



**2017**

ГОД ЭКОЛОГИИ  
В РОССИИ



2017  
ГОД ЭКОЛОГИИ  
В РОССИИ

# ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА В РОССИИ

Москва, 2017 год

Обзор «Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России – 2017» подготовлен в рамках проекта WWF России по прекращению сжигания ПНГ. Данные обзоры публикуются с 2010 года.

*А.Ю. Книжников, А.М. Ильин*, Всемирный фонд дикой природы (WWF), Москва, 2017 год, 32 с.

Рецензенты:

*А.Н. Аксенов*, к.э.н., ГК Ассоциация «Ростехэкспертиза»

*А.А. Соловьянов*, д.х.н., профессор, академик РАЕН, заместитель директора ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды» (ФГБУ «ВНИИ Экология»)

© Текст 2017. WWF России. Все права защищены.

Фото на обложке: © ООО «СИБУР»

Издание распространяется бесплатно

## СОДЕРЖАНИЕ

---

Введение .....	3
Проблема ПНГ в России .....	4
Экологический рейтинг нефтегазовых компаний .....	11
Способы использования ПНГ .....	15
Факельное сжигание .....	17
Закачка газа в газотранспортную систему .....	18
Обратная закачка в нефтеносный пласт .....	19
Генерация электроэнергии .....	20
Неглубокая переработка .....	21
Глубокая переработка .....	22
Сравнение данных по всем видам использования .....	23
Мировые тенденции в использовании попутного нефтяного газа .....	24
Предложения WWF России .....	28
Приложение 1 .....	29
Приложение 2 .....	31

# ВВЕДЕНИЕ

---

Попутный нефтяной газ (далее ПНГ) — один из сопутствующих продуктов процесса добычи нефти. В общем случае жидкость, получаемая непосредственно из скважины нефтяного промысла, не может быть сразу же отправлена в магистральный нефтепровод — в ней содержатся различные вещества (вода, серосодержащие соединения, соли металлов, метан, линейные и разветвленные углеводороды), которые необходимо отделить и использовать/утилизировать. Метан и другие низкомолекулярные (летучие) алканы являются основными компонентами ПНГ. При обращении с ПНГ необходимо соблюдать строгие меры безопасности — его углеводородные компоненты, легковоспламеняющиеся и взрывоопасные, в высоких концентрациях токсичны, а метан, вдобавок к этому, является парниковым газом.

Непродуктивное сжигание ПНГ обусловлено рядом причин технического и экономического характера, а также особенностями правового регулирования нефтедобывающей отрасли. В результате на месторождениях и нефтеперерабатывающих предприятиях по всему миру горят более 17 000 факелов, выбрасывая каждый год в атмосферу около 350 млн т CO<sub>2</sub>, а также большое количество разнообразных загрязняющих веществ, в том числе очень опасных. Сжигание ПНГ в приарктических регионах приводит к образованию большого количества сажи, оседающей на снежном покрове, увеличивающей поглощение солнечной энергии и ускоряющей таяние арктических льдов.

Альтернатива сжиганию ПНГ — его сохранение путем обратной закачки в недра для добычи и переработки в будущем, использование для генерации электрической и тепловой энергии, переработка в топливо или сырье для химической промышленности. Так, 147 млрд м<sup>3</sup> попутного нефтяного газа, сожженного в 2015 году, могли бы превратиться в 750 млрд кВт-ч электроэнергии, что превышает ее совокупное годовое потребление всеми странами Африканского континента<sup>1</sup>. Для России полное использование ПНГ означало бы ежегодное производство 5–6 млн т жидких углеводородов, 3–4 млрд м<sup>3</sup> этана, 15–20 млрд м<sup>3</sup> сухого газа или 60–70 тыс. ГВт-ч электроэнергии<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Пресс-релиз Всемирного Банка “New Data Reveals Uptick in Global Gas Flaring” 12.12.2016

<sup>2</sup> Отраслевой журнал Neftegaz.Ru

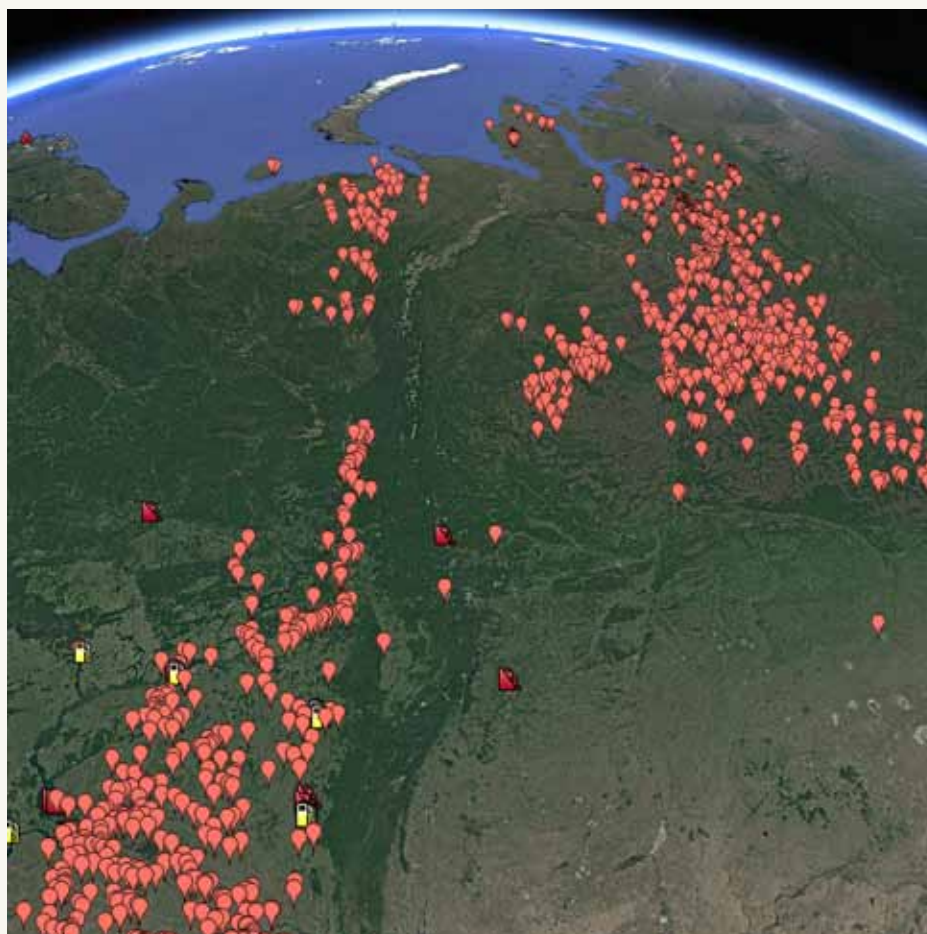
# ПРОБЛЕМА ПНГ В РОССИИ

Сжигание ПНГ — общепризнанная проблема нефтяной отрасли России. Несмотря на наметившуюся в последние годы позитивную тенденцию снижения объемов сжигаемого ПНГ, текущая экономическая ситуация (низкие цены на нефть и газ, в частности) оказывает негативное влияние на положение дел в этой области.

В постсоветский период объем извлечения ПНГ в России начал увеличиваться с середины 1990-х годов. Согласно официальной статистике, объем извлекаемого ПНГ увеличился более чем в три раза — с 25 млрд м<sup>3</sup> в 1995 году до свыше 80 млрд м<sup>3</sup> в 2016 году (<https://minenergo.gov.ru/pode/1215>). Фактором, оказывающим непосредственное влияние на увеличение объема извлекаемого ПНГ, стал рост добычи нефти в связи с освоением новых районов добычи нефти, в частности, на месторождениях Восточной Сибири.

*Рис.1.* Фрагмент Google Earth с отметками, обозначающими факелы горящего ПНГ в Западной и Восточной Сибири.

*Источник:*  
Poster by Mikhail Zhizhin  
NOAA/Cooperative  
Institute for Research in  
Environmental Sciences

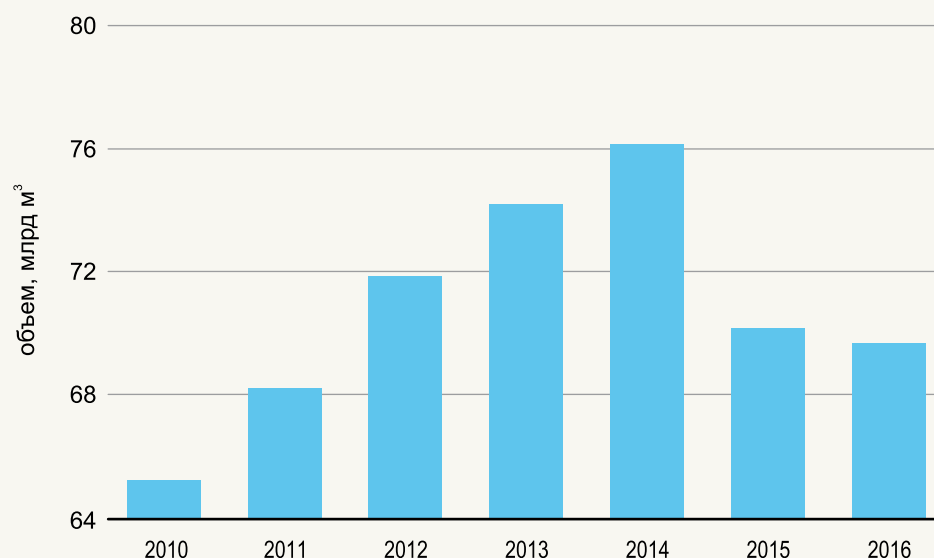


Актуальной остается проблема достоверности данных, получаемых в ходе учета объемов добываемого углеводородного сырья, включая ПНГ, а также доли ПНГ, сжигаемого на факелах. Для того чтобы проиллюстрировать остроту этой проблемы, мы приведем данные, содержащиеся в аналитических отчетах отраслевых и государственных структур, а также полученные в ходе исследований, проведенных учеными Национального управления океанических и атмосферных исследований США (NOAA) и Институтом по экологическим наукам (Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences).

