

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Энергетические машины и системы управления»

(наименование)

13.04.03 «Энергетическое машиностроение»

(код и наименование направления подготовки)

Энергетические комплексы и системы управления

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Перспектива применения CNG и LNG на коммерческом транспорте

Студент

Р.Р. Султанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

к.т.н., доцент, Д.А. Павлов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Тольятти 2020

## Содержание

Введение.....	3
1 Маркетинговый анализ рынка LCV при работе на природном газе.....	7
1.1 Рынки сбыта .....	7
1.2 Размер рынка, сегменты, потенциальные потребители.....	20
1.3 Оценка рынка аналогичной продукции (услуг).....	23
1.4 Барьеры для выхода на рынок .....	24
1.5 Возможность импортозамещения ранее используемой продукции аналогичного назначения.....	25
1.6 Экспортный потенциал продукции/услуг .....	25
2 Основные требования к коммерческому транспорту (LCV).....	32
2.1 Основные технико-экономические характеристики продукции / технологии, в том числе – определяющие ее наукоемкость. ....	32
2.2 Сведения о категориях потенциальных потребителей продукции (технологии). ....	32
2.3 Перечень стандартов и норм, которым должен соответствовать автомобиль.....	34
3 Анализ конкурентных преимуществ технологии CNG и LNG.....	45
3.1 Ориентировочные затраты на внедрение технологии CNG и LNG .....	48
3.2 Городское транспортное средство с силовой установкой CNG и LNG Range Extender, с возможностью автономного хода при выключенном ДВС.....	51
Заключение .....	61
Список используемых источников.....	62

## Введение

В период с 1901 по 2016 годы (115 лет) произошло повышение температуры приземного воздуха приблизительно на один градус на континентах и океанах. В истории современной цивилизации этот исторический период является самым теплым, к примеру, последние тридцать лет для Северного полушария, возможно, были самыми теплыми за 1400 лет.

Можно со сто процентной уверенностью утверждать, что именно человеческая активность, за последние 30 лет, явилась причиной превышения в районе одного градуса среднего уровня повышения температуры на планете, зафиксированного в доиндустриальный период с 1850 по 1900 годы. Последние годы также отмечены фиксацией рекордных погодных аномалий, связанных с климатом, а три года в период 2013–2016 года стали самыми теплыми за всю историю наблюдений для земного шара. Помимо потепления, по всему мир проведено множество исследований, которые подтверждают изменения температуры поверхности, атмосферы и океана; уменьшение снежного покрова; тающие ледники; сокращение морского льда; повышение уровня моря; подкисление океана, а также увеличение атмосферного водяного пара.

Ожидается, что загрязнение воздуха, станет основной причиной преждевременной смертности человека, связанной с окружающей средой, к 2050 году.

Человек и его деятельность, особенно основанная на работе с выбросами парниковых газов, явились причиной наблюдаемого нами потепления. Это подтверждается многочисленными данными проведенных в этой области исследований.

Изменение климата и его масштабы в ближайшие десятки лет главным образом будут зависеть от количества парниковых (особенно углекислого) газов, выбрасываемых во всем мире. С наибольшей

вероятностью прогнозируемое повышение средней температуры на планете достигнет 1,5 °С за период с 2032 по 2050 годы.

От развитых стран требуется значительное сокращение выбросов парниковых газов (например, на 50–80% ниже уровня 2005 года к 2050 году) для предотвращения вредного воздействия на климат.

Основным потребителем нефтяных топлив является транспортная отрасль, что составляет около 50% добываемой нефти, являясь в свою очередь главным источником выбросов углекислого газа и загрязнения вредными веществами окружающей среды.

Ссылаясь на данные Международного энергетического агентства (МЭА), в 2009 году транспортный сектор потреблял примерно одну пятую мирового потребления первичной энергии и около 25% (в США – до 33%) выбросов углекислого газа (CO<sub>2</sub>), связанных с ее преобразованием. Потребление транспортным сектором энергии нефтяных топлив составляет более чем в 93% (по итогам 2017 года в США – 91,8%) преобразуемой энергии и прогнозируется, что и в будущем нефть останется основным источником для транспортных топлив. Согласно последнему исследованию МГЭИК в Европейском Союзе на легковые автомобили приходится 12% и коммерческие автомобили 5% от общего объема выбросов CO<sub>2</sub>.

Поэтому сокращение выбросов CO<sub>2</sub> от легковых и коммерческих автомобилей является важным компонентом в смягчении последствий дальнейшего изменения климата.

По мнению МЭА, даже при значительном повышении энергоэффективности и увеличении доли населения мира, проживающего в более компактных городах, спрос на транспорт может увеличиться на 46% к 2060 году.

Удовлетворение растущего спроса должно быть сбалансировано с усилиями по сокращению выбросов парниковых газов. В период с 2010 по

2015 год выбросы парниковых газов от транспорта увеличивались в среднем на 2,5% каждый год.

По мнению большинства экспертов и политиков развитие человечества в дальнейшем не может происходить без повышения эффективности мировой энергетики за счет снижения использования углеводородного топлива с высоким содержанием углерода в химической формуле при производстве энергии. Во первых данное повышение эффективности использования энергии позволит обеспечить энергетическую безопасность, как отдельной страны, так и мира в целом, а во вторых, позволит быстро и экологично решить проблемы, связанные с нехваткой энергии.

Сокращение выбросов парниковых газов транспортным сектором имеет большое значение и может быть достигнуто следующими основными взаимодополняющими способами:

- радикальным повышением эффективности транспортного средства и транспортной системы, тем самым уменьшится количество топлива, используемого транспортными средствами;
- путем использования безуглеродного (низкоуглеродного) топлива.

Проект направлен на решение глобальных проблем, а именно:

- снижение выбросов CO<sub>2</sub>;
- повышение эффективности транспортных средств.

Для достижения поставленной цели, необходимо выполнить следующие задачи исследования:

- провести маркетинговый анализ CNG/LNG технологии
- определить перспективные направления развития технологии CNG/LNG;
- разработать рекомендации на основе проведенного анализа по повышению экономических показателей LCV.

Объектом исследования является процесс, обеспечивающий повышение эффективности LCV.

Предметом исследования являются силовая установка LCV оснащенная системой подачи природного газа CNG/LNG.

Гипотеза – применение CNG/LNG технологии на LCV транспорте позволяет обеспечить снижение выбросов CO<sub>2</sub> и повышение эффективности транспортных средств с одновременным уменьшением и/или сохранением стоимости владения транспортным средством.

Научная новизна. Научная новизна заключается в обосновании метода, обеспечивающего повышение эффективных и экономических показателей силовой установки.

Практическая значимость. Практическая значимость работы заключается в разработке технического предложения, обеспечивающего улучшенные показатели транспортных средств LCV.

На защиту выносятся:

- концепция силовой установкой CNG и LNG Range Extender.

Апробация работы: основные положения диссертации докладывались и обсуждались на научно-технических семинарах кафедры «Энергетические машины и системы управления» ТГУ.

Публикации: по теме диссертации опубликовано 2 печатных работ.

Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения включающего основные результаты и списка используемых источников, содержит 15 рисунков, 8 таблиц, 71 источника. Основной текст работы изложен на 73 страницах.

# 1 Маркетинговый анализ рынка LCV при работе на природном газе

## 1. 1 Рынки сбыта

За последнее десятилетие использование в качестве топлива для автотранспорта природного газа - метана во всем мире выросло на порядок. Природный газ является ископаемым сырьем, однако в классификации ГСМ, предназначенных для транспортных средств, компримированный природный газ (КПГ) и сжиженный природный газ (СПГ) относятся к альтернативным видам топлива. В качестве моторного топлива природный газ широко используется, прежде всего в странах, имеющих собственные газовые месторождения и озабоченных проблемами энергетической и экологической безопасности и экономической стабильности. К таким странам относятся Пакистан, Аргентина, Бразилия, Индия, Китай и США.

По данным аналитического агентства NGV Global, в настоящее время в мире насчитывается более 23 млн транспортных средств на природном газе. Прогнозируется, что к 2024 году их количество превысит 30 млн единиц.

Ожидается, что мировое потребление CNG вырастет в десятки раз к 2030 году. Этому будут способствовать уже утвержденные международные стратегии снижения выбросов парниковых газов, а также требования к снижению выбросов серы и азота на водном транспорте, развитие трансконтинентальных CNG-коридоров, в том числе строительство трансъевропейской газозаправочной сети CNG.

Основными причинами столь стремительного роста являются:

- Экономические преимущества;
- Экологические показатели;
- Безопасность.

На фоне усугубления экологических проблем и совершенствовании, в свою очередь, газодобывающих и газоперерабатывающих технологий,

истощении природных запасов нефти активно растет интерес к метану, как к источнику энергии и альтернативному виду моторного топлива.

Особенно данный вид топлива востребован у тех стран, которые обладают большими запасы природного газа или имеют возможности для выработки биометана. Не менее заинтересованы страны, решающие вопросы повышения бюджетной эффективности, а также улучшения экологических проблем и обеспечения энергетической безопасности.

В настоящее время можно смело утверждать, что метан (природный газ) это практически готовое автомобильное топливо, только гораздо дешевле бензина и дизельного топлива. Важно отметить, что двигатель автомобиля, либо другого транспортного средства, использующие природный газ, соответствует стандартам «Евро-5», «Евро-6». Сравнительная стоимость по России одного кубометра метана, соответствующая по расходу одному литру бензина, составит около 17 рублей.

В России внешними факторами, определяющими на государственном уровне мотивацию перехода на альтернативные виды топлива, в частности на природный газ, являются:

- ограниченность запасов нефти;
- необходимость снижения выброса парниковых газов;
- возможность расширения экспорта нефти и нефтепродуктов за счет высвободившихся на внутреннем рынке ресурсов от замены жидких моторных видов топлива газовым топливом;
- наличие значительного опыта производства как автомобилей с газовыми двигателями, так и газобаллонного оборудования.



Использованию газа в качестве автомобильного топлива способствует наличие значительных сырьевых запасов природного газа в Российской Федерации (до 32 процентов мировых запасов)<sup>1</sup>.

Выпуск автомобилей, оснащенных газобаллонным оборудованием CNG позволит увеличить продажи на экспортных рынках путем преодоления входных барьеров на рынках Дальнего Зарубежья и закрепления позиций в странах СНГ.

На внутреннем рынке выпуск автомобилей CNG имеет целью увеличение доли в сегментах путем расширения целевой аудитории и снижения топливных затрат при эксплуатации продукта.

В коммерческом сегменте рынка, где одними из основных факторов покупки для потребителя являются стоимость владения и окупаемость - применение газобаллонных транспортных средств наиболее перспективно. Использование коммерческих автомобилей предполагает значительные пробеги, на которых газобаллонное оборудование окупается в течение года. Коммерческие автомобили на метане практически идеально сбалансированы: долговечны, экологичны и экономичны, при этом обеспечивают максимально эффективное и качественное выполнение задач, а также способствуют увеличению рентабельности бизнеса. Динамика продаж по типу топлива в сегменте легких коммерческих автомобилей приведена на рисунке 1.1.

Таким образом, ключевыми факторами выбора продуктов CNG являются:

- Требования целевых клиентов (Газпром);
- Государственная поддержка и субсидирование приобретения транспортных средств, работающих на газомоторном топливе;
- Наличие АЗС (метан) в непосредственной близости;

---

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 28.04.2018 N 831-р (ред. от 22.02.2019) <Об утверждении Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года

- Экономия на эксплуатационных расходах (от 20%);

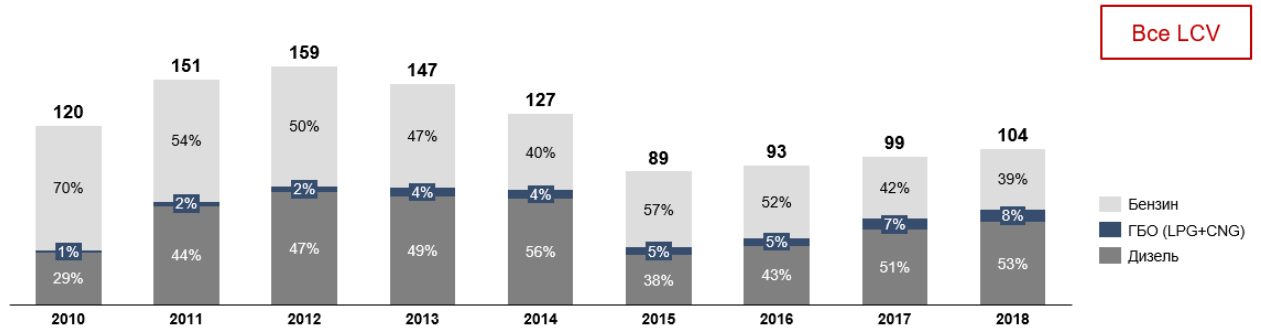


Рисунок 1.1 Динамика продаж по типу топлива в сегменте легких коммерческих автомобилей (без CDV) [Источник НАПИ]

Кроме того, рост спроса на автомобили с газобаллонным оснащением на российском рынке (далее ВР) обусловлен ростом цены на традиционное топливо (бензин и дизель), т.к. цена газомоторного топлива в 1,5-2 раз ниже. Динамика изменения цен на топливо показана на рисунке 1.2.

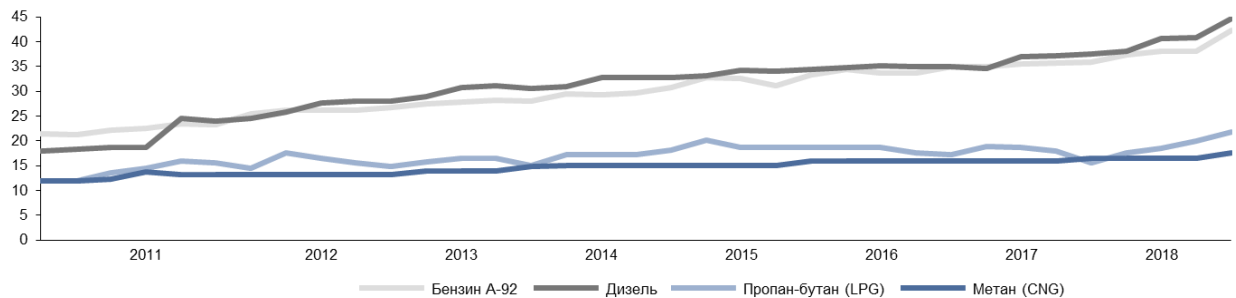


Рисунок 1.2 Динамика изменения цен на топливо на ВР

- Экология: использование природного газа в качестве моторного топлива позволяет снизить выбросы минимум на 5%;

- Повышение ресурса двигателей и срока эксплуатации транспортных средств (поскольку двигатель меньше загрязняется продуктами горения).

