

Обзор существующих технологий и опыта сокращения выбросов парниковых газов на примере объектов розничной реализации нефтепродуктов

Рощин П.В.^{1,2}, Давыдов М.А.^{1,2}, Бодоговский С.В.¹, Савельев А.А.¹, Огородникова Е.М.¹, Логинов А.А.¹, Рашевская Ю.А.¹, Никитин А.В.², Гилаев Г.Г.³

¹ООО «СамараНИПИнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Самара, Россия; ²ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, Россия;

³ФГБОУ УВО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, Россия

roschinpv@samnipi.rosneft.ru

Аннотация

В работе представлен обзор существующих технологий сокращения выбросов парниковых газов, оценка их потенциала и опыта применения на объектах коммерции и логистики топливно-энергетических компаний. Для сокращения выбросов ПГ по Охвату 1 рассмотрен транспорт — грузовые автомобили, работающие на дизельном топливе (тягачи) для перевозки нефтепродуктов. Наибольший эффект сокращения выбросов ПГ при транспортировке нефтепродуктов отмечается при условии эксплуатации электротранспорта (до 100 % сокращения выбросов ПГ при потреблении «зеленой электроэнергии») и транспорта на водородном топливе.

Материалы и методы

Выполнен обзор и обоснование технологий сокращения выбросов парниковых газов на автозаправочных станциях и транспорте (на дизельном топливе) для доставки топлива к ним и дальнейшей розничной реализации. Охват 2 представлен выбросами от потребления электрической энергии из энергосети, используемой

автозаправочными станциями. Расчеты выбросов ПГ по обоим Охватам выполнены за период 1 год.

Ключевые слова

парниковые газы, автозаправочная станция, декарбонизация, сокращение выбросов, углеродный менеджмент, углекислый газ, солнечная панель, ветрогенератор

Для цитирования

Рощин П.В., Давыдов М.А., Бодоговский С.В., Савельев А.А., Огородникова Е.М., Логинов А.А., Рашевская Ю.А., Никитин А.В., Гилаев Г.Г. Обзор существующих технологий и опыта сокращения выбросов парниковых газов на примере объектов розничной реализации нефтепродуктов // Экспозиция Нефть Газ. 2024. № 5. С. 107–113. DOI: 10.24412/2076-6785-2024-5-107-113

Поступила в редакцию: 28.06.2024

ECOLOGY

UDC 504.3.054+504.38 | Original Paper

Review of existing technologies and experience in reducing greenhouse gas emissions using the example of petroleum products retail facilities

Roschin P.V.^{1,2}, Davydov M.A.^{1,2}, Bodogovsky S.V.¹, Savelyev A.A.¹, Ogorodnikova E.M.¹, Loginov A.A.¹, Rashevskaya Yu.A.¹, Bodogovsky S.V.¹, Nikitin A.V.², Gilaev G.G.³

¹“SamaraNIPIneft” LLC (“Rosneft” PJSC Group Company), Samara, Russia; ²Samara State Technical University, Samara, Russia;

³Kuban State Technical University, Kuban, Russia

roschinpv@samnipi.rosneft.ru

Abstract

The paper presents an overview of existing technologies for reducing greenhouse gas emissions, assessing their potential and experience of application at commercial and logistics facilities of fuel and energy companies. To reduce GHG emissions under Scope 1, transport was considered - trucks running on diesel fuel (trucks) for the transportation of petroleum products. The greatest effect of reducing GHG emissions during the transportation of petroleum products is observed under the condition of using electric transport (up to 100% reduction in GHG emissions when consuming “green electricity”) and transport on hydrogen fuel.

Materials and methods

The review and justification of greenhouse gas emission reduction technologies at petrol stations and transport (diesel fuel) for fuel delivery to them and subsequent retail sales was carried out. Scope 2 is represented by emissions from the consumption of electrical energy from the grid used by gas stations.

GHG emission calculations for both Scopes were performed for a period of 1 year.

Key words

greenhouse gases, gas station, decarbonization, emissions reduction, carbon management, carbon dioxide, solar panel, wind generator

For citation

Roschin P.V., Davydov M.A., Bodogovsky S.V., Savelyev A.A., Ogorodnikova E.M., Loginov A.A., Rashevskaya Yu.A., Bodogovsky S.V., Nikitin A.V., Gilaev G.G. Review of existing technologies and experience in reducing greenhouse gas emissions using the example of petroleum products retail facilities. Exposition Oil Gas, 2024, issue 5, P. 107–113. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2024-5-107-113

Received: 28.06.2024

В настоящее время в мире все большее внимание уделяется вопросам минимизации влияния на климат и окружающую среду, в том числе путем сокращения выбросов парниковых газов (ПГ). Все большее количество вертикально-интегрированных нефтяных и энергетических компаний внедряют в свои производственные процессы принципы устойчивого развития ESG (environmental, social, governance), включающие экологические аспекты, социальную политику, корпоративное управление.

В конце 2021 года советом директоров ПАО «НК «Роснефть» утверждена стратегия «Роснефть-2030: надежная энергия и глобальный энергетический переход». Ключевыми приоритетами новой стратегии являются снижение углеродного следа, операционное лидерство и увеличение эффективности. Реализация стратегии Компании будет способствовать достижению целей «Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года», Парижского соглашения по климату, а также цели № 13 устойчивого развития ООН.

Краткосрочный горизонт: сокращение абсолютных выбросов парниковых газов Облостей охвата 1 и 2 на 5 % к 2025 году.