Диаграмма, приведенная на рис. 2, отражает сведения об объемах добытого ПНГ, извлеченного в период с 2010 по 2016 год, содержащиеся в отчетах Центрального диспетчерского управления топливно-энергетического комплекса (ЦДУ ТЭК). Надо отметить, что данные ЦДУ ТЭК активно используются государственными органами, в частности, Министерством энергетики РФ, в процессе принятия решений, поэтому требования к достоверности этих данных должны быть особенно высокими.

*Рис.2. Объемы извлекаемого ПНГ в России в 2010-2016 гг.*

*Источник: ЦДУ ТЭК.*



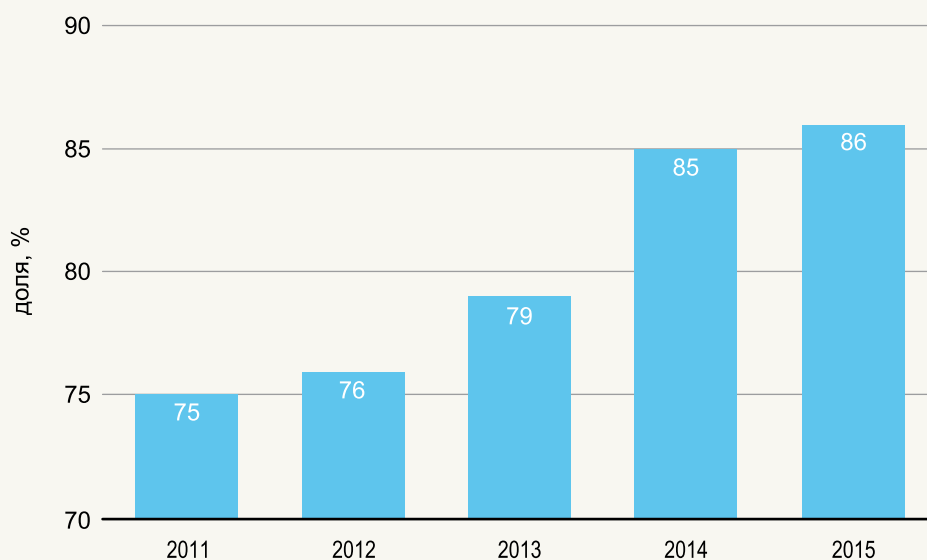
Согласно данным ЦДУ ТЭК, объемы добываемого в 2015 и 2016 годах ПНГ заметно снизились по сравнению с максимальным значением, достигнутым в 2014 году. Так как в указанный период условия добычи нефти не подверглись заметным изменениям — в частности, не вводились в разработку новые месторождения с качественно иными характеристиками добываемой нефти — было бы логично ожидать, что объем извлекаемого ПНГ будет меняться пропорционально объему добываемой нефти. Однако мы наблюдаем иную картину: сокращение объема

добываемой нефти между 2014 и 2016 годами составило менее 3%, а снижение объемов добытого ПНГ — более 8,5%. Такое несоответствие динамики объемов добытых нефти и ПНГ с неизбежностью вызывает вопросы о достоверности данных.

Несмотря на увеличение объемов извлечения ПНГ по сравнению с концом 1990-х годов, существенного увеличения доли его полезного использования не происходило вплоть до 2014 года. Начиная с 2000-х гг. показатель его полезного использования сохранял стабильное значение — в пределах 73–79% от общего объема извлеченного ПНГ по стране, и лишь в 2014–2015 годах он, согласно публичной отчетности компаний, повысился до 85–86% (рис. 3).

Рис.3. Уровень полезного использования ПНГ в процентах от объема извлеченного ПНГ в России в динамике за 2011-2015 гг.

Источник:  
Доклад по рейтингу,  
WWF, Креон, 2016.



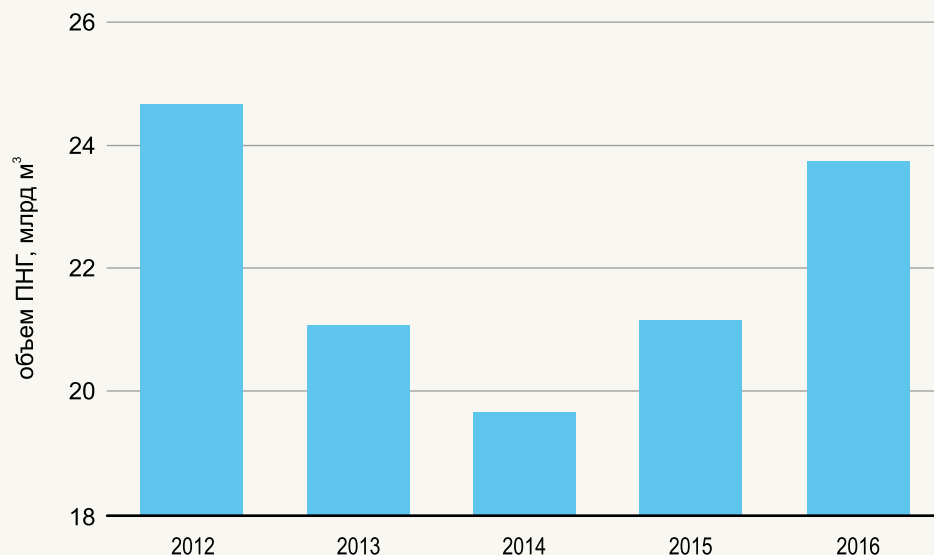
Представители правительственных организаций заявляют о достижении показателей продуктивной переработки ПНГ в 90% в 2016 году (выступление главы Минприроды России С.Е. Донского 27 декабря 2016 г. на заседании Госсовета, посвященного экологическим проблемам). В качестве причины такого заметного уменьшения доли сжигания ПНГ было указано на принятые в июле 2014 года поправки к закону «Об охране окружающей среды» (№ 219-ФЗ), согласно которым предприятие обязано устанавливать свои технологические нормативы на уровне применения наилучших доступных технологий (НДТ). Закон ставит в прямую зависимость скорость, с которой предприятие внедряет НДТ, заменяя устаревшие ресурсоемкие технологии, и размер платежей за воздействие на окружающую среду. Общий объем инвестиций в повышение полезного использования ПНГ был оценен в 200 млрд рублей.

Министерство энергетики РФ ожидает, что целевой показатель полезного использования ПНГ в 95% будет достигнут к концу текущего десятилетия.

Таким образом, согласно статистическим данным, которыми оперируют представители Минприроды и Минэнерго России, в стране по-прежнему происходит рост уровня полезного использования ПНГ. Однако данные, полученные с помощью методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), показывают, что начиная с 2014 года в России наблюдается существенный рост объемов сжигания ПНГ (см. рис 4).

Рис.4. Изменение объема сжигаемого ПНГ в период с 2012 по 2016 г.

Источник:  
Poster by Mikhail Zhizhin  
NOAA/Cooperative  
Institute for Research in  
Environmental Sciences  
<https://agu.confex.com/agu/fm16/meetingapp.cgi/Paper/138796>



Расхождение оценок объемов извлечения и использования ПНГ связано, в том числе, с недостатками системы измерения и учета ПНГ в России. В прошлые годы автоматизированные системы учета на факельных установках и на ступенях сепарации зачастую отсутствовали или внедрялись слабо. Например, десять лет назад в России доля факельных установок, оснащенных устройствами измерения объемов поступающих на них ПНГ, составляла около 50%, а в отдельных регионах — менее 20%. За последние 10 лет уровень оснащенности измерительным оборудованием стал близок к 100%, но, вероятно, по-прежнему велико влияние человеческого фактора и высока погрешность (по разным оценкам, до 20–30%) при оценке объема сжигания. Независимый государственный контроль за объемами сжигания налажен неудовлетворительно.

Согласно данным об объемах непродуктивно сожженного ПНГ в расчете на один баррель добытой нефти, опубликованным партнерством GGFR

в декабре 2016 года, в России интенсивность сжигания в период 2013–2015 гг. незначительно колеблется около показателя в 5 м<sup>3</sup> (см. рис.5) на баррель, и это еще один повод усомниться в достоверности данных, которыми оперируют наши ведомства.