Характеристика отечественного и зарубежного рынка.

Легковые автомобили

Российский рынок новых легковых автомобилей (ЛА) обладает высоким потенциалом роста, обусловленным целым рядом факторов. Согласно прогнозу международного аналитического агентства Ernst & Young, после коррекции в 2015-2016 годах рынок новых ЛА и легковых коммерческих автомобилей (ЛКА) в России будет расти и к 2020 году достигнет 2 млн. шт. Информация о прогнозе рынка новых ЛА и ЛКА в России приведена на рисунке 1.3.

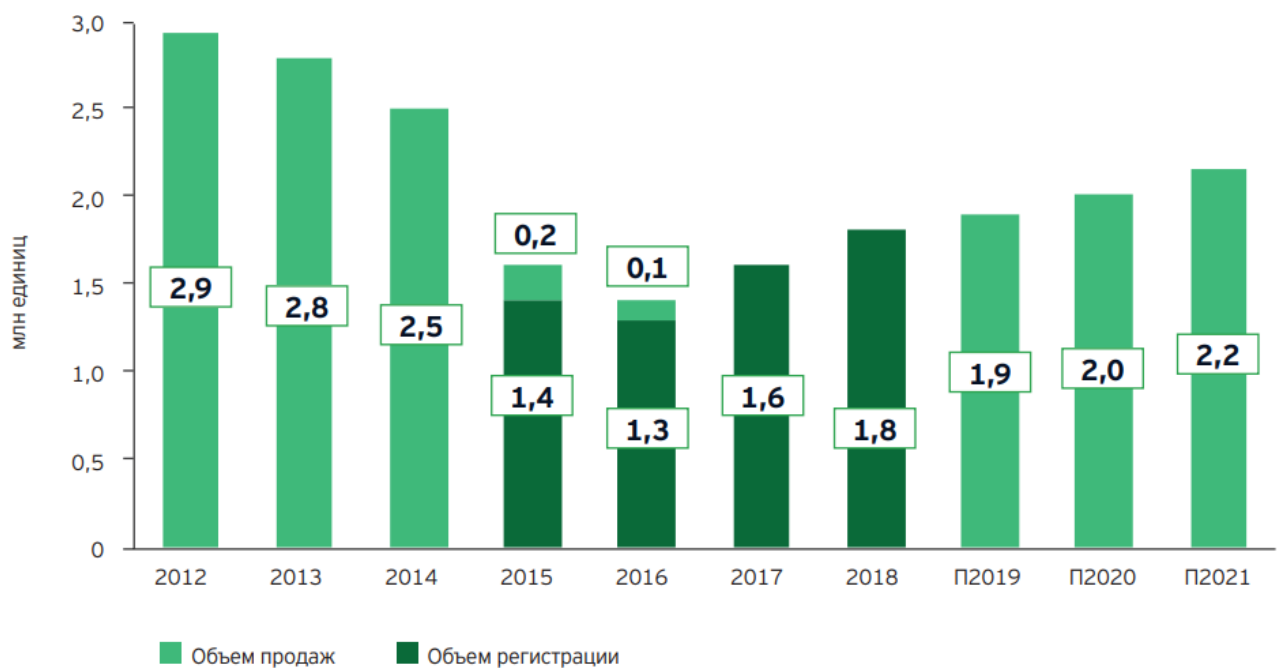


Рисунок 1.3 Прогноз рынка новых ЛА и ЛКА в России, млн. шт.

[Источник: LMC Automotive, АЕБ, анализ EY]

Необходимо особо отметить такие специфические факторы роста автомобильного рынка как не высокая обеспеченность населения

автомобилями (рассчитывается как плотность парка на 1 тысячу человек) и большой возраст автомобильного парка. Это предпосылки для устойчивого долгосрочного роста автомобильного рынка в России как за счет увеличения обеспеченности населения автомобилями, так и за счет замещения старых автомобилей новыми. Удельная обеспеченность автомобилями в России в 2,5 раза ниже аналогичного показателя США, и лишь немного превосходит показатели Тайвани и Аргентины. На рисунке 1.4 представлены актуальные данные о плотности автомобильного парка в различных странах мира.

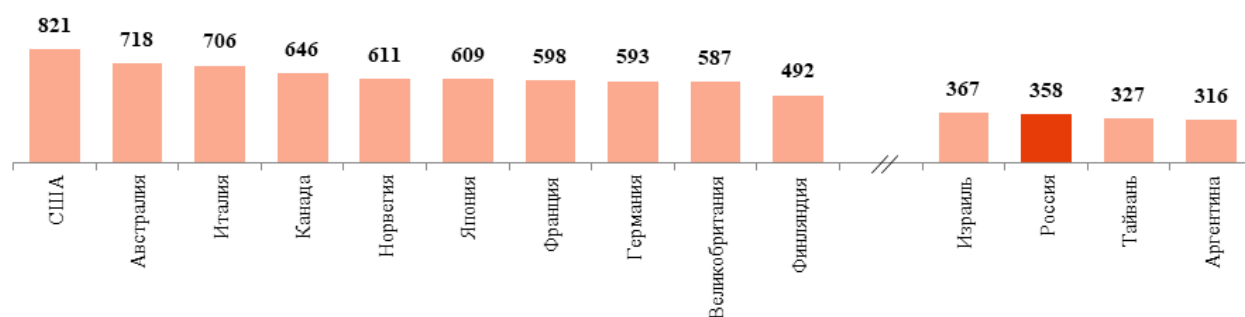


Рисунок 1.4 Обеспеченность населения автомобилями на 1 тыс. чел. (ЛА и ЛКА), шт. [Источник: Международная организация автопроизводителей (ОИКА)]

Российский рынок новых легковых автомобилей обладает высоким потенциалом роста, обусловленным целым рядом факторов. Этот потенциал был частично реализован в начале 2000-х годов, но большинство факторов, действующих в тот период, останутся значимыми и на долгосрочную перспективу.

К ключевым факторам, которые детерминируют долгосрочный рост рынка, можно отнести следующее:

- экономическая и социальная стабильность;
- сравнительно низкая обеспеченность населения автомобилями;
- большой средний возраст автомобильного парка;
- улучшение дорожной инфраструктуры;

- развитие инфраструктуры продажи и обслуживания автомобилей;
- рост доли розничного кредитования и лизинга.

### Коммерческие автомобили

Несмотря на тяжёлую ситуацию 2014-2016 гг., в 2017-2018 гг. сложились благоприятные условия для начала восстановления российской экономики и роста рынка коммерческой техники. При этом существующий потенциал авторынка был частично реализован в течение 2000-х годов, но большинство факторов, действующих в тот период, останутся значимыми и на долгосрочную перспективу. Среди них:

- экономическая и социальная стабильность;
- поддержка государственных национальных проектов;
- большой средний возраст коммерческого автомобильного парка;
- ограничения на импорт подержанных автомобилей;
- улучшение дорожной инфраструктуры;
- развитие инфраструктуры продажи и обслуживания автомобилей;
- рост доли розничного кредитования и лизинга.

Ключевые сферы бизнеса, прямо влияющие на рост российского рынка легкого коммерческого транспорта (LCV), проходят период оживления и стабилизации. Увеличивается грузооборот автомобильных коммерческих перевозок, инициируются новые проекты национального масштаба, в итоге возникает дефицит транспорта и, как следствие, постепенно растут тарифы на услуги – все эти факторы стимулируют переход покупателей коммерческой техники от стратегии отложенного спроса к активному обновлению своих парков. Кроме того, правительством РФ принята «Стратегия развития автомобильной

промышленности РФ на период до 2025 г.» направленная на ускорение обновления устаревшего парка.

По состоянию на 11 июля 2018 года в России насчитывается 3,7 млн грузовых автомобилей, при этом, по данным исследовательского агентства «Автостат», средний возраст парка практически достигает 20 лет, при этом более 65% автомобилей – старше 15 лет. Информация о возрастной структуре парков транспортных средств в России наглядно представлена на рисунке 1.5.

В объёме продаж российского рынка коммерческих автомобилей наибольшая доля традиционно принадлежит сегменту лёгких коммерческих автомобилей полной массой до 3.5 тонн. По результатам 2018 года продажи новых автомобилей в этом сегменте достигли уровня 104 тысяч единиц, или 51,4% всего объёма продаж коммерческой техники (см. рисунок 1.6).

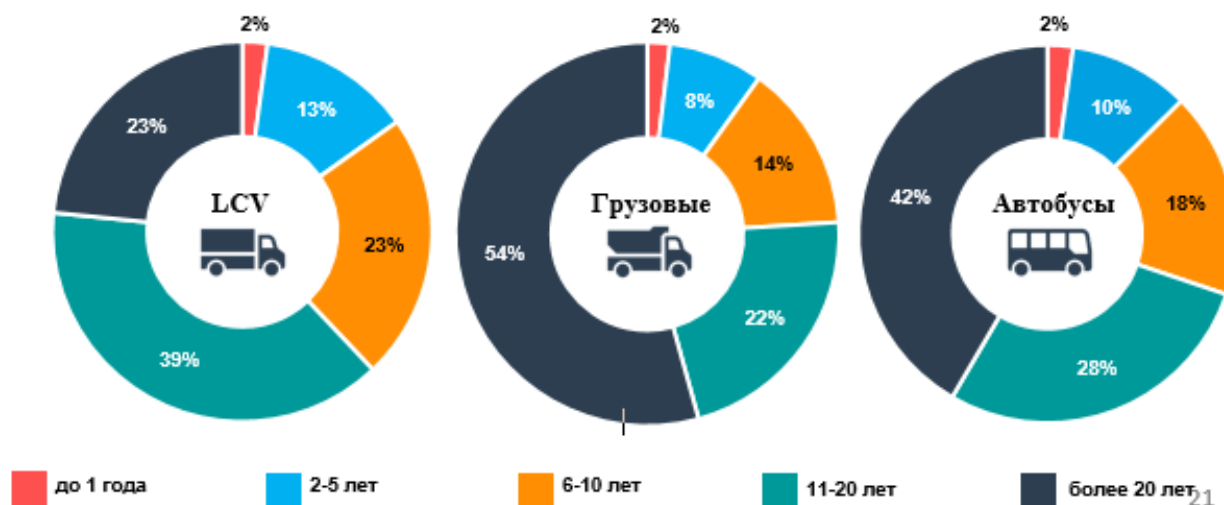


Рисунок 1.5 Возрастная структура парков ТС в России

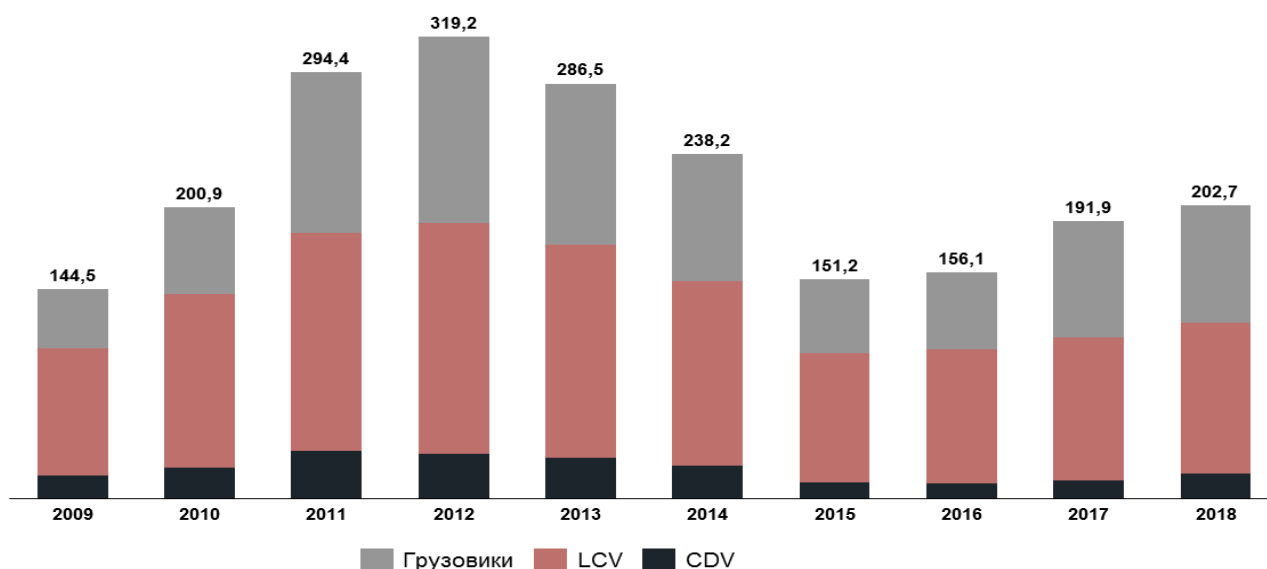


Рисунок 1.6 Динамика продаж коммерческих автомобилей по сегментам [Источник: Russian Automotive Market Research (НАПИ)]

Темпы перехода автотранспортных средств на использование газомоторного топлива во многом зависят от наличия газозаправочной и сервисной инфраструктуры.

В настоящее время природный газ для автомобилей используют в 85 странах мира. Количество АГНКС и КриоАЗС достигает 31 тыс., а парк автомобилей составляет 26 млн автомобилей. Вопрос развития заправочной сети для природного газа весьма актуален практически для всех регионов мира. К 2025 г. количество АГНКС в мире достигнет 39 тыс. шт (2018 г. – 31 тыс.шт.), в том числе в Европе 18 тыс.шт. (2018 г. – 4,8 тыс.шт.).

Почти четырехкратное увеличение газовых заправок в Европе обусловлено принятием решения о строительстве вдоль трансъевропейских транспортных магистралей (TEN-T) АГНКС с шагом 150 километров, а криоАЗС с шагом 400 километров. Динамика количества транспортных средств на природном газе и динамика количества газозаправочных станций в мире представлена на рисунках 1.7 и 1.8 соответственно.

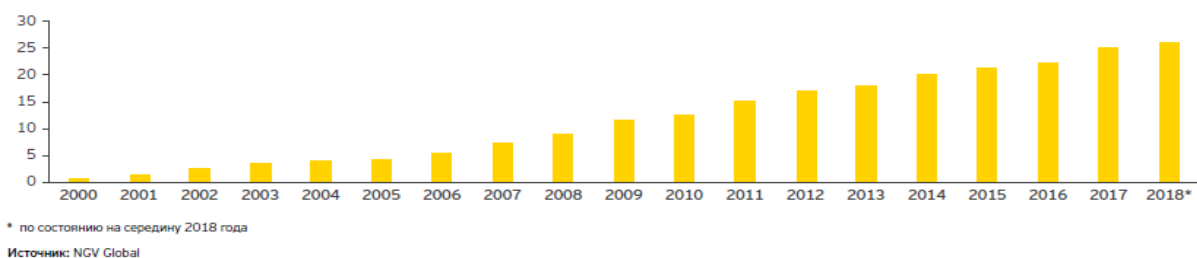


Рисунок 1.7 Динамика количества ТС на природном газе (КПГ, СПГ) в мире, млн. шт.