Среднесрочный горизонт:

- сокращение абсолютных выбросов парниковых газов Облостей охвата 1 и 2 более чем на 25 % к 2035 году;
- снижение интенсивности выбросов метана до значения менее 0,2 % к 2030 году;
- нулевое рутинное сжигание попутного газа к 2030 году;
- снижение удельных выбросов парниковых газов Облостей охвата 1 и 2 в сегменте разведка и добыча до уровня менее 20 кг CO₂э/бнэ к 2030 г. или ранее.

Долгосрочный горизонт: углеродная нейтральность к 2050 по Облостям охвата 1 и 2.

Целью данной работы является обзор существующих технологий сокращения выбросов парниковых газов, оценка их потенциала, возможностей и опыта применения на объектах коммерции и логистики топливно-энергетических компаний.

В данной публикации в периметр обзора и обоснования технологий сокращения выбросов парниковых газов включены автозаправочные станции и транспорт для доставки топлива к ним и дальнейшей розничной реализации. В рамках сокращения выбросов ПГ по Охвату 1 рассмотрен следующий транспорт — грузовые автомобили, работающие на дизельном топливе (тягачи) для перевозки



Рис. 1. Пример грузового автомобиля, работающего на газомоторном топливе [3, 4]
Fig. 1. An example of a truck running on gas engine fuel [3, 4]

нефтепродуктов. Охват 2 представлен выбросами от потребления электрической энергии из локальной энергосети, используемой автозаправочными станциями. Расчеты выбросов ПГ по обоим Охватам выполнены в период 1 условного года (табл. 1).

Согласно выполненному анализу мирового опыта в настоящее время существуют следующие способы сокращения выбросов парниковых газов для автотранспорта: перевод на газомоторное топливо (КПГ — компримированный природный газ, СУГ — сжиженный углеводородный газ); использование транспорта с гибридными силовыми установками; перевод на электротранспорт (в том числе с использованием «зеленой электроэнергии»); автомобили на водородном топливе.

В первую очередь было рассмотрено применение транспорта на газомоторном топливе. В настоящее время широко распространены 2 вида топлива: КПГ и СУГ. Компримированный природный газ (CNG — Compressed Natural Gas) — сжатый природный газ, используемый в качестве моторного топлива. Основная его часть представлена метаном (до 98 %). Также в его составе содержатся другие углеводороды: этан, пропан, бутан. Сжиженный углеводородный газ (LPG — Liquefied petroleum gas) — смесь сжиженных под давлением легких углеводородов с температурой кипения от -50 до 0 °С.

Компримированный природный газ является продуктом, получаемым из очищенного природного газа путем его сжатия (компрессии) до состояния жидкой фазы. Основную его часть (до 98 %) составляет метан (CH₄) —

простейший углеводород. Хранение, транспортировка и реализация КПГ осуществляются под большим давлением в газообразном состоянии [1].

СУГ — это прозрачная жидкость, смесь легких углеводородов, компонентный состав которой может варьироваться, но основными компонентами принято считать пропан (C₃H₈) и бутан (C₄H₁₀). СУГ пожаро- и взрывоопасен, тяжелее воздуха, образует с воздухом взрывоопасные смеси, имеет неприятный запах, по степени воздействия на организм человека является малотоксичным и относится к веществам 4-го класса опасности. Основные физико-химические свойства СУГ и КПГ представлены в таблице 1.

Технологическое решение в области применения КПГ и СУГ (рис. 1) выражается в следующем. В автомобилях на СУГ, по сравнению с автомобилями с бензиновым двигателем, выбросы углеводородов меньше в 2–3 раза, угарного газа меньше в 5–10 раз, окислов азота в 1,5–2,0 раза. При использовании метана значительно уменьшаются выбросы парниковых газов в атмосферу. Недостатком данного решения является повышенная летучесть газов, которая обеспечивает их быстрое накопление при малейшей утечке (1 литр топлива — это 250 литров газа). Поэтому необходимо обеспечить регулярность освидетельствования на герметичность и исправность газового оборудования.

Газобаллонное оборудование для использования КПГ и СУГ состоит из относительно небольшого количества элементов, основными среди которых являются следующие [5–8]:

Табл. 1. Физико-химические свойства КПГ и СУГ [2]
Tab. 1. Physico-chemical properties of CNG and LPG [2]

Описание	КПГ	СУГ
Состав	Концентрация (не более): ·сероводорода — 0,02 г/м ³ ·меркаптановой серы — 0,036 г/м ³ ·паров воды — 9 мг/м ³ ·масса механических примесей — 1 мг/м ³ ·объемная доля негорючих компонентов — 7 % ·объемная доля кислорода — 1 %	Массовая доля: ·метана, этана — не нормируется; ·пропана — 50±10 % ·углеводородов C ₄ и выше — не нормируется ·непредельных углеводородов — <6 % ·серы и сернистых соединений — <0,01 % в том числе сероводорода — <0,003 %
Температура кипения	-162 °С	От -50 до 0 °С
Теплота сгорания	~44,2 МДж/кг	~46 МДж/кг
Плотность	0,72 кг/м ³	560 кг/м ³
Взрывоопасная концентрация	От 5 до 15 % по объему	От 2,3 до 9,5 % по объему
Расчетное октановое число	105 (моторный метод)	105 (моторный метод)