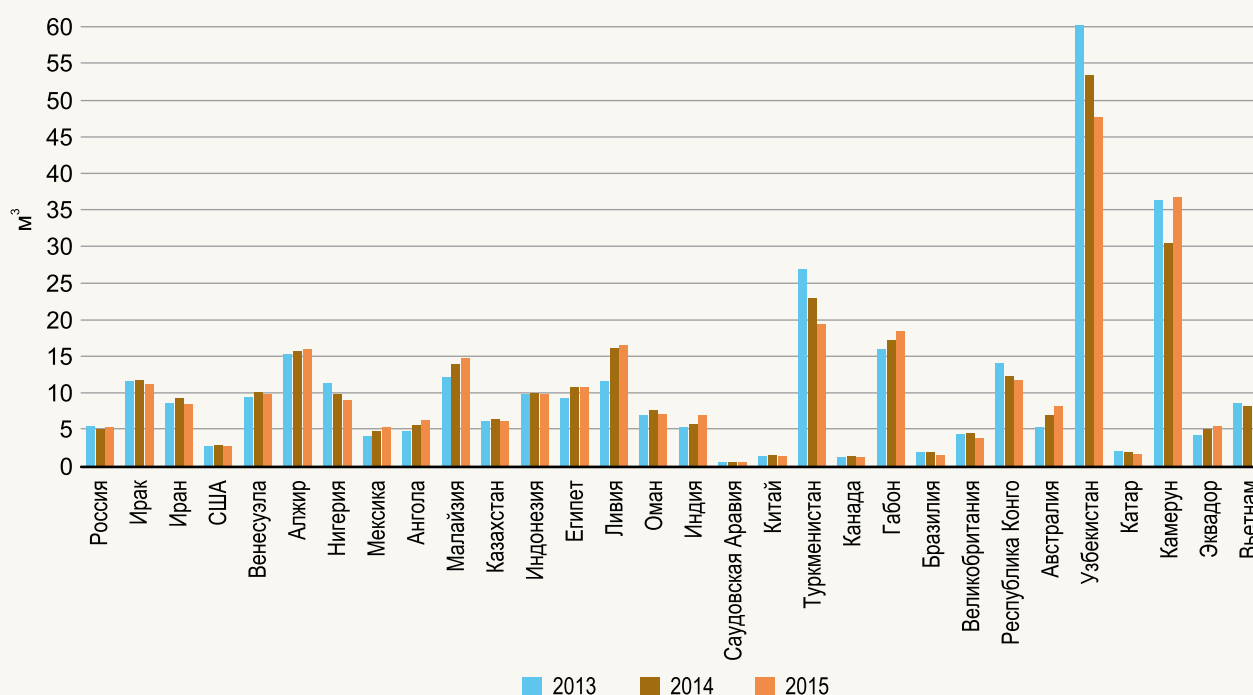
Таким образом, проблема проверки надежности данных учета и отчетности объемов сжигания ПНГ в России приобретает первостепенное значение. Как было отмечено ранее, приводимые сведения существенно различаются в разных источниках. Например, по данным Росстата объем извлеченного ПНГ в 2011 году составил 59,1 млрд м<sup>3</sup>, а по данным Государственной комиссии запасов (ГКЗ) добыча ПНГ (с учетом потерь в 10,5 млрд м<sup>3</sup>) оценена в 43 млрд м<sup>3</sup>. Минэнерго России со ссылкой на данные ЦДУ ТЭК дает третью цифру — 68,3 млрд м<sup>3</sup>, из которых на факельных установках сожжено 16,7 млрд м<sup>3</sup>. По данным же Всемирного банка, полученным на основе спутниковых исследований (ДЗЗ), объем сжигания ПНГ в 2011 году составил 37,4 млрд м<sup>3</sup>.

Рис. 5. Интенсивность сжигания ПНГ – м<sup>3</sup> на баррель добытой нефти в 30 странах, сжигающих наибольшее количество ПНГ.

Оценка реальной эффективности применения действующего законодательства и достижимость заявленных целей находится в прямом соответствии с интересами всех участников процесса — правительства России, нефтедобывающих компаний, финансовых структур, природоохранных организаций и общества в целом.

Источник:  
GGFR

В условиях, когда большая часть разрабатываемых нефтяных месторождений в России находится в отдаленных районах, а контролируемые





организации не располагают достаточными ресурсами, необходимыми для точного измерения объемов добываемого и сжигаемого ПНГ, единственным доступным решением может оказаться использование методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

WWF и его партнеры имеют возможность применить апробированный метод дистанционного измерения объемов сжигаемого ПНГ на основе данных, получаемых при помощи спутников NOAA и NASA (таких, как NPP-Suomi/VIIRS и Landsat-8/ OLI-TIRS), а также других спутников и сенсоров высокого разрешения (<http://wwf.ru/resources/publ/book/eng/545>).

Для того чтобы применять этот метод в национальной/региональной системе мониторинга сжигания ПНГ, необходимо как минимум осуществить его верификацию. Подтверждение надежности метода дистанционного зондирования будет служить дополнительным фактором, позволяющим местным сообществам и региональным органам власти из нефтедобывающих регионов бороться за сохранение качества жизни и окружающей среды.

Объективность информации, получаемой с помощью метода ДЗЗ, по-прежнему вызывает вопросы у ряда российских регуляторов и нефтегазовых компаний. Чтобы разрешить эту проблему, WWF России и его партнеры выступают с инициативой проведения пилотного проекта по верификации этого метода. Первостепенной задачей для реализации этой инициативы является получение поддержки от региональных властей и ответственных нефтегазовых компаний. Регион, в котором планируется к осуществлению проект, будет выбран исходя из сложившихся рабочих связей с рядом российских регионов, включая Сахалин, Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа. После достижения договоренностей по региону реализации пилотного проекта WWF России воспользуется имеющимися договоренностями с Партнерством Всемирного банка GGFR по предоставлению технической консультационной поддержки данному пилотному проекту.

Проект должен включать в себя следующие стадии: 1) выбор территорий (полигона) для проведения верификации совместно с региональными партнерами; 2) проведение измерений в течение двух временных интервалов — зимой и летом; 3) подготовка аналитического доклада, основанного на данных, полученных в процессе верификации, обсуждение с экспертами и представление заинтересованным сторонам — от представителей государственных структур до научных и общественных организаций.

Метод оценки объемов сжигаемого ПНГ применяется, начиная с 2012 года Национальным управлением океанических и атмосферных исследований США (NOAA) и GGFR. В его основе лежит использование данных спутникового наблюдения (VIIRS) в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах.

В начале декабря 2016 года партнерством GGFR был выпущен очередной доклад, освещающий текущую ситуацию в этой области.

По результатам этих исследований был сделан вывод о том, что объем сжигаемого ПНГ в мире увеличился до 147 млрд м<sup>3</sup> в 2015 году, по сравнению с 145 млрд м<sup>3</sup> в 2014 году и 141 млрд м<sup>3</sup> в 2013 году.

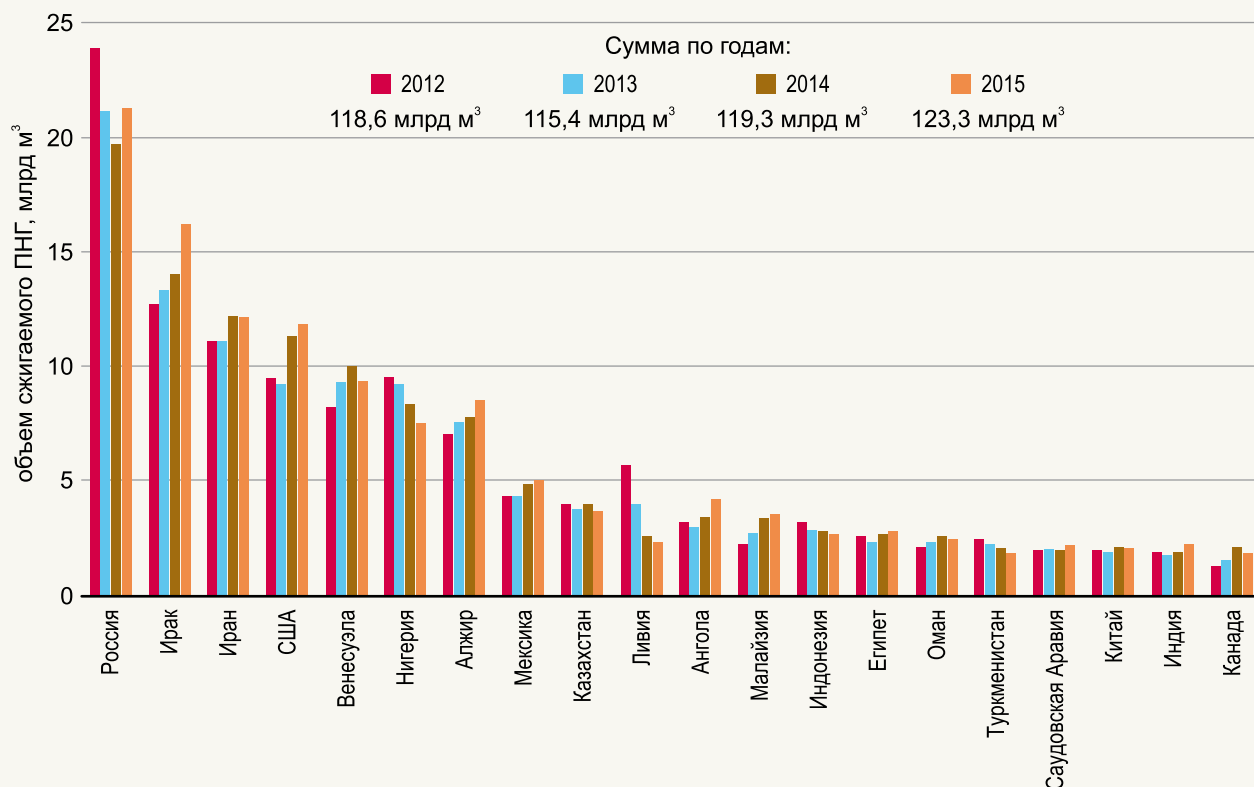
Рис.6. Объем сжигаемого ПНГ в двадцати странах, имеющих наибольшие показатели.