Лидерами по общему числу ТС, работающих на метане, помимо Пакистана, Ирана и Аргентины являются также Китай, Индия и Бразилия. На эти страны в совокупности приходится более 80% всех транспортных средств на природном газе в мире (см. рисунок 1.9).

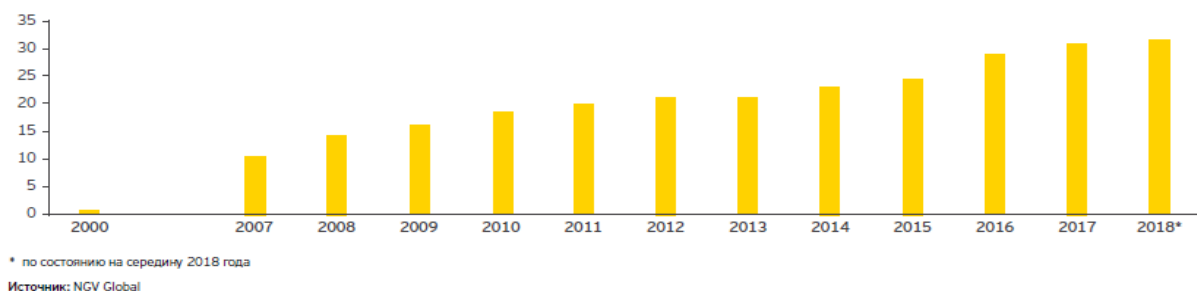


Рисунок 1.8 Динамика количества газозаправочных станций в мире, тыс. шт.

Недостаточное развитие сети заправочной и сервисной инфраструктур является одним из ключевых факторов, сдерживающих внедрение газомоторной техники в субъектах Российской Федерации. В большинстве регионов существуют программы внедрения газомоторной техники и соответствующей газозаправочной и сервисной инфраструктур, вместе с тем некоторые регионы не имеют доступа к магистральному



природному газу, что существенно ограничивает возможность проведения мероприятий по активному внедрению газомоторной техники.

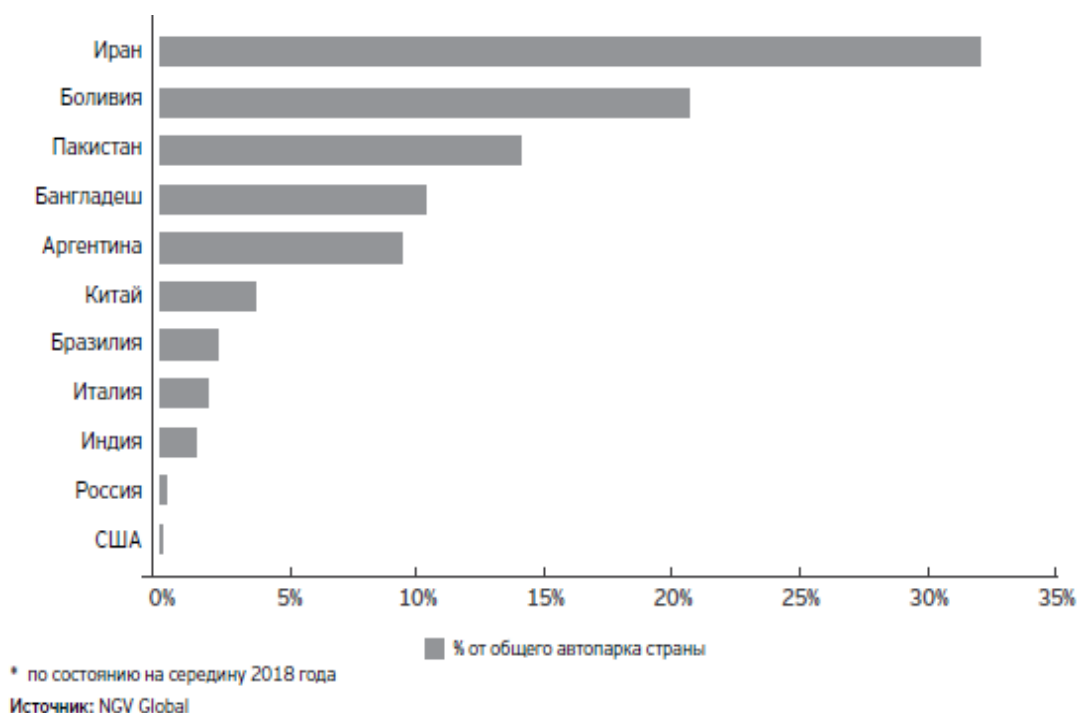


Рисунок 1.9 Доля ТС на природном газе в отдельных странах.

Для расширения практики применения газомоторного топлива в первую очередь должно быть устранено инфраструктурное ограничение, накладываемое имеющейся сетью заправочных станций. Единая система газоснабжения обеспечивает подачу природного газа более чем в 20 тыс. населенных пунктов Российской Федерации, в том числе в 700 городов, автотранспорт которых является потенциальным потребителем сетевого природного газа как моторного топлива в виде компримированного или сжиженного метана. По информации Министерства энергетики Российской Федерации, по итогам 2019 года в 71 регионах Российской Федерации имеется 355 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций.

На ВР за последние 3 года наблюдается рост количества заправок CNG на 67%, что позволяет прогнозировать увеличение интереса к автомобильной продукции, оснащенной газобаллонным оборудованием, со стороны потребителя. Наиболее развитые регионы ПФО, ЦФО и ЮФО. Динамика развития газовых автозаправочных станций по регионам РФ представлена на рисунке 1.10.

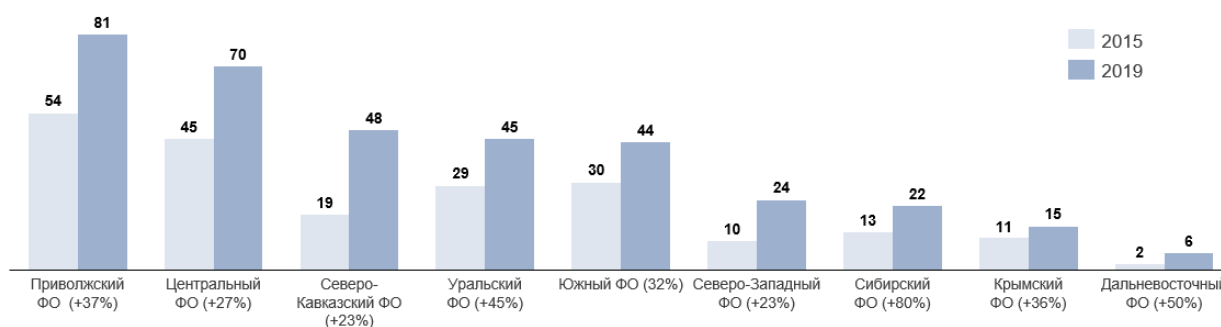


Рисунок 1.10 Динамика развития газовых автозаправочных станций по регионам РФ

Наиболее развитыми региональными рынками природного газа являются Ставропольский и Краснодарский края, Республики Башкортостан, Крым, Татарстан, Свердловская, Челябинская и Ростовская области, а также Москва и Санкт-Петербург с областями. На них приходится 43 процента общего объема реализации компримированного природного газа в Российской Федерации (см. рисунок 1.11).

На этом этапе предпочтительным вариантом развития сети автомобильных газонаполнительных компрессорных станций является строительство новых станций, под которые уже выделены участки, а также финансирование строительства станций, размещение которых планируется в радиусе 10 километров от крупных потребителей компримированного природного газа, имеющих достаточное число транспортных средств (в первую очередь муниципальный автопарк общественного транспорта,

автопарк коммунальных служб) для загрузки 70 - 85 процентов мощностей станции.

В соответствии с государственной программой Российской Федерации "Энергоэффективность и развитие энергетики", утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 года N 321, число объектов газозаправочной инфраструктуры к 2020 году увеличится до 743 (на 504 по сравнению с 2013 годом), объем реализации природного газа для автотранспорта, использующего газомоторное топливо, увеличится до 1,26 млрд куб. м (на 0,86 млрд куб. м больше по сравнению с 2013 годом)<sup>2</sup>.

С позиции потребителя мотивация перехода на природный газ определяется возможностью снижения эксплуатационных затрат (при наличии осязаемой разницы в рыночной стоимости нефтяного и газового топлива) и сроков окупаемости первоначальных затрат и получения различного вида льгот и преференций при переходе на газовое топливо.

Предполагается, что объем производства транспортных средств, использующих природный газ в качестве моторного топлива, к 2020 году составит 10 тыс. штук, к 2025 году - 12 - 14 тыс. штук. Из них около 65 процентов приходится на автобусы, 35 процентов - на коммерческий транспорт<sup>3</sup>.

Прогноз объема производства газобаллонных автомобилей согласно Стратегии развития автомобильной промышленности РФ на период до 2025 г. (по данным Минэнерго России) представлен на рисунке 1.12

---

<sup>2</sup> Протокольное решение Экономического совета СНГ "Об информационно-аналитических и справочных материалах" (Вместе с <Информациями об итогах реализации основных направлений, комплекса мер, о ходе выполнения решений>, "Обзором торговой политики Российской Федерации", <Перечнями соглашений, действующих мер защиты>, "Отчетом о деятельности совета руководителей таможенных служб...") (Принято в г. Москве 07.12.2018)

<sup>3</sup> Распоряжение Правительства РФ от 28.04.2018 N 831-р (ред. от 22.02.2019) <Об утверждении Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года>



Рисунок 1.11 ТОП-10 регионов РФ по оснащению АГКС, шт.

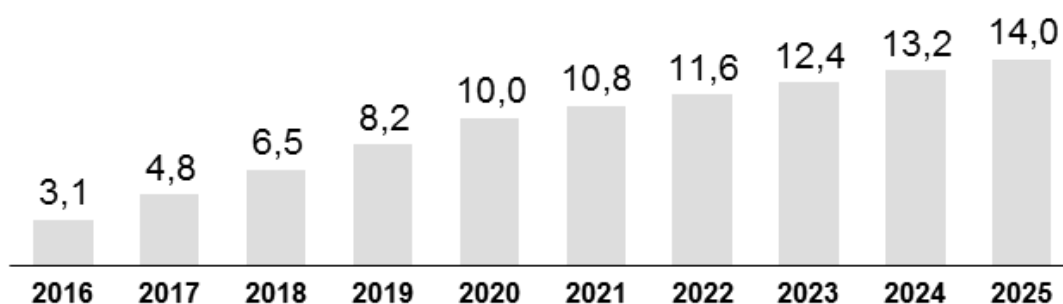


Рисунок 1.12 Прогноз объема производства газобаллонных автомобилей в РФ, тыс.шт.

На сегодняшний день газомоторное топливо признано глобальной альтернативой традиционному топливу.

## 1.2 Размер рынка, сегменты, потенциальные потребители

Размеры российского рынка в 2018 г. достигли в целевых сегментах:

- легковом - 1 793 тыс. шт.;

– коммерческом до 3,5 т. - 121,5 тыс. шт.

На сегодняшний день лидирующие позиции по числу автомобилей, использующих природный газ, занимает КНР, где насчитывается почти 5,5 млн единиц соответствующих автомобилей. Но их доля в парке составляет всего 2,5%. Более активными потребителями газа считаются Иран, Аргентина, Пакистан, а также Перу. Доля автомобилей, использующих метан в этих странах приблизительно 25% .

Толчком к развитию парка муниципальной техники, работающей на сжиженном природном газе, послужило распоряжение правительства Российской Федерации №767-р от 13 мая 2013. На основании данного документа в формате целевого параметра перевода пассажирского транспорта и дорожно-коммунальной техники на метан в городах с населением свыше 1 млн человек — до 50%, от 300 тыс. человек — до 30%, в городах и населенных пунктах с численностью населения более 100 тыс. человек — до 10%.

Не оставили без внимания и отметили экономическое преимущество природного газа и владельцы коммерческого транспорта (грузоперевозчики, ритейлеры, таксопарки).

В настоящее время осуществляется перевод транспортных средств государственных компаний и компаний с государственным участием на использование природного газа в качестве моторного топлива.

В соответствии с решениями, принятыми на заседании рабочей группы по вопросам использования природного газа в качестве моторного топлива при Правительственной комиссии по вопросам топливно-энергетического комплекса и повышения энергетической эффективности экономики<sup>4</sup>, ФГУП "Почта России", ПАО "НК "Роснефть", ПАО "Транснефть" и ОАО "РЖД" рекомендовано утвердить программы по

---

<sup>4</sup> протокол от 27 октября 2017 года N 06-188пр

переводу собственного транспорта на использование природного газа в качестве моторного топлива.

Соответствующие программы утверждены ФГУП "Почта России", ПАО "Транснефть" и ОАО "РЖД". В ПАО "Газпром" соответствующая программа действует с 2014 года.

Следует отметить тот факт, что доля транспорта, который был переоборудован для работы на природном газе, существенно превышает объемы производства газомоторной техники, вышедшей с конвейера завода. К примеру, в 2017 году с российских заводов вышли 4406 единиц газомоторной техники, в свою очередь, переоборудованного для работы на природном газе транспорта уже 5500 единиц. Анализ проведенных социологических исследований показывает большую заинтересованность потребителей именно в продукции на метане заводского исполнения, кроме того, в связи с изменениями в техническом регламенте о безопасности колесных транспортных средств возникают определенные трудности при самостоятельном переоборудовании а/м газобаллонным оборудованием.

Исходя из вышеизложенного, помимо ключевых потребителей из госсектора и прочих крупных компаний формируется определенный сегмент розничных потребителей, желающих приобрести готовый газобаллонный автомобиль с сохранением всех заводских гарантий.

Перевод транспорта на газомоторное топливо позволит малому бизнесу, а в особенности, занимающихся перевозками грузов или пассажиров, позволить не только устоять на рынке в непростой экономической период, но также снизить себестоимость товаров для потребителей, тем самым получить конкурентное преимущество на рынке.

Мотивацией при переходе на газ для частных автовладельцев становится высокая цена на бензин и дизельное топливо, особенно для тех автовладельцев, кто используют автомобиль ежедневно или на длительные расстояния.

