

УДК 621.039.542.5

**ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОТ ПЕРЕВОДА ГРУЗОВОГО АВТОТРАНСПОРТА
НА КОМПРИМИРОВАННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ
В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА**



**EVALUATION OF ECONOMIC EFFICIENCY
FROM THE TRANSFER OF TRUCKS FOR COMPRESSED
NATURAL GAS AS A MOTOR FUEL**

Брижань Виталий Васильевич

кандидат экономических наук,
директор Южного филиала,
ООО «Газпром газомоторное топливо»
Brizhan-VV@gmt-gazprom.ru

Шиян Станислав Иванович

кандидат технических наук,
доцент кафедры
Оборудования нефтяных
и газовых промыслов,
Кубанский государственный
технологический университет
akngs@mail.ru

Аннотация. Компримированный природный газ – это газ природного происхождения, полученный путём сжатия в установках компрессорного типа, являющийся более дешёвой и экологичной заменой традиционным видам моторных топлив. В статье проведён анализ оценки экономической целесообразности использования компримированного природного газа на грузовом транспорте в качестве моторного топлива. Показано, что практическое применение состоит в получении инструмента для комплексного определения экономического эффекта в области использования компримированного природного газа на транспорте, получаемого как от изменения затрат при его эксплуатации, так и от снижения его антропогенного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: природный газ как моторное топливо; экологически чистое топливо; грузовой транспорт на сжатом природном газе; затраты на эксплуатацию; экономическая целесообразность; снижение антропогенного воздействия; экономический эффект.

Brizhan Vitalii Vasilievich

Candidate of economics sciences,
Director of South Branch,
of «Gazprom gas-engine fuel» LLC
Brizhan-VV@gmt-gazprom.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

Candidate of technical sciences,
Associate Professor of Oil
and gas field equipment,
Kuban state technological university
akngs@mail.ru

Annotation. Compressed natural gas is a gas of natural origin obtained by compression in compressor-type installations, which is a cheaper and more environmentally friendly substitute for traditional types of motor fuels. The article analyzes the economic feasibility of using compressed natural gas in cargo transport as a motor fuel. It is shown that the practical application consists in obtaining a tool for complex determination of the economic effect in the field of using compressed natural gas in transport, obtained both from changes in costs during its operation and from reducing its anthropogenic impact on the environment.

Keywords: natural gas as a motor fuel; ecologically clean fuel; compressed natural gas cargo transport; the cost of operation; economic feasibility; reducing anthropogenic impact; economic effect.

**Основные преимущества применения
компримированного природного газа в качестве моторного топлива**

Автомобильный парк нашей страны значительно вырос за последние годы и его увеличение продолжается. Связанный с этим рост потребления жидкого топлива на транспорте сопровождается истощением хорошо освоенных и удобно расположенных нефтяных месторождений, вследствие чего приходится осваивать новые, расположенные в труднодоступных районах. Это, в свою очередь, приводит к удорожанию как сырой нефти, так и получаемых из неё нефтепродуктов.

Между тем страна располагает большими запасами высококачественного моторного топлива, не требующего для использования в двигателях никакой химической переработки. Речь идёт о природном газе. Как моторное топливо, природный газ в

натуральном виде превосходит нефтяное топливо. При его использовании обеспечиваются высокие технико-экономические показатели в ДВС, так как природный газ имеет хорошие антидетонационные качества, создаёт благоприятные условия смесеобразования и обладает широкими пределами воспламенения в смеси с воздухом. По-видимому, по этой причине первые ДВС делались для работы именно на газе.

В конце 40-х и начале 50-х годов в СССР было освоено производство газобаллонных автомобилей, использовавших сжатый природный газ. Несколько тысяч таких автомобилей в течение нескольких лет эксплуатировались в Украине и Поволжье – районах, достаточно обеспеченных в то время природным газом.

Однако начальный уровень газоснабжения и относительно малый в то время объём добычи газа не позволили расширить применение газобаллонных автомобилей, а возросшая потребность других отраслей промышленности (например, по производству удобрений), не обеспеченных приростом добычи, привела, в конечном итоге, к прекращению выпуска таких машин и изъятия их из эксплуатации.

В настоящее время положение в корне изменилось. Магистральные газопроводы давно объединены в Единую Систему Газоснабжения, которая густой сетью покрывает всю европейскую часть России, Приморский край и остров Сахалин. И газификация продолжается бурными темпами.

Таким образом, *имеется комплекс факторов – от высоких качеств природного газа как моторного топлива до эффективного уровня развития Единой Системы Газоснабжения – определяющих широкие перспективы применения газового топлива на транспорте.*

Косвенным подтверждением целесообразности использования природного газа в качестве топлива для ДВС служит широкое использование его в Иране, Аргентине, Бразилии, Таиланде, Италии, Узбекистане, Армении, США, Японии, Германии, Канаде, Нидерландах и т.д.

Горючие газы, применяемые в качестве моторного топлива для автомобилей, можно условно разделить на три основных вида по условиям специфики содержания, влияющей на возможность использования на разных классах автомобилей (легковых, грузовых, автобусах):

1. Сжиженные нефтяные газы (СНГ).
2. Компримированные (сжатые) природные газы (КПГ).
3. Сжиженные природные газы (СПГ).

Сжиженные нефтяные газы при нормальных температурах (в диапазоне от – 20 °С до + 20 °С) и относительно небольших давлениях (1–2 МПа – 10–20 кгс/см²) находятся в жидком состоянии. Их основные компоненты – этан, пропан, бутан и весьма близкие к ним непредельные углеводороды – этилен, пропилен, бутилен и их изомер. Эти газы получают при добыче и переработке нефти и поэтому их называют сжиженными нефтяными газами (СНГ). Комплект газового оборудования для СНГ вместе с баллоном весит от 40 до 60 кг и вполне подходит для установки на легковых автомобилях. Объём баллона обеспечивает пробег около 300 км, что вполне соизмеримо с расчётным пробегом 400 км для автомобиля, работающего на бензине.

Компримированные (сжатые) природные газы (КПГ) при нормальных температурах и любых высоких давлениях находятся в газообразном состоянии. К таким газам относятся метан, водород и др. Наибольший интерес для использования в качестве горючего на автомобильном транспорте представляет метан. Он является основной частью добываемых природных газов и составной частью биогаза, получаемого в результате брожения различных канализационных отходов.

Главным недостатком природного газа, как моторного топлива, является очень низкая объёмная концентрация энергии, хотя удельная теплота сгорания жидкого топлива (бензина автомобильного) и удельная теплота сгорания природного газа сопоставимы: соответственно равны – 43–46 МДж/кг и 41–49 МДж/кг. По этой причине для использования газа в качестве моторного топлива на транспортном средстве его надо предварительно сжать до высоких давлений 25–32 МПа и более и заполнить им специальные баллоны.

