$ 3.80 / 1000 фут ³ \$.13/ м ³
Природный газ	1,000,000 БТУ / 1000фут ³ 37 МДж/м ³	876 / 1000 фут ³ 25,000 м ³	\$ 6.34 / 1000 фут ³ \$.22/ м ³
Нефтяное топливо	140,000 БТУ / Гал(США) 39 МДж/Л	6,257 Гал(США) 23,700 Л	\$.89 / Гал(США) \$ 23 / Л
Бензин	124,000 БТУ / Гал(США) 34,5 МДж/Л	7,065 Гал(США) 26,700 Л	\$ 79 / Гал(США) \$ 21/ Л
Дизель	135,000 БТУ / Гал(США) 37,6 МДж/Л	6,489 Гал(США) 24,600 Л	\$ 86 / Гал(США) \$ 23/ Л
Сжиженный углеводородный газ	92,000 БТУ / Гал(США) 25,5 МДж/Л	9,522 Гал(США) 36,000 Л	\$ 58 / Гал(США) \$ 15/ Л
Электричество	3,413 БТУ / кВт·ч 3.6 МДж / кВт·ч	257,000 кВт·ч 257,000 кВт·ч	\$ 022 / кВт·ч \$ 022 / кВт·ч
Уголь	25,000,000 БТУ /тонн 29 МДж /тонн	35 тонн	\$ 158,00/тонн

Природный газ кроме того что он состоит из нескольких фракция он также имеет различные характеристики и может быть:

а) Сухой и жирный.

Сухой газ – природный горючий газ из группы углеводородных, характеризующийся резким преобладанием в его составе метана, сравнительно невысоким содержанием этана и низким – тяжелых углеводородов. К сухим газам относят попутный газ нефтяных месторождений (нефтяной газ), претерпевший окисление. В промышленных условиях получается путем очистки природного газа от тяжелых углеводородов, водяных паров, сероводорода, механических примесей на установках комплексной подготовки газа и газоперерабатывающих заводах. Сухой газ, подаваемый в магистральные газопроводы, должен содержать не более 20

г/м³ сероводорода и иметь относительную влажность до 60-75 %. Неравномерность залегания запасов сухого или жирного газа показана на рисунке 4.

Жирный (сырой) газ – природный горючий газ из группы углеводородных, характеризующийся повышенным содержанием (свыше 15 %) тяжелых углеводородов (C₃H_{8+высш}). К сырым газам относят попутные газы нефтяных и газы газоконденсатных залежей (так называемые нефтяные газы), хорошо изолированные от гипергенных воздействий. Сырой газ подвергают осушке, отбензиниванию и очистке на установках газонефтяных промыслов и на газоперерабатывающих заводах [5].

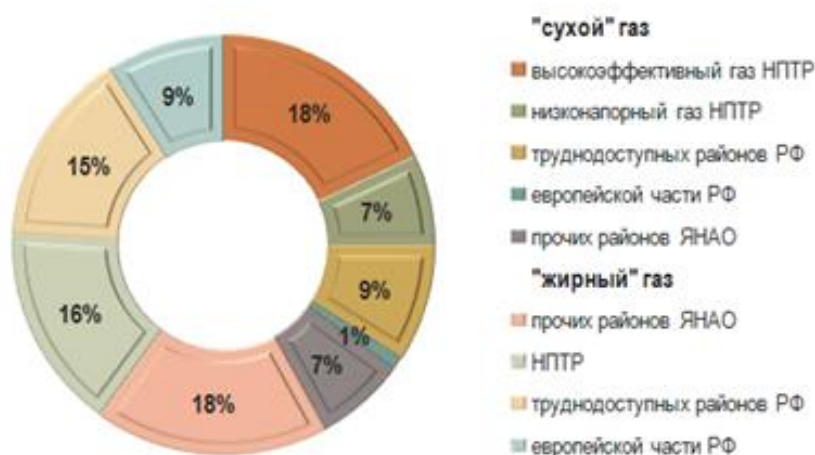


Рисунок 4 – Распределение запасов сухого и жирного газа по газоносным регионам РФ, %

б) Чистый и загрязненный газ.

В загрязненном газе высокое содержание углекислого газа.

в) Сладкий и кислый газ.

Кислый газ отличается высоким содержанием серы, а в сладкий газ низким её содержанием [5].

2 Применение газа в народном хозяйстве

2.1 Россия на общемировом рынке газа

В 2005 году в России объём добычи природного газа составил 548 млрд. м³. Внутренним потребителям было поставлено 307 млрд. м³ через 220 региональных газораспределительных организаций. На территории России располо-

жено 24 хранилища природного газа. Протяжённость магистральных газопроводов России составляет 155 тыс. км.

В 2009 г. США впервые обогнали Россию не только по объёму добытого природного газа (624 млрд м³ против 582,3 млрд м³), но и по объёму добычи товарного газа, идущего на продажу [6]. Это объясняется так называемой «Сланцевой Революцией» в США. Россия только в конце 2013 г. начала предпринимать серьёзные меры для активации проектов по строительству заводов для производства СПГ. По данным GIIGNL [7] можно проследить что торговля сжиженным газом активно ведётся такими странами как Австралия – 20,9 млрд. м³, Малайзия – 23,7 млрд. м³, и несомненным лидером является Катар – 76,4 млрд. м³ так же можно проследить основные пути перевозки СПГ на рисунке 5.



Рисунок 5 – Мировая торговля СПГ

С начала 2011 г. добыча газа составила 671 млрд. м³ согласно данным Центрального диспетчерского управления топливно-энергетического комплекса РФ.

В 2012 г. потребление газа в мире составило 3315 млрд. м³, объём добычи природного газа а России составил 592 млрд. м³ что составляет около 17,6 % общемировой добычи.

Экспорт газа по миру показан в таблице 3 и насчитывает 1033 млрд. м³.