Источник:

Poster by Mikhail Zhizhin  
NOAA/Cooperative  
Institute for Research in  
Environmental Sciences  
<https://agu.confex.com/agu/fm16/meetingapp.cgi/Paper/138796>

По предварительным данным за 2015 год Россия возглавляет этот «антирейтинг», сжигая 24 млрд м<sup>3</sup> ПНГ, за ней следуют Ирак (17,5 млрд м<sup>3</sup>), Иран (16 млрд м<sup>3</sup>) и США (8 млрд м<sup>3</sup>). По количеству факелов Россия также среди «лидеров» (на третьем месте после США и Канады) с 1814 факелами, на которых осуществляется сжигание ПНГ.

Ряд стран достиг заметного прогресса в уменьшении объемов сжигаемого ПНГ. В частности, Нигерия по сравнению с 2013 годом снизила объем сжигания ПНГ менее чем до 8 млрд м<sup>3</sup>, или почти на 18%.



# ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЙТИНГ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ

---

С 2014 года WWF России совместно с компанией «Креон» и Национальным рейтинговым агентством реализует проект по оценке экологического рейтинга нефтегазовых компаний ([http://wwf.ru/about/what\\_we\\_do/oil/full\\_list/rating](http://wwf.ru/about/what_we_do/oil/full_list/rating)). Установление такого рейтинга впервые проводилось в стране в 2014 году и стало уникальным как по масштабу охвата компаний нефтегазовой отрасли, так и по набору критериев.

В рейтинг были включены нефтегазовые компании, обеспечивающие около 95% добычи углеводородов в стране. В качестве нижней границы был принят уровень добычи нефти и конденсата в объеме 1,5 млн тонн в год.

В список рейтинга 2016 года входит 21 компания. В выборке представлены компании различных типов: государственные и частные, публичные и непубличные, с участием иностранного капитала и без такового.

Из 12-ти критериев, формирующих рейтинг по Разделу 2, оценивающих количественные показатели воздействий на окружающую среду от различных аспектов производственной деятельности по критерию «Уровень утилизации попутного нефтяного газа», публичная информация за 2015 год представлена 13 компаниями из 21, участвующей в рейтинге. Это самый высокий показатель раскрытия информации по критериям Раздела 2. Мы связываем это как с усилением государственной политики по проблеме, так и с наличием в стране программы общественного контроля за уровнем сжигания ПНГ, которую Всемирный фонд дикой природы (WWF) начал осуществлять в 2010 году. Одна из задач общественной программы — повышение уровня прозрачности по проблеме. Все компании, которые раскрывают информацию по ПНГ, становятся объектом программы общественного контроля, что свидетельствует об эффективности данного механизма.

Влияние иностранных участников на раскрытие информации по ПНГ можно охарактеризовать как неоднозначное. В качестве положительного

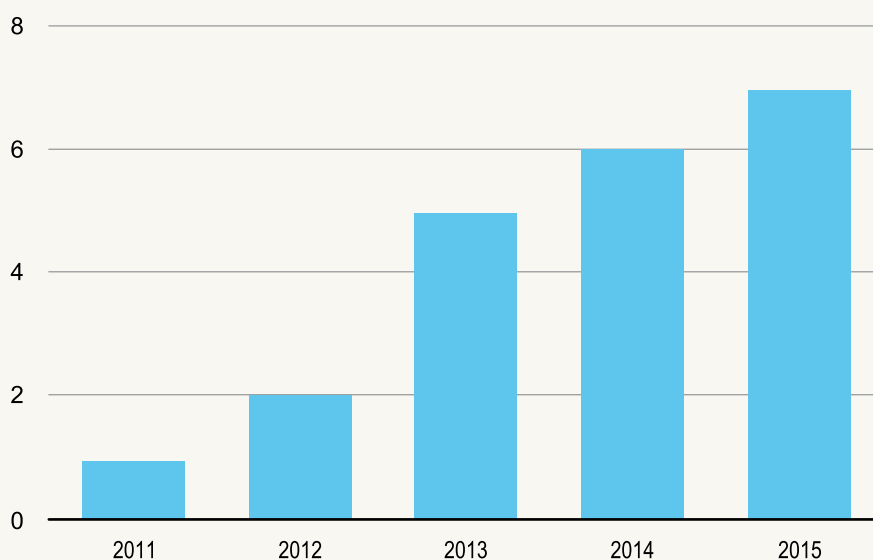
примера можно отметить роль компании Shell — оба ее проекта в РФ («Сахалин-2» и «Салым Петролеум») отличаются как высокой прозрачностью по данному показателю, так и высоким уровнем использования ПНГ. Высоким уровнем прозрачности данных по обращению с ПНГ отличается и проект Сахалин-1. Есть и пример противоположного рода — Total, которая до середины 2016 года была оператором проекта Харьягинского месторождения. Компания не смогла (или не захотела) раскрыть информацию по ПНГ, что, возможно, связано с низкими показателями продуктивного использования ПНГ, ведь на Харьягинском проекте (оператор Total-PPP) уровень полезного использования ПНГ на протяжении многих лет примерно в три раза ниже среднеотраслевого.

По имеющейся у WWF информации по Харьягинскому месторождению, состояние дел к настоящему времени не только не улучшилось, но даже стало хуже. За последние годы уровень сжигания ПНГ там составлял около 25%, в то время как средний отраслевой показатель сжигания достиг величины 15%. Необходимо рекомендовать новому оператору проекта, компании «Зарубежнефть», ускорить решение проблемы сжигания ПНГ, для чего целесообразно провести обсуждение Газовой программы компании с экспертным сообществом.

Из 13 компаний, предоставляющих информацию по ПНГ, 7 уже достигли или превышают заданный правительственным постановлением уровень в 95% полезного использования ПНГ в 2015 году, 10 компаний

Рис. 7. Количество нефтегазовых компаний, достигших уровня 95% использования ПНГ.

Источник:  
Доклад по рейтингу, WWF,  
«Креон», 2016.



демонстрируют положительный тренд за последние 3 года. В последнее время наметилась тенденция увеличения количества компаний, достигших 95%-ного уровня полезного использования ПНГ (см. рис. 7). При этом, как мы писали ранее, остаются вопросы о достоверности данных, в том числе представляемых нефтегазовыми компаниями в своей публичной отчетности.

По результатам рейтинга нами установлено, что среднеотраслевой уровень полезного использования ПНГ в 2015 году составил 85,9%. За 2015 год 5 компаний из 14-ти не достигли среднеотраслевого показателя.

Показатели компаний по доле использования ПНГ по годам с 2011-го по 2015-й представлены на рисунке 8.

Из 7 компаний, которые превысили заданный Постановлением Правительства РФ уровень в 95%, 4 — с государственным, 2 — с иностранным участием.

В 2015 году по сравнению с 2014 годом у ряда компаний отмечено ухудшение ситуации с полезно использованным ПНГ. Небольшое, в пределах статистической погрешности, ухудшение отмечается у проекта «Салым Петролеум», но это движение отмечается уже третий год подряд; некоторое ухудшение показателей наблюдается у «Эксон НЛ», который, тем не менее, превышает целевое значение в 95%; «Газпром нефть» снизила долю перерабатываемого ПНГ на 1,2% — до 80,2%; сильно откатилась «Иркутская НК» — с 64,4% до 47,5%.

Компания	2011	2012	2013	2014	2015
«Газпром»	86%	85%	99,5%	99,6	95,6
«Газпром нефть»	64,5%	69,3%	79,9%	81,4	80,2
«Зарубежнефть»	Нет данных	См. Примечание	20,44%	35,6	60,8
«Иркутская НК»	Нет данных		46,85%	64,4	47,5
«ЛУКОЙЛ»	79,3%	87,6%	88%	89,8	92
«Роснефть»	53,4%	53,5%	69,8%	80,8	87,9
«Салым Петролеум»	30,6%	89,6%	97,2%	96,1	95,9
«Сахалин Энерджи» («Сахалин 2»)	93%	93%	97%	94,9	96,1
«Сургутнефтегаз»	97,81%	99,2%	99,17%	99,1	99,4
«Татнефть»				95,2	95,2
«Эксон НЛ» («Сахалин 1»)	Нет данных	Нет данных	Нет данных	97,7	95,3
«Новатэк»			Нет данных	94,1	96

Рис.8. Доля по полезному использованию ПНГ нефтедобывающими компаниями, вошедшими в экологический рейтинг.

Источники данных: отчеты об устойчивом развитии («Башнефть», «Газпром», «Газпром нефть», «Зарубежнефть», «ЛУКОЙЛ», «Роснефть», «Сахалин Энерджи»), сводные таблицы показателей воздействия на ОС («Сургутнефтегаз», «Иркутская НК»), презентация «Показатели деятельности в области экологической безопасности» («Салым Петролеум»).