### 1.3 Оценка рынка аналогичной продукции (услуг).

К 2018 г. модельный ряд газовых модулей заводского выпуска (Original Equipment Manufacturer- OEM) достиг более 200 единиц: легковых, грузовых, автобусов, коммунальных и специальных. Практически все ведущие мировые бренды предлагают заводское решение по установке ГБО CNG:

- более 70 моделей пассажирских легковых автомобилей на КПП: Mercedes-Benz, BMW, Skoda, VW, Volvo, Fiat, Seat и т.п.;
- более 15 моделей легких коммерческих грузовых автомобилей на КПП: Fiat, Iveco, Mercedes-Benz, Opel, VW;
- более 10 моделей тяжелых грузовиков на КПП и СПГ: Iveco, Mercedes-Benz, Scania;
- более 500 моделей городских автобусов на КПП и СПГ: Iveco, MAN, Scania, Volvo, Solaris.

В настоящее время отечественными предприятиями автомобильной промышленности организовано серийное производство транспортных средств, использующих природный газ в качестве моторного топлива, всех сегментов рынка.

Российскими автопроизводителями выпускается более 150 моделей техники и модификаций техники, работающей на КПП. Первым легковым автомобилем на КПП в заводском исполнении стала Lada Vesta CNG. АвтоВАЗом с июля 2017 года изготовлено более 2 тыс. единиц такой модели. В 2019 году начато серийное производство универсала Lada Largus CNG.

КамАЗ, группа ГАЗ и группа компаний «РаритЭК» активно продвигают образцы грузовой и пассажирской техники, использующей в качестве топлива СПГ. Прямыми конкурентами с заводской установкой ГБО CNG в коммерческом сегменте являются продукты ГАЗ: легкие коммерческие автомобили Газель-Бизнес и ГАЗель-Next.

Справочно:

- автобусы ("УК "Группа ГАЗ", ПАО "НЕФАЗ", ООО "ВОЛГАБАС");
- грузовые автомобили (ООО "УК "Группа ГАЗ", ПАО "КАМАЗ");
- легковые автомобили (ООО "УАЗ", ПАО "АВТОВАЗ");
- специальная техника (ПАО "КАМАЗ", ООО "Агромашхолдинг").

#### **1.4 Барьеры для выхода на рынок**

В рамках реализации технологии CNG и LNG необходимо учитывать рыночные риски и барьеры. Рост дилерских продаж ограничивается развитием сети метановых заправок и снижением размера государственной субсидии для автомобилей на газомоторном топливе.

Основными причинами, сдерживающими развитие газомоторного топлива для транспортных средств по мнению<sup>5</sup> Министерства энергетики РФ, являются:

- отсутствие развитой инфраструктуры, необходимой для реализации газомоторного топлива (сети АГНКС) и технического обслуживания;
- недостаточное количество или отсутствие серийно выпускаемой отечественной техники, использующей газомоторное топливо;
- недостаточное государственное стимулирование развития газомоторной инфраструктуры и газомоторной техники;

---

<sup>5</sup> Распоряжение Правительства РФ от 28.04.2018 N 831-р (ред. от 22.02.2019) <Об утверждении Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года>



- сложившееся общественное мнение о повышенной опасности применения газомоторного топлива в автотранспортных средствах и недостаточная популяризация и маркетинговое продвижение его преимуществ со стороны заинтересованных предприятий и организаций.

### **1.5 Возможность импортозамещения ранее используемой продукции аналогичного назначения**

Запуск CNG автомобилей позволит повысить конкурентоспособность продукта, и позволит конкурировать с легковыми иностранными автомобилями, для которых производителем предлагаются решения по оснащению газобаллонным оборудованием, а также с автомобилями вторичного рынка, для которых оснащение газобаллонным оборудованием предлагается сторонними доработчиками (наиболее популярные модели с доработкой CNG – Ford F150, Dodge RAM, Chevrolet Tahoe, Hummer H3, Hyundai Tucson). В коммерческом сегменте на рынке РФ присутствуют а/м ГАЗ, Iveco и Isuzu.

### **1.6 Экспортный потенциал продукции/услуг**

Наиболее перспективными направлениями экспорта а/м CNG являются страны Латинской Америки и СНГ с развитым парком а/м CNG и сетью метановых заправок (см. рисунок 1.13).

Потенциальными рынками сбыта в странах СНГ, являются Узбекистан и Армения. На зарубежных рынках ряд стран имеют развитую сеть метановых заправок и, соответственно, высокий спрос на а/м, оснащенные газобаллонным оборудованием. Среди лидеров рынка – страны Латинской Америки

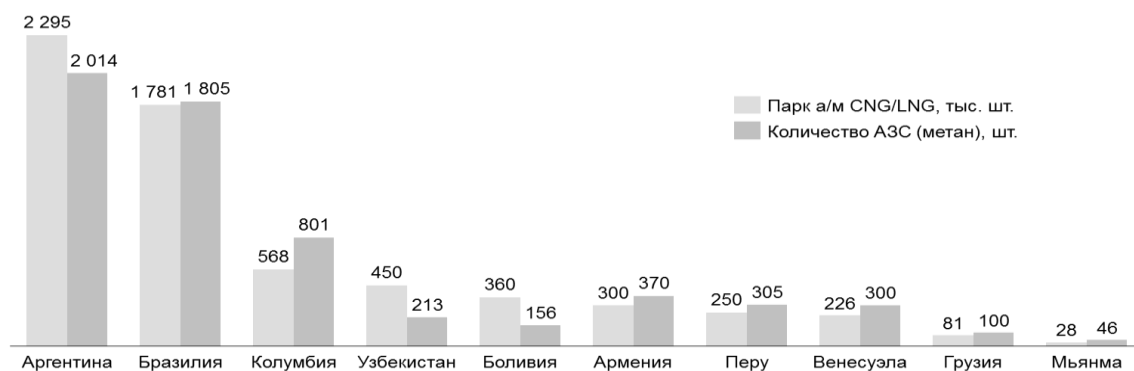


Рисунок 1.13 Оценка перспективности направлений экспорта

Сведения о сходных работах по созданию высокотехнологичных производств/технологий, ведущихся российскими и зарубежными организациями (с приведением конкретных сведений и ссылок на подтверждающие источники).

Сведения о современных тенденциях развития науки, техники и технологии в области организуемого высокотехнологичного производства/создаваемой высокой технологии. Оценка соответствия предлагаемого проекта этим тенденциям.

Один миллиард единиц превысил мировой парк автомобильной техники в 2010 году. Чуть менее восьмисот миллионов единиц техники находится в частной собственности. Однако с каждым годом продажи новой автомобильной техники продолжают стремительно расти и к 2012 году продажи легковых и легких коммерческих автомобилей составляли около 75 миллионов единиц, а в 2017 году достигли цифры чуть менее 95 миллионов единиц техники.

Сегодня транспортный сектор почти полностью оснащен двигателями внутреннего сгорания, работающими на жидких углеводородах. Усилия по повышению эффективности этих двигателей в сочетании с топливом с низким содержанием серы обеспечило значительную экономию топлива и способствовало снижению загрязнения воздуха.

Чтобы удовлетворить растущий спрос на транспорт с еще меньшими выбросами, потребуется принятие совокупных многозадачных решений в области транспорта, которые будут включать: использование новых видов топлива с более низким содержанием углерода, новых трансмиссии и т.д. Одним, из таких топлив имеющий определенную перспективу является природный газ.

Транспортные средства на природном газе (NGV) определяются NGV Global (ранее Международной ассоциацией транспортных средств на природном газе) как все наземные транспортные средства, от двухколесных до внедорожных. Парк включает в себя автомобили производителей оригинального оборудования (ОЕМ), одобренные заводом-производителем переоборудования и переоборудования на природный газ после продажи. Используемое топливо включает сжатый природный газ (КПГ), сжиженный природный газ (СПГ) и биометан или возобновляемый природный газ, который может находиться в газообразной или жидкой форме. Компания NGV Global предоставляет исчерпывающую статистическую информацию о количестве автомобилей, работающих на природном газе. По оценкам, в 2018 году в мире насчитывалось около 26 миллионов транспортных средств на природном газе, хотя согласованность некоторых из этих цифр остается под вопросом. Очевидно, что этот сектор значительно вырос, и это было наиболее заметно в Азиатско-Тихоокеанском регионе и, в меньшей степени, в Латинской Америке. За период с 2005 по 2017 год доля транспортных средств на природном газе в общей численности транспортных средств увеличилась с примерно 0,5% до 1,5%.

Примечательно, что на шесть стран приходится почти 80 процентов от общей численности автомобилей, а в тройку лидеров входят Китай, Иран и Индия, на которые приходится более 50 процентов, на апрель 2019 года численность парка, соответственно, составила 6760, 4950, 3307,5 тыс. единиц. Самые высокие проникновения автомобилей на природном газе в

общем парке в Узбекистане и Иране [Chris Le Fevre, A review of prospects for natural gas as a fuel in road transport [Electronic resource] / Chris Le Fevre. – Oxford : Oxford Institute for Energy Studies, 2019. – . – Режим доступа : <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2019/04/A-review-of-prospects-for-natural-gas-as-a-fuel-in-road-transport-Insight-50.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.]

По данным Международного энергетического агентства (МЭА) (2017), в 2015 году на большие грузовые автомобили, работающие на КПП или СПГ, приходилось около одного процента от общего парка автомобилей. Большинство этих транспортных средств было в Китае (на конец 2017 года их было около 350 000, включая автобусы), США и Европейском союзе [Chris Le Fevre, A review of prospects for natural gas as a fuel in road transport [Electronic resource] / Chris Le Fevre. – Oxford : Oxford Institute for Energy Studies, 2019. – . – Режим доступа : <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2019/04/A-review-of-prospects-for-natural-gas-as-a-fuel-in-road-transport-Insight-50.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.]. В Европейском союзе на 2016 год насчитывалось около 9 350 среднетоннажных и тяжелых грузовиков, работающих на природном газе, причем более 80% этих грузовиков работают в Италии, Швеции, Испании и Франции.

Таким образом, из приведенного выше анализа видно, что направление использования природного газа широко развивается во всем мире.

В Российской Федерации применению природного газа уделяется по ряду причин достаточно большое внимание. Природный газ в России рассматривается как самое дешевое и экологически чистое топливо, обеспечивающее также снижение выбросов при сгорании парниковых газов по сравнению с традиционными видами топливами.

Показатели газомоторного рынка России:

- на 1 января 2018г на территории РФ насчитывается 354

объектов газозаправочной инфраструктуры;

- фактический объем реализации ГМТ в 2017 г составил порядка 600 млн м<sup>3</sup>, что на 65 млн м<sup>3</sup> (+12 %) больше, чем в 2016 г.;

- по данным компаний, в 2018 г. было запланировано строительство и реконструкция 76 объектов газозаправочной инфраструктуры в 32 субъектах страны.

- в соответствии с данным ГИБДД МВД РФ, на регистрационном учете по состоянию на 1 января 2018 г состояло порядка 212 тыс. автомобилей, имеющих возможность использования компримированного природного газа в качестве моторного топлива.

Большая часть из них 127 тыс. - легковые автомобили, 67 тыс. - грузовые и около 17 тыс. - газобаллонные автобусы.

Одним из сдерживающим фактором широкого распространения технологии применения природного газа, заключается в том, что силовые агрегаты выпускаемые на отечественном рынке транспортных средств не адаптированы к применению метана как основного топлива. Существующая концепция применения природного газа заключается в использовании так называемых битопливных автомобилей. Такая концепция имеет ряд недостатков ключевыми из которых является необходимость работать на двух топливах, что не позволяет обеспечить оптимальную степень сжатия и фазы газораспределения.

Указанные недостатки приводят к усложнению возможности выполнения транспортным средством перспективных норм по токсичности. Новые дорожные транспортные средства, продаваемые в Европейском союзе, должны соответствовать европейским нормам выбросов для нескольких загрязняющих воздух веществ. Для подтверждения соответствия этим стандартам утверждение типа новых типов транспортных средств включает стандартизированные лабораторные испытания на выбросы. Выбросы легких транспортных средств, то есть легковых автомобилей и легких коммерческих транспортных средств

(LCV), регулируются в ЕС с 1970-х годов.

Новые стандарты выбросов, как правило, вводятся в первую очередь для легковых автомобилей и самых маленьких LCV. Большие LCV (класса II и III) должны соответствовать новым требованиям, как правило, через год. Кроме того, более крупные LCV имеют менее строгие пределы выбросов. В настоящее время новые легковые автомобили и легкие коммерческие автомобили должны соответствовать стандартам выбросов Евро-6. Евро-6 вступил в силу с сентября 2014 года для новых легковых автомобилей, которые были впервые представлены на рынке. Стандарт Евро-6 для более крупных LCV вступил в силу год спустя. Нормы выбросов определены в ряде директив ЕС, предусматривающих постепенное введение все более строгих стандартов (ЕС, 2009).

Сроки ужесточения стандартов приводятся в открытых данных, например, в  
[https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/transport/vehicles/docs/sr7\\_lot4\\_final\\_report\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/transport/vehicles/docs/sr7_lot4_final_report_en.pdf)].

С 1990 года цикл испытаний, используемый для официального утверждения типа легковых автомобилей и легких коммерческих автомобилей, остается примерно таким же. Новый европейский цикл вождения (NEDC), который был введен в 2000 году, включал только изменение в процедуре холодного запуска по сравнению с ранее использованным циклом испытаний, который был введен в 1990 году: период холостого хода в 40 секунд перед испытанием был удален.

С сентября 2018 года в Европейском союзе стали применяться новые «всемирные» процедуры измерения расхода топлива, а вместе с ним — выбросов углекислого газа и токсичных компонентов (WLTP, Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure).

Процедура утверждения типа для новых двигателей большой мощности была откорректирована несколько раз. Вплоть до Евро-5 утверждение типа основывалось на испытаниях двигателя с

использованием Европейского переходного цикла (ETC) и Европейского установившегося цикла (ESC). Эта процедура была введена в 2000 году с введением стандартов Евро-3. С введением стандартов выбросов Евро-6 в законодательство ЕС о выбросах введена новая процедура испытаний: Всемирная согласованная процедура сертификации выбросов в тяжелых условиях. Этот тест состоит из двух репрезентативных циклов испытаний для типичных условий вождения в ЕС, США, Японии и Австралии: Всемирный переходный цикл для тяжелых условий эксплуатации (WHTC) и Всемирный стационарный цикл для тяжелых условий эксплуатации (WHSC). Процедура испытаний обычно называется WHTC. Эта новая процедура тестирования является улучшением по сравнению с тестами ETC и ESC. Рассмотренные нововведения могут привести к возможному невыполнению указанных требований или неоправданному удорожанию и усложнению конструкции и технологии производства битопливных двигателей и, соответственно, автомобилей.