Таблица 3 – Мировой экспорт газа, по данным Газпрома

Экспорт Газа, млрд. м ³	По трубопроводам	СПГ
Общее по миру в 2012 г.	705,5	327,9
Россия	185,9	14,8

Цены на газ в различных регионах серьёзно варьируются: Япония 646 \$/тыс. м³ (СПГ); Германия 418 \$/тыс. м³ (КПГ); США (Henry Hub) 114 \$/тыс. м³ (КПГ); Россия 136 до 238 \$/тыс. м³ [3].

Таким образом например США потребляя 722 млрд. м³ около 20 % от всего потребляемого газа в мире, за счёт низкой цены оплачивает менее 10 % мирового потребления.

2.2 Применение газа в народном хозяйстве

Одним из преимуществ природного газа является дифференцированность использования по различным отраслям экономики что хорошо видно на рисунке 6 Castlen Moore Kennedy по данным для США.

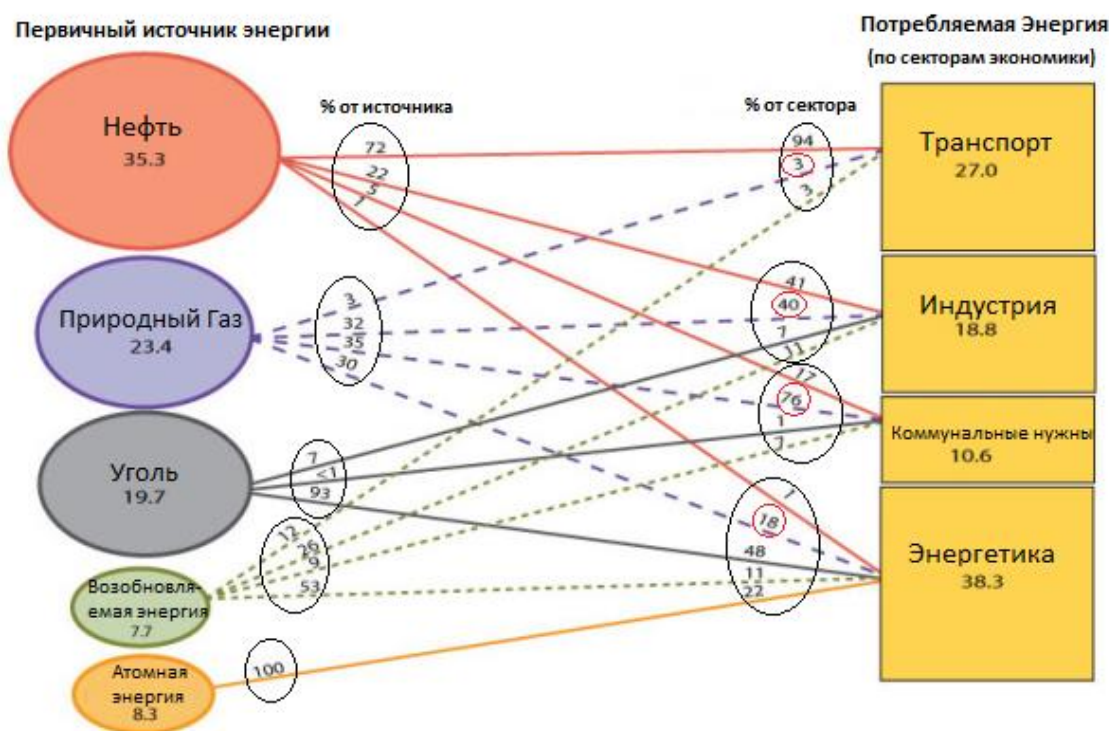


Рисунок 6 – Использование первичных источников энергии в отраслях экономики США, 2009 (Квадриллион BTU) Castlen Moore Kennedy, В.В.А.

На рисунке 6 можно проследить, сколько процентов различного топлива используется в таких областях как транспорт, электроэнергетика, коммунальные нужды, и производство. График показывает, что в США из всего имеющегося газа, 33 % потребляется в производстве, 32 % для удовлетворения коммунальных нужд, 31 % для выработки электроэнергии и 3 % в транспорте. В секторе транспорт, использование газа как моторного топлива составляет менее 1 % [8].

Также необходимо отметить, что для каждого из секторов экономики цены на газ несколько отличаются. На рисунке 7 показано как дифференцировано потребление газа в России.



Рисунок 7 – Структура продаж газа по группам потребителей в 2010 г. по данным Газпрома

В России ярко выражено влияние Природного газа. По статистическим данным Министерства Энергетики РФ (рис. 8) можно проследить важность газа для России как источника энергии.

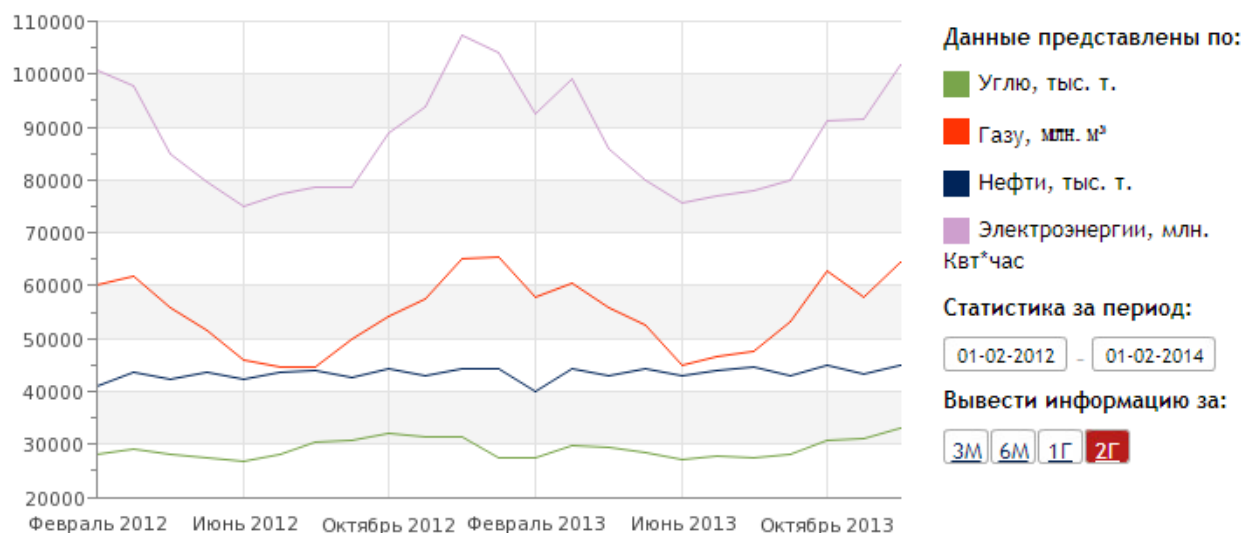


Рисунок 8 – Сводная информация о работе топливно-энергетического комплекса РФ

Выбирая топливо, в первую очередь учитываются его возможности применения в той или иной сфере. Но так же важным показателем является его цена за единицу полезной работы или \$ за ММВТУ как показано на рисунке 9.