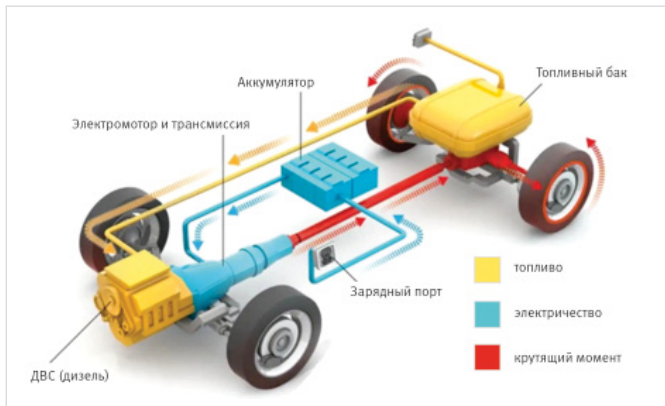


Рис. 2. Состав и устройство гибридного автомобиля [9]
Fig. 2. The composition and structure of a hybrid car [9]



Рис. 3. Беспилотный грузовик на электрической тяге КАМАЗ-3373 «Челнок» [10]
Fig. 3. Unmanned truck with electric traction KAMAZ-3373 "Shuttle" [10]

- заправочное устройство (используется для заправки баллона газом и предупреждения утечек газа);
- баллон (резервуар для газа);
- редуктор (обеспечивает снижение давления газа при его непосредственной подаче из баллона в двигатель);
- форсунки (выдают порцию газа и распыляют ее);
- клапан (включает и выключает подачу газа из баллона);
- датчик уровня топлива;
- манометр (измеряет уровень давления газа);
- дозатор топлива;
- переключатель (производит переключение между источниками топлива в гибридных авто).

Автомобили с гибридным приводом (рис. 2) приводятся в движение двигателем внутреннего сгорания и одним или несколькими электродвигателями, которые используют энергию, накопленную в аккумуляторах. В основном аккумулятор заряжается посредством рекуперативного торможения и двигателя внутреннего сгорания (от генератора). Такая конструкция является конструктивно более сложной в сравнении с автомобилем с двигателем внутреннего сгорания (ДВС).

За счет электродвигателя, позволяющего использовать дополнительный ДВС меньшего размера, а также аккумуляторов, питающих

вспомогательные нагрузки и уменьшающих работу двигателя на холостом ходу, данное решение способствует экономии топлива, соответственно уменьшает выбросы парниковых газов в атмосферу.

Существуют также грузовые и легковые автомобили с полностью электрическим приводом. Такой транспорт приводится в движение электричеством, получаемым из локальной электросети в аккумуляторную батарею транспортного средства. Подобная технология в области грузовых автомобилей уже разрабатывается в Российской Федерации группой компаний «КАМАЗ»: в конце 2019 года концерн представил беспилотный грузовик на электрической тяге, именуемый КАМАЗ-3373 «Челнок» (рис. 3) [10]. В качестве силовой установки выступает синхронный электрический двигатель с постоянными магнитами. Питание мотора осуществляется от аккумуляторной батареи мощностью 60 кВт·ч. Согласно информации от производителя, на одной зарядке электрический КАМАЗ может проехать 50 километров со скоростью 40 км/час. Существуют также зарубежные грузовики на электроприводе, производством которых занимаются такие компании, как Scania, DAF, Volvo и другие.

Данное решение принято с целью полного сокращения выбросов выхлопных газов при эксплуатации автотранспорта. Однако следует отметить, что электромобили имеют более высокую стоимость и требуют

наличия специализированных электрических зарядных станций. По статистике на конец 2023 года в РФ существует около 4 500 электростанций, из которых почти 780 поддерживают быструю зарядку [11].

В отдельную категорию выделяют транспорт на водородном топливе. Такие автомобили питаются от сжатого газообразного водорода, который подается в бортовую батарею топливных элементов, которая не сжигает газ, а вместо этого преобразует химическую энергию топлива в электрическую энергию. Это электричество затем приводит в действие электродвигатели автомобиля.

По такому же принципу работает тяжелый водородный грузовик компании «Hyundai Motor» - Xcient Fuel Cell (рис. 4), мощностью силовой установки 190 кВт, которая включает в себя два топливных элемента мощностью 95 кВт каждый [12]. Семь специальных резервуаров вмещают суммарно 32,09 кг жидкого водорода, хранящегося при давлении 350 бар. Дальность пробега на одной заправке составляет примерно 400 км. Чешская компания Tatra также занимается разработкой данного вида транспорта. Итогом решения грузового автомобиля на водородном топливе в 2023 году стал самосвал Tatra Force e-Drive, имеющий два топливных элемента мощностью 100 кВт каждый [13].

Ограничением при эксплуатации такого транспорта является сложность транспортировки и хранения топлива: чтобы обеспечить потребности автомобиля в энергии, придется сначала сжать и затем хранить водород в резервуаре под большим давлением. На это нужна дополнительная энергия, а также высокопрочный резервуар. Отмечается, что водород обладает высокой летучестью и легко воспламеняется. Смесь водорода с воздухом является взрывоопасной, называется «гремучим газом» и способна к детонации.

Результаты оценки сокращения выбросов парниковых газов при реализации мероприятий представлены в таблице 2. Расчет выполнен по приказу Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27.05.2022 № 371 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощенных парниковых газов».