Для хранения газа под таким давлением выпускаются баллоны из углеродистых и легированных сталей на давление 25–32 МПа. Каждый баллон в незаполненном состоянии весит более 100 кг. Использование их на легковом автомобиле не рационально, так как их вес соизмерим с возможной полезной нагрузкой.

В связи с этим их используют на грузовых автомобилях и автобусах.

Однако, несмотря на то, что применяемые в современной практике баллоны пока тяжелы, они полностью обеспечивают среднесуточный пробег автомобиля и могут применяться повторно при списании автомобиля. В некоторых отраслях техники применяются композитные баллоны, которые легче стальных в 3–4 раза. В этом случае массовый показатель хранения КПГ, хотя и остаётся ниже, чем у бензина, но отличается от него на величину, малосущественную в практике. Но они очень дороги.

Сжиженные природные газы (СПГ) имеют такое же происхождение и состав, как и компримированные природные газы. Только получают их охлаждением метана до минус 162 °С. Хранятся они в теплоизолированных ёмкостях.

Независимо от качества теплоизоляции газосодержащих емкостей (сосуды Дьюара), температура в них повышается, а, следовательно, этот способ содержания газового топлива может быть использован при интенсивной эксплуатации транспортного средства и его безгаражном хранении, так как периодически требуется сброс давления, т.е. выпуск порции газа.

При переводе автотранспорта на СПГ его низкую температуру возможно использовать для компенсации потерь мощности или кондиционирования воздуха в салоне автомобиля.

Переоборудование автомобиля для работы на СПГ заключается в установке специальной криогенной ёмкости, небольшого испарителя, использующего тепло выходящих газов, и монтаже газовой топливной аппаратуры, которая аналогична применяемой на газобаллонных автомобилях при работе на КПГ. Затраты на получение СПГ в 2–3 раза больше, чем на получение КПГ. Поэтому сжиженный природный газ целесообразно применять на автомобилях-рефрижераторах, где он может выполнять дополнительные функции хладагента для холодильников и кондиционеров.

Снижение расходов является одним из основных способов достижения прибыли на любом предприятии. За последние два года дизельное топливо подорожало более чем в 1,5 раза. По этим причинам предприятия, эксплуатирующие грузовую технику, проявляют большую заинтересованность к газобаллонному оборудованию для дизельных двигателей, потому что природный газ – самое дешёвое моторное топливо во всём мире, и на ближайшие 200 лет запасы его не исчерпаются. В структуре расходов статья «топливо» – самая важная, позволяющая сэкономить средства на данном этапе. На природном газе могут работать любые виды двигателей. При этом на эффективность перевода на природный газ влияет целый ряд факторов. Условно их можно разделить на две группы, сущность которых представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Основные факторы эффективности природного газа

Наименование фактора	Характеристика
Первый	Экономические факторы: изменение издержек на топливо, основную и дополнительную заработную плату, на смазочные и другие эксплуатационные материалы, на шины, на техническое обслуживание и ремонт, на амортизационные отчисления, на накладные расходы
Второй	Организационно-технические факторы: они оцениваются изменением коэффициентов использования пробега, грузо- и пассажироместимости, технической скорости и др.

Прежде чем переводить грузовой автомобиль на газ следует решить, какой из его видов выбрать. В качестве моторного топлива используют: сжиженный нефтяной газ (пропан-бутан), компримированный природный газ (метан), сжиженный природный газ (метан), – у каждого из них есть и достоинства, и недостатки, и своя область применения.

Сжиженный нефтяной газ (основные компоненты смеси) – пропан и бутан. Этот газ имеет высокую критическую температуру, что помогает его сжижать и поставлять

потребителю в «новом» агрегатном состоянии под невысоким давлением (до 1,6 МПа). Используют две марки пропан-бутано-вых смесей: летнюю (до 55 % пропана от общего объёма) и зимнюю (до 95 % пропана от общего объёма). Введение двух марок смесей позволило учесть свойства сжиженного нефтяного газа в зависимости от окружающей температуры, что позволяет круглый год эксплуатировать газобаллонные грузовые автомобили.

Сжатый (компримированный) природный газ имеет низкую критическую температуру, поэтому если бы возникла необходимость его сжижения, для этого потребовалось бы применение специальных криогенных установок. Подобная процедура приводит к удорожанию топлива и ставит под сомнение целесообразность установки ГБО. Поэтому природный газ, основа которого – метан, сжимают до 25–32 МПа, что примерно равно рабочему давлению системы, и закачивают в баллон.

Преимущества компримированного природного газа:

- **экономичность:**

Метан – самое экономичное топливо, требующее минимальных затрат на переработку. Природный газ – фактически готовое топливо, не требующее никакой переработки, кроме сжатия в компрессоре и осушки. Средняя розничная цена 1 м³ метана (который по своим энергетическим свойствам равен 1 литру бензина) – 14–17 рублей по состоянию на 1 марта 2020 года. Это примерно в 3 раза дешевле бензина или дизельного топлива.

Всё дело в том, что природный газ (КПГ) – топливо самостоятельное, его цена не зависит от стоимости нефти, как в случае с бензином и дизелем.

Цена автомобильного природного газа на протяжении многих лет остаётся неизменно стабильной. Сложный технологический процесс приготовления бензина, дизеля и пропан-бутана, а также их доставка в автоцистернах до АЗС увеличивают их стоимость на порядок. Природный газ не требует затрат на переработку, транспортируется по трубопроводам прямо на заправку. Именно поэтому его называют «готовым топливом». Природный газ, который добывается на месторождениях, проходит очистку, осушку, сжимается (компримируется) и дальше транспортируется по трубопроводам. Через распределительные сети сжатый природный газ попадает на автомобильную газонаполнительную станцию. Здесь он проходит повторную очистку, осушку, сжатие и подаётся в бак автомобиля в качестве топлива. Фактически в топливный бак газ попадает прямо с месторождения. А потому его конечная цена намного ниже, чем у продуктов нефтепереработки.

- **экологичность:**

Одно из главных преимуществ природного газа – экологичность. Газообразные углеводородные топлива относятся к наиболее чистым в экологическом отношении моторным топливам. Выбросы токсичных веществ с отработанными газами по сравнению с выбросами при работе на бензине в 3–5 раз меньше.

До 90 % загрязнения воздуха в крупных городах составляют выхлопы автотранспорта, который использует преимущественно нефтяные виды топлива. Автомобили на метане соответствуют экологическим стандартам Евро-4 и Евро-5.