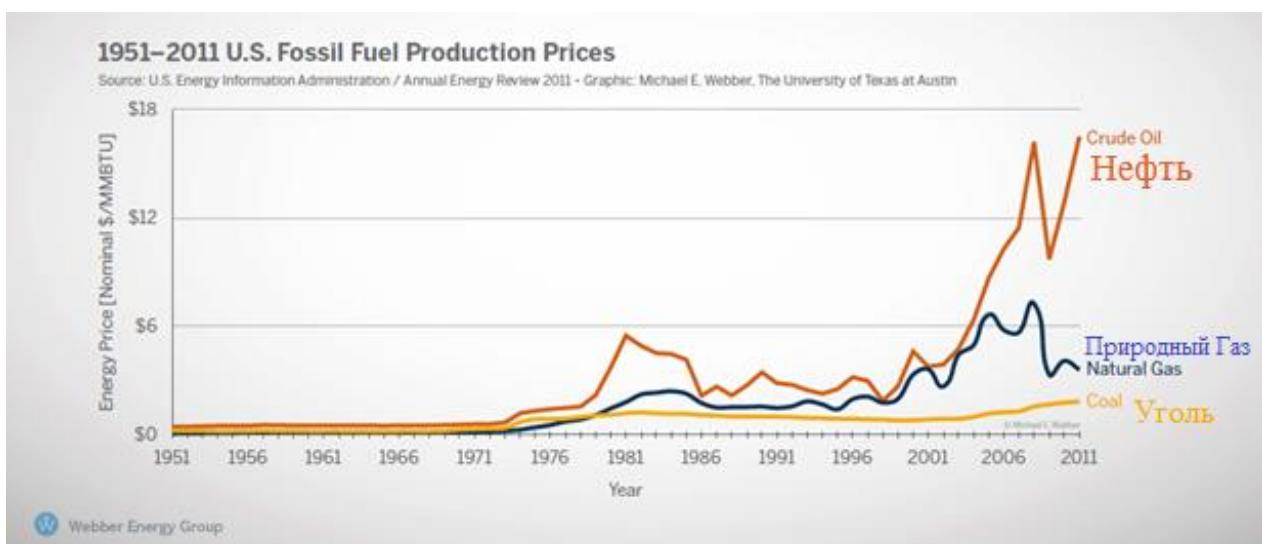


Рисунок 9 – Стоимость единицы полезной работы в \$ за MMBTU различных видов топлива.

Более подробно можно отметить, что газ используется для:

- а) Приготовление пищи, отопление помещения;
- б) Для производства электричества;

Из таблицы 4 можно увидеть, что в сравнении с другими странами Россия для производства электроэнергии в процентном отношении использует большое кол-во газа. Этот факт позволил России стать одной из самых "чистых" в отношении выбросов вредных веществ страной в мире вместе с Бразилией и Японией.

Таблица 4 – Производство электроэнергии в процентном отношении в зависимости от первичного источника энергии

Generation Source	2010 Percent Share of Total Annual Electricity Generation										
	Africa	Australia/ New Zealand	Brazil	China	India	Japan	Middle East	Russia	USA	World	
Coal	39	63	2	77	68	28	0	16	45	40	
Natural Gas	30	16	7	2	12	26	63	50	24	22	
Nuclear	2	0	3	2	2	27	0	16	20	13	
Hydroelectric	17	14	79	18	13	8	2	17	6	17	
Wind	0.3	2	0.4	1	2	0.4	0	0	3	2	
Solar	0	0	0	0.03	0	0.4	0	0	1	0.2	
Other	13	5	9	1	3	10	34	1	1	7	

Data source: [EIA International Energy Outlook](#)

Для подсчётов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, а так же использования воды при производстве электроэнергии я использовал разработанный для этих целей калькулятор Weber Energy Group [9].

Подставив данные по процентному использованию источников энергии для России – первая колонка и США – вторая колонка, можно проследить кол-во выбросов таких веществ как SO₂, NO_x, твёрдых частиц (PM₁₀) и CO₂. (рис. 10).