Таким образом, согласно выполненной оценке наибольший эффект по сокращению выбросов ПГ отмечается при эксплуатации электротранспорта (до 100 % сокращения выбросов ПГ при потреблении «зеленой

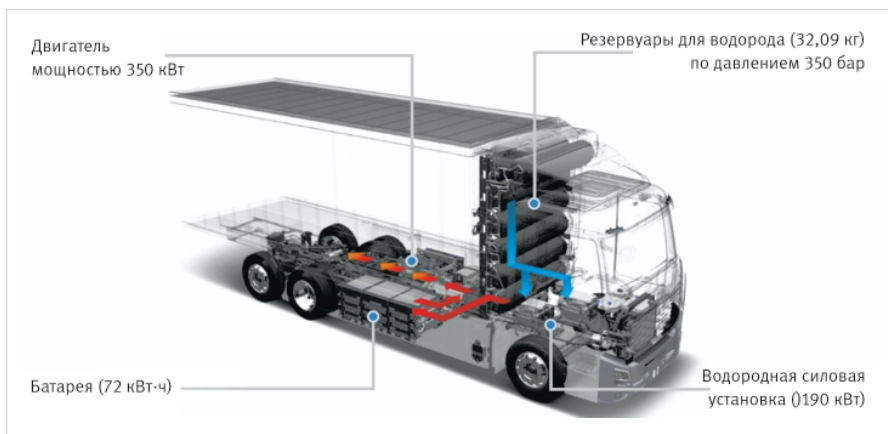


Рис. 4. Схема устройства транспорта с приводом на водородной тяге на примере тягача Xcient Fuel Cell [12]
Fig. 4. A diagram of a hydrogen-powered transport device using the example of an Xcient Fuel Cell tractor [12]

Табл. 2. Варианты сокращения выбросов парниковых газов на транспорте
 Tab. 2. Options for reducing greenhouse gas emissions in transport

№	Описание	Расход топлива/ энергии на 100 000 км	Выбросы CO ₂ , тонн	Эффективность сокращения выбросов относительно базового варианта, т CO ₂	Эффективность сокращения выбросов относительно базового варианта, %
1	Базовый вариант — грузовой дизельный тягач с колесной формулой 4 на 6	32 000 л. ДТ	83	0	–
2	Тягач на КПГ	32 000 л. КПГ	74	9	до 10,84
3	Тягач на СУГ	32 000 л. СУГ	52	31	до 37,35
4	Тягач с гибридной силовой установкой	17 735 литров ДТ/ 53 494 кВт·ч	46	37	до 44,58
5	Тягач на электрической тяге с зарядкой «зеленой энергией»	120 000 кВт·ч	0	83	до 100
6	Тягач на водородном топливе	120 000 кВт·ч	0	83	до 100

электроэнергии») и транспорта на водородном топливе; на втором месте — эксплуатация транспорта с гибридной силовой установкой, снижающей выбросы ПГ на 44,58 %. При эксплуатации транспорта на СУГ и КПГ отмечается меньший эффект среди обзримых технологий — 37,35 и 10,84 % соответственно. Следует отметить, что в условиях РФ стабильно растет спрос на транспорт, работающий на газомоторном топливе.

По состоянию на 2023 год ПАО «НК «Роснефть» обладает сетью из более чем 3 000 заправок, из которых 21 уже осуществляют заправку газомоторного топлива, 55 оснащено электрозаправочными станциями, из них 45 — быстрые (50–150 кВт). Оснащение электрозаправками ведется совместно с группой «Россети», под управлением которой находятся более 260 зарядных станций [14, 15].

Также рассмотрены возможные мероприятия по сокращению выбросов Охвата 2: выбросов парниковых газов от потребления электрической энергии. В качестве примера была принята одна из автозаправочных станций в Оренбургской области, ежедневно потребляющая свыше 460 кВт·ч в сутки, или 170 000 кВт·ч в год, электроэнергии, закупаемой у регионального поставщика.

Первым рассмотренным способом сокращения выбросов ПГ был перевод АЗС на потребление «зеленой электроэнергии» путем заключения дополнительного соглашения с региональным поставщиком. Данное решение позволяет сократить выбросы ПГ в зависимости от региона расположения от 2 до 179 тонн CO₂-экв. год.

Также был оценен эффект от установки солнечных панелей на доступной для их размещения площади — крыше здания и навесе топливораздаточных колонок. Общая площадь крыш в данном случае составляет 400 м², что в идеальном варианте позволяет выполнить установку 207 единиц солнечных панелей с максимальной мощностью 280 кВт·ч (рис. 5). Оценка производилась согласно данным сайта компании ООО «Гелиос Хаус» для расчета солнечной энергии [16].

Схожие результаты по оценке эффективности установки солнечных панелей и вспомогательного оборудования были получены словенской компанией Petrol Group, которая ввела в эксплуатацию первые две солнечные электростанции на крышах своих автозаправочных станций в рамках проекта Petrol Green [17]. К концу 2023 года компания была намерена установить 102 фотоэлектрических объекта в своих точках продаж, тем самым обеспечив автозаправочные станции «зеленой» энергией, способствуя сокращению выбросов CO₂ и обеспечивая до 50 % от общего потребления электроэнергии на АЗС (рис. 6) [17].

Солнечные батареи состоят из набора солнечных элементов (фотоэлектрических преобразователей), которые непосредственно преобразуют солнечную энергию в электрическую. Большинство солнечных элементов производят из кремния, который имеет довольно высокую стоимость. Этот факт определяет относительно высокую стоимость электрической энергии, которая получается

при использовании солнечных батарей. Распространены два вида фотоэлектрических преобразователей: сделанные из монокристаллического и поликристаллического кремния. Они отличаются технологией производства. Первые имеют КПД до 17,5 %, а вторые — 15 %.

Наиболее важным техническим параметром солнечной батареи, которая оказывает основное влияние на экономичность всей установки, является ее полезная мощность. Она определяется напряжением и выходным током. Эти параметры зависят от интенсивности солнечного света, попадающего на батарею (панель) [18, 19]. Технико-экономическая эффективность солнечных панелей и солнечных коллекторов также ограничена количеством солнечных дней в году.