**Примечание:** в 2012 году «Зарубежнефть» не рассчитывала показатель утилизации ПНГ по компании в целом, а публиковала данные в разрезе дочерних компаний (рис.9):

Добыча и использование ПНГ (млн м <sup>3</sup> )	Добыча ПНГ за 2012 г.	Использование ПНГ на собственные нужды	% использования
ООО «СК «РУСВЬЕТПЕТРО»	68,82	14,47	21,02
ОАО «АМНГР»	36,56	0,77	2,10
ЗАО «Оренбургнефтеотдача»	1,21	–	–
ООО «Ульяновскнефтегаз»	0,26	–	–
<b>Всего:</b>	<b>106,85</b>		

Рис.9. Данные по использованию ПНГ дочерними компаниями «Зарубежнефти»

# СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПНГ

В настоящее время наибольшее распространение нашли следующие способы использования ПНГ:

А) Рациональное (эффективное)

- глубокая переработка в газ, топливо и сырье для нефтехимической промышленности
- неглубокая переработка в газ и топливо
- генерация электрической и тепловой энергии
- закачка в газотранспортную систему
- сжижение ПНГ

Б) Допустимое (затратное, потери ПНГ до 30–35% при повторном извлечении):

- обратная закачка ПНГ в нефтяной пласт

В) Утилизация:

- бездымное сжигание на факельных установках с высокоинтенсивными камерами сгорания с минимальным количеством выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Г) Уничтожение:

- факельное сжигание
- рассеивание

Рис.10. Сравнение структуры использования ПНГ в 2005 и 2015 годах (в млрд м<sup>3</sup>)

Источник: отраслевое информационно-аналитическое агентство Рупек

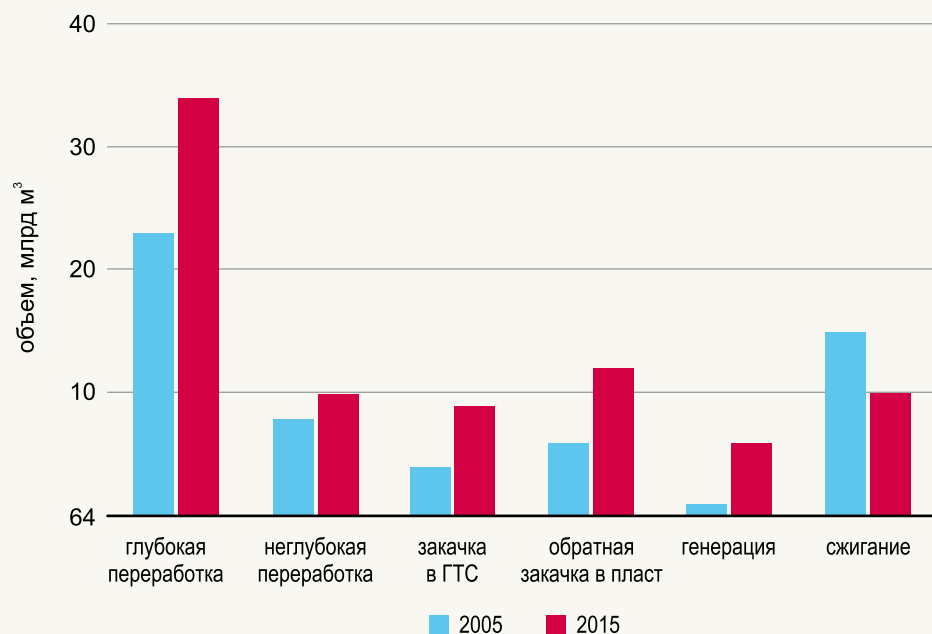
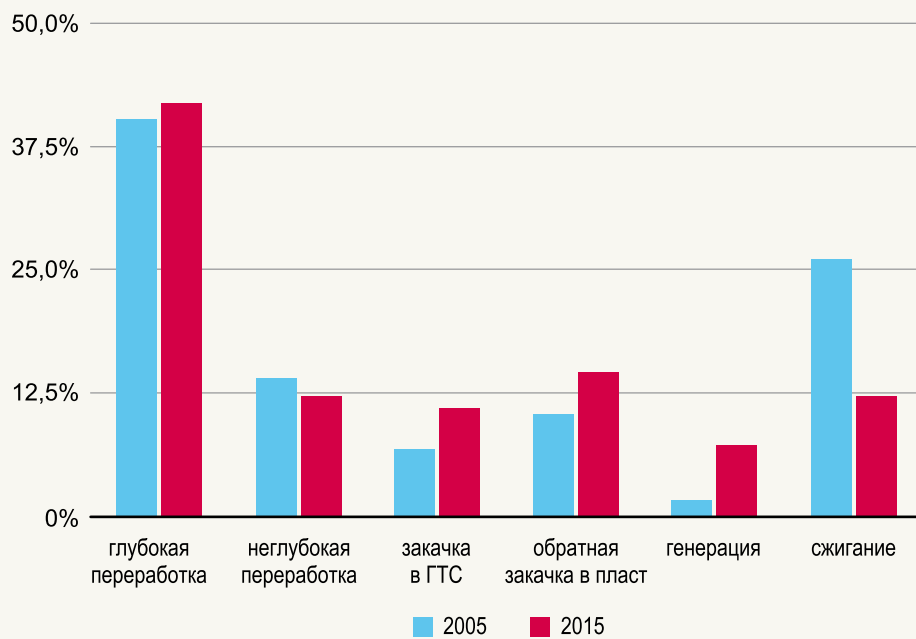


Рис.10а. Сравнение структуры использования ПНГ в 2005 и 2015 годах (в %).

Источник: отраслевое информационно-аналитическое агентство Рупек



Как мы видим, доля непродуктивно сжигаемого ПНГ за последние десять лет снизилась. Рост доли глубоко переработанного ПНГ компенсируется снижением доли неглубокой переработки, поэтому говорить о том, что в сфере использования ПНГ произошли значимые изменения, еще рано.



## ФАКЕЛЬНОЕ СЖИГАНИЕ<sup>3</sup>

Оборудование, необходимое для сжигания ПНГ, включает в себя трубопроводную систему, компрессоры и факельное оборудование. Для его монтажа необходимы минимальные инвестиции (0,1 руб./м<sup>3</sup>), его можно развернуть в течение небольшого времени (менее года). Пользуясь рядом существующих послаблений по соблюдению нормативов по факельному сжиганию ПНГ, установленных для новых и малопродуктивных месторождений, нефтегазовые компании при выборе способа утилизации ПНГ нередко делают выбор в пользу простого и, на первый взгляд, экономически привлекательного решения. Как правило, нефтегазовые компании ссылаются при этом на недостаток свободных финансовых ресурсов, необходимых для применения более сложных способов использования ПНГ.

Однако более детальный экономический анализ позволяет понять, что в среднесрочной и долгосрочной перспективах использование факельного сжигания ПНГ приводит к упущенной выгоде и прямому экономическому ущербу.

Прежде всего, непосредственный убыток возникает из-за штрафов, которым подвергаются нефтегазовые компании за сжигание ПНГ сверх установленных норм. Помимо этого, как мы покажем при последующем анализе, любой из альтернативных способов использования ПНГ позволяет получить положительный экономический эффект — от простого обнуления штрафов (закачка ПНГ обратно в нефтяной пласт) до получения денежных средств от продажи полученных продуктов переработки (электрическая и тепловая энергия, сухой газ, топливо, полимеры).

Рис.11. Расчет экономических параметров факельного сжигания

капитальные вложения	0,1*	строительство факельной установки и подводящих трубопроводов
экономический эффект/ущерб	-2,8*	в размере штрафа за сжигание
упущенная выгода	от -2,8 до -22,6*	диапазон от отмены штрафов до дохода от продажи нефтехимических продуктов
экологический эффект/ущерб	7,1 млн т на миллиард кубометров газа**	максимальный экологический ущерб от выброса в атмосферу CO, CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>
* – руб./м <sup>3</sup> ** – в эквиваленте CO <sub>2</sub>		

<sup>3</sup> Расчет экономических показателей, рассмотренных в разделе способов использования и утилизации ПНГ, основан на данных аналитических отчетов информационно-аналитического агентства Рупек.

# ЗАКАЧКА ГАЗА В ГАЗОТРАНСПОРТНУЮ СИСТЕМУ

Небольшие объемы ПНГ могут быть закачаны в газотранспортную систему ПАО «Газпром» для последующей продажи потребителям в составе природного газа. В силу технологических причин объем ПНГ, который таким образом можно закачать в ГТС, не может превышать 5% от объема природного газа, перекачиваемого по трубопроводу без учета добавленного ПНГ. Таким образом, применимость этого метода предполагает близость месторождения к трубопроводу с объемом транзита природного газа, многократно превышающего объем ПНГ, подлежащего закачке в ГТС. Если объем добываемого ПНГ превышает этот показатель, то оставшийся объем ПНГ придется утилизировать или использовать иным способом.