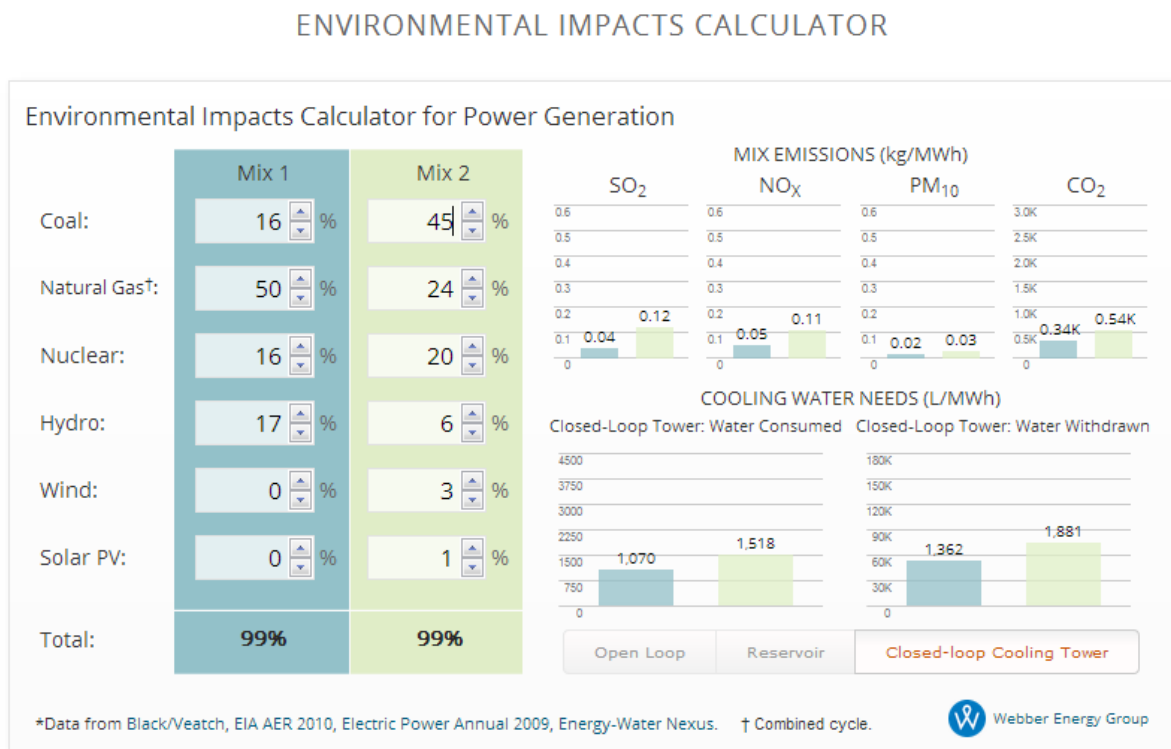


Рисунок 10 – Количественные данные выбросов загрязняющих веществ при выработке электроэнергии, рассчитанные калькулятором выбросов, разработанного Weber Energy Group

Эти показатели указывают на выброс загрязняющих веществ именно при выработке электроэнергии и не говорят о других выбросах, например от авто, при сжигании попутного метана, при добычи нефти и др. А также не учитываются системы очистки выбросов такие, например как система мокрой десульфуризации дымовых газов (*Wet FGD*) для электростанций которая может использоваться или не использоваться, что резко сказывается на уровне вредных выбросов. Однако можно проследить, что повышение процентного соотношения использование природного газа существенно снижает вредные выбросы.

- в) Является исходным сырьём для различных материалов;
- г) Так же природный газ является топливом для транспорта.

2.3 Природный газ "гибкое топливо"

Газ является "гибким" топливом по нескольким причина:

Во-первых за счёт того что его используют в различных областях как уже говорилось ранее. К примеру, энергию мирного атома используют исключительно для выработки электричества.

А во вторых газ является "гибким" топливом по причине того что его можно использовать в большом количестве различных установок, работающих при различных циклах. Ту же атомную энергию, что бы превратить в электроэнергию используются только паротурбинные установки. Тоже можно сказать и про другие твёрдые топлива, такие как уголь, древесина, биомасса и нефтяной кокс в первоначальном виде. Если не учитывать возможную переработку этих видов топлива в другие формы. Т. е. использования технологий интегрированной газификации в комбинированном цикле (IGCC). Так на пример в Европе активно вырабатывают метан из древесины.

Конечно же, такие методы имеют смысл, особенно в регионах с трудной доступностью к газу и высокими нормами экологичности, однако они приводят к дополнительным затратам энергии.

В третьих газ проявляет свою гибкость за счёт того что его хорошо использовать для покрытия нагрузок в часы "пик" когда в сетях требуется наибольшее количество электроэнергии. Часы "пик" возникают обычно утром и вечером при подключении наибольшего количества устройств потребления электричества. Не сложно догадаться, что намного легче отключить на электростанции газовую турбину, нежели атомную станцию.

Газ используется в следующих установках:

а) Газотурбинная установка NGCT = Natural Gas Combustion Turbine. Здесь используется цикл Д. Брайтона так называемый открытый цикл. При использовании такой технологии на электростанции эффективность использования газа составляет 30-40 %. Смысл заключается в том что газ поджигается и под давлением нагнетаемым компрессорной установкой, и при высокой температуре газ крутит турбину.

б) Парогазотурбинные установки (ПГУ) NGST = Natural Gas Steam Turbine (паровой цикл или цикл У. Ренкина) 25-35 % электрическая эффективность.

Газ используется как топливо для выработки пара, который в последствие крутит лопасти турбины.

в) комбинированные парогазотурбинные установки (ПГУ) NGCC = Natural Gas Combined Cycle. Комбинируется цикл Д. Брайтона и цикл У. Ренкина 40-60 % эффективности.

Газ поджигается и под давлением при высокой температуре попадает в турбину. После турбины он все ещё сохраняет достаточно высокую температуру, это тепло используется для выработки пара, который далее проходит турбину. Другими словами парогазовые электростанции представляют собой сочетание газовой и паровой турбины. Электростанции комбинированного типа на базе парогазовых установок обладают очень высоким КПД – 58 %, а также более экологически чистые, т. к. они производят гораздо меньше выбросов парниковых газов [11].

г) комбинированные парогазотурбинные установки с подогревом воды для нужд потребителя NGCHP = Natural Gas Combined Heat and Power.

Основывается на использовании комбинированного цикла с дальнейшим использованием пара при подогреве воды для отопления помещений. 70-85 % электрическая и тепловая эффективность.

д) Газопоршневая электростанция.

Система сгорания газопоршневых электростанций предусматривает возможность сжигания наиболее распространённых газообразных видов топлива – природного газа, газа от вулканизации, метана из угольных пластов, газа из органических отходов, биогаза, газа из нефтяных скважин (попутный газ) или пропана – газопоршневая электростанция может быть запрограммирована на переход с одного вида топлива на другой.