## **2 Основные требования к коммерческому транспорту (LCV)**

### **2.1 Основные технико-экономические характеристики продукции / технологии, в том числе – определяющие ее наукоемкость.**

Основные направления в развитии проекта направлены на изменения в конструкции двигателя и доводки его рабочего процесса с целью получения возможности использования сжатого природного газа в качестве топлива с оптимизацией его энергетических показателей, топливной экономичности и вредных выбросов, соответствующих перспективным законодательным требованиям.

В природном газе нет примесей тяжелых металлов, серы и прочих веществ, поэтому при сгорании он не образует отложений в двигателе. Его вообще сложно с чем-либо перемешать ввиду газообразного состояния. Из этого следует, что риск заправиться некачественным топливом при использовании природного газа отсутствует.

### **2.2 Сведения о категориях потенциальных потребителей продукции (технологии).**

Рост продаж газомоторной техники обусловлен тем, что Правительство РФ подписало распоряжение, согласно которому к 2020 году от 10 до 50 процентов общественного и коммунального транспорта в городах с населением более 100 тыс. человек должны работать на природном газе. В 2014 году стартовала программа государственного субсидирования закупки газомоторной техники отечественного производства.

В рамках реализации распоряжения правительства Российской Федерации №767-р от 13 мая 2013 года активно развивается парк муниципальной техники, работающей на сжатом природном



газе. В соответствии с документом целевой параметр перевода пассажирского транспорта и дорожно-коммунальной техники на метан в городах с населением свыше 1 млн человек — до 50%, от 300 тыс. человек — до 30%, в городах и населенных пунктах с численностью населения более 100 тыс. человек — до 10%.

Владельцы коммерческого транспорта (ритейлеры, грузоперевозчики, таксопарки) также по достоинству оценили экономическое преимущество природного газа.

В настоящее время осуществляется перевод транспортных средств государственных компаний и компаний с государственным участием на использование природного газа в качестве моторного топлива.

В соответствии с решениями, принятыми на заседании рабочей группы по вопросам использования природного газа в качестве моторного топлива при Правительственной комиссии по вопросам топливно-энергетического комплекса и повышения энергетической эффективности экономики<sup>6</sup>, ФГУП "Почта России", ПАО "НК "Роснефть", ПАО "Транснефть" и ОАО "РЖД" рекомендовано утвердить программы по переводу собственного транспорта на использование природного газа в качестве моторного топлива.

Соответствующие программы утверждены ФГУП "Почта России", ПАО "Транснефть" и ОАО "РЖД". В ПАО "Газпром" соответствующая программа действует с 2014 года.

На данный момент доля переоборудованного транспорта для работы на природном газе превышает объемы производства газомоторной техники в заводском исполнении. Например, в 2017 году в России реализовано 4406 единиц газомоторной техники в заводском исполнении, еще порядка 5500 единиц переоборудовано для работы на природном газе. При этом социологические исследования показывают, что потребители с большим

---

<sup>6</sup> протокол от 27 октября 2017 года N 06-188пр

желанием приобретут заводской автотранспорт на метане, кроме того, в связи с изменениями в техническом регламенте о безопасности колесных транспортных средств возникают определенные трудности при самостоятельном переоборудовании а/м газобаллонным оборудованием.

Исходя из вышеизложенного, помимо ключевых потребителей из госсектора и прочих крупных компаний формируется определенный сегмент розничных потребителей, желающих приобрести готовый газобаллонный автомобиль с сохранением всех заводских гарантий.

Малому бизнесу, особенно занятому грузовыми и пассажирскими перевозками, перевод транспорта на газомоторное топливо часто не только позволяет выжить, но и дает возможность получить конкурентное преимущество в цене товаров и услуг для конечного потребителя через снижение их себестоимости.

Частных автовладельцев переводить автомобили на газ чаще всего стимулирует дороговизна бензина и дизельного топлива. Переход на газомоторное топливо наиболее выгоден тем частным автовладельцам, которые много и часто пользуются автомобилем.

### **2.3 Перечень стандартов и норм, которым должен соответствовать автомобиль.**

Разрабатываемые автомобили будут удовлетворять следующим стандартам и нормативным документам, действующим на территории Российской Федерации и Таможенного союза в части, касающейся двигателей внутреннего сгорания:

- Технический Регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (Правила ЕЭК ООН №83-07);
- Решение 2005/673/ЕС «О применении тяжёлых металлов в материалах и покрытиях»;

- ГОСТ Р 53838-2010 «Двигатели автомобильные. Допустимые уровни шума и методы измерения»
- ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды»;
- РД 37.001.045-87 «Автотранспортные средства. Показатели надежности. Номенклатура, нормирование и контроль»;
- РД 37.001.109-89 «Инспекционные испытания автотранспортных средств. Программа и методы испытаний».

Автомобили должны получить одобрение типа транспортного средства в соответствии с Техническим Регламентом Таможенного Союза 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».

Обеспечение безопасности автомобилей включает в себя меры активной безопасности, которые способствуют предотвращению возникновения аварий, и меры пассивной безопасности, которые закладываются в конструкцию автомобиля для обеспечения безопасности водителя и пассажиров, если аварию предотвратить не удастся.

Меры активной безопасности предусматривают разработку конструкций деталей и узлов, обеспечивающих эффективность торможения и надежность работы тормозного привода, антиблокировочных систем, позволяющих автомобилю двигаться в заданном направлении при торможении.

Меры пассивной безопасности предусматривают предотвращение или уменьшение травматизма водителя и пассажиров при аварии.

Конструкция должна обеспечивать требования активной и пассивной безопасности и соответствовать законодательным требованиям международных и российских стандартов.

Экологическая безопасность разрабатываемых в рамках проекта автомобилей должна обеспечивать выполнение действующих и

перспективных законодательных требований. Для требований по содержанию вредных веществ в материалах должны выполняться нормы по стандартам 2000/53/ЕС, 2005/673/ЕС, 76/769/ЕЕС, 91/659/ЕЕС, 98/12/ЕЕС, 2002/78/ЕС, 2002/215/ЕС, 2000/646/ЕС, 94/68/ЕС, 91/690/ЕЕС, 88/540/ЕЕС, 90/437/ЕС, 67/548/ЕЕС, 76/769/ЕЕС, 2003/11/ЕС. По токсичности нормы Евро 5, 6. По запахам материалов интерьера - нормы VDA 270, VDA 278, VDA 276.

Утилизация и переработка автомобиля, вышедшего из эксплуатации должна соответствовать требованиям норм по ГОСТ 30333-95 и 75/442/ЕЕС, 91/689/ЕЕС, ISO 22628, ISO 14040, ISO 14041, ISO 14042, ISO 14043.

Необходимо учесть требования ISO 26262 Функциональная безопасность (стандарт для европейских разработок).

Автомобили должны соответствовать требованиям Технического Регламента Таможенного Союза 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств», а также европейским законодательным требованиям по активной и пассивной безопасности. Перечень данных обязательных законодательных требований, которым должны соответствовать автомобили, приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Перечень обязательных законодательных требований

Нормативный документ	Наименование
Правила ЕЭК ООН № 10-04	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении электромагнитной совместимости
Правила ЕЭК ООН № 12-04	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных

Продолжение таблицы 2.1

Нормативный документ	Наименование
	средств в отношении рулевого управления
Правила ЕЭК ООН № 13Н-00	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении эффективности тормозных сил
Правила ЕЭК ООН № 16-06	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения, ремней безопасности, удерживающих систем и транспортных средств, оснащенных ремнями безопасности, удерживающими системами
Правила ЕЭК ООН № 17-08	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортного средства в отношении сидений, их креплений и подголовников
Правила ЕЭК ООН № 21-01	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортного средства в отношении их внутреннего оборудования
Правила ЕЭК ООН № 25-04	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения подголовников, вмонтированных или не вмонтированных в сиденья транспортных средств
Правила ЕЭК ООН № 26-03	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортного средства в отношении травмобезопасности наружных выступов

Продолжение таблицы 2.1

Нормативный документ	Наименование
Правила ЕЭК ООН № 34-02	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении пожарной безопасности
Правила ЕЭК ООН № 44-00	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения удерживающих устройств для детей, находящихся в механических транспортных средствах
Правила ЕЭК ООН № 51-02	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств в отношении внешнего шума
ГОСТ Р 51616	Автомобильные транспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни и методы испытаний.
Правила ЕЭК ООН № 54-00	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств в части оснащения шинами
Правила ЕЭК ООН № 79-01	Единообразные предписания, касающиеся официально-го утверждения механических транспортных средств в отношении рулевого управления
Правила ЕЭК ООН № 94-02	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении защиты водителя и пассажиров в случае лобового столкновения при фронтальном ударе
Правила ЕЭК ООН № 95-03	Единообразные предписания, касающиеся

Продолжение таблицы 2.1

Нормативный документ	Наименование
	официального утверждения транспортных средств в отношении защиты водителя и пассажиров в случае бокового столкновения
Правила ЕЭК ООН № 114-00	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении подушек безопасности
Правила ЕЭК ООН №121-00	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортного средства в отношении расположения и идентификации ручных органов управления, контрольных сигналов и индикаторов
Правила ЕЭК ООН № 127-00	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортного средства в отношении их характеристик, влияющих на безопасность пешеходов
ГТП №9	Обеспечение защиты пешеходов
Правила ЕЭК ООН № 135-00	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении их характеристик при боковом ударе о столб
Правила ЕЭК ООН №137-00	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении защиты водителя и пассажиров при фронтальном столкновении с полным перекрытием
Технический регламент Таможенного Союза ТРТС 018/2011	О безопасности колесных транспортных средств.

Перечень стандартов и норм, которым должны соответствовать автомобили, приведен в Таблице 2.2.

Таблица 2.2 Перечень стандартов и норм

№	Вид нормативного документа	Номер	Регулируемый периметр
1	ГОСТ Р	51814.6-2005	Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Менеджмент качества при планировании, разработке и подготовке производства автомобильных компонентов
2	ГОСТ	28751	Электрооборудование автомобилей. Электромагнитная совместимость. Кондуктивные помехи по цепям питания.
3	ГОСТ Р	50607	Методы испытаний для электрических помех от электростатических разрядов
4	ГОСТ	29157	Совместимость технических средств электромагнитная. Электрооборудование автомобилей.
5	ГОСТ	28279	Совместимость электромагнитная электрооборудования автомобиля и автомобильной бытовой радиоэлектронной аппаратуры. Нормы и методы измерений



Продолжение таблицы 2.2

№	Вид нормативного документа	Номер	Регулируемый периметр
6	ГОСТ	30378	Совместимость технических средств электромагнитная. Электрооборудование автомобилей. Помехи от электростатических разрядов. Требования и методы испытаний
7	ГОСТ Р	41.10	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении электромагнитной совместимости
8	ГОСТ	14254	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)
9	ГОСТ	15151	Машины, приборы и другие технические изделия для районов с тропическим климатом.
10	ИСО	16750-2	Транспорт дорожный. Условия окружающей среды и испытания электрического и электронного оборудования. Часть 2. Электрические нагрузки
11	Правила ЕЭК ООН	26	Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении их внутреннего оборудования
12	ГОСТ Р	52230	Электрооборудование автотракторное. Общие технические условия.

Продолжение таблицы 2.2

№	Вид нормативного документа	Номер	Регулируемый периметр
13	ГОСТ	15150	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
14	ГОСТ	31077	Топлива для двигателей внутреннего сгорания.
15	ГОСТ	10541	Масла моторные универсальные и для автомобильных карбюраторных двигателей.
16	ГОСТ	20.57.406	Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний
17	ГОСТ	27.410	Надежность в технике.
18	Директива ЕС	2000/53/ЕС	Ограничение применения тяжелых металлов (свинца, ртути, кадмия и шестивалентного хрома) и ограничению применения поливинилхлорида (PVC).
19	Директива ЕС	2005/64/ЕС	Одобрение типа транспортных средств в части их вторичной переработки и утилизации

Продолжение таблицы 2.2

№	Вид нормативного документа	Номер	Регулируемый периметр
20	Директива ЕС	2003/87/ЕС	механизмы мониторинга, контроля и отчетности за эмиссией парниковых газов и соответствию Киотскому Протоколу.
21	Директива ЕС	75/442/ЕС, 91/689/ЕС	Управление отходами, содержащими опасные вещества.
22	Директива ЕС	67/548/ЕЕС, 76/769/ЕЕС, 2003/11/ЕС	Ограничение применения вредных веществ.
23	Постановление ЕС	№ 761/2001	Руководящие принципы оценки экологических характеристик продукции (учет потребляемых ресурсов, энергии, материалов, образуемых отходов, стоков, эмиссий и выбросов).
24	ISO	22628	Методика расчета коэффициентов ресайклинга и утилизации автомобилей.
25	ISO	14040, 14041, 14042, 14043	Анализ полного жизненного цикла изделия.
26	ISO	14001	Система экологического менеджмента.
27	VDA	232-101	Требования по декларированию содержания РВВ в изделии
28	VDA	260	Требования по маркировке автомобильных компонентов.

Продолжение таблицы 2.2

№	Вид нормативного документа	Номер	Регулируемый периметр
29	ГОСТ	30333-95	Паспорт безопасности вещества (материала).
30	ГОСТ	28279	Совместимость электромагнитная электрооборудования автомобиля и автомобильной бытовой радиоэлектронной аппаратуры.
31	ГОСТ Р	50607	Совместимость технических средств электромагнитная.
32	ГОСТ Р	51616	Автомобильные транспортные средства. Шум внутренний. Допустимые уровни и методы испытаний.

### 3 Анализ конкурентных преимуществ технологии CNG и LNG

Природному газу отдают основное предпочтение как перспективному топливу в странах по всему миру. В этом же направлении работают сегодня США, Евросоюз, Канада и другие государства. В качестве автомобильного топлива природный газ наиболее широко используется в Иране, Китае, Пакистане, Аргентине, Индии, Бразилии, Италии, Колумбии – там сформированы самые большие газомоторные автопарки. При этом природный газ применяется на всех видах транспорта – от частного до коммерческого, включая легковые и грузовые автомобили, а также пассажирский и спецтранспорт (см. таблицу 3.1).