- **безопасность:**

Метан относится к наиболее безопасному 4 классу топлива, согласно классификации горючих веществ по степени чувствительности. Метан почти в 2 раза легче воздуха, поэтому в случае утечки он быстро и бесследно улетучивается, а не оседает, образуя взрывоопасную концентрацию, как другие виды топлива.

- **технологично:**

Газ – это высококачественное топливо с октановым числом порядка 107–110, поэтому ни в одном из режимов работы двигателя не возникает детонация. Следовательно, снижается нагрузка на детали цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма.

Газомоторное топливо не образует отложений в топливной системе, не смывает масляную плёнку со стенок цилиндров, тем самым снижая трение и уменьшая износ двигателя. При сгорании природного газа практически не образуется твёрдых частиц и золы, вызывающих повышенный износ цилиндров и поршней двигателя.

Газ обладает всеми качествами полноценного топлива для двигателей внутреннего сгорания. Не требуется изменения конструкции грузового автомобиля при его

использовании, оставляя возможность использовать как дизельное топливо, так и газ. Переключение с одного топлива на другое осуществляется на ходу прямо из салона. При этом газобаллонное оборудование фактически дублируется дизельной системой питания, повышая безотказность грузового автомобиля и уменьшая практически до нуля риск остаться без движения при поломке в системе питания.

Газовое топливо продлевает работоспособность двигателя. Происходит более полное сгорание газозооной смеси, благодаря чему улучшаются условия смазки трущейся пары «цилиндр – поршневые кольца», так как газовое топливо не смывает масло с их стенок и не растворяет его, снижая расход масла на 10–15 %. Кроме того, двигатель работает ровнее и тише: газ легко смешивается с воздухом и равномерней наполняет цилиндры однородной смесью, газ практически не вызывает коррозию металла. В сумме все эти факторы продлевают срок службы двигателя на 30–40 %, масла и свечей – в 1,5–2 раза и, как следствие, значительно снижают затраты не только на эксплуатацию, но и на ремонт. Эксплуатация показала, что автомобили на газовом топливе более выносливы – в 1,5–2 раза дольше работают без ремонта.

Рассмотрим ряд положительных качеств использования КПГ на транспорте:

- уменьшение загрязнения моторного масла, что повышает срок его службы и разжижения, в результате чего расход масла уменьшается на 10–15 % по сравнению с бензиновыми двигателями;
- снижение выбросов вредных веществ, особенно CO, с отработавшими газами, а также снижение шумности работы двигателя;
- значительное снижение нагара на деталях цилиндропоршневой группы, что увеличивает моторесурс двигателя в среднем на 35–40 %;
- увеличение срока службы свечей зажигания примерно на 40 %;
- уменьшение в 3–4 раза выброса твёрдых частиц с отработавшими газами и значительное снижение содержания канцерогенных веществ при работе двигателя по газодизельному циклу.

При использовании правильно установленного газобаллонного оборудования и работе на газовом топливе грузовой автомобиль получает ряд очевидных преимуществ, основным из которых является минимальная амортизация при использовании КПГ. При правильной эксплуатации установленного газового оборудования межремонтный период до замены резинотехнических изделий составит не менее 5 лет. Более того, многие детали установленного ГБО могут быть переустановлены на другой грузовой автомобиль, продолжая служить ещё долгое время.

При этом суммарный пробег на одной заправке при установке газового оборудования возрастает вдвое (обычно на грузовой автомобиль устанавливается газовое оборудование с ёмкостью не меньше, чем ёмкость дизельного бака). Это преимущество газобаллонного оборудования особенно полезно тем, кто совершает поездки на дальние расстояния.

Важным конкурентным преимуществом метана является бесперебойность его поставок. Этот факт в последние время по достоинству оценили предприниматели, которые уже используют метан на своём автотранспорте.

Ещё одним плюсом природного газа является то, что его нельзя испортить. Этот продукт поступает, по сути, из недр земли прямо в «бак» автомобиля. Происходит только его необходимая очистка и осушка на специальных установках.

Оценка экономической эффективности от применения компримированного газа в качестве моторного топлива

Для определения целесообразности переоборудования грузовой техники предприятия «N», расположенного на территории Краснодарского края, необходимо определить срок окупаемости вложений на конкретных моделях грузовой техники, входящих в состав парка данного предприятия, и рассчитать экономический эффект от произведённых финансовых затрат. Для этого возьмём парк грузовой техники (автомобили «IVECO», «КАМАЗ», «УРАЛ») предприятия «N» (табл. 2).

Таблица 2 – Состав грузовой техники предприятия «N»

Марка транспортного средства	Итого количество транспортного средства, шт.	Годовой пробег одного автомобиля, км	Норма расхода топлива, л/100 км
ИВЕКО АМТ 633930	20	120 000	85
Урал 58491	1	25 000	45
КАМАЗ 5482	1	15 000	30
ИВЕКО 6339	6	100 000	81
КАМАЗ 646500	2	60 000	62

Как видно из таблицы 2, состав автопарка предприятия «N» разномарочный, с большим среднегодовым пробегом.

Произведём расчёт экономического эффекта от капитальных вложений на полное переоборудование указанных 30 единиц грузовых автомобилей на работу на газовом топливе.

Рассмотрим в качестве поставщика газобаллонного оборудования АО «Автосистема» (г. Екатеринбург) – это специализированное предприятие по поставкам газобаллонного оборудования для перевода грузовой техники на газомоторное топливо, которое и будет осуществлять данные поставки для предприятия «N».

Для начала рассмотрим принцип работы газодизельной системы питания двигателя. Газодизельная система питания двигателя – единственный эффективный способ снижения расходов на дизельное топливо.

В настоящее время существует уникальная высокотехнологичная конструкция, обладающая высочайшим качеством и надёжностью, предназначенная для переоборудования дизельных двигателей. Данная технология уже получила в народе название газодизель (ГБО, предназначенное для дизельных двигателей).

Система распределённого впрыска газодизеля предназначена для переоборудования дизельных двигателей для работы в режиме двойного топлива – «дизель – газ». При этом дизельное топливо используется как запальная доза для воспламенения смеси ввиду отсутствия на дизельных двигателях искровой системы зажигания.

Увеличение экономических показателей достигается при использовании в виде второго топлива компримированного природного газа. Высокий процент замещения и высокая эффективность работы достигаются за счёт использования комбинированной технологии. Максимальный процент замещения при использовании КПГ составляет 85 %, средний процент замещения – 70 %.

Благодаря оригинальному алгоритму, где применена система ГБО, в каждый момент времени работы двигателя происходит мониторинг нагрузки оборотов двигателя и данных, поступающих с собственных датчиков.