Отличительной особенностью газопоршневых электростанций Caterpillar является возможность работы на топливном газе низкого давления без оснащения агрегата газопоршневой электростанции дополнительным газодожимным оборудованием [12]. Электрическая эффективность 30 % тепловая 60 %

2.4 Планы деятельности министерства

В Планах деятельности Министерства энергетики Российской Федерации на 2013-2018 гг. в цели 12 как показано в таблице 5, постановлено увеличение производства сжиженного природного газа, млн. тонн. Увеличение планируется за счёт реализации программы создания в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке единой системы добычи, транспортировки газа и газоснабжения с учетом возможного экспорта газа на рынки Китая и других стран АТР.

А также при помощи реализации комплексного плана развития производства сжиженного природного газа на полуострове Ямал утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.10.2010 № 1713-р.

Таблица 5 – Планированное увеличение производства сжиженного природного газа в РФ

Дата ключевого события, год	2013	2014	2015	2016	2017	2018
млн. тонн	10	10	10	15	20	25

Целью 13 как показано в таблице 6, заложено увеличение уровня использования природного газа в качестве моторного топлива на общественном автомобильном транспорте и транспорте дорожно-коммунальных служб (улучшение экологической обстановки в крупных городах, снижение себестоимости перевозок на общественном транспорте).

Таблица 5 – Использование природного газа в качестве моторного топлива

Дата ключевого события, год	2013	2014	2015	2016	2017	2018
млрд. куб. м.	0,46	0,57	0,77	1,15	1,68	2,3

Так же, как показано в таблице 7, планируется увеличение количества АГНКС на территории РФ.

Таблица 7 – Планируемое количество АГНКС

Дата ключевого события, год	2013	2014	2015	2016	2017	2018
шт.	230	270	350	500	700	900

Распоряжение Правительства РФ «О расширении использования природного газа в качестве моторного топлива» от 13 мая 2013 г. № 767-р» [13]. По подсчётам министерства к 2018 году 1,8 % коммунального транспорта будет использовать в качестве моторного топлива метан, как показано в таблице 8.

Таблица 8 – Доля общественного автомобильного транспорта и транспорта дорожно-коммунальных служб, использующего природный газ в качестве моторного топлива

Дата ключевого события, год	2013	2014	2015	2016	2017	2018
%	–	0,2	0,6	1	1,4	1,8

3 Особенности применения природного газа на автомобильном транспорте

3.1 Проблемы традиционных видов топлива на автомобильном транспорте

Прежде чем говорить о применении газа на автомобильном транспорте,

необходимо показать наросшие проблемы с бензином и дизельным топливом. Данные виды топлива на сегодняшний день в подавляющем большинстве используются на автомобильном транспорте.

Бензин и дизельное топливо обладают рядом преимуществ над другими видами топлива. Во-первых, плотность энергии на единицу массы и объёма у данных видов топлива очень высока, это является большим плюсом для легковых автомобилей, где важную роль играет каждый лишний килограмм и каждый квадратный сантиметр занимаемого пространства. Так же, бензин и дизель удобны для транспортировки при этом достаточно хорошо сохраняя свои свойства. И это совсем не все преимущества, которые можно перечислить в отношении данных видов топлива.

Однако существуют серьёзные проблемы, связанные с использованием автомобильных топлив на основе нефти. Они могут различаться в условиях глобального и регионального использования. К основным, присущим к обеим категориям можно отнести: монополии топлива, проблемы добычи, политические и экологические вопросы.

Если эти недостатки в прошлом легко игнорировались, то при нынешней экологической обстановке в условиях быстрорастущей урбанизации и автомобилизации, начали в серьёз принимать меры по снижению вредных выбросов и производимых парниковых газов.

Таким образом, повышенное содержание вредных примесей в приземном слое воздуха сообщает МОСЭКОМОНИТОРИНГ вызванное выбросами промышленных предприятий, выхлопными газами автотранспорта и другими факторами. «Каждый год только от грязного воздуха в Москве умирают 3-3,5 тыс. горожан». Выбросы автотранспортных средств особенно опасны, потому что осуществляются в непосредственной близости от тротуаров в зоне активного пешеходного движения [14].

Кроме угарного газа (CO) который неоднократно показывал свою способность усыплять, а затем убивать людей, так же стоит отметить азотистые кислоты NO_x , загрязняющие газы на основе серы SO_x некоторые из них очень долго сохраняются в атмосфере, оказывая пагубное влияние на человека и на изменения климата на земле в целом.

При выхлопе бензинового или дизельного автомобиля так же выбрасываются твёрдые частицы такие как PM_{10} с диаметром меньше 10 микрон которые легко попадают в дыхательную систему человека. Они приводят к таким

заболеваниям как рак лёгких и астма. Частицы PM_{2,5} даже способны проникнуть в кровеносную систему человека.

Если попытаться глубже разобраться в том, какому виду топлива следует отдавать предпочтение, то очевидны несколько выводов. Во-первых, применение того или иного автомобильного топлива зависит от ресурсов, местоположения и общей ситуации различных стран. Во вторых, чрезвычайно важно использовать широкий спектр топлив для уменьшения возможной монополии и зависимости от одного вида топлива, эффективной реализации полного потенциала ресурсов. В третьих дифференцированность топлив, целесообразна при использовании для различных видов транспорта.

3.2 Использование альтернативных источников энергии на автомобильном транспорте

Последнее время особенно серьёзно встал вопрос о замене нефтяного топлива в автоперевозках на альтернативные виды топлив. К наиболее перспективным можно отнести:

Этанол – возобновляемое топливо, для которого в качестве сырья используется в основном кукуруза, а также и другие растения. Обычно смешивается с бензином в пропорции 10 % этанола и 90 % бензина, а также может использоваться от 51 % до 83 % этанола в зависимости от сезона. Он уменьшает выбросы загрязняющих веществ и процент использования бензина. Однако производство такого топлива обходится не дёшево за счёт использования большого кол-ва воды для полива, площадей земли и истощения чернозёма, дополнительного использования топлива при культивации. Также отрицательным моментом является то, что погода определяет успех взращивания культур для производства Этаноло.