Рис.12. Расчет экономических параметров закачки ПНГ в ГТС

капитальные вложения	5*	организация сбора и строительство сети локальных газопроводов до врезки в магистральный газопровод
экономический эффект/ущерб	3*	монетизация ПНГ как обычного топливного газа
упущенная выгода	от 2,2 до 16,8*	доход от продажи нефтехимических продуктов за вычетом продуктов неглубокой переработки
экологический эффект/ущерб	1,2 млн т.**	в части объема, поставляемого в ГТС – углеродные выбросы от топливной генерации; в сжигаемой части – максимальный экологический ущерб от выбросов CO, CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>
* – руб./м <sup>3</sup> ** – в эквиваленте CO <sub>2</sub>		

Следует отметить, что существующая ГТС ПАО «Газпром» практически полностью загружена, ограничивая, таким образом, применимость этого способа использования ПНГ. Помимо этого, еще одним фактором, сдерживающим его применение, является положение ПАО «Газпром» в качестве монопольного экспортера природного газа, в результате чего местные производители газа вынуждены продавать газ исключительно на российском рынке, емкость которого ограничена.

# ОБРАТНАЯ ЗАКАЧКА В НЕФТЕНОСНЫЙ ПЛАСТ

Очищенный и специально подготовленный ПНГ может закачиваться обратно в нефтеносный пласт при помощи компрессорных станций. При этом фактически происходит откладывание решения проблемы ПНГ на будущее — до появления ресурсов или технологических решений, позволяющих эффективно перерабатывать ПНГ. Этот метод условно можно охарактеризовать как экологически нейтральный, так как при этом не возникает дополнительных отрицательных воздействий на окружающую среду по сравнению с воздействиями, характерными для обычного процесса нефтедобычи. Следует, впрочем, отметить, что часть ПНГ как полезного сырья (до 40%) теряется, так как при последующей добыче нефти не весь ПНГ, закачанный в пласт, можно будет извлечь обратно.

*Рис.13. Расчет экономических параметров обратной закачки ПНГ в нефтеносный пласт*

капитальные вложения	4,4	система сбора и нагнетательные газовые скважины
экономический эффект/ущерб	–	усредненный экономический эффект отсутствует. Достоверных данных о возможном повышении отдачи нефтяного пласта вследствие закачки попутного нефтяного газа нет
упущенная выгода	от 3 до 19,8	диапазон дохода от поставок газа в газотранспортную систему до продажи продуктов нефтехимической переработки
экологический эффект/ущерб	–	экологически нейтральное решение в случае переработки вновь полученного ПНГ в последующих циклах добычи нефти
* – руб./м <sup>3</sup>		

# ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Этот способ использования ПНГ оказывается оправданным в тех случаях, когда источники электроэнергии, необходимой для обеспечения работы нефтепромыслов, оказываются труднодоступными — в первую очередь, если промыслы расположены в регионах с плохо развитой инфраструктурой. Экологические риски при этом способе использования ПНГ выше, чем при генерации электроэнергии на электростанциях, работающих на природном газе — сказывается наличие широких фракций легких углеводородов (ШФЛУ) в составе ПНГ, приводящее к повышенному выбросу сажи.

Препятствием к широкому применению этого способа утилизации ПНГ служит отсутствие инфраструктуры, необходимой для передачи электроэнергии потенциальным потребителям. Создание такой инфраструктуры в удаленных районах может быть связано со значительными инвестициями, делающими генерацию электроэнергии экономически неэффективной.

Рис.14. Расчет экономических параметров генерации электрической энергии

капитальные вложения	54,2*	система сбора ПНГ, газотурбинные установки
экономический эффект/ущерб	5,2*	доход от собственной электрогенерации
упущенная выгода	от 2,4 до 14,6 *	диапазон дохода от использования на мини-ГПЗ до продажи продуктов нефтехимической переработки (за вычетом дохода от собственной электрогенерации)
экологический эффект/ущерб	1,2 млн т**.	объемы выбросов соответствуют таковым при топливной генерации с поправкой на меньшую эффективность сжигания
* – руб./м <sup>3</sup> ** – в эквиваленте CO <sub>2</sub>		

## НЕГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА

При помощи мобильных технологических установок ПНГ может разделяться на метан (сухой отбензиненный газ, СОГ) и пропан-бутановую смесь (топливный газ). Метан закачивается в газотранспортную систему, а топливный газ сжигается и отправляется потребителям в цистернах.

Рис.15. Расчет  
экономических параметров  
неглубокой переработки

Так как данный способ переработки предполагает закачку в газотранспортную систему только метана, то ограничения по доле газа, добавляемого в транзитный поток, нет. Естественно, при этом сохраняются требования к наличию свободных мощностей в транзитном трубопроводе.

капитальные вложения	15*	система сбора ПНГ, установки по первичной переработке, газопроводы до магистрального газопровода, транспортировка готовой продукции
экономический эффект/ущерб	7,6*	монетизация СОГ и ШФЛУ как топлива
упущенная выгода	12,2*	доход от продажи нефтехимических продуктов (за вычетом дохода от неглубокой переработки)
экологический эффект/ущерб	–	
* – руб./м <sup>3</sup>		

# ГЛУБОКАЯ ПЕРЕРАБОТКА

ПНГ по трубопроводной системе доставляется на крупные газоперерабатывающие заводы, где производится его разделение на метан и широкие фракции легких углеводородов (ШФЛУ). Метан закачивается в магистральную газопроводную систему, а ШФЛУ направляется на дальнейшие переделы для выработки широкой линии нефтехимических продуктов.

Рис.16. Расчет экономических параметров глубокой переработки

Особенностью этого варианта использования ПНГ является большая, по сравнению с предыдущими вариантами, длительность осуществления проектов от начала строительства инфраструктуры до запуска нефтехимических предприятий, выдающих готовую продукцию.

капитальные вложения	13,8*	капитальные затраты на создание комплекта инфраструктуры системы сбора ПНГ, компрессорные станции и газоперерабатывающие мощности, транспортировка СОГ и ШФЛУ, расходы на дальнейшие переделы
экономический эффект/ущерб	19,8*	усредненный экономический эффект – монетизация метана как топливного газа, монетизация ШФЛУ как сырья для нефтехимии с дальнейшим производством конечных изделий из полимеров и синтетического каучука
упущенная выгода	–	экономический эффект максимален, упущенная выгода отсутствует
экологический эффект/ущерб	–	экологический ущерб минимален, соответствует ущербу, наносимому окружающей среде нефтехимическим предприятием
* – руб./м <sup>3</sup>		

## СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ ПО ВСЕМ ВИДАМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

	сжигание	закачка в ГТС	закачка в пласт	генерация	неглубокая переработка	глубокая переработка
капитальные вложения*	0,1	5	4,4	54,2	15	13,8
экономиче- ский эффект/ ущерб*	-2,8	3	–	5,2	7,6	19,8
упущенная выгода*	от 2,8 до 22,6	от 2,2 до 16,8	от 3 до 19,8	от 2,4 до 14,6	12,2	–
экологиче- ский ущерб**	7,1	–	–	1,2	–	–
* – руб./м <sup>3</sup> ** – эквивалент млн т CO <sub>2</sub> – с учетом неполного сгорания и меньшей эффективности сжигания газа в факеле						

Рис.17. Сводная таблица экономических параметров рассмотренных способов утилизации ПНГ

Дополнительная информация о принципах расчета капитальных вложений, экономического эффекта/ущерба, упущенной выгоды и экологического ущерба приведена в Приложении 2.

# МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

---

В апреле 2015 года Генеральный секретарь ООН Пан Ги Мун и Президент Всемирного банка Джим Ён Ким объявили о начале реализации совместной инициативы «**Полное прекращение регулярного факельного сжигания ПНГ к 2030 году**» (Zero Routine Flaring by 2030 Initiative), целью которой является прекращение непродуктивного сжигания ПНГ. Инициатива объединяет правительства, нефтяные компании и организации развития, которые признают, что ситуация с факельным сжиганием ПНГ нерациональна с точки зрения природопользования и охраны окружающей среды, и которые согласны сотрудничать, чтобы прекратить практику регулярного факельного сжигания ПНГ не позднее 2030 года.

Инициатива “**Zero Routine Flaring by 2030**” нашла живой отклик заинтересованных сторон, о чем свидетельствует быстрый рост числа ее участников. В момент ее объявления Инициативу одобрило 11 правительственных организаций, 12 нефтедобывающих компаний и 8 организаций, занимающихся вопросами развития, а на конец декабря 2016 года цифры составили 22 правительственные организации, 29 нефтедобывающих компаний и 13 институтов развития.

В ходе многолетних исследований, проводимых специалистами National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) с использованием ресурсов, предоставленных NASA, было установлено, что объем непродуктивно сжигаемого ПНГ колоссален — примерно 3,5% от мирового объема добычи природного газа (примерно 140 млрд м<sup>3</sup>), а количество образующейся при этом двуокиси углерода CO<sub>2</sub> составляет примерно 10% от объема выбросов стран Евросоюза.

Несмотря на различия в целях, подходах и используемых инструментах, участники инициативы едины в главном: непродуктивное сжигание ПНГ не соответствует задачам устойчивого развития.