После обработки этих данных блок управления газобаллонного оборудования выдаёт управляющие сигналы на форсунки газового впрыска, обеспечивая подачу газа в двигатель и на шаговый двигатель/электронный блок, ограничивающий подачу дизельного топлива. Таким образом, поддерживается оптимальный топливный баланс, что в разы увеличивает эффективность работы по сравнению с аналогами, использующими жёсткие ограничения ТНВД в комбинации с инжекторной системой подачи газа.

Для грузовой техники предприятия «N» будем использовать ГБО 4 поколения, соответствующее стандарту Евро-4 и Евро-5. Для данных моделей грузовых машин предприятия «N» будет установлено метановое ГБО с комбинированной подачей в двигатель метана и дизельного топлива. Установлена кассета из восьми цельнометаллических цилиндрических баллонов (тип-1) общим объёмом 400 литров (95 м³ метана), расположенных за водительской кабиной. Система из восьми цельнометаллических метановых баллонов (тип 1, CNG-1) по 50 л каждый.

Переход с дизельного топлива на газ и с газа на дизельное топливо осуществляет водитель со своего места без остановки автомобиля.

Основными составляющими газобаллонного оборудования являются:

1) редуктор-испаритель – обеспечивает ступенчатое снижение давления газа для подачи газозоудшной смеси в камеру сгорания;

2) газовый и бензиновый электроклапаны – перекрывают подачу одного вида топлива при переводе двигателя на другой;

3) мультиклапан (запорная арматура баллона) – ограничивает максимальное давление газа в баллоне, выполняет функции отсечки газа для обеспечения паровой подушки в баллоне, служит индикатором количества газа в баллоне;

4) переключатель видов топлива – обеспечивает переключение с одного вида топлива на другой;

5) баллон – стальная ёмкость для газового топлива;

6) смеситель – обеспечивает приготовление газозоодушнoй смеси для двигателя. Смеситель подбирается индивидуально в соответствии с конструкцией двигателя.

По расчётам АО «Автосистема» затраты на переоборудование грузовых автомобилей на предприятии «N» составляют по каждому виду грузовой техники от 200 тыс. руб. до 350 тыс. руб. (табл. 3).

Таблица 3 – Расходы на переоборудование грузовой техники

Марка транспортного средства	Сумма, тыс. руб.
ИВЕКО АМТ 633930	350
Урал 58491	200
КАМАЗ 5482	210
ИВЕКО 6339	310
КАМАЗ 646500	215

Данные для расчётов расхода топлива представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Стоимость дизельного топлива и КПГ по состоянию на 1 марта 2020 года

Вид топлива	Стоимость 1 литра, рублей	Коэффициент увеличения расходов*
ДТ	29	1
КПГ	14	1,15

* О введении в действие методических рекомендаций «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте»: распоряжение Минтранса России от 14.03.2008 г. № АМ-23-р (ред. от 14.07.2015 г.) // Справочно-правовая система «Консультант Плюс»

Срок окупаемости комплекта газобаллонного оборудования будем рассчитывать по маркам грузовой техники, так как разные модели имеют разный расход топлива, а также разный среднегодовой пробег.

Найдём стоимость расхода дизельного топлива на эксплуатацию одного грузового автомобиля в течение одного года по следующей формуле:

$$T_{\partial m} = \frac{H_s \cdot S}{100} \cdot P, \quad (1)$$

где H_s – разовая норма расхода топлива на 100 км; S – среднегодовой пробег грузового автомобиля; P – цена за 1 литр топлива.

Стоимость КПГ на эксплуатацию одного грузового автомобиля в течение одного года, учитывая коэффициент увеличения расхода, рассчитывается по следующей формуле:

$$T_z = \frac{H_s \cdot S \cdot Q}{100} \cdot P, \quad (2)$$

где H_s – разовая норма расхода топлива на 100 км; S – среднегодовой пробег грузового автомобиля; Q – коэффициент увеличения расходов; P – цена за 1 литр КПГ.

Найдём разность затрат (экономия на стоимости топлива) на стоимость топлива для эксплуатации одного грузового автомобиля в течение одного года по следующей формуле:

$$R_y = T_{\text{дт}} - T_r, \quad (3)$$

где $T_{\text{дт}}$ – стоимость дизельного топлива на эксплуатацию одного грузового автомобиля в течение одного года; T_r – стоимость КПГ на эксплуатацию одного грузового автомобиля в течение одного года.

Рассчитаем общий срок окупаемости ГБО по следующей формуле:

$$T = \frac{R_{\text{ГБО}} \cdot n}{R_{t/12}}, \quad (4)$$

где $R_{\text{ГБО}}$ – затраты на ГБО одной грузовой машины; $R_{t/12}$ – экономия на стоимости топлива за 1 месяц; n – количество машин.

Все полученные результаты сведём в таблицу 5.

Таблица 5 – Сводные данные по экономии расходов на стоимости топлива

Марка транспортного средства	Затраты на ГБО, млн руб.	Затраты, млн руб.		Экономия на топливе		Срок окупаемости, месяц
		ДТ	КПГ	год / млн руб.	месяц / тыс. руб.	
ИВЕКО АМТ 33930	7	59,16	32,84	26,32	2,19	3
Урал 58491	0,20	0,33	0,18	0,15	0,01	16
КАМАЗ 5482	0,21	0,13	0,07	0,06	0,01	43
ИВЕКО 6339	1,86	14,09	7,82	6,26	0,52	4
КАМАЗ 646500	0,43	2,16	1,19	0,96	0,08	5
ИТОГО	9,70	75,87	42,10	33,75	2,81	3,5

При расчёте срока возврата затрат от капитальных вложений на переоборудование парка грузовой техники предприятия «N» на работу на газовом топливе составит: $\frac{9,70}{2,81} = 3,5$ месяцев. Данные расчёты показывают, что перевод данной грузовой техники на работу на газовом топливе является целесообразным и позволит сэкономить на расходах на топливо для грузовых машин 2,81 млн руб. ежемесячно.

Можно сделать вывод, что экономия затрат от использования КПГ в виде моторного топлива составляет 55 %.

При этом для перевода всего парка грузовой техники на работу на газовом топливе предприятие «N» израсходует 9,70 млн руб. и получит экономию на стоимости топлива за год в размере 33,75 млн руб., включая НДС 18 %.

При расчёте полной экономической эффективности перевода грузовой техники на работу на газовом топливе следует учесть и заложить расходы на дальнейшее техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) установленного ГБО. Для этого воспользуемся рекомендациями АО «Автосистема», которые установили оборудование на грузовые автомобили предприятия «N» и взяли на себя обязательства по техническому обслуживанию и техническому ремонту оборудования. Рассчитаем возможные затраты на эксплуатацию установленного ГБО (таблица 6 и рисунок 1) и экономию на ТО грузовой техники.