Биодизель – возобновляемое топливо на основе растительных или животных жиров (масел), а также продуктов их этерификации, в качестве сырья для которого Европа использует – рапс; США – сою; Индонезия, Филиппины – пальмовое масло. Также применяется отработанное растительное масло, животные жиры, рыбий жир и т. д. [16].

Биодизель смешивается с нефтяным дизельным топливом 20 % и 80 % соответственно. Может использоваться в дизельных двигателях без специальной модификации. Биодизель улучшает смазочные свойства топлива и повышает цетановое число. Использование Биотоплива позволяет уменьшить выброс

парниковых газов особенно углекислого. Однако если вырубить например пальмовое дерево для производства биодизеля то оно не выработает кислород из CO_2 которое могло бы. Производство Биодизеля также как и Этанол достаточно затратно.

Водород – является экологически чистым топливом. Из выхлопной трубы автомобиля на водородном топливе выходит только вода. Считается, что отрицательным моментом для использования водорода является высокая энергозатратность на его производство.

Пропан-бутановые смеси – газообразное топливо, используемое на протяжении десятилетий. Относительно бензина и дизеля использование Пропана позволяет уменьшить выбросы парниковых газов и вредных веществ в атмосферу.

3.3 Преимущества и недостатки использования метана на автомобильном транспорте

Преимущества применения природного газа (метана) в качестве моторного топлива: большие резервы газа особенно в России и относительно дешёвая добыча; дешёвизна эксплуатации (более дешёвая единица полезной работы); также используется ДВС с небольшой модификацией; уже развитая и обширная инфраструктура перекачки газа по стране; газ не смывает со стенок цилиндров масляную плёнку, в результате чего существенно повышается ресурс двигателя и увеличивается срок службы моторного масла; высокое число метана 110 и пропана 100 уменьшает вероятность детонационных процессов что приводит к более мягкой работе двигателя; снижение CO_2 при выхлопе; снижение выбросов загрязняющих газов и твёрдых частиц из выхлопной трубы; снижение зависимости от бензина и нефти; при утечке газ улетучивается, что улучшает безопасность, нежели разлитый бензин; метан менее взрывоопасен, нежели сжиженный газ и бензин, так как он очень лёгкий и при утечке не скапливается на открытом пространстве; кроме непосредственной добычи из земли также можно производить из древесных отходов, навоза, бытового мусора и т. д.; в отличие от пропан-бутана добывается отдельно от нефти; возможность использования в двухтопливных системах (бензин-газ, дизель газ).

В сравнении с бензином природный газ метан как показано на (рис. 11) выделяет: на 25 % меньше углекислого газа, в сравнении с углём на 50 % меньше; на 90-97 % уменьшения выхлопа угарного газа (окись углерода CO); на

35-65 % уменьшения выбросов оксидов азота NO_2 ; уменьшение выброса твёрдых частиц или полное их отсутствие.

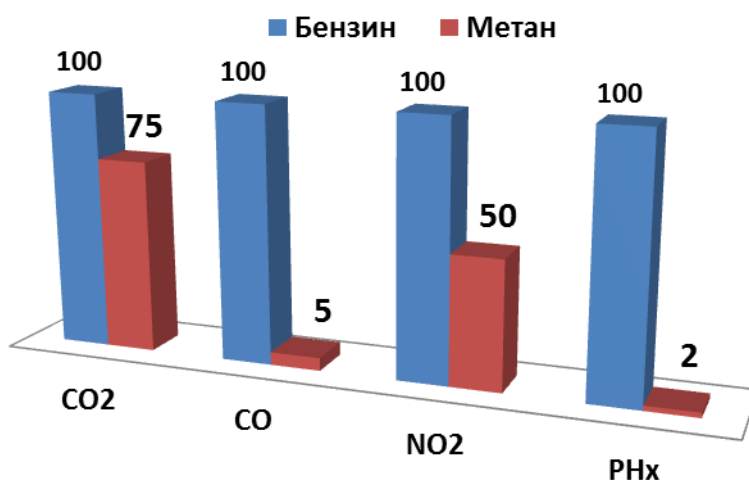


Рисунок 11 – Параметры экологичности метана по сравнению с бензином

Необходимо отметить, о возможности утечки метана, а он в свою очередь является парниковым газом. Если учесть степень влияния метана, то можно сказать что 1 кг этого газа на протяжении 20 лет будет воздействовать на глобальное потепление как 56 кг углекислого газа.

Однако считается, что метан сохраняется в атмосфере от 9 до 15 лет далее начинает уменьшаться и через 100 лет будет воздействовать как 21 кг CO_2 . США производит 16 % мировых парниковых газов [16].

К недостаткам можно отнести: требующая изменений инфраструктура; дополнительная стоимость на переоборудование; заполнение дополнительного места под капотом, а также для установки баллона большей габаритности, нежели бензиновый бак; большое давление подразумевает более высокий класс оборудования при заправке; часто у переоборудованных автомобилей, быстро выходит из строя клапаны и сёдла; проблемы с безопасностью:

На основе анализа вышеперечисленных альтернативных видов топлива наиболее перспективным для замены бензина на автомобильном транспорте является природный газ метан.

4 Применение метана на автомобильном транспорте

В России около 20000 автомобильных заправочных станций. А так же действуют 32 крупных нефтеперерабатывающих предприятий с общей мощно-

стью по переработке нефти 261,6 млн. т 2009 г.; в 2012 г. 262,65 млн. т, а также 80 мини-НПЗ с общей мощностью переработки 11,3 млн. т [14].

Также существует большое количество нефтехранилищ и много километровых трубопроводов для транспортировки нефти. Это подразумевает огромные вложения и капитал, заложенные в нефтяную отрасль.

Таблица 9 – Данные по РФ за 2010 г.

Виды продукции	Производство	Экспорт	Импорт	Потребление
Бензин автомобильный, млн. т	36	3,5	0,5	33
Дизельное топливо, млн. т	69,9	41,5	0,5	28,9

Таблица 10 – Мировой рынок КПП в октябре 2013 г.