Отмечается, что в районах с инсоляцией менее 3 кВт·ч/м² солнечные панели могут применяться как вспомогательный источник генерации исключительно в сочетании с другими источниками энергии (ВЭС, ДЭС, сети). В районах с инсоляцией 3 кВт·ч/м² и более солнечные панели применяются в качестве вспомогательного или базового источника энергии в составе с другими источниками электрической энергии. Для Северного и Центрального регионов Российской Федерации пик вырабатываемой на солнечных панелях электроэнергии приходится на весенний период.

Также в работе рассмотрен вариант установки ветрогенератора мощностью 100 кВт·ч со вспомогательным оборудованием (рис. 7):

- инверторы;



Рис. 5. Пример размещения солнечных панелей на крыше павильона АЗС
 Fig. 5. The example of placing solar panels on the roof of a gas station pavilion



Рис. 6. Использование солнечной энергии (солнечных панелей) на АЗС компании «Petrol Group» [17]
 Fig. 6. The use of solar energy (solar panels) at the petrol station of the company «Petrol Group» [17]

- аккумуляторы;
- мачта для ветрогенератора;
- фотоэлектрические модули;
- рамка крепления ФЭМ.

На основании представленного примера АЗС с использованием вышеперечисленных технологий, помимо расчетов эффективности сокращения выбросов ПГ на базе данной АЗС, были рассмотрены варианты сокращения выбросов в регионах с иными энергосистемами.

Свод по рассмотренным технологиям представлен в таблице 3.

На основании выполненных расчетов установлено, что наименьший эффект для конкретного региона показала технология применения солнечных панелей — 49,84 %. В первую очередь это связано с пониженной солнечной активностью в данном регионе (Оренбургская область), поскольку в среднем солнечная радиация составляет 4,5 кВт·ч/м² в сутки. К тому же площадь поверхности, на которую возможно установить панели, ограничена крышами сооружений и зданий (400 м²). На остальную территорию АЗС в данном случае установка солнечных панелей не рассматривалась.

Более эффективно показали себя следующие технологии и решения: приобретение «зеленой энергии» (100 %) и установка ветрогенератора со вспомогательным оборудованием (100 %). Эффективность применения ветрогенератора объясняется тем, что в данном регионе господствуют ветра средних и повышенных скоростей (от 4 м/с и выше). Однако у такой установки имеются ограничения в соответствии с пособием пользователя — необходимость зоны отчуждения при установке. При аномально сильных ветрах

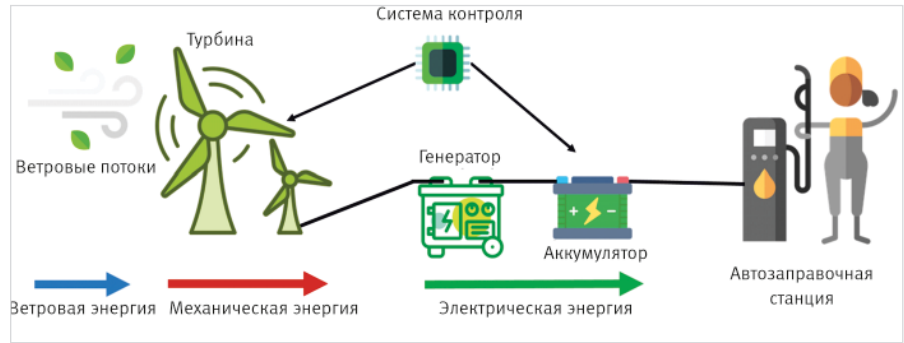


Рис. 7. Схема работы и основной принцип действия ветрогенераторной установки
Fig. 7. The scheme of operation and the basic principle of operation of the wind turbine

генераторы могут нести большую опасность жизни людей, в связи с этим перед монтажом необходимо выделить зону отчуждения для ветроэлектростанции (ВЭС). Данная зона представляет из себя участок вокруг станции, к которому не следует допускать людей либо животных во время работы турбины. Она определяется следующим образом: к высоте всей конструкции ВЭС прибавляется 15 метров — эта длина по радиусу вокруг ВЭС и является зоной отчуждения [20].

Итоги

Авторами работы рассмотрены основные источники выбросов парниковых газов объектов коммерции и логистики ТЭК по Охватам 1 и 2. В рамках сокращения выбросов ПГ по Охвату 1 рассмотрен следующий транспорт — грузовые автомобили, работающие на дизельном топливе (тягачи) для перевозок нефтепродуктов. Охват 2 представлен

выбросами от потребления электрической энергии из локальной энергосети, используемой автозаправочными станциями. Согласно выполненному анализу мирового опыта в настоящее время существуют следующие способы сокращения выбросов парниковых газов для автотранспорта: перевод на газомоторное топливо (КПГ — компримированный природный газ, СУГ — сжиженный углеводородный газ); использование транспорта с гибридными силовыми установками; перевод на электротранспорт (в том числе с использованием «зеленой электроэнергии»); автомобили на водородном топливе.