Правительства, которые присоединились к Инициативе, берут на себя обязательство сформировать устойчивую законодательную, правовую и инвестиционную среду, способствующую привлечению инвестиций в инфраструктуру нефтедобычи, необходимую для переработки ПНГ,



а также формированию спроса на продукты его переработки. Это позволит нефтедобывающим компаниям развивать свои проекты по прекращению непродуктивного сжигания ПНГ на стабильной основе. Правительства будут требовать, чтобы планы по развитию новых месторождений включали в себя компоненты по полной переработке ПНГ или его консервации путем обратной закачки в нефтеносные пласты месторождений.

Нефтедобывающие компании, взявшие на себя обязательства в рамках Инициативы, в свою очередь, оказываются в ситуации, когда они могут разрабатывать нефтяные месторождения с использованием практик устойчивого использования природных ресурсов, исключающего сжигание ПНГ. Нефтедобывающие компании, которые в настоящее время практикуют непродуктивное сжигание ПНГ на старых месторождениях, разработка которых была начата до присоединения к Инициативе, предпримут все экономически обоснованные усилия, позволяющие прекратить непродуктивное сжигание ПНГ не позже 2030 года.

Организации, связанные с институциональным развитием, приложат все усилия для обеспечения сотрудничества и реализации достигнутых договоренностей, а также прибегнут к использованию финансовых рычагов и других мер, в особенности внутри стран и регионов, относящихся к сфере их ответственности. Они будут стараться использовать такие же механизмы в странах, которые еще не присоединились к Инициативе.

Правительства и нефтедобывающие компании, присоединившиеся к Инициативе, берут на себя обязательство ежегодно публиковать информацию о достигнутом прогрессе в достижении заявленных целей.

Стороны, примкнувшие к Инициативе, выражают понимание, что ее успех требует деятельного участия всех сторон — правительств, нефтедобывающих компаний и организаций, связанных с институциональным развитием — в осуществлении действий, направленных на прекращение непродуктивного сжигания ПНГ к 2030 году.

#### **Участники Инициативы (в алфавитном порядке):**

Правительства: Ангола, Азербайджан, Бахрейн, Габон, Германия, Ирак, Казахстан, Калифорния (США), Камерун, Канада, Республика Конго, Мексика, Нигерия, Нидерланды, Норвегия, Оман, Перу, Россия, США, Туркменистан, Узбекистан, Франция.

#### **Нефтедобывающие компании:**

BP, Eni, Entreprise Tunisienne d'Activités Pétrolières (ETAP — Tunisia), Frontier Oil Limited (Nigeria), Galp Energia (Portugal), KazMunayGaz

(Kazakhstan), Kuwait Oil Company, MOL Group, Niger Delta Petroleum Resources Ltd. (Nigeria), Nigerian National Petroleum Corporation (NNPC), Oando Energy Resources (Canada), Oil India Limited, OMV Group (Austria), ONGC (India), Pan Ocean Oil Corporation (Nigeria) Ltd., Petroamazonas EP (Ecuador), Petroleum Development Oman (PDO), Repsol, Seplat Petroleum Development Company Plc (Nigeria), Seven Energy (Nigeria), Shell, Société Nationale des Hydrocarbures (SNH — Cameroon), Société Nationale des Petroles du Congo (SNPC), Sonangol (Angola), State Oil Company of the Azerbaijan Republic (SOCAR), Statoil, TOTAL, Uzbekneftegaz (Uzbekistan), Wintershall

**Организации, связанные с институциональным развитием:**

African Development Bank (AfDB), Agence Française de Développement (AFD), Asian Development Bank (ADB), East African Development Bank (EADB), ECOWAS Bank for Investment and Development (EBID), European Bank for Reconstruction and Development (EBRD), European Investment Bank (EIB), Inter-American Development Bank (IDB), Islamic Development Bank (IsDB), OPEC Fund for International Development (OFID), United Nations Sustainable Energy for All (SE4All), West African Development Bank (BOAD), World Bank Group

**Преимущества от участия в инициативе и возникающие из него обязательства для правительств и нефтедобывающих компаний**

Проведение мероприятий в рамках Инициативы позволит осуществлять монетизацию углеводородных полезных ископаемых более устойчивым образом, что соответствует интересам как правительств, так и нефтедобывающих компаний. При этом снижается негативное воздействие нефтедобычи на окружающую среду, а наиболее удачные практики могут послужить образцом для адаптации — причем это относится не только к собственно технологии добычи и переработки нефти и ПНГ, но и к развитию механизмов финансирования, направленных на поддержку осуществления проектов, нацеленных на снижение непродуктивного сжигания ПНГ, а также законодательного обеспечения этих практик.

Участие в Инициативе дает возможность как правительствам, так и компаниям заявить о себе в качестве организаций, приверженных ценностям ответственного использования природных ресурсов, невзирая на сложные времена, переживаемые ресурсодобывающим сектором мировой экономики в целом.

Многие международные нефтедобывающие компании, уже применяющие практики, направленные на прекращение непродуктивного сжи-

гания ПНГ на вновь разрабатываемых месторождениях, приветствуют подписание Инициативы, поскольку это ставит их в равные условия с остальными компаниями, подталкивая последние к применению аналогичных практик, поскольку этого требуют правительства-участники Инициативы. Де-факто объединенными усилиями правительств и нефтедобывающих компаний осуществляется выработка новых промышленных стандартов. Облегчается и взаимодействие как правительств, так и нефтедобывающих компаний с международными банковскими организациями, финансирующими проекты, связанные с нефтедобычей.

Задачи, определяемые Инициативой, заставляют компании активнее применять инновации, связанные с монетизацией ПНГ. Это дает толчок развитию передовых технологий нефтедобычи и нефтепереработки. Благодаря преимуществам, которые обеспечивают сетевое сотрудничество в рамках Инициативы, а также благодаря поддержке присоединившихся к Инициативе правительственных структур эти инновации находят быстрое применение и распространяются активнее.

Участие в Инициативе способствует более быстрому и эффективному выполнению обязательств, взятых на себя странами в рамках Парижского соглашения по климату. Государства, правительства которых присоединились к Инициативе, оказываются в роли региональных лидеров, подталкивая соседние страны к снижению объемов непродуктивно сжигаемого попутного нефтяного газа.

Инициатива дает возможность правительствам при поддержке нефтедобывающих компаний и организаций, связанных с институциональным развитием, сформировать традиции устойчивого использования природных ресурсов, которые будут оказывать позитивное воздействие и в будущем.

### **Обязательства участников Инициативы**

Правительства и нефтедобывающие компании при содействии организаций, занимающихся институциональным развитием, берут на себя обязательства: (а) управлять использованием природных ресурсов таким образом, чтобы объемы непродуктивно сжигаемого ПНГ снижались, (б) при этом сжигание ПНГ при разработке новых месторождений не велось бы вовсе, (в) а к 2030 году было бы прекращено и на месторождениях, разработка которых была начата до присоединения к Инициативе.

Участники Инициативы берут на себя обязательства предоставлять информацию касательно объемов добываемого и непродуктивно сжигаемого ПНГ, а также подтверждают свое согласие на обработку и публикацию полученной информации Всемирным банком.

# ПРЕДЛОЖЕНИЯ WWF РОССИИ

---

В настоящий момент Россия участвует в Инициативе только на уровне правительства, но каких-либо активных действий в рамках данной Инициативы пока не наблюдается. На наш взгляд, это является серьезным упущением как со стороны государственных структур, так и нефтедобывающих компаний: многие из российских компаний уже осуществляют нефтедобычу и переработку ПНГ с показателями, соответствующими содержащимся в тексте Инициативы. Не использовать возможность заявить о своих достижениях в этой области, одновременно с этим получить доступ к экспертной и информационной поддержке на международном уровне было бы нерационально.

В современных условиях, когда особое значение приобретают в первую очередь те проекты, в рамках которых осуществляется конструктивное сотрудничество во имя достижения целей устойчивого развития и решения задач, находящих поддержку правительств, международных финансовых и деловых кругов, присоединение к Инициативе (которая, безусловно, соответствует этому критерию) является насущной необходимостью для российских нефтедобывающих компаний и банков развития.

2017 год объявлен Годом экологии в России. Особое внимание среди основных мероприятий по проведению в 2017 году в Российской Федерации Года экологии (Правительство Российской Федерации, Распоряжение от 2 июня 2016 г. № 1082-р) уделяется мерам по повышению энергетической эффективности, сокращению потерь и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

В свете вышеизложенного WWF России предлагает всем ответственным российским нефтедобывающим компаниям и банкам развития присоединиться к Международной инициативе по сокращению объемов факельного сжигания ПНГ.

WWF России также призывает все заинтересованные стороны поддержать нашу инициативу по проведению проекта по верификации методики измерения сжигания ПНГ средствами дистанционного зондирования Земли.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

---

### **Использование методов дистанционного зондирования Земли с использованием датчиков VIIRS для измерения объемов сжигаемого ПНГ**

Начиная с 1970-х годов широкое распространение получили методы мультиспектрального дистанционного зондирования поверхности Земли с геостационарных и низкоорбитальных спутников — прежде всего, для ночных наблюдений за облачным покровом и лесными пожарами. Качественное улучшение параметров сенсоров, применяемых на спутниках, рост числа спутников и облегчение доступа к данным ДЗЗ позволило начать использовать полученные в ходе наблюдений данные для проведения широкого спектра научных и прикладных исследований — в климатологии, экологии, демографических и экономических исследованиях.