Таблица 6 – Прейскурант цен на техническое обслуживание и ремонт газобаллонного оборудования

Вид работ	Цена за единицу, тыс. руб.	Примечание
Замена ремонтного комплекта редуктора	5	включая стоимость запасных частей
Диагностика ГБО	3	
Регулировка ГБО	2,5	включая слив конденсата
Опрессовка баллона с запорной арматурой	3,5	рекомендуется выполнять раз в 2 года

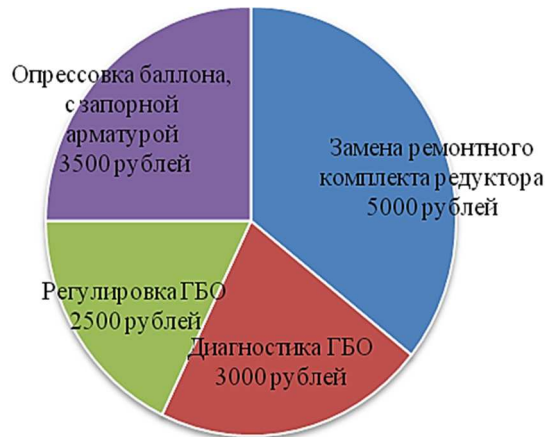


Рисунок 1 – Основная стоимость на виды работ при ТО газобаллонного оборудования

Заметим, что общий срок работы новой газобаллонной установки для дизельных двигателей (4 поколение), к которому относится оборудование, составляет 500–600 тыс. км пробега и совмещаем замену ремонтного комплекта редуктора с очередным техническим обслуживанием самого грузового автомобиля (для всех марок автомобилей), находящегося в эксплуатации на предприятии «N». Рекомендованный интервал технических обслуживаний составляет 80 тыс. км пробега, но после корректировки интервал ТО составит 120 тыс. км для всей грузовой техники, тогда затраты на одно техническое обслуживание и ремонт парка грузовых автомобилей составит 245 тыс. руб. Для грузовой техники ТО необходимо производить 2 раза в год. Общий расход по ТО составляет 490 тыс. руб.

В соответствии с п. 1 ст. 258 Налогового кодекса Российской Федерации основные средства (в нашем случае грузовая техника) распределяются по амортизационным группам в соответствии со сроками его использования.

Грузовая техника предприятия «N» относится к пятой амортизационной группе основных средств. Срок полезного использования (далее СПИ) составляет свыше 7 и до 10 лет. Рассчитаем ежегодную сумму амортизации на газобаллонное оборудование по следующей формуле:

$$A_{год} = T \cdot A, \quad (5)$$

где T – общие затраты на ГБО, руб.; A – процент годовой амортизации.

В нашем случае годовая амортизация грузовой техники предприятия «N» равна 0,97 млн руб.

Важным моментом для использования газобаллонного оборудования грузовой техники является выбор АГНКС для заправки машин компримированным природным газом.

Предприятие «N» для заправки грузовой техники планирует приобрести передвижной автогазозаправщик ПАГЗ-2500/32-4 (шасси КАМАЗ-53229 6x4). Рассмотрим основные характеристики данного передвижного автогазозаправщика ПАГЗ-2500/32-4, представленные в таблице 7.

Таблица 7 – Основная техническая характеристика

Характеристика	Значение
1	2
Объем газа в блоке сосудов, м ³	2500
Максимальное давление заправки сосудов ПАГЗ, МПа (кгс/м ²)	32 (326,5)
Рабочее давление заправки газобаллонных автомобилей, МПа (кгс/м ²)	20 (204)
Количество сосудов, шт.	14
Количество секций, шт.	4

Окончание таблицы 7

1	2
Число постов заправки, шт.	2
Рабочая среда	сжатый природный газ по ГОСТ 27527
Характеристика	Значение
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм:	8800×2500×3100
Максимальная скорость, км/ч	80
Срок эксплуатации, лет	10
Масса, кг:	
перевозимого газа	2000
полная	24000
Средний объём заправки, м³:	
грузовых автомобилей	62
автобусов	104
малолитражных автомобилей	30
Число заправляемых за один рейс, шт.:	
грузовых автомобилей	29
автобусов	17
малолитражных автомобилей	30
Коэффициент опорожнения:	
без компрессора	0,72
малолитражных автомобилей	30

Транспортировка и хранение компримированного природного газа производится в легированных баллонах, установленных на грузовом автомобильном полуприцепе или прицепе под рабочим давлением 20 МПа.

Стоимость передвижного автогазозаправщика ПАГЗ-2500/32-4 с базовым шасси КАМАЗ-53229 составляет 6,5 млн руб. Для предприятия «N» целесообразней приобрести два таких ПАГЗ-2500/32-4. Время заправки одного автомобиля от ПАГЗ-2500/32-4 составляет не более 15 мин. Указанные газозаправщики в количестве 2 единицы будут заправлять грузовую технику природным газом в радиусе до 150 км от АГНКС в Краснодарском крае. При этом сам автогазозаправщик будет заправляться природным газом от АГНКС.

В дальнейшем планируется, что предприятие «N» и «Газпром» разработают сотрудничество по установке газовой заправки на метане в радиусе до 50 км. Данная схема заправки наиболее предпочтительна, так как обеспечивает максимальные загрузки и КПД автогазозаправщиков, до минимума сокращая путь пробега между заправками.

Сведём полученные результаты фактических данных по статьям затрат на грузовой автопарк предприятия «N» в таблицу 8.

Таблица 8 – Сводная таблица затрат на перевод грузовой техники на моторное топливо компримированный природный газ, млн руб.

№№ n/n	Статья затрат	Фактическое	Расчёт при переоборудовании	Экономия (перерасход)	Примечание
1	ТО и ТР ГБО	0,95	0,49	0,46	снижение 51 %
2	Заправка топливом, л/м³	75,87	42,12	33,75	снижение 56 %
3	Амортизация	2,12	0,97	1,15	снижение на 46 %
4	Переоборудование (установка ГБО)	–	9,70	–9,70	
5	ПАГЗ-2500/32-4	–	13,00	–13,00	
ИТОГО:		78,94	66,28	12,66	снижение на 16 %

Общий срок окупаемости капитальных затрат на переоборудование грузовой техники предприятия «N» на работу на газовом топливе равен 1,9 года.

На рисунке 2 представлена динамика затрат на перевод грузовой техники на компримированный природный газ.