Таблица 3.1 Применение природного газа на транспортных средствах (с разбивкой по регионам)

Регион производителя	Всего основных моделей ТС, работающих на природном газе	Основные модели ТС*, кол-во			
		Легкий коммерческий	Грузовой	Автобусы	Спецтехника
РФ	60	16	2	19	23
Азия	35	0	3	5	27
Европа	27	4	10	5	8
<b>Всего</b>		20	15	29	58

Сегмент рынка Европы двухтопливных автомобилей : Mercedes Sprinter NGT Pickup 2008, Mercedes-Benz Sprinter 2006, Iveco Daily Cabinato NP2018, Iveco Daily Pritsche, Fiat Ducato Panorama CNG 2014, Iveco Daily Natural Power 2018, Citroën Jumper 2006.

Основными конкурентами семейства автомобилей работающих на двух топливной системе питания бензин-метан на рынке России являются: ГАЗ-А31R26-50, Lada Vesta CNG, Lada Largus CNG.

Источник: <https://www.kolesa.ru/article/gazovoe-budushhee-pochemu-metan-dolzhen-byt-populyarnee-benzina>

Информация о сравнении основных параметров (характеристик) планируемой к производству новой наукоёмкой продукции и лучших мировых и отечественных аналогов приведена в Таблице 3.2

Таблица 3.2 Сравнение с мировыми и отечественными аналогами

Тип кузова	ГАЗ-А31R26-50	Mercedes Sprinter NGT Pickup	Iveco Daily Pritsche	Citroën Jumper
Двигатель	2018* EvoTech 3.0	2008		2006
Объем двигателя, см3	3000	1796	2998	1998
Мощность двигателя, л.с. (кВт) на метане	106,9	156 (115)	136(100)	95(71)
Мощность двигателя, л.с. (кВт) на бензине	120	156 (115)		110(82)
Крутящий момент, Нм	252 (225 на метане)	240		
Максимальная скорость, км/ч	130	159	155	130
Время разгона до 100 км/ч, с на метане	-	-	-	-
Время разгона до 100 км/ч, с на бензине	-	-	-	-
Расход топлива, бензин (смешанный цикл, л/100км)	-	9,1	9,9	8,7
Расход топлива, метан (смешанный цикл, кг/100км)	-	11,4		
Объем топливных резервуаров, баллоны, кг	33,2 (41,6)	19-32	31-44	28
Объем топливных резервуаров, бензобак, л		15-100	14	75
Запас хода, км, баллоны (смешанный цикл)	до 300	250-430	320-460	320
Запас хода, км, бензобак (смешанный цикл)	до 750	120-810	100	560
Масса, кг снаряженная		2235	2365	2010-2130
Масса, кг допустимая полная		3500	3500	3500
Уровень выбросов	«Евро-5» и «Евро-6».	Евро 5	Евро 6	Евро 5

Минэнерго при участии Минпромторга и Минтранса разработали комплексную программу развития российского рынка газомоторного топлива до 2024 года. В рамках подпрограммы «Развитие рынка газомоторного топлива», рассчитанной на шесть лет, на субсидии нефтегазовым компаниям, автомобильным производителям, региональным властям на закупку общественного транспорта, а также другим участникам рынка из бюджета выделяется порядка 174,7 миллиардов рублей. Развитие инфраструктуры по средствам увеличения количества заправок и продаж газомоторного топлива является ключевой целью данной программы.

Данная программа призвана помочь в решении еще одной проблемы, связанной с увеличением количества производства как автомобилей на

газе, так и карьерной и сельхозтехники, ограниченные возможности перевода существующего парка транспортных средств на газомоторное топливо и высокая стоимость зарубежной газомоторной техники. В качестве эффекта от реализации программы Минэнерго ждет рост рынка сбыта газа на транспорте внутри страны в пять раз, рост потребления газа на транспорте до 10,7 млрд куб. м в год, а рост автопарка, который сможет использовать газ, до 700 тыс. единиц.

Источник:

<https://www.rbc.ru/business/26/11/2018/5bf551d19a794705c3f0d95d>

Развитие газомоторного сегмента рынка способствует стимулированию развития производства на территории РФ следующей высокотехнологичной продукции (которая в настоящее время в России практически не производится, применяется продукция зарубежных производителей):

- Газобаллонное оборудование;
- Баллоны высокого давления;
- Оборудование газозарядных станций.

В мировом автомобилестроении при разработке технологии и постановке на производство автомобилей аналогичной конструкции в условиях одновременной сборки автомобилей с несколькими типами питания силового агрегата, как правило, применяется подход вынесения окончательной сборки и подключения систем питания газомоторным топливом за периметр основной технологии. Данный подход обусловлен необходимостью соблюдения правил техники безопасности (в первую очередь пожарной безопасности), 100%-ным контролем работоспособности автомобилей на всех заявленных видах топлива и экономической целесообразностью.

В мировом автомобильном двигателестроении преобладает подход «5С», в рамках которого производители развивают собственное

производство 5-ти базовых деталей двигателя (перечислены ниже), а также сборку двигателя и выходной контроль качества продукции. Закупка остальных комплектующих изделий для сборки двигателя производится у сторонних специализированных компаний.

Так, к пяти базовым деталям относят (аббревиатура «5С»):

1. Шатун (Connecting rod);
2. Головка блока цилиндра (Cylinder head);
3. Блок цилиндров (Cylinder block);
4. Распределительный вал (Camshaft);
5. Коленчатый вал (Crankshaft).

Вместе с тем, некоторые производители применяют принцип «3С», что подразумевает производство на собственных мощностях только 3-х базовых деталей (блок цилиндров, головка блока цилиндров и коленчатый вал). Кроме того, производитель осуществляет финишную сборку двигателя и контроль качества.

Применение данных подходов к производству двигателей позволяет сохранить и развивать ключевые компетенции автопроизводителей, а также улучшать экономическую эффективность всего процесса производства автомобиля.

Специфика российского двигателестроительного рынка заключается в том, что на российских предприятиях преобладает тенденция производства большинства механообрабатываемых деталей и узлов на собственных мощностях, что в том числе связано с недостаточно развитой базой поставщиков автокомпонентов.

### **3.1 Ориентировочные затраты на внедрение технологии CNG и LNG**

При оценке затрат на реализацию технологии в рамках существующего предприятия. При запуске технологии планируется



небольшая модернизация производственной линии, включающая закупку дополнительного оборудования, модернизацию конвейера и постов контроля качества. Также для запуска производства автомобиля необходимо изготовление штамповой оснастки на элементы кузова и шасси, сварочной оснастки.

Расходы на работы, перечень которых приведен в таблице 3.3.

Стоимости работ определены путем анализа результатов обработки запросов на выдачу коммерческих предложений по выполнению работ в адрес альтернативных поставщиков инжиниринговых услуг и итогов переговоров с ними.

Таблица 3.3 Стоимости работ по созданию высокотехнологичного производства

Номер этапа	Содержание выполняемых работ	Стоимость этапа, руб.
1	Проектирование и изготовление специализированной технологической оснастки и оборудования (этап 1), в том числе:	35 000 000
	штамповая оснастка (изготовление и доработка)	
	сварочная оснастка	
	инструмент и калибры	
	Модернизация стендов для сборки, проверки и обкатки двигателя	
	модернизация линий сварки и сборки автомобиля	
	контрольно-измерительная оснастка и оборудование	

Продолжение таблицы 3.3

Номер этапа	Содержание выполняемых работ	Стоимость этапа, руб.
2	Разработка технологических процессов, проектов технологических переделов (этап 1)	
3	Проектирование и изготовление специализированной технологической оснастки и оборудования (этап 2), в том числе:	105 000 000
	модернизация линий обработки деталей двигателя	
	модернизация линий сборки двигателя	
	инструмент и калибры	
	инструмент и калибры	
	штамповая оснастка (изготовление и доработка)	
	модернизация линий сварки и сборки автомобиля	
	контрольно-измерительная оснастка и оборудование	
4	Разработка технологических процессов, проектов технологических переделов (этап 2)	

В настоящее время все глобальные автопроизводители сохраняют и развивают собственные компетенции в разработке и производстве двигателей. Так, например, на территории Европы расположены 54 завода, выпускающие двигатели для ЛА и ЛКА, и все эти производственные площадки принадлежат крупным автопроизводителям.

Развитие собственных компетенций в двигателестроении позволяет

глобальным автопроизводителям сохранять независимость от других компаний-конкурентов, а также создавать унифицированные платформы, что повышает экономическую эффективность предприятий и их конкурентоспособность на рынке.

Если несколько лет назад глобальные автопроизводители закупают в небольших объемах двигатели у независимых компаний, то сейчас эта практика не применяется. Таким образом, к основным конкурентам на мировом рынке двигателей необходимо отнести, прежде всего, глобальных автопроизводителей, например:

- Европейские компании: Volkswagen, PSA Peugeot Citroen, BMW, Renault–Nissan Alliance, Daimler, Fiat.
- Азиатские компании: Toyota, Mitsubishi, Honda, Hyundai, Kia.

Кроме того, к конкурентам можно отнести китайские компании, которые выпускают как двигатели по лицензии мировых автопроизводителей, так и двигатели собственной разработки.

Кроме этого, на территории России запущены двигателестроительные заводы глобальных автопроизводителей. Так, открылись моторные заводы компаний Volkswagen и Ford.

### **3.2 Городское транспортное средство с силовой установкой CNG и LNG Range Extender, с возможностью автономного хода при выключенном ДВС.**

Одним из перспективных направлений развития технологии CNG/LNG является модернизация автобусного парка РФ силовыми установками для обеспечения выполнения действующих и перспективных норм токсичности.

Задачи:

- разработка и адаптация существующих гибридных силовых установок для установки на существующий автобусный парк.
- адаптация силового агрегата для работы на природном газе CNG (LNG).
- разработка технологии переоборудования автобусного парка.

Актуальность:



Рисунок 3.1 – Рынок автобусов в РФ

По состоянию на 1 января 2017 года в нашей стране зарегистрировано около 395 400 автобусов. По информации экспертов, средний возраст российского парка автобусов составляет 15,9 лет, при этом 45% машин – старше 15 лет. Доля иномарок равна 27%.

Как отмечают аналитики, во владении юридическими лицами находится 72% от общего объема парка. Доля дизельных автобусов – 46%, экостандарту «Евро-4» и выше соответствуют лишь 14% машин.

Больше всего автобусной техники находится в Москве (19,1 тысячи единиц), вторую строчку занимает Краснодарский край (15,8 тысячи экземпляров), а замыкает тройку лидеров Подмосковье (14,5 тысяч штук). Не менее 10 тысяч автобусов также зарегистрировано в Татарстане, Санкт-Петербурге, Ростовской и Иркутской областях, Красноярском крае, Новосибирской и Свердловской областях.

Лидером среди марок является ПАЗ (168,1 тысячи единиц), за ним следуют КАВЗ (55,8 тысячи экземпляров) и ЛиАЗ (34 тысячи штук). По данным экспертов, на долю этих трех марок приходится 65% всего автобусного парка России. Из зарубежных брендов лидирует Hyundai (16,2 тысячи единиц).

В парке автобусов в России преобладает техника марки «ПАЗ» — 141 667 таких автобусов числится на начало 2019 года. Второй по распространенности бренд — «Кубань». Таких автобусов в автопарке РФ насчитывается 35 377 ед. Кроме того, в парке автобусов представлено 26 944 автобуса «КАВЗ», 24 204 ед. «ЛИАЗов», 20 978 шт. автобусов «НЕФАЗ» и 9695 шт. «МАЗов».

Больше половины автобусного парка представлена техникой, изготовленной до 2009 года. Таких автобусов числится в стране 200 368 ед.

Экономическое обоснование:

Анализ перспективы использования транспортного средства с CNG (LNG) и гибридной силовой установкой, с возможностью автономного хода (электробус) при выключенном ДВС. Стоимость пассажироперевозки на таком транспортном средстве минимум в два раза дешевле и дизельного, и электробусного варианта. В таблице ниже представлены бизнес-модели для организации общественного транспорта.

Сравнение стоимости владения электробуса, дизельного автобуса Евро-6 и газового гибридного автобуса (Источник: материалы международной выставки BusWorld – 2017).

Таблица 3.4 – Сравнение стоимости владения автобусом

	Электробус		Дизельный Евро 6		LNG Hybrid Euro6	
Цена автобуса (емкость батареи 242 кВтч), €	250 000		120 000		130 000	
Уменьшение цены для больших партий	0%		0%		0%	
Период эксплуатации, лет	10		10		10	
Пробег за год, км	80000		80000		80000	
Субсидии, €	0		0		0	
Цена автобуса, €	250 000		120 000		130 000	
		Затраты на автобус в год		Затраты на автобус в год		Затраты на автобус в год
Затраты на обслуживание (исключая батареи и включая шины)*, €	0,10	8 000	0,22	17 600	0,22	17 600
Стоимость финансирования в год (лизинг), €	4,00%	5 500	4,00%	2 640	4,00%	2 860
Гарантия на автобус (исключая батарею), лет	4	-	2	-	2	-
Стоимость гарантии на батарею	0,20	16 000	0,00	-	-	-

Продолжение таблицы 3.4

Евро/км, €						
Потребление энергии (кВтч, литров дизельного топлива, кг LNG)	0,90 кВтч/км	72 000 кВтч	0,40 л/км	32 000 л	0,25 кг/км	20 000 кг
Стоимость энергии (за кВтч, литр солярки, кг LNG), €	0,07	5 040	0,80	25 600	0,30	6 000
Потребление мочевины на км, л (6% потребления солярки)	-		0,02	1 920	-	-
Стоимость мочевины за л, €	-	-	0,70		-	-
Стоимость мочевины на 1 км пробега, всего, €	-	-	0,02	1 344	-	-
Остаточная стоимость автобуса после эксплуатации (10%), €	25 000	-	12 000	-	13 000	-
Оценка автобуса в год, €		22 500		10 800		11 700
Станции зарядки / LNG, оценка 90% за 10 лет, €	10 000	28	-	-	700 000	933
Дорожный	0	0	760	760	760	760

Продолжение таблицы 3.4

налог в год, €						
Суммарная стоимость владения автобусом в год, €		57 068		58 744		39 853
Затраты на 1 км пробега		0,71		0,73		0,50

Расчеты основаны на следующих положениях:

- расход дизельного топлива Евро-5 в городском цикле движения 0,4 л/км;
- дополнительный расход топлива Евро-6 4% по сравнению с Евро-5;
- стоимость мочевины 0,014 евро/км;
- средний расход газомоторного LNG топлива 0,3 кг/км;
- The LNG quality is Zeebrugge-LNG
- станция заправки LNG на 50 – 100 автобусов;
- зарядная станция для 32 электробусов

Примечание: затраты на обслуживание электробуса намного ниже, чем для дизельных или газовых автобусов.