Страна	Общий спрос на КПП, тыс. (тыс. нм ³ /мес.)	Парк ГБА, всего	Парк АГНКС, всего	Удельный спрос на КПП (тыс. нм ³ /год/1 ГБА)	Удельный парк ГБА на одну АГНКС
Иран	480 000	3 300 000	1 992	1 745,5	1 684
Таиланд	285 000	413 047	488	9 703,7	733
Пакистан	245 850	3 100 000	3 330	951,3	931
Аргентина	229 810	2 172 768	1 920	1 276,5	1 132
Бразилия	153 860	1 730 223	1 796	1 132,8	963
Индия	163 210	1 500 000	724	1 305,7	2 072
Южная Корея	93 000	35 872	190	31 110,6	189
США	77 520	112 000	1 035	8 305,7	108
Италия	75 000	746 470	909	1 165,5	821
Украина	52 000	388 000	324	1 608,2	1 198
Россия	33 750	86 012	250	4 511,0	344
Армения	26 520	244 000	345	1 304,3	707
Германия	23 000	95 162	904	2 900,3	105
Швеция	11 700	41 789	195	3 273,6	214
Турция	4 200	3 850	14	13 090,9	275
Польша	760	3 392	47	4 355,3	45
Молдавия	400	2 200	24	2 181,8	92
Финляндия	420	1 302	19	4 095,6	65
Литва	200	200	4	12 631,6	63
Эстония	20	194	4	1 256,5	48

Наиболее достоверным показателем развития газомоторного рынка является спрос на газ в транспортном секторе потребления. Количество АГНКС, так же как и парк газобаллонных автомобилей в меньшей степени характеризуют рынок. В связи с этим НГА при определении газомоторного рейтинга стран и регионов будет исходить именно из показателя спроса/потребления природного

газа или СУГ. В таблице 10 представлена мировая статистика по использованию КПГ на автомобильном транспорте за 2013 г. Следует учитывать, что не все страны предоставляют такие данные.

Мировой парк газовых автомобилей насчитывает около 16 000 000 автомобилей в 2013 г. Автомобили, работающие на природном газе могут быть нескольких типов: с одно-топливной системой – автомобиль сконструировать для работы только на природном газе; двух-топливной системой (Bi-fuel) – автомобиль оснащен двумя отдельными топливными системами и может работать как на природном газе, так и на бензине.

Газодизельные системы (Dual-fuel) – используется на грузовых автомобилях и тракторах. Подразумевает топливную систему, работающую на природном газе, и использует дизель для помощи в поджигании смеси [16].

Необходимо знать, что газ может измеряться в м³, кг и GGP(эквивалент галлона бензина). Полный список сравнительных величин представлен в таблице 11. Таким образом, 1 кг газа соответствует 1,34 л бензина, а 1 м³ соответствует 1,1 л бензина, т. е. 1 кг бензина больше чем 1 м³.

Таблица 10 – Таблица энергетических эквивалентов

	1 куб. м	1 куб. фут	1 млн. ВТУ	1 терма	1 гигаджоуль	1 квтч	1 куб. м СПГ	1 тонна СПГ	1 баррель арабской светлой нефти	1 тонна арабской светлой нефти
1 куб. м	1	35,31	0,036	0,36	0,036	10,54	0,00171	0,000725	0,0066	0,0009
1 куб. фут	0,02832	1	0,00102	0,0102	0,00108	0,299	0,00005	0,00002	0,00019	0,00003
1 млн. ВТУ	27,8	981	1	10	1,054	293,07	0,048	0,0192	0,183	0,025
1 терма	2,78	98,1	0,1	1	0,1054	29,307	0,0048	0,00192	0,0183	0,0025
1 гигаджоуль	26,3	948	0,95	9,5	1	277,5	0,045	0,018	0,174	0,024
1 квтч	0,0949	3,3	0,003412	0,03412	0,0036	1	0,000162	0,000065	0,000626	0,000085
1 куб. м СПГ	584	20631	21,04	210,4	22,19	6173	1	0,045	3,86	0,526
1 тонна СПГ	1379	48690	52	520	54,8	15222	2,47	1	9,53	1,3
1 баррель арабской светлой нефти	152	5350	5,46	54,6	5,75	1597	0,259	0,105	1	0,136000
1 тонна арабской светлой нефти	1111	39218	40	400	42,2	11708	1,9	0,769	7,33	1

Многие зарубежные, а также отечественные автопроизводители осознали, что автомобили, работающие на метане, в ближайшем будущем будут составлять большой процент от рынка.

В различных странах существует большое кол-во государственных поощрений и льгот для развития инфраструктуры природного газа на автомобильном

транспорте.

Не менее остро в РФ стоит проблема с финансированием автотранспорта. Перевод только муниципального транспорта на газ приведет к значительной экономии бюджетных средств, выделяемых на закупку жидкого моторного топлива (до 50 %). Несомненным следует признать и факт улучшения эксплуатационных показателей автомобиля. При работе на газе срок службы моторного масла возрастает в 1,5-2 раза, моторесурс двигателя при работе на газе увеличивается в 1,5 раза, срок службы свечей зажигания увеличивается на 40 %.

За последнее десятилетие в работе топливно-энергетического комплекса (ТЭК) России произошли серьезные негативные изменения, связанные в первую очередь с истощением запасов нефти, приведшие к резкому снижению ее добычи и переработки.

Сочетание вышеперечисленных проблем, а также наличие технологии по переводу транспорта на газ, хорошей ресурсной базы, свободного доступа к источникам сырья, их территориальной близости к производственным мощностям и потребителям, наличие возможности использования существующей производственной инфраструктуры, поддержки законодательной и исполнительной власти РФ, создает благоприятную базу для перевода автомобильного транспорта на КПП и расширение сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций.

Реализация программы перевода автотранспорта региона опирается в первую очередь на возможность использования существующей производственной инфраструктуры в регионе. Основой сотрудничества должно стать взаимодействие с предприятиями региона, где должны производиться комплектующие, имея в виду поставки от специализированных предприятий ЗАО "Автосистема" только основных агрегатов оборудования, удельный вес которых по стоимости в полном комплекте составляет 20-30 %. Остальная часть оборудования должна производиться по имеющейся документации на предприятиях региона. При этом в зависимости от величины планируемого для переоборудования автопарка, удельный вес продукции, производимой в регионе должен возрастать по мере развития программы. Работы по оказанию услуг проводятся полностью в регионе, за счет создания сервисных станций и пунктов.