В 2011 году совместными усилиями NOAA и NASA был запущен спутник Suomi NPP, первый в серии спутников Joint Polar Satellite System (JPSS). Данные наблюдений, проводимых этими спутниками, могут приниматься на наземных станциях несколько раз в день, в моменты прохождения спутника над станциями. На спутниках JPSS устанавливается мультиспектральная камера видимого и ИК диапазонов VIIRS с шириной охвата 3000 км, которая позволяет вести высокочувствительные наблюдения ночной поверхности Земли.

Систематические ночные наблюдения за поверхностью Земли велись непрерывно с 1992 года с использованием спутников DMSP, с подключением спутников JPSS в 2000-х годах. Накопленный за это время массив данных позволил произвести взаимную калибровку яркости различных огней, видимых с различных спутников.

В 2009 году был опубликован метод оценки объемов сжигаемого ПНГ по странам и проведен анализ тенденций по их изменению по результатам многолетних наблюдений с использованием сенсоров DMSP-OLS, начиная с 1994 года. Мировой объем сжигаемого ПНГ в первом приближении оказался стабилен и составил примерно 150 млрд м<sup>3</sup> в год. Согласно данным этого анализа, Россия неизменно занимала первое место по объемам сжигаемого ПНГ, достигнув максимальных показателей в 2005 году, что согласуется с имеющимися данными официальной статистики.

Сразу после запуска спутника Suomi NPP в 2012 году исследовательскими группами NASA и NOAA была начата работа по созданию карт стабильных ночных огней (СНО), в категорию которых попадают и факелы от сжигаемого ПНГ, аналогичных картам, которые до этого строились

по данным DMSP-OLS. Из-за существенно более высоких чувствительности и разрешения новых сенсоров VIIRS резко увеличился объем данных, которые было необходимо обрабатывать, поэтому ранее применявшаяся методика обработки данных была существенно переработана. Первая версия карты средней яркости ночных огней Земли по данным VIIRS за 2012 год под названием NASA Black Marble была представлена в декабре 2012 года на пресс-конференции AGU Fall Meeting 2012 и получила широкий резонанс в СМИ

Для выделения и описания горячих точек на поверхности Земли был разработан алгоритм, получивший название VIIRS Nightfire. Высокая чувствительность этого алгоритма обуславливает большой объем точечных данных: за одну ночь (земные сутки) алгоритм детектирует порядка 20 тыс. событий, которые можно условно разделить на «горячие» ( $T > 1300\text{K}$ , электрические огни и газовые факелы) и «теплые» ( $400\text{K} < T < 1300\text{K}$ , пожары, вулканы и высокотемпературные производства (плавильные или цементные печи).

Агрегация данных, полученных при помощи VIIRS и данных из других источников (ГИС) по пространству и времени, позволяет уточнить координаты факела (точность до 50 м), а при условии осуществления калибровки — сделать выводы об объемах сжигания ПНГ и объемах добычи нефти. Текущая точность оценки абсолютных объемов сжигания ПНГ составляет примерно 20%, но точность измерения для каждого отдельного факела существенно выше.

Анализ мультиспектральных наблюдений с сенсоров VIIRS по алгоритму Nightfire требует использования очень больших вычислительных мощностей — за сутки детектируется от 10 до 20 тысяч событий, каждое из которых характеризуется сотней параметров (координаты, время, яркости в спектральных каналах, оценки параметров ИК источника и т.д.). Для обработки такого потока данных в 2016 году в Институте космических исследований РАН при поддержке Минобрнауки России был начат проект, целью которого является разработка технической платформы, оптимизированной под массивно-параллельные алгоритмы обработки мультиспектральных космических снимков.

На территории России развернута сеть государственных, научных и коммерческих станций, позволяющая осуществлять получение данных мультиспектрального наблюдения. Собираемые данные совместно с системой долгосрочного хранения и параллельной обработки, создаваемой в ИКИ РАН, могут быть использованы для решения широкого спектра задач, включая создание каталога факелов сжигания ПНГ и продуктов переработки углеводородов с возможностью оценки температуры и размеров факелов и динамики объемов сжигания ПНГ по отдельным месторождениям и по всей территории РФ.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Принципы расчета показателей и источники данных

	Сжигание	Обратная закачка в пласт	Закачка в единую ГТС Газпрома	Электрогенерация	Неглубокая переработка	Глубокая переработка
<b>Капитальные вложения</b>	Внутренние данные СИБУРа по кап. затратам на строительство факельной системы на 1,5 млрд. м <sup>3</sup> газа в год	Внутренние данные СИБУРа по кап. затратам на строительство компрессорно-трубопроводного хозяйства	Внутренние данные СИБУРа по кап. затратам на строительство компрессорно-трубопроводного хозяйства	Рассчитано через удельную стоимость единицы мощности по капитальным затратам, нормировано на потребление газа на единицу мощности (по данным издания «Энергосистема», №1/2010)	Внутренние данные СИБУРа по кап. затратам на строительство компрессорно-трубопроводного хозяйства, внутренняя оценка капитальных затрат на мини-ГФУ	Внутренние данные СИБУРа по кап. затратам на строительство компрессорно-трубопроводного хозяйства, внутренняя оценка капитальных затрат на ГПЗ и на нефтехимическое производство
<b>Временные затраты на реализацию выбранного метода переработки/ утилизации ПНГ</b>	Менее 1 года: установка факельной системы, трубопроводов, компрессоров	Менее 1 года: установка трубопроводов, компрессоров	Менее 1 года: установка трубопроводов, компрессоров	Менее 1 года: установка трубопроводов, компрессоров, газотурбинной установки	2-3 года: строительство и запуск трубопроводной сети, ГПЗ	3-5 лет: строительство и запуск трубопроводной сети, ГПЗ и нефтехимического производства
<b>Экономический эффект/ущерб</b>	Усредненный экономический эффект – ущерб в размере штрафа от сжигания. (по данным С.Е. Донского «Повышение эффективности использования попутного нефтяного газа в России»)	Усредненный экономический ущерб отсутствует. Непосредственный эффект на нефтедобычу не может быть рассчитан. Упущенная выгода / не понесенный ущерб – диапазон от дохода от поставок в ГТС до дохода при продаже нефтехимических продуктов	Усредненный экономический ущерб отсутствует. Экономический эффект рассматривается как реализация всего ПНГ по цене СОГ в ГТС Газпрома	Усредненный экономический ущерб отсутствует. Экономический эффект рассматривается как реализация электроэнергии, полученной на собственной генерации	Конверсия ПНГ в рыночные продукты неглубоких переделов – до сухого отбензиненного газа (СОГ), СУГ и бензина газового стабильного (БГС), полученным посредством газодифракционирования	Полная конверсия ПНГ в рыночные продукты: базовые полимеры (полиэтилен и полипропилен) и эластомеры (полибутадиен) из мономеров, полученных посредством пиролиза фракций после фракционирования ПНГ
<b>Упущенная выгода</b>	Упущенная выгода рассчитывается как диапазон разностей экономического эффекта других пяти возможных направлений переработки и отрицательного экономического эффекта сжигания (штрафа)	Упущенная выгода рассчитывается как диапазон разностей экономического эффекта других четырех возможных направлений переработки и экономического эффекта закачки в пласт	Упущенная выгода рассчитывается как диапазон разностей экономического эффекта других трех возможных направлений переработки и экономического эффекта закачки в единую ГТС Газпрома	Упущенная выгода рассчитывается как диапазон разностей экономического эффекта других двух возможных направлений переработки и экономического эффекта от продажи электроэнергии с собственной электрогенерации	Упущенная выгода рассчитывается как разность экономического эффекта глубокой переработки в базовые полимеры и эластомеры и экономического эффекта от продажи УВС продукции СОГ, СУГ и БГС	Упущенная выгода отсутствует (более глубокая переработка в рамках модели невозможна)

	Сжигание	Обратная закачка в пласт	Закачка в единую ГТС Газпрома	Электрогенерация	Неглубокая переработка	Глубокая переработка
<b>Экологический ущерб/эффект</b>	Подсчитан на основе типичных выбросов при сжигании ПНГ: парниковые газы CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O с учетом коэффициентов парникового эффекта каждого газа (по данным United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC))	Экологический эффект принят равным нулю	Подсчитан на основе типичных выбросов при сжигании газа: парниковые газы CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O с учетом коэффициентов парникового эффекта каждого газа (по данным United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC))	Подсчитан на основе типичных выбросов при сжигании газа: парниковые газы CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O с учетом коэффициентов парникового эффекта каждого газа (по данным United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC))	Типичные выбросы парниковых газов CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O с ГПЗ и нефтехимических производств (по данным СИ-БУРа) с учетом коэффициентов парникового эффекта каждого газа	Типичные выбросы парниковых газов CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O с ГПЗ и нефтехимических производств (по данным СИ-БУРа) с учетом коэффициентов парникового эффекта каждого газа
<b>Комментарии</b>	Факельное сжигание предполагает менее эффективный режим горения, что приводит к выбросам несгоревшего метана (очень сильный парниковый газ), оксидов азота (крайне сильный парниковый газ)	Предполагаем отсутствие значимого экологического эффекта	Высокоэффективное сгорание	Высокоэффективное сгорание	Факельное сжигание незначительных технологических углеводородных сбросов	Факельное сжигание незначительных технологических углеводородных сбросов