Рассмотрены возможные мероприятия по сокращению выбросов Охвата 2 — выбросов парниковых газов от потребления электрической энергии: перевод АЗС на потребление «зеленой электроэнергии» путем заключения дополнительного соглашения с региональным поставщиком, установка солнечных панелей

Табл. 3. Способы сокращения косвенных выбросов по Охвату 2 от потребления электрической энергии
Tab. 3. Ways to reduce indirect emissions by Coverage 2 from electricity consumption

Описание	Расход электроэнергии, кВт·ч, в год		Выбросы CO ₂ , т		Эффективность сокращения выбросов ПГ, т CO ₂ -экв		Эффективность сокращения выбросов ПГ, %		Особенности реализации
	Электрoэнергия от «зеленого решения», кВт·ч, в год	Энергосистема Сибири — Республика Хакассия, 13 кг CO ₂ -экв/МВт·ч	Энергосистема Центра — Владимирская область, 1060 кг CO ₂ -экв/МВт·ч	min	max	min	max		
Базовый вариант (потребление электроэнергии из локальной энергосети)	170 000	-	2	179	-	-	-	-	-
Перевод на потребление «зеленой электроэнергии»	170 000	170 000	0	0	2	179	до 100	до 100	Заключение договора на приобретение «зеленой» электроэнергии
Установка солнечных панелей с необходимым доп. оборудованием	170 000	84 172,5	2	179	1,094	89,223	54,7	49,84	Имеются ограничения по возможности использования площади
Установка ветрогенераторов и дополнительного оборудования	170 000	170 000	0	0	2	179	100	100	Необходимость создания зоны отчуждения

на доступной для их размещения площади — крыше здания и навесе топливораздаточных колонок, рассмотрен вариант установки ветрогенератора для питания АЗС.

Выводы

По результатам расчета ожидаемой эффективности технологий сокращения выбросов ПГ по Охвату 1 (выбросы от грузового транспорта) установлено, что наиболее эффективным способом является использование электротранспорта с зарядкой «зеленой» электроэнергией и транспорта на водородном топливе (до 100 % сокращения выбросов ПГ). На втором месте по эффективности сокращения выбросов ПГ — использование транспорта с гибридной силовой установкой, снижающей выбросы ПГ до 44,58 %, согласно расчету. Применение транспорта на СУГ и КПГ также способствует сокращению выбросов ПГ с эффективностью — до 37,35 и 10,84 % соответственно. Отмечается, что в условиях РФ стабильно растет спрос на использование транспорта на водородном топливе. Для сокращения выбросов по Охвату 2, который в данном случае связан с потреблением электрической энергии из локальной энергосети, также оценена эффективность решений по сокращению косвенных выбросов ПГ. На первом месте — перевод АЗС на потребление «зеленой» электроэнергии (до 100 % сокращение выбросов ПГ) или использование ветрогенератора необходимой мощности со вспомогательным оборудованием (100 % сокращение выбросов ПГ). На втором месте — установка солнечных панелей с рассчитанной эффективностью от 49,8 до 54,7 % сокращения выбросов ПГ в зависимости от локальной энергосистемы. Отмечается, что для размещения солнечных панелей необходима площадь больше имеющейся площади крыш на АЗС.

Литература

1. Никитин А.В., Рошин П.В., Савельев А.А., Огородникова Е.М., Изотенко Е.В., Рашевская Ю.А., Гилаев Г.Г. Углеродный след продукции в современных условиях. Нефть. Газ. Новации. 2023. № 7. С. 11–17.
2. Коротков М.В. Сравнительный анализ

использования КПГ и СУГ в качестве моторного топлива. Продуктовая конкуренция или взаимное дополнение? // Транспорт на альтернативном топливе. 2017. №. 2. С. 7–20.

3. Газомоторная техника КАМАЗ. URL: <https://www.truck-holding.ru/gazomotornaya-technika-kamaz/> (дата обращения 09.02.24).
4. Урал Next CNG-LNG и КАМАЗ на пропане. URL: <https://autoreview.ru/articles/gruzoviki-i-avtobusy/ural-next-cng-lng-i-kamaz-na-propane?ysclid=lsebхуаіw4305815111> (дата обращения 09.02.24).
5. Салыков Б.Р., Мурзагалеева М.М. Перспективы перевода автомобилей на газомоторное топливо // Устойчивое развитие науки и образования. 2018. №. 3. С. 210–216.
6. Алексеев С.Г., Авдеев А.С., Барбин Н.М., Гурьев Е.С. Методы оценки взрывопожароопасности топливозоудных смесей на примере керосина марки PT. VII. BST-методы // Пожаровзрывобезопасность. 2013. Т. 22. № 12. С. 23–30.
7. Ильин Р.А., Ильин А.К. Эффективность использования эксергии топлива в котлах различного назначения // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2006. № 3. С. 253–256.
8. Суркин В.И., Русанов М.А., Васильев И.М. Оптимальные параметры подшипников с плавающей втулкой уравновешивающего механизма двигателя Д-160 // Вестник Челябинского государственного агроинженерного университета. 1999. Т. 30. С. 31.
9. Сравнение автомобилей с бензиновым и гибридным двигателями. URL: <https://farcopoff.ru/sravnenie-avtomobiley-s-benzinovyim-i-gibridnym-dvigatelyami-kak-vybrat-idealnyy-variant/> (дата обращения 14.02.24).
10. КАМАЗ-3373 «Челнок». Электрический грузовик без водителя и кабины. URL: <https://dzen.ru/a/X7RD0faHL0N-t7VF> (дата обращения 09.02.24).
11. Электрозаправки электроразрядные станции, ЭЗС. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения 16.02.24).
12. Водородный грузовик Hyundai Xcient Fuel Cell выходит на дороги Калифорнии. URL: <https://www.hyundai.ru/news/vodorodnyj-gruzovik-hyundai-xcient-fuel-cell-vyhodit-na-dorogi-kalifornii?ysclid=lsmsb67btі970103480> (дата обращения 15.02.24).
13. Tatra готовит грузовик с водородным топливным элементом. URL: <https://www.tircentrum.cz/en/2021/11/16/tatra-is-preparing-a-loader-with-a-hydrogen-fuel-cell> (дата обращения 15.02.24). (In Eng).
14. Отчет в области устойчивого развития за 2022 год. URL: https://www.rosneft.ru/upload/site1/document_file/Rosneft_CSR2022_RUS.pdf (дата обращения 12.02.24).
15. «Роснефть» сегодня. URL: <https://www.rosneft.ru/about/Glance/> (дата обращения 12.02.24).
16. On-line калькулятор солнечной, ветровой и тепловой энергии. URL: <https://www.helios-house.ru/on-line-kalkulyator.html> (дата обращения 09.02.24).
17. Petrol targets 120 PV facilities on gas stations by end of 2023. URL: <https://balkangreenenergynews.com/petrol-targets-120-pv-facilities-on-gas-stations-by-end-of-2023/> (дата обращения 14.02.24). (In Eng).
18. Как устроены и работают солнечные батареи. URL: <https://elektrik.info/main/news/401-kak-ustroeny-i-rabotayut-solnechnye-batarei.html> (дата обращения 15.02.24).
19. Добрынин Е.В., Крылов А.Н., Батищев А.М. Оценка эффективности использования накопителей энергии // Экспозиция Нефть Газ. 2020. № 6. С. 110–113.
20. Ветрогенератор 60 кВт. URL: <https://greentec-group.ru/catalog/vetrogenerator/vetrogenerator-condor-air/vetrogenerator-60-kvt/> (дата обращения 09.02.24).