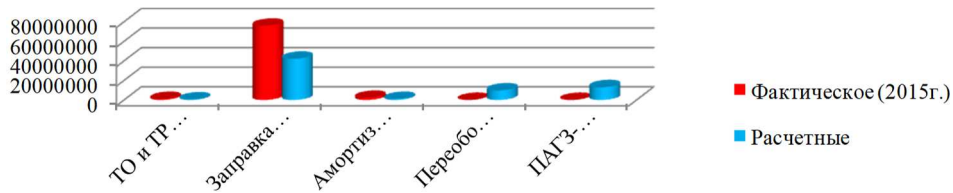


Рисунок 2 – Динамика затрат на перевод грузовой техники на моторное топливо компримированный природный газ

Подведём итоги проделанной работы.

Во-первых, нами выполнен расчёт экономического обоснования перевода парка грузовых автомобилей предприятия «N» для работы на газовом топливе.

Во-вторых, наглядно показаны полученные финансовые результаты капитальных вложений на перевод грузовых автомобилей для работы на газовом топливе. Как видно из расчётов, вложенная сумма капитальных вложений полностью окупается за 2 года за счёт экономии на стоимости топлива и позволяет снизить общие затраты на содержание парка грузовых автомобилей на 16 % в год.

По произведённым расчётам был проведён SWOT-анализ, подтверждающий экономическую эффективность перевода грузовой техники предприятия «N» на компримированный природный газ, данные которого представлены в таблице 9.

Таблица 9 – SWOT-анализ перевода транспортных средств предприятия «N» на компримированный природный газ в качестве моторного топлива

S – сильные стороны	O – возможности
<ul style="list-style-type: none"> Россия занимает первое место в мире по добыче и запасам природного газа. Они составляют 47,6 трлн. м³, или около 27–30 % общемировых запасов; КПГ – дешёвое топливо почти в 3 раза (экономичность, стоимость 1 м³ равно в среднем 14–16 руб.); экологически и экономически привлекательно и безопасно при соблюдении ТО и ТР: снижение вредности выбросов при переводе транспорта на природный газ. Отсутствие серы и свинца в отработавших газах (ОГ); высококачественное протекание процесса сгорания, бездетонационная работа двигателя; наиболее низкие среди видов топлива температурные и концентрационные пределы воспламенения (КПГ); двойное применение (СПГ): как моторное топливо и хладагент (с длительным сроком эксплуатации) для рефрижераторов, холодильников и кондиционеров; газовое топливо продлевает работоспособность двигателя (масло при работе двигателя на газе можно менять реже, чем при заправке бензином; межремонтный пробег газового двигателя более продолжительный по сравнению с бензиновым; увеличивается срок службы свечей зажигания); при правильно выбранном режиме работы двигателя на газовом топливе снижается и уровень создаваемого шума; при выработке газа двигатель останавливается не сразу, а прекращает работу через 2–4 км пробега 	<ul style="list-style-type: none"> падение энергетической отдачи инвестиций в нефтедобычу; тенденция к общемировому снижению добычи нефтяных видов моторного топлива и нарастание его дефицита; заводской выпуск газобаллонных метановых легковых и грузовых автомобилей ведущими мировыми автогигантами; развитие широкой сети АГНКС и включения постов заправки КПГ в комплексные АЗС; возможность постройки АГНКС непосредственно в городских кварталах жилой и общественной застройки, в том числе в подземных гаражах; постоянный рост цен на исходное нефтяное сырьё и конечные продукты; возможно применение СПГ на тепловозах (заменяет до 80 % дизельного топлива) при работе в двухтопливном режиме, как основного топлива для судовых и авиационных двигателей, двигателей сельскохозяйственной техники (работающих в стабильных режимах); использование КПГ в качестве энергоносителя для удалённых от распределительных и магистральных газопроводов
W – слабые стороны	T – угрозы
<ul style="list-style-type: none"> необходимость заправки газового баллона газом только строго определённого диапазона давления; высокая стоимость перевода автотранспорта на газобаллонное оборудование; 	<ul style="list-style-type: none"> более широкое развитие (1,5–2 тыс.) сети АГЗС, реализующих СУГ; неразвитость (215 станций в РФ) сети АГНКС сдерживает массовый перевод автотранспорта на КПГ;

Окончание таблицы 9

<ul style="list-style-type: none"> • при несоблюдении правил эксплуатации могут возникнуть медицинские опасности – удушье и обморожение; • трудности в приобретении запасных частей (ремкомплектов для импортных редукторов, газовых фильтров, блоков арматуры); • ограниченный срок бездренажного хранения природного газа (в противном случае газ испаряется и повышается давление в баллонах); • заправка газом производится медленнее, чем бензином, дизелем; • большая масса и габариты баллонов, их высокая стоимость вкуче со стоимостью арматуры 	<ul style="list-style-type: none"> • отсутствие в РФ чёткой законодательной основы переоборудования автотранспорта на КППГ и закона о применении альтернативных моторных топлив; • отмена государственного регулирования цен на природный газ; • отсутствие в РФ сертификации на комплексные топливораздаточные колонки
---	--

Общий экономический эффект от перевода грузовой техники предприятия «N» на компримированный природный газ составит 33,75 млн руб.

Максимальный срок окупаемости капитальных вложений на переоборудование парка грузовой техники предприятия «N» на работу на газовом топливе составляет $\frac{66,28}{33,75} = 1,96 \approx 2$ года.

Обобщая вышеприведенные расчёты можно отметить, что перевод грузовой техники предприятия «N» на компримированный природный газ в качестве моторного топлива позволит снизить потребление дизельного топлива. Использование природного газа в качестве моторного топлива ведёт к значительному снижению концентрации вредных веществ в отработанных газах двигателей. Применение природного газа обеспечивает по сравнению с дизельным топливом снижение токсичных веществ в отработанных газах и снижение дымности в несколько раз, что позволит снизить техногенную нагрузку на окружающую среду.

Следует также сказать, что Юг России – крупнейший потребитель природного газа в качестве моторного топлива. В таблице 10 показан план ввода объектов ГМИ ООО «Газпром газомоторное топливо» в эксплуатацию в регионах Южного кластера, а в таблице 11 – объём реализации ГМТ в регионах Южного кластера (тыс. м³).

Таблица 10 – План ввода объектов ГМИ ООО «Газпром газомоторное топливо» в эксплуатацию в регионах Южного кластера

Регион	ГМИ в эксплуатации ноябрь 2019 г. (факт)	План технического ввода объектов ГМИ, ед./год			Итого
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	
Ростовская область	11	9	5	15	40
Краснодарский край	15	–	2	6	23
Волгоградская область	6	1	2	–	9
Республика Адыгея	2	–	–	–	2
Астраханская область	3	–	–	–	3
Общий итог	37	10	9	21	77

Таблица 11 – Объём реализации ГМТ в регионах Южного кластера (тыс. м³)

Регион	2017 г.	2018 г.	2019 г. (10 мес.)
Ростовская область	33 353	36 615	35 114
Краснодарский край	44 960	49 580	51 224
Волгоградская область	29 556	29 384	25 114
Астраханская область	918	2 150	1 453
Республика Калмыкия	0	0	0
Общий итог	108 787	117 729	112 905

Действующая газозаправочная инфраструктура и перспективы её развития в Краснодарском крае и Республике Адыгея приведена на рисунке 4.

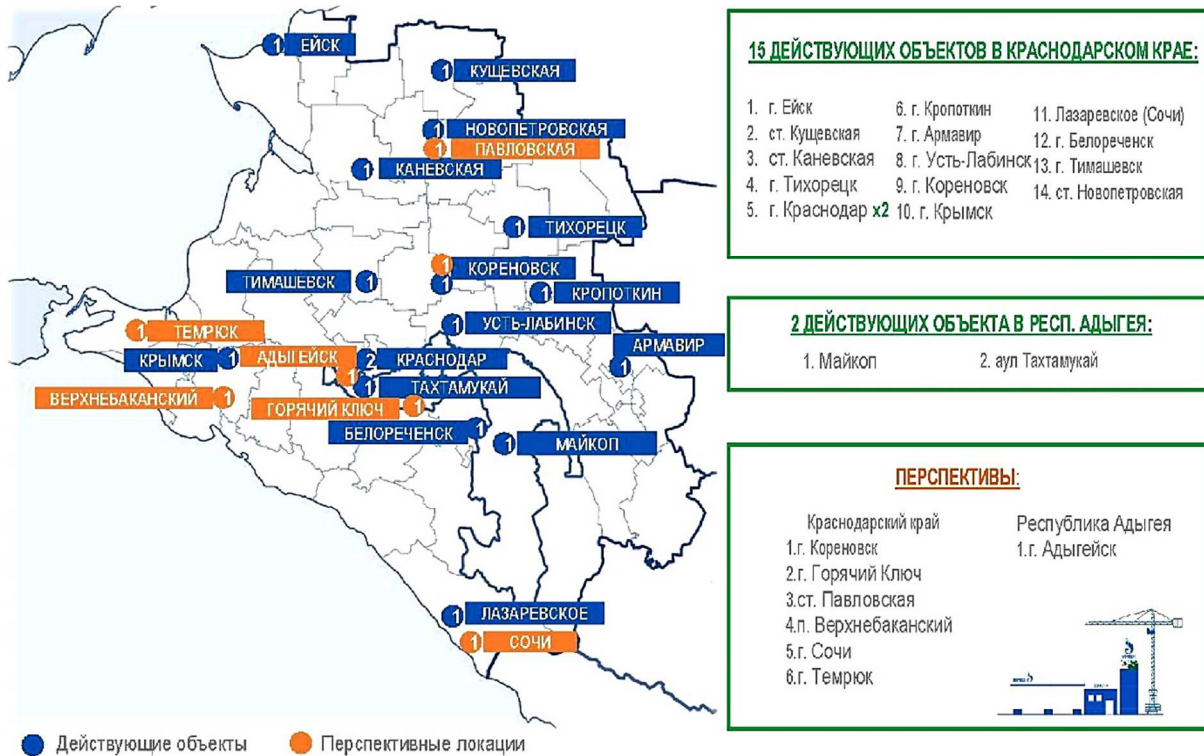


Рисунок 4 – Действующая газозаправочная инфраструктура и перспективы её развития в Краснодарском крае и Республике Адыгея

С целью увеличения количества АГНКС необходимо ускорить работу по выделению земельных участков для строительства объектов газомоторной инфраструктуры в крупных административных центрах и на транзитных автодорогах с высокой степенью загруженности:

- г. Краснодар – 3 ед.;
- г. Сочи – 2 ед.;
- г. Новороссийск – 2 ед.;
- г. Анапа – 2 ед.;
- г. Геленджик – 2 ед.;
- Темрюкский район – 2 ед.

В связи с особой важностью развития потребления экологически чистого природного газа в качестве моторного топлива необходимо рассмотреть вопросы в части применения мер стимулирования использования компримированного природного газа в регионах Южного федерального округа.

Литература

1. Гребёнкина А.В., Литвинова Т.А., Косулина Т.П. Применение принципов НДТ к процессам подготовки природного газа к транспорту // Булатовские чтения. – 2017. – Т. 4. – С. 130–133.
2. Григорьева О.С., Будкевич Р.Л. Противоизносные присадки как способ улучшения качества дизельного топлива // Булатовские чтения. – 2018. – Т. 5. – С. 75–77.
3. Карпова А.А., Лукманов А.В., Хакимов И.Р. Синтез многофункциональной присадки к моторным топливам // Булатовские чтения. – 2018. – Т. 5. – С. 129–131.
4. Кириллов Н.Г. Нефть, природный газ и альтернативные моторные топлива // Нефтегазовые технологии. – 2002. – № 4. – С.15–20.
5. Клементьев А.С., Филькин Н.М. Экономическая эффективность автомобилей при конвертации их двигателей внутреннего сгорания на компримированный природный газ // Технология колесных и гусеничных машин. – 2014. – № 4. – С. 11–16.
6. Лукманов А.В., Карпова А.А., Хакимов И.Р. Синтез многофункциональной присадки к бензиновым топливам // Булатовские чтения. – 2018. – Т. 5. – С. 163–166.

7. Миров Б.К. Экологическая эффективность применения сжиженного углеводородного газа на автомобильном транспорте в качестве моторного топлива // *Материалы V Международной научной конференции «Актуальные вопросы технических наук» (20–23 февраля 2019 года)*. – Санкт-Петербург: Своё издательство, 2019. – С. 45–48.
8. Николаева Л.А. Определение пригодности композиционного топлива к хранению // *Булатовские чтения*. – 2018. – Т. 5. – С. 229–230.
9. Рахмонов Т.З. Исследование гидродинамики массообменных тарелок колонных аппаратов установок для очистки природного газа // *Булатовские чтения*. – 2018. – Т. 6. – С. 79–84.
10. Самсоненко И.А. Перспективы сжижения и использования шахтного метана в качестве моторного топлива // *Булатовские чтения*. – 2018. – Т. 5. – С. 273–274.
11. Сковороднева Е.В. Экономические и экологические аспекты применения газомоторного топлива как основной альтернативы существующим видам топлива // *Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные достижения зелёной логистики: международный опыт и российская практика»*. XIII Южно-Российский логистический форум (19–20 октября 2017 года, г. Ростов-на-Дону). – Ростов-на-Дону : Ростовский государственный экономический университет (РИНХ), 2017. – С. 349–352.
12. Тихомирова О.Б., Тихомиров А.Н. Новые вопросы перевода на газ автомобильных двигателей // *Транспортные системы*. – 2017. – № 2 (5). – С. 44–50.
13. Фаттахова А.Ф., Дрючин Д.А., Янучков М.Р. Обоснование области применения газового топлива на автомобилях с бензиновыми двигателями // *Вестник Оренбургского государственного университета*. – 2015. – № 4 (179). – С. 119–125.
14. Хабибуллин А.М., Каримова А.Р. Получение синтетической нефти из природного газа // *Булатовские чтения*. – 2017. – Т. 4. – С. 238–240.
15. Хаматнурова Е.Н., Чурсина Ю.А., Хакимов Ф.Ж., Минхайдаров А.Р. Экономическое обоснование перевода парка автомобилей на газовое топливо // *Интернет-журнал «Науковедение»*. – 2014. – № 6. – URL : <http://naukovedenie.ru/PDF/26EVN614.pdf> (доступ свободный). – DOI: 10.15862/26EVN614
16. Шелудков В.Г., Ильиных В.Д. Газомоторное топливо – экономически выгодный альтернативный вид топлива // *Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Проблемы функционирования систем транспорта»*: в 2-х томах (05–07 декабря 2018 года, г. Тюмень.). – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. – Т. 1. – С. 398–401.
17. Шиян С.И. [и др.]. Возможности расширения системы газоснабжения удалённых населённых пунктов регионов России с помощью автономных систем газоснабжения // *Булатовские чтения*. – 2020.
18. Штанько Е.О. Газомоторное топливо как современная альтернатива традиционным видам топлива // *Тезисы докладов XIII Международной учебно-научно-практической конференции «Трубопроводный транспорт – 2018»*. – Уфа : Уфимский государственный нефтяной технический университет. – С. 149–150.
19. Яковлев А.Л. Проектирование «зелёной» цепи поставок природного газа на примере предприятия ООО «Газпром добыча Ноябрьск» // *Сборник публикаций Научно-информационного центра «Знание» по материалам VII международной заочной научно-практической конференции «Развитие науки в XXI веке» (30 октября 2015 года, г. Харьков)*. – Д. : научно-информационный центр «Знание», 2015. – С. 15–18.

References

1. Grebionkina A.V., Litvinova T.A., Kosulina T.P. Application of the BAT principles to the natural gas preparation processes for transportation // *Bulatovskie readings*. – 2017. – Vol. 4. – P. 130–133.
2. Grigoryeva O.S., Budkevich R.L. Anti-wear additives as a way of the diesel fuel quality improvement // *Bulatovskie readings*. – 2018. – Vol. 5. – P. 75–77.
3. Karpova A.A., Lukmanov A.V., Khakimov I.R. Synthesis of the multifunctional additive to the motor fuel // *Bulatovskie readings*. – 2018. – Vol. 5. – P. 129–131.
4. Kirillov N.G. Oil, natural gas and the alternative motor fuels // *Oil-gas technologies*. – 2002. – № 4. – P.15–20.
5. Klement'ev A.S., Filkin N.M. Economic efficiency of the cars at conversion of their internal combustion engines to the compressed natural gas // *Technology of the wheeled and tracked cars*. – 2014. – № 4. – P. 11–16.
6. Lukmanov A.V., Karpova A.A., Khakimov I.R. Synthesis of the multifunctional petrol-gas fuel additive // *Bulatovskie readings*. – 2018. – Vol. 5. – P. 163–166.
7. Mirov B.K. Ecological efficiency of the liquefied hydrocarbon gas application on the motor transport as a motor fuel // *Proc. of V International scientific conference «Actual problems of technical sciences»*. (20–23 February 2019). – St. Petersburg: Own Publishing House, 2019. – P. 45–48.

8. Nikolaeva L.A. Determination of a composite fuel suitability for storage // Bula-tovskie readings. – 2018. – Vol. 5. – P. 229–230.
9. Rakhmonov T.Z. Hydrodynamics research of the mass exchange plates for the column apparatuses of the natural gas purification installations // Bulatovskie readings. – 2018. – Vol. 6. – P. 79–84.
10. Samsonenko I.A. Prospects of the mine methane liquefaction and use as a motor fuel // Bulatovskie readings. – 2018. – Vol. 5. – P. 273–274.
11. Skovorodneva E.V. Economic and ecological aspects of the gas-engine fuel application as the main alternative to the existing types of fuel // Materials of the international scientific-practical conference «Innovative achievements of the green logistics: international experience and Russian practice». XIII South-Russian Logistics Forum (October 19–20, 2017, Rostov-on-Don). – Rostov-on-Don : Rostov State Economic University (RINH), 2017. – P. 349–352.
12. Tikhomirova O.B., Tikhomirov A.N. New questions of the automotive engines conversion to gas // Transport systems. – 2017. – № 2 (5). – P. 44–50.
13. Fattakhova A.F., Drewchin D.A., Yanuchkov M.R. Justification of the gas fuel application field on the cars with the petrol engines // Vestnik of the Orenburg State University. – 2015. – № 4 (179). – P. 119–125.
14. Khabibullin A.M., Karimova A.R. Getting of the synthetic oil from the natural gas // Bu-latovskie readings. – 2017. – Vol. 4. – P. 238–240.
15. Khamaturova E.N., Chursina Yu.A., Khakimov F.J., Minkhaidarov A.R. Economic justification of the car park transfer to the gas fuel // Internet journal «Naukovedenie». – 2014. – № 6. – URL : <http://naukovedenie.ru/PDF/26EVN614.pdf> (free access). – DOI: 10.15862/26EVN614
16. Sheludkov V.G., Ilyinikh V.D. Gas motor fuel - economically viable alternative fuel // Proceedings of the International Scientific Conference of undergraduate, graduate students and young scientists «Problems of transport systems functioning»: in 2 volumes (05–07 December 2018, Tyumen.). – Tyumen : Tyumen Industrial University, 2019. – Vol. 1. – P. 398–401.
17. Shiyan S.I. [et al.]. Possibilities of expansion of gas supply system for the remote settlements of Russian regions by means of the autonomous gas supply systems // Bulatovskie readings. – 2020.
18. Shtanko, E.O. Gas motor fuel as a modern alternative to the traditional types of fuel // Abstracts of the XIII International educational and practical conference «Pipeline transport – 2018». – Ufa : Ufa State Oil Technical University. – P. 149–150.
19. Yakovlev A.L. Designing of the «green» natural gas supply chain on the example of «Gazprom dobycha Noyabrsk» Ltd enterprise // Collection of publications of Scientific-Information Center «Znanie» on the materials of the VII International distance learning scientific-practical conference «Development of science in the XXI century». (October 30, 2015, Kharkov). – D. : Scientific-Information Center «Knowledge», 2015. – P. 15–18.