\*Оценочно, в настоящее время затраты на обслуживание электробуса составляют 0,17 евро/км (включая шины).

Таблица 3.5 – Аналоги продукции

<p>BAE Systems VDL Bus &amp; Coach – модель ADL Enviro 400h.</p>	
--	--



Продолжение таблицы 3.5

<p>Volvo - 7700 Hybrid.</p>	
<p>Tata Hybrid Starbus LPO 1628</p>	
<p>Ashok Leyland Limited входит в консорциум Hinduja Group – модель Ashok-Leyland Hybus 1</p>	
<p>Altair Product Design – модель LCO-140H</p>	
<p>Torotrak plc. – модель Optare Flybus</p>	
<p>Mercedes-Benz Citaro FuelCELL Hybrid</p>	

Mercedes-Benz Citaro Hybrid оснащен небольшим электромотором мощностью 14 кВт, который помогает при старте с места, а также при движении в подъем. Работает этот мини-мотор от электричества в суперконденсаторах. Они, в свою очередь, накапливают энергию от рекуперативного торможения.

Заявлено, что поставка для перевозчика из Роттердама включает в себя 83 одиночных 12-метровых автобуса, а также десять гибридных «гармошек». Все они оснащены CNG-двигателями мощностью 302 л.с. Коробки передач — автоматические, компании ZF.



Рисунок 3.2 - Mercedes-Benz Citaro Hybrid

Можно рассмотреть другие варианты по распределению мощностей между ДВС и электроприводом.

Финансирование проекта. МОСКВА, 13 сентября - РИА Новости. Правительство РФ обсуждает масштабную программу обновления городского транспорта, инициатором стал ВЭБ, который рассчитывает получить на нее средства ФНБ, пишет газета "Коммерсант" со ссылкой на проект программы.

По данным издания, на старте речь идет о десяти пилотных проектах с привлечением частных инвесторов, которые на сентябрь 2019 года находятся "в высокой степени готовности",— в Екатеринбурге, Перми, Нижнем Новгороде, Саратове, Твери, Воронеже, Волгограде, Челябинске, Новосибирске и Казани. Общий объем инвестиций в них составит 340 миллиардов рублей, из них 196 миллиардов пойдут на обновление подвижного состава (5,9 тысячи автобусов, 1,5 тысячи трамвайных вагонов, 1,3 тысячи троллейбусов), 112 миллиардов рублей - на реконструкцию инфраструктуры.

"Эта тема действительно актуальна как для мегаполисов, так и для менее крупных городов. Мы исходим из системного подхода, включающего в себя создание единых операторов городского транспорта в крупных городах", - пояснил газете зампред ВЭБа Артем Довлатов. У ВЭБа есть для этого все необходимые инструменты поддержки, говорят там: кредитование, концессии, лизинговые продукты.

Предполагается, что 15% финансирования обеспечат частные инвестиции (106 миллиардов рублей), 25% - капитальный грант, 60% - заемные средства. Среди необходимых для реализации проекта условий называются льготный лизинг или банковское кредитование со ставкой не более 6% сроком на 15–25 лет, софинансирование из федерального бюджета 75% капитального гранта на инфраструктуру и около 5 миллиардов рублей платы концедента ежегодно. Предполагается, что объем софинансирования из федерального бюджета не превысит 3 тысяч рублей на жителя города и составит не более 30% от общего объема финансирования комплексной программы.

В Минпромторге сказали газете, что проект туда не поступал, но отметили готовность принять участие в работе. В Минфине заявили, что никаких решений по программе пока не принято. В Минтрансе сказали лишь, что министерство "привлекается к обсуждению данных вопросов".

Масштабирование проекта на всю страну (1,1 тысячи городов, за исключением Москвы и Петербурга, 85,1 миллиона человек) может обойтись в 2,1 триллиона рублей, говорится в проекте. В частности, будут закуплены 95,7 тысячи автобусов, 6,5 тысячи троллейбусов, 6,7 тысячи трамвайных вагонов, 3,5 тысячи электробусов.

Финансовая модель (кратко) – энерго-сервисный контракт и/или кап. ремонт с заменой силовой установки.

Таблица 3.6 - Финансовая модель

Показатель	Величина
Годовой пробег, км	65 000 (80 000)
Затраты на эксплуатацию дизельного автобуса (см. табл.), руб/км	51
Затраты на эксплуатацию газового гибрида (см. табл.), руб/км	35
Экономия, руб/км	16
Экономия, руб/год	1 040 000
Стоимость метанового гибрида	1 500 000
Простой срок окупаемости, лет	1,44
Продолжительность энерго-сервисного контракта, лет	2 (3)
Стоимость метанового гибрида и кап. ремонт автобуса, рублей	3 500 000
Простой срок окупаемости, лет	3,5
Продолжительность энергосервисного контракта, лет	4 (5)

## Заключение

В ходе выполнения работы были получены следующие основные результаты:

- проведен маркетинговый анализ CNG/LNG технологии;
- определены перспективные направления развития технологии CNG/LNG;
- разработаны рекомендации на основе проведенного анализа по повышению экономических показателей LCV.

В частности, проведен подробный анализ возможностей применения CNG/LNG технологии для лёгкого коммерческого транспорта, включающего:

- рынки сбыта;
- размер рынка, сегменты, потенциальные потребители;
- оценка рынка аналогичной продукции;
- барьеры для выхода на рынок
- экспортный потенциал и др.

Также определены ключевые требования к транспортному средству с точки зрения действующих нормативных документов, технических регламентов, ГОСТов и т.д. Показана возможность применения рассматриваемой технологии без увеличения стоимости владения транспортным средством. Определены ориентировочные значения требуемых инвестиций для адаптации транспортных средств.

Предложена концепция силовой установкой CNG и LNG Range Extender позволяющая использовать малоразмерные двигатели в составе ТС массой более 3,5 тонн и тем самым расширить возможности применения CNG/LNG технологии. Проведен подробный анализ аналогов предложенной силовой установки, в том числе использующейся на городском транспорте.

## Список используемых источников

1. Кокорин, А.О. Изменение климата: обзор Пятого оценочного доклада МГЭИК [Текст] / А.О. Кокорин — М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2014. — 80 с.
2. Key World Energy Statistics 2016 [Electronic resource]. — Paris: OECD/IEA, 2016. — . — Режим доступа : <https://webstore.iea.org>. — Загл. с экрана.
3. U.S. Refinery Yield [Electronic resource]. — Washington: United States Energy Information Administration, 2019. — . — Режим доступа : [https://www.eia.gov/dnav/pet/pet\\_pnp\\_pct\\_dc\\_nus\\_pct\\_m.htm](https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pnp_pct_dc_nus_pct_m.htm). — Загл. с экрана.
4. 2017: Executive summary. In: Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I [Electronic resource]. — Washington: U.S. Global Change Research Program, 2017. — . — Режим доступа : <https://www.globalchange.gov/>. — Загл. с экрана.
5. OECD. OECD environmental outlook to 2050: the consequences of inaction [Electronic resource]. — OECD Publishing: Paris, 2012. — . — Режим доступа : <http://dx.doi.org/10.1787/9789264122246-en>. — Загл. с экрана.
6. Global warming of 1.5°C [Electronic resource]. — Geneva: World Meteorological Organization, 2018. — . — Режим доступа : <https://www.ipcc.ch/sr15/>. — Загл. с экрана.
7. Stern review: The economics of climate change [Electronic resource] / N.H. Stern [et al.] . — Cambridge : Cambridge University Press, 2006. — . — Режим доступа : [https://www.brown.edu/Departments/Economics/Faculty/Matthew\\_Turner/ec1340/readings/Sternreview\\_full.pdf](https://www.brown.edu/Departments/Economics/Faculty/Matthew_Turner/ec1340/readings/Sternreview_full.pdf). — Загл. с экрана.
8. Climate change 2007: Mitigation IPCC. Contribution of working group III to the fourth assessment report of the inter-governmental panel on climate

- change Climate change 2007: Mitigation In: Metz B, Davidson OR, Bosch PR, Dave R, Meyer LA, editors. Contribution of working group III to the fourth assessment report of the inter-governmental panel on climate change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2007.
9. Monthly Energy Review November 2018 [Electronic resource]. – Washington: United States Energy Information Administration, 2018. – . – Режим доступа : <https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/>. – Загл. с экрана.
  10. World Energy Outlook 2011 [Electronic resource]. – Paris: OECD/IEA, 2011. – . – Режим доступа : [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2011\\_WEB.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2011_WEB.pdf). – Загл. с экрана.
  11. Перспективы энергетических технологий. В поддержку Плана действий «Группы восьми». Сценарии и стратегии до 2050 г. [Электронный ресурс]. – М. : ОЭСР/МЭА, WWF России, 2007. – . – Режим доступа : [https://wwf.ru/upload/iblock/164/perspective\\_20x27\\_new.pdf](https://wwf.ru/upload/iblock/164/perspective_20x27_new.pdf), свободный. – Загл. с экрана.
  12. Показатели энергоэффективности: основы формирования политики [Электронный ресурс]. – Washington: United States Energy Information Administration, 2014. – . – Режим доступа : <https://www.iea.org/media/training/eeukraine2015/RussianEPM.PDF>, свободный. – Загл. с экрана.
  13. The future of natural gas [Electronic resource] / E.J. Moniz [et al.] . – Cambridge : MIT, 2011. – . – Режим доступа : <https://energy.mit.edu/wp-content/uploads/2011/06/MITEI-The-Future-of-Natural-Gas.pdf>. – Загл. с экрана.
  14. Tour, J.M. Green carbon as a bridge to renewable energy [Electronic resource] / Tour J.M., C. Kittrell, V.L. Colvin. // Nature Materials 9. –

2010. – P. 871–874. – . – Режим доступа : <https://www.nature.com/articles/nmat2887>. – Загл. с экрана.
15. Kay, D. Opportunities to overcome the barriers to uptake of low emission technologies for each commercial vehicle duty cycle [Electronic resource] / D. Kay, N. Hill – London : Ricardo-AEA Ltd., 2012. – . – Режим доступа : <https://www.lowcvp.org.uk/assets/reports/Opportunities%20for%20low%20emission%20HGVs%20-%20final%20report%202012.pdf>. – Загл. с экрана.
16. Greenhouse Gas and Noxious Emissions from Dual Fuel Diesel and Natural Gas Heavy Goods Vehicles [Текст] / M.E.J. Stettler [et al.] // Environmental Science & Technology 50(4). – 2016. – P. 2018–2026.
17. Assessing carbon lock-in [Electronic resource] / P. Erickson [et al.] // Environ. Res. Lett. 10. – 2015. – . – Режим доступа : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/10/8/084023/pdf>. – Загл. с экрана.
18. Diesel and CNG Heavy-duty Transit Bus Emissions over Multiple Driving Schedules: Regulated Pollutants and Project Overview [Electronic resource] / P. Erickson [et al.] // SAE Technical Paper. – 2002. – 2002-01- 1722. – SAE, 2019 – . – Режим доступа : <https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/>. – Загл. с экрана.
19. Criteria pollutant and greenhouse gas emissions from CNG transit buses equipped with threeway catalysts compared to lean-burn engines and oxidation catalyst technologies [Electronic resource] / S. Yoon [et al.] // J. Air Waste Manag. Assoc. 63 (8). – 2013. – . – Режим доступа : [https://www.researchgate.net/publication/256466075\\_Criteria\\_pollutant\\_and\\_greenhouse\\_gas\\_emissions\\_from\\_CNG\\_transit\\_buses\\_equipped\\_with\\_three-way\\_catalysts\\_compared\\_to\\_lean-burn\\_engines\\_and\\_oxidation\\_catalyst\\_technologies](https://www.researchgate.net/publication/256466075_Criteria_pollutant_and_greenhouse_gas_emissions_from_CNG_transit_buses_equipped_with_three-way_catalysts_compared_to_lean-burn_engines_and_oxidation_catalyst_technologies). – Загл. с экрана.



20. Comparison of regulated and unregulated exhaust emissions from a fleet of multi-fuel solid resource collection vehicles [Electronic resource] / A. Thiruvengadam [et al.] // ASME 2010 Internal Combustion Engine Division Fall Technical Conference. – 2010 – P. 139 - 147 – Режим доступа : <https://proceedings.asmedigitalcollection.asme.org/proceeding.aspx?articleid=1620798>. – Загл. с экрана.
21. Sihvonen, J. CNG and LNG for vehicles and ships – the facts [Electronic resource] / J. Sihvonen. – Brussels : Transport & Environment, 2018. – . – Режим доступа : [https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2018\\_10\\_TE\\_CNG\\_and\\_LNG\\_for\\_vehicles\\_and\\_ships\\_the\\_facts\\_EN.pdf](https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2018_10_TE_CNG_and_LNG_for_vehicles_and_ships_the_facts_EN.pdf). – Загл. с экрана.
22. The future of gas - The role of natural gas in the future global energy system facts [Electronic resource] – London : Energy Institute, 2018. – . – Режим доступа : [https://knowledge.energyinst.org/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0017/430055/Future-of-gas-report.pdf](https://knowledge.energyinst.org/__data/assets/pdf_file/0017/430055/Future-of-gas-report.pdf). – Загл. с экрана.
23. Gas leaks worse for climate than thought, study says facts [Electronic resource] - Financial Times. – 2018. –.– Режим доступа : <https://www.ft.com/content/2c8e7954-7587-11e8-b326-75a27d27ea5f>, свободный. – Загл. с экрана.
24. Balcombe, P. Methane and CO2 emissions from the natural gas supply chain - an evidence assessment [Electronic resource] / P. Balcombe[et al.]. – London : Imperial College London&Sustainable Gas Institute , 2015. – . – Режим доступа : [https://www.sustainablegasinstitute.org/wp-content/uploads/2015/09/SGI\\_White\\_Paper\\_methane-and-CO2-emissions\\_WEB-FINAL.pdf?noredirect=1](https://www.sustainablegasinstitute.org/wp-content/uploads/2015/09/SGI_White_Paper_methane-and-CO2-emissions_WEB-FINAL.pdf?noredirect=1). – Загл. с экрана.
25. The methane mystery - Scientists struggle to explain a worrying rise in atmospheric methane [Electronic resource] - The Economist. – 2018. –.–

- Режим доступа : <https://www.economist.com/news/science-and-technology/21741133-potent-greenhouse-gas-scientists-struggle-explainworrying-rise>, свободный. – Загл. с экрана.
26. Уолш, М. П. Контроль за вредными выбросами транспортных средств. Международный обзор [Электронный ресурс] / Майкл П. Уолш. – М. : Российская академия транспорта, 2017. – . – Режим доступа : <http://rosacademtrans.ru/wp-content/uploads/2017/05/03-Kontrol-vyibrosov-Uolsh.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.
27. Chris Le Fevre, A review of prospects for natural gas as a fuel in road transport [Electronic resource] / Chris Le Fevre. – Oxford : Oxford Institute for Energy Studies, 2019. – . – Режим доступа : <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2019/04/A-review-of-prospects-for-natural-gas-as-a-fuel-in-road-transport-Insight-50.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.
28. Clean transport - support to the member states for the implementation of the directive on the deployment of alternative fuels infrastructure: good practice examples [Electronic resource] – Brussels : European Commission, 2016. – . – Режим доступа : <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/urban/studies/doc/2016-01-alternative-fuels-implementation-good-practices.pdf>. – Загл. с экрана.
29. Filippov S. New Technological Revolution and Energy Requirements [Electronic resource] / S.Filippov // Foresight and STI Governance. – Vol. 12, No. 4. – 2018. – P. 20–33 – Режим доступа : <https://foresight-journal.hse.ru/data/2019/01/21/1143302843/03-Filippov-20-33.pdf>. – Загл. с экрана.
30. Energy Transition Outlook 2018. A global and regional forecast to 2050. [Electronic resource] – DNV-GL, 2018. – . – Режим доступа : <https://eto.dnvgl.com/2018/#132548>. – Загл. с экрана.
31. Atkins, A. Some challenges in future automotive innovation. An industry

- perspective [Electronic resource] / Andrew Atkins. – Sheffield : 2016. – .  
 – Режим доступа :  
[https://www.sheffield.ac.uk/polopoly\\_fs/1.573521!/file/AAtkins.pdf](https://www.sheffield.ac.uk/polopoly_fs/1.573521!/file/AAtkins.pdf),  
 свободный. – Загл. с экрана.
32. Petroleum substitution, greenhouse gas emissions reduction and environmental benefits from the development of natural gas vehicles in China [Electronic resource] / Jie-Hui Yuan [et al.] // *Petroleum Science*. – 2018 – P. 644 - 656 – Режим доступа :  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12182-018-0237-y>. – Загл. с экрана.
33. Bielaczyc, P. A comparison of exhaust emissions from vehicles fuelled with petrol, LPG and CNG [Electronic resource] / P. Bielaczyc, A. Szczotka, J. Woodburn // *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 148. – 2016 – .  
 – Режим доступа : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/148/1/012060>. – Загл. с экрана.
34. Pump-to-wheels methane emissions from the heavy-duty transportation sector [Electronic resource] / N.N. Clark [et al.] // *Environmental science & technology* 51(2). – 2017 – P. 968-976 – Режим доступа :  
<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.5b06059?rand=9bfs06sx>. – Загл. с экрана.
35. Methane as vehicle fuel – a well-to-well analysis (metdriv) [Electronic resource] / P. Börjesson [et al.] – Sweden : The Swedish Knowledge Centre for Renewable Transportation Fuels, 2016. – Режим доступа :  
[https://www.researchgate.net/publication/317427637\\_Methane\\_as\\_vehicle\\_fuel\\_-\\_a\\_well\\_to\\_wheel\\_analysis\\_METDRIV](https://www.researchgate.net/publication/317427637_Methane_as_vehicle_fuel_-_a_well_to_wheel_analysis_METDRIV). – Загл. с экрана.
36. LNG in Germany: Liquefied natural gas and renewable methane in heavy-duty road transport [Electronic resource] / D.v. Rosenstiel [et al.] – Berlin : Druckerei Mahnert GmbH, 2014. – Режим доступа :  
[https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9126\\_Studie\\_LNG\\_englisch.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9126_Studie_LNG_englisch.pdf). – Загл. с экрана.

37. Emissions testing of two Euro VI LNG heavy-duty vehicles in the Netherlands: tank-to-wheel emissions [Electronic resource] / R. Vermeulen [et al.] – Hague : TNO, 2017. – Режим доступа : <https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid:4b1cb389-868b-4a0c-91e2-81599242db5c>. – Загл. с экрана.
38. Emissions Testing of Gas-Powered Commercial Vehicles: The results of tests to measure the greenhouse gas and air pollutant emission performance of various gas-powered HGVs, on behalf of Department for Transport. [Electronic resource] / B. Robinson, ; Editor. A. Eastlake. – London : Crown, 2017. – 38 p. – Режим доступа : <https://www.gov.uk/government/publications/emissions-testing-of-gas-powered-commercial-vehicles> – Загл. с экрана.
39. Test report of Iveco LNG-powered HD-truck. [Electronic resource] – Cryogas M&T Poland, 2017. – 11 p. – Режим доступа : [https://www.cryogas.pl/pliki\\_do\\_pobrania/artykuly/20171110\\_Raport\\_LNG\\_Unilever\\_Link\\_Iveco\\_.pdf](https://www.cryogas.pl/pliki_do_pobrania/artykuly/20171110_Raport_LNG_Unilever_Link_Iveco_.pdf). – Загл. с экрана.
40. Greenhouse gas emissions from heavy-duty natural gas, hybrid, and conventional diesel on-road trucks during freight transport [Electronic resource] / D.C. Quiros [et al.] // Atmos. Environ. 168. – 2017. – P. 36-45 – Режим доступа : <https://www.sciencedirect.com/sdfe/reader/pii/S1352231017305794/pdf>. – Загл. с экрана.
41. IEA, The Future of Trucks: Implications for energy and the environment. 2017, International Energy Agency: Paris, France.
42. Wells to wheels: Environmental implications of natural gas as a transportation fuel [Electronic resource] / H. Cai [et al.] // Energy Policy (109). – 2017. – P. 565-578 – Режим доступа : [https://www.researchgate.net/publication/318697915\\_Wells\\_to\\_wheels\\_Environmental\\_implications\\_of\\_natural\\_gas\\_as\\_a\\_transportation\\_fuel](https://www.researchgate.net/publication/318697915_Wells_to_wheels_Environmental_implications_of_natural_gas_as_a_transportation_fuel). – Загл. с экрана.

43. Li, M. Emission Characteristics of a Natural Gas Engine Operating in LeanBurn and Stoichiometric Modes. [Electronic resource] / M. Li, Q. Zhang, G. Li // *Journal of Energy Engineering* 142(3). – 2015. – . – Режим доступа : [https://www.researchgate.net/publication/282895285\\_Emission\\_Characteristics\\_of\\_a\\_Natural\\_Gas\\_Engine\\_Operating\\_in\\_Lean-Burn\\_and\\_Stoichiometric\\_Modes](https://www.researchgate.net/publication/282895285_Emission_Characteristics_of_a_Natural_Gas_Engine_Operating_in_Lean-Burn_and_Stoichiometric_Modes). – Загл. с экрана.
44. Gaseous and Particulate Exhaust Emissions of Hybrid and Conventional Cars over Legislative and Real Driving Cycles fuel [Electronic resource] / M.A. Costagliola [et al.] // *Energy and Power Engineering* (7). – 2015. – P. 181-192 – Режим доступа : [https://www.scirp.org/pdf/EPE\\_2015050615200002.pdf](https://www.scirp.org/pdf/EPE_2015050615200002.pdf). – Загл. с экрана.
45. Deactivation aspects of methane oxidation catalysts based on palladium and ZSM-5 [Electronic resource] / A. Petrov [et al.] // *Top. Catal.* 60 (1–2). – 2017. – P. 123-130 – Режим доступа : <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11244-016-0724-6.pdf>. – Загл. с экрана.
46. Wadud, Z. Air quality and climate impacts due to CNG conversion of motor vehicles in Dhaka, Bangladesh. [Electronic resource] / Z. Wadud, T. Khan // *Environ. Sci. Technol.* 47. – 2013. – P. 13907-13916 – Режим доступа : [https://www.researchgate.net/publication/258334704\\_Air\\_Quality\\_and\\_Climate\\_Impacts\\_Due\\_to\\_CNG\\_Conversion\\_of\\_Motor\\_Vehicles\\_in\\_Dhaka\\_Bangladesh/link/55762f1b08ae7521586c2caf/download](https://www.researchgate.net/publication/258334704_Air_Quality_and_Climate_Impacts_Due_to_CNG_Conversion_of_Motor_Vehicles_in_Dhaka_Bangladesh/link/55762f1b08ae7521586c2caf/download). – Загл. с экрана.
47. CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emission inventory for motor vehicles in China in 2010 [Electronic resource] / L.Q. He [et al.] // *Research of Environmental Sciences* 27. – 2014. – P. 28-35 – Режим доступа : [https://www.researchgate.net/publication/286181960\\_CH4\\_and\\_N2O\\_em](https://www.researchgate.net/publication/286181960_CH4_and_N2O_em)

- ission\_inventory\_for\_motor\_vehicles\_in\_China\_in\_2010. – Загл. с экрана.
48. Large methane emissions from natural gas vehicles in Chinese cities [Electronic resource] / N. Hu [et al.] // Atmospheric Environment 187. – 2018. – P. 374-380 – Режим доступа : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S135223101830390X>. – Загл. с экрана.
49. Delgado, O. Assessment of Heavy-Duty Natural Gas Vehicle Emissions: Implications and Policy Recommendations [Electronic resource] / O. Delgado, R. Muncrief - Washington: The International Council on Clean Transportation, 2015. – P. 42 – Режим доступа : [https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT\\_NG-HDV-emissions-assessmnt\\_20150730.pdf](https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_NG-HDV-emissions-assessmnt_20150730.pdf). – Загл. с экрана.
50. Future Methane Emissions from the Heavy-Duty Natural Gas Transportation Sector for Stasis, High, Medium and Low Scenarios in 2035 [Electronic resource] / N. Clark [et al.] // Journal of the Air & Waste Management Association, 67:12. – 2017. – P. 1328-1341 – Режим доступа : <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10962247.2017.1368737?needAccess=true>. – Загл. с экрана.
51. Burnham, A. Updated Natural Gas Pathways in the GREET1\_2017 Model [Electronic resource] / A. Burnham – Lemont : Argonne National Laboratory, 2017. – P. 12 – Режим доступа : [https://greet.es.anl.gov/files/ng\\_update\\_2017](https://greet.es.anl.gov/files/ng_update_2017). – Загл. с экрана.
52. Myhre, G., et al., Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. 2013: Cambridge University Press, Cambridge, United

Kingdom and New York, NY, USA.

53. Lipman, T.E. Emissions of Nitrous Oxide and Methane from Conventional and Alternative Fuel Motor Vehicles [Electronic resource] / T.E. Lipman, M.A. Delucchi // *Climatic Change* 53(4). – 2002. – P. 477-516 – Режим доступа : [https://www.researchgate.net/publication/227190841\\_Emissions\\_of\\_Nitrous\\_Oxide\\_and\\_Methane\\_from\\_Conventional\\_and\\_Alternative\\_Fuel\\_Motor\\_Vehicles](https://www.researchgate.net/publication/227190841_Emissions_of_Nitrous_Oxide_and_Methane_from_Conventional_and_Alternative_Fuel_Motor_Vehicles). – Загл. с экрана.
54. Real world emissions performance of heavy-duty Euro VI diesel vehicles [Electronic resource] / T. Grigoratos [et al.] // *Atmospheric Environment* 201. – 2019. – P. 348-359 – Режим доступа : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231019300056>. – Загл. с экрана.
55. Can natural gas reduce emissions from transport? Heavy goods vehicles and shipping [Electronic resource] / J. Spiers [et al.] – London : Sustainable Gas Institute, Imperial College London, 2019. – P. 126 – Режим доступа: <https://www.sustainablegasinstitute.org/wp-content/uploads/2019/02/SGI-can-natural-gas-reduce-emissions-from-transport-WP4.pdf>. – Загл. с экрана.
56. <https://www.ngvglobal.com/blog/vw-utilise-100-scania-lng-trucks-greener-logistics-0920>
57. Greenhouse Gas and Noxious Emissions from Dual Fuel Diesel and Natural Gas Heavy Goods Vehicles [Electronic resource] / M.E.J. Stettler [et al.] // *Environmental Science & Technology* 50 (4). – 2016. – P. 2018-2026 – Режим доступа : <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.5b04240>. – Загл. с экрана.
58. Regulated and Non-Regulated Emissions and Fuel Economy from Conventional Diesel, Hybrid-Electric Diesel, and Natural Gas Transit Buses [Electronic resource] / W.S. Wayne [et al.] // *Journal of the Transportation Research Forum* 47 (3). – 2008. – P. 105-125 – Режим

доступа:

<https://pdfs.semanticscholar.org/e094/731375eee0b37851d3183a548ce78e0077a3.pdf> . – Загл. с экрана.

59. Emission Rates of Regulated Pollutants from Current Technology Heavy-Duty Diesel and Natural Gas Goods Movement Vehicles [Electronic resource] / A. Thiruvengadam [et al.] // Environmental Science & Technology 49 (8). – 2015. – P. 5236-5244 – Режим доступа : <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.5b00943>. – Загл. с экрана.
60. COM/2016/0482 final - 2016/0231 (COD) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52016PC0482>
61. Regulation (EU) 2018/842 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 contributing to climate action to meet commitments under the Paris Agreement and amending Regulation (EU) No 525/2013 (Text with EEA relevance) <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=celex:32018R0842>
62. [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en)
63. Provisional deal on effort sharing emissions - another step towards Paris targets <http://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2017/12/21/provisional-deal-on-effort-sharing-emissions-another-bigstep-towards-paris-targets/>
64. A European Strategy for Low-Emission Mobility (COM/2016/0501 final) <http://eur-lex.europa.eu/legalcontent/en/TXT/?uri=CELEX%3A52016DC0501>
65. Graichen, J. Targets for the non-ETS sectors in 2040 and 2050 [Electronic resource] / J. Graichen – Berlin : Öko institute, 2016. – P. 13 – Режим доступа : <https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2050%20ESR%20targets%20v5.pdf>. – Загл. с экрана.
66. [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/cars_en)



67. [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/vans\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/vans_en)
68. [https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation_en)
69. European Commission (COM/2018/284 final) Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL setting CO2 emission performance standards for new heavy-duty vehicles <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=COM:2018:284:FIN>
70. [https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/transport/vehicles/docs/sr7\\_lot4\\_final\\_report\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/transport/vehicles/docs/sr7_lot4_final_report_en.pdf)
71. Bielaczyc, P. Current directions in LD powertrain technology in response to stringent exhaust emissions and fuel efficiency requirements [Electronic resource] / Bielaczyc, P., Woodburn, J. // Combustion Engines 166 (3). – 2016. – P. 62-75 – Режим доступа : <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-87fde1d3-515f-42d8-9f2a-a08dc5ce7977>. – Загл. с экрана.