ENGLISH

Results

The authors of the paper considered the main sources of greenhouse gas emissions from commercial and logistics facilities of the fuel and energy complex in Scopes 1 and 2. As part of the reduction of GHG emissions in Scope 1, the following transport was considered - trucks running on diesel fuel (trucks) for the transportation of petroleum products. Scope 2 is represented by emissions from the consumption of electricity from the local power grid used by gas stations.

According to the analysis of global experience, the following methods currently exist for reducing greenhouse gas emissions for motor vehicles: switching to gas motor fuel (CNG – compressed natural gas, LPG – liquefied petroleum gas); use of vehicles with hybrid power; switching to electric transport (including the use of “green electricity”); hydrogen fuel vehicles. Possible measures to reduce Scope 2 emissions are considered: greenhouse gas emissions from electricity consumption: converting petrol stations to green electricity consumption by concluding an additional agreement with a regional supplier, installing solar panels in an area accessible for their placement - the roof of the building and the canopy of fuel dispensers, the option of installing a wind generator to power the petrol station is considered.

Conclusions

Based on the results of calculating the expected efficiency of GHG emission reduction technologies for Coverage 1 (emissions from freight

transport), it was found that the most effective methods are the use of electric vehicles with charging with «green» electricity and hydrogen-fueled transport (up to 100 % reduction in GHG emissions). In second place in terms of GHG emission reduction efficiency is the use of vehicles with a hybrid power plant, which reduces GHG emissions by up to 44,58 %, according to the calculation. The use of LPG and CNG vehicles also contributes to the reduction of GHG emissions with efficiency – up to 37,35 and 10,84 %, respectively. It is noted that in the conditions of the Russian Federation, the demand for the use of gas-powered vehicles is steadily growing.

In order to reduce emissions by Coverage 2, which in this case is associated with the consumption of electric energy from the local grid, the effectiveness of solutions to reduce indirect GHG emissions was also evaluated. In the first place is the transfer of gas stations to the consumption of «green» electricity (up to 100 % reduction of GHG emissions) or the use of a wind turbine of the required capacity with auxiliary equipment (100 % reduction of GHG emissions). In second place is the installation of solar panels with a calculated efficiency of 49,8 to 54,7 % reduction in GHG emissions, depending on the local power system. It is noted that an area larger than the available roof area at the gas station is needed to accommodate solar panels.