Рассматриваемые предложения направлены на реализацию программы, в результате которой будут проведены следующие работы:

Оснащение автотранспорта газобаллонным оборудованием, в первую оче-

редь муниципального транспорта – автобусов, коммунальных и специальных.

Строительство сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций АГНКС гаражного типа. Расчет делается именно на АГНКС малой мощности (на 30-50 заправок в сутки) не требующих больших капиталовложений на подготовительные, строительные и монтажные работы. Создание сети сервисных станций и пунктов по монтажу, ремонту и техническому обслуживанию ГБО.

Ввод в эксплуатацию сети передвижных газозаправщиков (ПАГЗ). Использование ПАГЗ позволит на первом этапе более эффективно загрузить АГНКС, и снизить холостые пробеги на заправку.

Формирование парка газобаллонных автомобилей, использующих КПП, должно быть основано на анализе исходных данных о наличии и техническом состоянии транспортных средств в регионе.

Расчет количества бензиновых и дизельных грузовых автомобилей и автобусов по области проводится исходя из экспертного анализа их удельного веса в общем парке автомобилей и автобусов области.

В соответствии с предлагаемыми минимальными долями перевода на природный газ автопарка области, которые могут быть приняты в количестве 10-15 % от базового парка региона, планируется возможный объем переоборудования автомобилей на газовое моторное топливо в целом по области в ближайшие три - четыре года [17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Доступность, экологичность и многие другие преимущества позволили метану начать занимать уверенные позиции в использовании его на автомобильном транспорте. Понимание необходимости внедрения природного газа метана на автомобильном транспорте приводит к внедрению новых и усовершенствованию старых технологий

Кроме того, подталкивающим фактором является наличие государственных программ, стимулирующих развитие газомоторного бизнеса. Однако этого все ещё не достаточно. Для более эффективного внедрения метана на автомобильном транспорте следует внедрить такие инструменты помощи развития как предоставление дотаций при покупке газобаллонного оборудования, различных налоговых льгот как в секторе АГНКС, так и для потребителей моторного топлива.

Несмотря на указанные упущения в сфере газификации автомобильной от-

расли, для эффективного решения транспортных задач, стоящих перед российскими автоперевозчиками, необходимо использование газа как моторного топлива, т. к. это экономично, а так же выигрышно с точки зрения соблюдения требований экологии, и является перспективным и многообещающим направлением.

Библиографический список

1 Официальный сайт аккредитованного агентства нефтяных технологий [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013 – Режим доступа : <http://petrowiki.org>, свободный – Загл. с экрана.

2 Официальный административный сайт энергетической информации [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013 – Режим доступа : <http://www.eia.gov/>, свободный – Загл. с экрана.

3 Официальный сайт глобальной энергетической компании Газпром [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013-Режим доступа : <http://www.gazprom.ru/>, свободный – Загл. с экрана.

4 Официальный административный сайт государственного Пенсильванского университета [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013 – Режим доступа : <http://www.psu.edu/>, свободный – Загл. с экрана.

5 Электронный информационный ресурс о использовании природного газа, Александра Долгих [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013 – Режим доступа : <http://dolgikh.com/index/0-64>, свободный – Загл. с экрана.

6 Официальный сайт проекта Немецкая волна [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013 – Режим доступа : <http://www.dw.de/>, свободный – Загл. с экрана.

7 Официальный сайт международной группы импортёров сжиженного природного газа GIIGNL [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013 – Режим доступа : <http://www.giignl.org/>, свободный – Загл. с экрана.

8 Диссертация Castlen Moore Kennedy, В.В.А. на тему «Оценка жизнеспособности КППГ как топлива для пикапов в США» Техасского университета в Остине. 2011.

9 Официальный сайт проекта Weber Energy Group [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013 – Режим доступа : <http://www.webberenergygroup.com/>, свободный – Загл. с экрана.

10 Международный научный журнал «National Geographic» [Электронный ресурс] – Электрон. дан.– 2011 – Режим доступа : <http://environment.->

nationalgeographic.com/environment/energy/great-energy-challenge/global-footprints/, свободный – Загл. с экрана.

11 Отраслевой портал Электромонтаж [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013 – Режим доступа : [http : //elemo.ru/article/jelektrostanicii_kombinirovannogo_sikla.html](http://elemo.ru/article/jelektrostanicii_kombinirovannogo_sikla.html), свободный – Загл. с экрана.

12 Официальный сайт инженерно-проектной компании Энергосервис [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013 – Режим доступа : [http : //energoteh-ufa.ru/html/html_product/product1.html](http://energoteh-ufa.ru/html/html_product/product1.html), свободный – Загл. с экрана.

13 Официальный административный сайт министерства энергетики РФ [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013 – Режим доступа : [http : //minenergo.gov.ru/aboutminen/zadachi/plan_minenergo.pdf](http://minenergo.gov.ru/aboutminen/zadachi/plan_minenergo.pdf), свободный – Загл. с экрана.

14 Свободная интернет энциклопедия Википедия [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013 – Режим доступа : [http : //ru.wikipedia.org/](http://ru.wikipedia.org/), свободный – Загл. с экрана.

15 Официальный административный сайт департамента энергии США [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013 – Режим доступа : [http : //www.afdc.energy.gov/fuels/](http://www.afdc.energy.gov/fuels/), свободный – Загл. с экрана.

16 Официальный административный сайт агентства защиты окружающей среды США [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013 – Режим доступа : [http : //www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/usinventoryreport.html](http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/usinventoryreport.html), свободный – Загл. с экрана.

17 Официальный сайт Национальной газомоторной ассоциации [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – 2013 – Режим доступа : [http : //www.ngvrus.ru/](http://www.ngvrus.ru/), свободный – Загл. с экрана.