References

1. Nikitin A.V., Roshchin P.V., Saveliev A.A., Ogorodnikova E.M., Izotenko E.V., Rashevskaya Yu.A., Gilaev G.G. Neft. Gaz. Novacii, 2023, issue 7, P. 11–17. (In Russ).
2. Korotkov M.V. Comparative analysis of cng and lpg usage as a motor fuel. product competition or mutual complementation? Transport on Alternative Fuels, 2017, issue 2, P. 7–19. (In Russ).
3. KAMAZ gas-powered vehicles. URL: <https://www.truck-holding.ru/gazomotornaya-tekhnika-kamaz/> (accessed 09.02.24). (In Russ).
4. Ural Next CNG-LNG and KAMAZ on propane. URL: <https://autoreview.ru/articles/gruzoviki-i-avtobusy/ural-next-cng-lng-i-kamaz-na-propane?ysclid=lsebxyaiw4305815111> (accessed 09.02.24). (In Russ).
5. Salykov B.R., Murzagaleeva M.M. Prospects for carriage of cars on gas-motor fuel. Sustainable development of science and education, 2018, issue 3, P. 210–216. (In Russ).
6. Alexeev S.G., Avdeev A.S., Barbin N.M., Guryev E.S. Analysis methods of explosion fire hazard of mixtures of fuel and air on an example for jet fuel RT. VII. BST-methods. Fire and Explosion Safety, 2013, Vol. 22, issue 12, P. 23–30. (In Russ).
7. Ilyin R.A., Ilyin A.K. Efficiency of use of fuel energy in boilers of various purposes. Vestnik of Astrakhan state technical university, 2006, issue 3, P. 253–256. (In Russ).
8. Surkin V.I., Rusanov M.A., Vasiliev I.M. Optimal parameters of bearings with a floating sleeve for the balancing mechanism of the D-160 engine. Bulletin of the Chelyabinsk State Agroengineering University, 1999, Vol. 30, P. 31. (In Russ).
9. Comparison of cars with gasoline and hybrid engines: how to choose the ideal option. URL: <https://farcopoff.ru/sravnienie-avtomobiley-s-benzinovyim-i-gibridnym-dvigatelyami-kak-vybrat-idealnyy-variant/> (accessed 14.02.24). (In Russ).
10. KAMAZ-3373 “Shuttle”. Electric truck without driver and cabin! URL: <https://dzen.ru/a/X7RD0faHLON-t7VF> (accessed 09.02.24). (In Russ).
11. Electric filling stations, electric charging stations, electric filling stations. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (accessed 16.02.24). (In Russ).
12. Hyundai’s hydrogen-powered XCIENT Fuel Cell truck takes to california roads. URL: <https://www.hyundai.ru/news/vodorodnyj-gruzovik-hyundai-xcient-fuel-cell-vyhodit-na-dorogi-kalifornii?ysclid=lsms67bt970103480> (accessed 15.02.24). (In Russ).
13. Tatra is preparing a truck with a hydrogen fuel cell. URL: <https://www.tircentrum.cz/en/2021/11/16/tatra-is-preparing-a-loader-with-a-hydrogen-fuel-cell> (accessed 15.02.24). (In Eng).
14. Sustainability Report 2022. URL: https://www.rosneft.ru/upload/site1/document_file/Rosneft_CSR2022_RUS.pdf (accessed 12.02.24). (In Russ).
15. Rosneft today. URL: <https://www.rosneft.ru/about/Glance/> (accessed 12.02.24). (In Russ).
16. On-line calculator of solar, wind and thermal energy. URL: <https://www.helios-house.ru/on-line-kalkulyator.html> (accessed 09.02.24). (In Russ).
17. Petrol targets 120 PV facilities on gas stations by end of 2023. URL: <https://balkangreenenergynews.com/petrol-targets-120-pv-facilities-on-gas-stations-by-end-of-2023/> (accessed 14.02.24). (In Eng).
18. How solar batteries are designed and how they work. URL: <https://elektrik.info/main/news/401-kak-ustroyeni-i-rabotayut-solnechnye-batarei.html> (accessed 15.02.24). (In Russ).
19. Dobrynin E.V., Krylov A.N., Batishchev A.M. Assessment of efficiency of use of energy storage. Exposition Oil Gas, 2020, issue 6, P. 110–113. (In Russ).
20. Wind generator 60 kW. URL: <https://greentec-group.ru/catalog/vetrogeneratory/vetrogeneratory-condor-air/vetrogenerator-60-kvt/> (accessed 09.02.24). (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Рощин Павел Валерьевич, главный менеджер по ключевым проектам, ООО «СамараНИПИнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Самара, Россия
Для контактов: roschinpv@samnipi.rosneft.ru

Давыдов Михаил Анатольевич, инженер первой категории отдела природоохранных технологий, ООО «СамараНИПИнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Самара, Россия

Бодоговский Сергей Владимирович, заместитель генерального директора по исследованиям и инжинирингу добычи, ООО «СамараНИПИнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Самара, Россия

Савельев Алексей Александрович, начальник управления по охране окружающей среды и природоохранным технологиям, ООО «СамараНИПИнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Самара, Россия

Огородникова Елена Михайловна, начальник отдела охраны атмосферного воздуха, ООО «СамараНИПИнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Самара, Россия

Логинов Александр Анатольевич, начальник отдела природоохранных технологий, ООО «СамараНИПИнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Самара, Россия

Рашевская Юлия Александровна, главный специалист отдела охраны атмосферного воздуха, ООО «СамараНИПИнефть» (ОГ ПАО «НК «Роснефть»), Самара, Россия

Никитин Александр Валерьевич, аспирант, «Самарский государственный технический университет», Самара, Россия

Гилаев Гани Гайсинович, д.т.н., профессор, «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, Россия

Roschin Pavel Valerievich, chief manager for key projects, “SamaraNIPIneft” LLC (“Rosneft” PJSC Group Company), Samara, Russia
Corresponding author: roschinpv@samnipi.rosneft.ru

Davydov Mikhail Anatolyevich, first category engineer of the environmental technologies department, “SamaraNIPIneft” LLC (“Rosneft” PJSC Group Company), Samara, Russia

Bodogovsky Sergey Vladimirovich, deputy general director of research and production engineering, “SamaraNIPIneft” LLC (“Rosneft” PJSC Group Company), Samara, Russia

Savelyev Alexey Alexandrovich, head of the department for environmental protection and environmental technologies, “SamaraNIPIneft” LLC (“Rosneft” PJSC Group Company), Samara, Russia

Ogorodnikova Elena Mikhailovna, head of the atmospheric air protection department, “SamaraNIPIneft” LLC (“Rosneft” PJSC Group Company), Samara, Russia

Loginov Alexander Anatolyevich, head of the environmental technologies department, “SamaraNIPIneft” LLC (“Rosneft” PJSC Group Company), Samara, Russia

Rashevskaya Yulia Alexandrovna, chief specialist of the atmospheric air protection department, “SamaraNIPIneft” LLC (“Rosneft” PJSC Group Company), Samara, Russia

Nikitin Alexander Valerievich, postgraduate student, Samara State Technical University, Samara, Russia

Gilaev Gani Gaisinovich, ph.d. of engineering sciences, professor, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia