



METHANE  
GUIDING  
PRINCIPLES

# Сокращение выбросов метана: Руководство по передовому опыту Продувки

Руководящие принципы по  
снижению выбросов метана

НОЯБРЬ 2019



## Ограничение ответственности

Данный документ разработан в рамках Руководящих принципов по снижению выбросов метана (Methane Guiding Principles). Здесь приведена сводная информация о существующих мерах по снижению уровня выбросов, затрат и о доступных технологиях, известных на дату публикации, но со временем они могут быть изменены или усовершенствованы. Приведенная информация, насколько это известно авторам, является точной, но не обязательно отражает взгляды или позиции всех сторон, подписавших Руководящие принципы по снижению выбросов метана, или организаций, поддерживающих их, так что оценка представленной здесь информации должна проводиться читателем самостоятельно. Читателям не предоставляется никаких гарантий относительно полноты или точности информации, приведенной в настоящем Руководстве корпорацией SLR International и ее подрядчиками, партнерством в области Руководящих принципов по снижению выбросов метана, а также подписавшими данные принципы сторонами или поддерживающими данные принципы организациями.

В настоящем Руководстве описываются действия, которые организация может предпринять для управления выбросами метана. Эти действия или рекомендации не являются обязательными и представляют собой лишь один из эффективных путей, помогающих контролировать выбросы метана. В конкретных ситуациях другие методы могут иметь такой же или больший эффект. Выбираемые читателями действия часто зависят от обстоятельств, конкретных рисков, которыми им предстоит управлять, и от применимого правового режима.

# Содержание

Сводный отчет .....	2
Введение .....	3
Количественное определение выбросов.....	6
Стратегии сокращения выбросов.....	7
Контрольный список .....	14
Список литературы .....	15

# Сводный отчет



Продувки – это выброс газа в атмосферу. Данное руководство призвано помочь вам определить основные источники выбросов метана от продувки и сократить эти выбросы.

Общие стратегии сокращения выбросов заключаются в следующем.

## Передовой опыт по снижению выбросов метана от продувок

- ✓ Ведение учета выбросов от продувок
- ✓ Недопущение или сокращение выбросов из следующих источников:
  - Резервуары хранения жидких углеводородов
  - Уплотнения и стартеры компрессоров
  - Установки абсорбционной осушки газа
  - Удаление жидкостей из газовых скважин
  - Заканчивание скважин
  - Выпуск попутного газа из затрубного пространства нефтяных скважин
- ✓ Применение рециркуляции или сжигания на факеле вместо выпуска газа в атмосферу при необходимости сжигания метана
- ✓ Мониторинг выпускных отверстий и оценка необходимых улучшений и мер контроля

# Введение

Продувка означает не что иное, как выброс газа в атмосферу. Метан может выбрасываться намеренно во время процессов или видов работ, которые предназначены для выпуска газа, или непреднамеренно, когда оборудование работает со сбоями, или если работы осуществляются не в штатном режиме.

В данном руководстве основное внимание уделяется нескольким распространенным источникам и стратегиям сокращения выбросов от продувок. Оно не рассматривает все источники выбросов от продувок. В настоящем руководстве понятие «продувка» употребляется применительно к газу, стравливаемому из основного оборудования, такого как оборудование устья скважин, резервуары хранения, компрессоры и установки осушки газа.

Продувка также относится к газу, выпускаемому при следующих видах деятельности:

- заканчивание скважины; и
- удаление жидкостей из газовых скважин.

Продувка имеет место во всех звеньях цепочки поставок газа и в ходе осуществления различных видов работ. В этом руководстве основное внимание уделяется оборудованию и видам работ, которые, как известно, являются основными источниками выбросов. В таблице 1 ниже показано, какие типы оборудования являются основными источниками выбросов. В таблице 2 представлены виды работ, представляющие собой основные источники выбросов.

Таблица 1: Оборудование, относящееся к основным источникам выбросов при продувке

Оборудование	Откуда исходят выбросы	Когда происходят выбросы	Режим работы, при котором происходят выбросы	Сфера деятельности
Резервуары хранения добываемых жидкостей, таких как конденсат, сырая нефть или вода	Газ выветривания в резервуарах, не оснащенных установками для улавливания пара (неконтролируемые резервуары)	Из резервуаров могут выделяться выбросы, связанные с испарением легких газов в результате приема жидкостей под давлением из других емкостей. Чаще всего давление в резервуарах близко к атмосферному, но в емкостях, расположенных до резервуаров, может быть гораздо более высокое давление.	Штатный режим работы	Большинство резервуаров для хранения добытых жидкостей используется на объектах добычи, но некоторые также используются в процессе переработки, транспортировки и хранения.
	Загрузка и разгрузка резервуаров и замеры в резервуарах	Газ выделяется из люка при открытии резервуара или в ходе отгрузки в автоцистерну или железнодорожную цистерну.	Обычные работы	
	Сброс паров в резервуар	Газ выходит из резервуара в результате непреднамеренного поступления потока газа из вышерасположенной емкости.	Неисправное или несоответствующее вышерасположенное оборудование, особенно на сепараторах	

## Сокращение выбросов метана от продувок

Таблица 1: Оборудование, относящееся к основным источникам выбросов при продувке

Оборудование	Откуда исходят выбросы	Когда происходят выбросы	Режим работы, при котором происходят выбросы	Сфера деятельности
Компрессоры	Набивка сальника поршневого компрессора	Потери в штатном рабочем режиме происходят в торцевом уплотнении набивки вокруг штока.	Штатный режим работы	Компрессоры используются при добыче, сборе и нагнетании, переработке, транспортировке и хранении, а также при экспорте жидкого природного газа.
	Гидроизоляция центробежных компрессоров	Потери в штатном рабочем режиме возникают в торцевом уплотнении колец вокруг вращающегося вала компрессора.	Штатный режим работы	
	Стартеры (газовые)	Периодические выбросы выделяются из пускового двигателя при запуске холостого компрессора.	Штатный режим работы	
Установки абсорбционной осушки газа	Продувочная свеча регенератора не выведена на факельную установку	Вода, абсорбированная циркулирующим гликолем, выходит через продувочную свечу регенератора в атмосферу. Выходит также и абсорбированный метан.  Использование газового насоса для регенерированного гликоля может увеличить выбросы.	Штатный режим работы	Установки абсорбционной осушки газа используются при добыче, сборе, нагнетании и хранении газа.
Устье скважины	Выпуск попутного газа из затрубного пространства	В нефтяных скважинах, в которых не ведется коммерческая добыча газа, газ из затрубного пространства выпускается в атмосферу.	Штатный режим работы	Добыча нефти

Таблица 2: Виды работ, относящиеся к основным источникам выбросов при продувке

Вид работ	Что вызывает выбросы	Когда происходят выбросы	Режим работы, при котором происходят выбросы	Сфера деятельности
Заканчивание скважины	Очистка скважины от нежелательных жидкостей, твердых частиц и газа после бурения и гидроразрыва пласта	После бурения новую скважину перед вводом в эксплуатацию очищают от бурового шлама, песка и жидкости гидроразрыва. Этот процесс и последующие испытания скважины могут привести к выбросу или сжиганию газа.	Штатный режим работы	Только добыча
Удаление жидкостей из газовых скважин (также называется «разгрузка жидкости»)	Удаление скопившихся жидкостей из газовых скважин низкого давления	Газ часто выбрасывается в атмосферу, когда в целях очистки скважины приток направляется непосредственно в источник более низкого давления, например в резервуар с давлением, близким к атмосферному.	Скважина отключена, и газ выходит в атмосферу. Это происходит только при определенных видах процедур для жидкостной разгрузки скважины.	Только добыча

На долю источников выбросов, рассматриваемых в этом руководстве, приходится около 16% от общих выбросов метана из нефтяных и газовых систем США.<sup>1,2</sup>

Некоторые источники выбросов от продувки описаны в других руководствах по передовому опыту, например, выбросы из оборудования в ходе технического обслуживания рассматриваются в руководстве по производственному ремонту, выбросы из пневматического оборудования рассматриваются в отдельном руководстве по пневматике, и выбросы из незажженных факелов описываются в руководстве по факельным системам.

# Количественное определение выбросов

- Количественная оценка выбросов метана позволяет определить интенсивность выбросов, выраженную как масса выбросов за единицу времени (например, килограммы в час) или как объем за единицу времени (например, стандартные кубические метры в час), и может быть выполнена путем инженерных расчетов, замеров непосредственно на источниках выбросов метана или при помощи расчетов на моделях. Количество выбросов в атмосферу определяется на основе следующих методов, указанных в порядке возрастания их точности и достоверности.
- Коэффициенты выбросов по умолчанию – количество выбросов определяется путем умножения количества единиц оборудования (или операций продувки) на среднюю интенсивность выбросов на единицу оборудования или на операцию.
- Инженерные расчеты – в уравнениях для расчета выбросов могут использоваться различные данные, собранные на местах в целях количественной оценки интенсивности выбросов от определенных процессов или видов деятельности. В некоторых случаях это может осуществляться с использованием программного обеспечения (например, при выбросах испарений из резервуаров и при выбросах из регенератора установки абсорбционной осушки газа). В этих случаях выбросы могут прогнозироваться при помощи программы моделирования, исходя из первопринципных методов расчета и уравнений состояния.
- Прямое измерение выбросов – может быть сделано с использованием данных текущего мониторинга или, в некоторых случаях, данных непрерывного мониторинга.

В «Руководстве по передовым практикам управления выбросами метана в нефтегазовом секторе» (Best Practice Guidance for Methane Management in the Oil and Gas Sector) Европейской экономической комиссии при Организации объединенных наций<sup>3</sup> указано несколько принятых и рекомендованных методов прямого измерения. Данные методы включают использование:

- калиброванного вентиляционного баллона;
- пробоотборника большого объема;
- устройства измерения потока; или
- анемометров.

Прямые измерения проводятся регулярно с письменной фиксацией показаний, а применяемые при этом различные подходы к измерениям имеют собственные присущие им погрешности. В некоторых случаях получение точных данных путем прямых замеров может быть затруднено, и тогда предпочтительнее использовать инженерные методы.



# Стратегии сокращения выбросов

Стратегии сокращения выбросов от продувки включают следующее.

- Уменьшение или устранение источника выбросов за счет эффективной эксплуатации и конструктивных решений.
- Отвод выбросов в контрольное устройство для предотвращения прямого выброса метана в атмосферу.
- При невозможности исключить продувки следует проводить проверку и/или мониторинг вентиляционных отверстий с целью дальнейшего улучшения или контроля их работы.

Метан – ценный продукт, который можно продавать, поэтому оборудование и мероприятия разработаны таким образом, чтобы свести к минимуму продувку. Необходимость в проведении продувки может быть еще больше уменьшена за счет изменения эксплуатационных процедур, а также путем рекуперации газа для повторного использования или сжигания газа (на факеле). Определенный объем продувки необходим из соображений обеспечения безопасности, экономической эффективности или по техническим причинам. При необходимости проведения продувки необходимо осуществлять ее мониторинг и оценку, чтобы свести ее объем к минимуму, где это возможно.

Источники выбросов, описанные в данном руководстве, изучаются уже несколько десятилетий. Существует несколько руководств по сокращению выбросов метана. Руководства и программы, относящиеся непосредственно к системам природного газа, включают следующее:

- Технические руководящие документы Нефтегазового партнерства по метану Коалиции в защиту климата и чистого воздуха (CCAC):<sup>4-10</sup>
  - Номер 3: «Центробежные компрессоры с гидравлическими (масляными) уплотнителями», 2017 г.
  - Номер 4: «Уплотнение штока поршневого компрессора/вентиляционных отверстий сальника», 2017 г.
  - Номер 5: «Установки абсорбционной осушки газа», 2017 г.
  - Номер 6: «Нестабилизированные резервуары хранения жидких углеводородов», 2017 г.

- Номер 7: «Продувка скважины для удавления скопившейся жидкости», 2017 г.
- Номер 8: «Удаление газа из скважины/сжигание на факеле во время заканчивания газовых скважин с ГРП», 2017 г.
- Номер 9: «Выпуск попутного газа из затрубного пространства нефтяных скважин», 2017 г.
- «Рекомендуемые технологии для сокращения выбросов метана» Программы по природному газу СТАР Агентства по охране окружающей среды США<sup>11</sup> ([www.epa.gov/natural-gas-star-program/recommended-technologies-reduce-methane-emissions](http://www.epa.gov/natural-gas-star-program/recommended-technologies-reduce-methane-emissions))
- «Руководство по передовым практикам в области управления метаном в нефтегазовом секторе» Европейской экономической комиссии при ООН (UNECE), август 2019 г.<sup>3</sup>
- «Холодная продувка и фугитивные выбросы в результате нефтегазовой деятельности на шельфе Норвегии», сводный отчет Агентства по охране окружающей среды Норвегии, подготовленный компанией Add Energy, апрель 2016 г.<sup>12</sup>

Настоящее руководство по передовому опыту не предоставляет информацию обо всех доступных методах сокращения выбросов, поскольку не все методы применимы к выбросам от продувки, рассматриваемым в данном руководстве.

Рекомендуемые стратегии сокращения выбросов от продувки для конкретных источников приведены в таблице 3.

## Сокращение выбросов метана от продувок

Таблица 3: Стратегии сокращения выбросов от продувки

Источник выбросов	Стратегии по смягчению последствий	Описание операции	Результативность	Источник информации
Резервуары хранения – газ выветривания	Добавить устройства рекуперации паров (УРП)	Основной вариант - установка УРП для отвода выбросов для повторного использования, продажи или сжигания газов.	Снижение выбросов на 95% при высокой надежности УРП.	Технический руководящий документ № 6 ССАС7  Программа по природному газу СТАР Агентства по охране окружающей среды США <sup>11</sup>  Агентство по охране окружающей среды Норвегии <sup>12</sup>
	Удалить резервуары с объектов добычи	Добавить систему измерения количества и качества нефти (СИКН) для транспортировки нефти или газа по трубопроводу.	Снижение на 100%	Программа по природному газу СТАР Агентства по охране окружающей среды США <sup>11</sup>
Резервуары хранения – открытие резервуаров и загрузка жидкостей в автоцистерны	Добавить системы автоматического измерения	Автоматизация замеров может устранить необходимость открывать люки резервуара и, таким образом, снизить выбросы из резервуара.	Снижение на 100%	Руководство компании Эмерсон <sup>13</sup>
	Внедрить систему для баланса или обмена парами между резервуарами и автоцистернами	Могут быть установлены линии возврата паров для сбора и контроля газов, вытесняемых в автоцистерны при загрузке жидкостей из резервуаров. Газы могут быть либо возвращены в резервуары (паровой баланс), либо отправлены непосредственно на контрольное устройство.	Переменная	Программа по природному газу СТАР Агентства по охране окружающей среды США <sup>11</sup>
Резервуары хранения – сброс пара из вышерасположенных емкостей	Дополнительно оснастить резервуары датчиками давления	Мониторы давления в резервуарах в системе SCADA (система сбора данных верхнего уровня) могут предупреждать операторов о возникновении избыточного давления, которое может привести к прямым выбросам в атмосферу.	Переменная	Технический руководящий документ № 6 ССАС7

Таблица 3: Стратегии сокращения выбросов от продувки

Источник выбросов	Стратегии по смягчению последствий	Описание операции	Результативность	Источник информации
	Проводить текущий мониторинг	Текущий мониторинг клапанов сброса обеспечит их надлежащую работу; текущий мониторинг люков и предохранительных клапанов в резервуарах хранения, например, с помощью камер оптического отображения газа, обеспечит раннее обнаружение сброса пара из вышерасположенных емкостей.	Переменная	Технический руководящий документ № 6 ССАС7  Агентство по охране окружающей среды Норвегии <sup>12</sup>
Компрессоры – набивка сальника поршневых компрессоров	Осуществлять постоянный мониторинг	Добавить постоянный мониторинг в регулярную программу обнаружения и устранения утечек.  Данные этой программы могут быть использованы для оценки возможностей сокращения продувки или для мониторинга эффективности мер по сокращению выбросов.	Переменная	Технический руководящий документ № 4 ССАС <sup>5</sup>
	Регулярно заменять набивку сальников	Сроки замены могут быть плановыми или основываться на данных проверок. Плановые замены следует проводить не реже одного раза в три года или сразу после выявления чрезмерной продувки.  Данная стратегия наиболее актуальна для резервных компрессоров (которые могут быть остановлены без ущерба для производства).	Ожидаемое снижение выбросов на 50-65%	Технический руководящий документ № 4 ССАС <sup>5</sup>
	Направить выбросы на контрольное устройство	Выбросы могут быть направлены на факел или другое устройство, такое как контрольное устройство каталитического расщепления.	Снижение на 95%	Технический руководящий документ № 4 ССАС <sup>5</sup>

## Сокращение выбросов метана от продувок

Таблица 3: Стратегии сокращения выбросов от продувки

Источник выбросов	Стратегии по смягчению последствий	Описание операции	Результативность	Источник информации
Компрессоры – гидрозатворы центробежных компрессоров	Проводить постоянный мониторинг источников выбросов	<p>Добавить постоянный мониторинг в регулярную программу обнаружения и устранения утечек.</p> <p>Данные этой программы могут быть использованы для оценки возможностей сокращения продувки или для мониторинга эффективности мер по сокращению выбросов.</p> <p>Информация о разработке программы обнаружения и устранения утечек приведена в разделе «Рекомендации по передовому опыту устранения утечек на оборудовании».</p>	Переменная	<p>Технический руководящий документ № 3 ССАС<sup>4</sup></p> <p>Агентство по охране окружающей среды Норвегии<sup>12</sup></p>
	Направить выбросы на контрольное устройство	Выбросы могут быть направлены на факел или другое устройство, такое как контрольное устройство каталитического расщепления.	Снижение на 95%	<p>Технический руководящий документ № 3 ССАС<sup>4</sup></p> <p>Агентство по охране окружающей среды Норвегии<sup>12</sup></p>
	Заменить гидрозатворы на сухие системы	<p>Сухие уплотнители обычно потребляют меньше энергии, являются более надежными и требуют меньшего обслуживания. Однако замена уплотнителей требует длительного и зачастую дорогостоящего отключения компрессора.</p> <p>Операторам следует покупать новые компрессоры с сухими уплотнителями (около 90% продукции на рынке имеют сухие уплотнители).</p>	Переменная	<p>Технический руководящий документ № 3 ССАС<sup>4</sup></p> <p>Программа по природному газу СТАР Агентства по охране окружающей среды США<sup>11</sup></p>

Таблица 3: Стратегии сокращения выбросов от продувки

Источник выбросов	Стратегии по смягчению последствий	Описание операции	Результативность	Источник информации
Компрессоры – газовые стартеры	Заменить газовые стартеры на электрические	Газовые стартеры используют энергию сжатого газа для вращения турбины и запуска компрессора. Их замена на электрические стартеры устраняет потребность в газе.  (Примечание: электроснабжение иногда отсутствует или менее надежно, чем использование газа на объекте).	Снижение на 100%	Программа по природному газу СТАР Агентства по охране окружающей среды США <sup>11</sup>  Агентство по охране окружающей среды Норвегии <sup>12</sup>
	Перевести стартеры на сжатый воздух  (Программа по природному газу СТАР Агентства по охране окружающей среды США)	Применение сжатого воздуха часто не может привести в действие газовые стартеры и является менее надежным, чем использование газа на объекте.	Снижение на 100%	Программа по природному газу СТАР Агентства по охране окружающей среды США <sup>11</sup>  Агентство по охране окружающей среды Норвегии <sup>12</sup>
	Рекуперировать или сжечь газ из стартера	УРП или факельные установки должны иметь большую кратковременную мощность.	Снижение на 95%	Программа по природному газу СТАР Агентства по охране окружающей среды США <sup>11</sup>

## Сокращение выбросов метана от продувок

Таблица 3: Стратегии сокращения выбросов от продувки





Источник выбросов	Стратегии по смягчению последствий	Описание операции	Результативность	Источник информации
Установки абсорбционной осушки газа – продувочная свеча теплообменника	Заменить газовый насос регенерированного гликоля на электрический насос регенерированного гликоля	Замена насоса устраняет необходимость в газе, который выпускается в поток гликоля, а затем выбрасывается.	100% снижение выбросов от работы насосов	Технический руководящий документ № 5 ССАС <sup>6</sup>
	Установить сепаратор на испарительную емкость, рекуперировать газ и оптимизировать скорость циркуляции гликоля	(Примечание: Некоторые новые системы управления автоматически отключают установку осушки, если УРП испарительной емкости выходит из строя)	Снижение на 90%	Технический руководящий документ № 5 ССАС <sup>6</sup> Агентство по охране окружающей среды Норвегии <sup>12</sup>
	Заменить на систему осушки с почти нулевыми выбросами	Сменить технологию осушки (например, на использование влагопоглотителей).	Снижение на 100%	Технический руководящий документ № 5 ССАС <sup>6</sup>
Выпуск попутного газа из затрубного пространства нефтяных скважин	Собрать или сжечь газ из затрубного пространства нефтяной скважины	Газ можно собрать при помощи новой установки рекуперации или путем направления газа на существующую установку для улавливания паров в резервуарах, если таковая имеется на объекте. Если рекуперация невозможна – сжечь газ на факеле.	Снижение выбросов на 95% при высокой надежности УРП. При сжигании на факеле - 95%.	Технический руководящий документ № 9 ССАС <sup>10</sup>

Таблица 3: Стратегии сокращения выбросов от продувки

Источник выбросов	Стратегии по смягчению последствий	Описание операции	Результативность	Источник информации
Заканчивание скважины	Внедрить систему заканчивания с пониженными выбросами («зеленую» систему заканчивания)	Цель данной технологии – не выпускать, а улавливать отходящий газ с целью его дальнейшей продажи или скорейшего сжигания на факеле.  Необходимо использовать специальное оборудование для отработки скважины. Установить переносное оборудование на заключительном этапе заканчивания скважины, способное работать при высоких дебитах воды, песка и газа, и улавливать газ для его дальнейшей продажи.	Снижение примерно на 90%	Технический руководящий документ № 8 ССАС <sup>9</sup>
Удаление жидкостей из газовых скважин (также называется «разгрузка жидкости»)	Разгружать жидкость в ручном режиме: минимизация времени	Удалить жидкости вручную, продув скважину через атмосферный резервуар, но только под непосредственным контролем оператора (исключить откачивание без присмотра).	Неизвестно, переменный параметр	Технический руководящий документ № 7 ССАС <sup>8</sup>
	Изменить работу скважины таким образом, чтобы не требовалась регулярная продувка	У операторов есть несколько вариантов удаления жидкостей из скважины, при которых отсутствует необходимость в продувке. Например, это добавление пенообразователей, мыльных шашек или поверхностно-активных веществ; установка «скоростной колонны»; установка газлифтных компрессоров; или добавление скважинных насосов.	Снижение на 100%	Технический руководящий документ № 7 ССАС <sup>8</sup>
	Использовать автоматическую разгрузку жидкости	В некоторых случаях оператор может установить автоматическую плунжерную подъемную систему, которая периодически опускает плунжер для откачивания жидкостей. Этот метод может быть использован с целью исключения продувки.	Неизвестно, переменная величина	Технический руководящий документ № 7 ССАС <sup>8</sup>

# Контрольный список

Приведенный ниже контрольный список позволит оценить эффективность мер по сокращению выбросов метана в результате продувки. Вы можете использовать данные меры на всех объектах и видах оборудования или же начать только с некоторых из них.

Мероприятие	Выполнено	Процент оборудования или объектов
 Ведение учета выбросов от продувки		
 Недопущение или сокращение выбросов от следующих источников: <ul style="list-style-type: none"><li>• Выпуск попутного газа из затрубного пространства нефтяных скважин</li><li>• Резервуары хранения жидких углеводородов</li><li>• Уплотнения и стартеры компрессоров</li><li>• Установки абсорбционной осушки газа</li><li>• Удаление жидкостей из газовых скважин</li><li>• Заканчивание скважин</li></ul>		
 Применение рециркуляции или сжигания на факеле вместо выпуска газа в атмосферу при необходимости срамливания метана		
 Мониторинг выпускных отверстий и оценка необходимых улучшений и мер контроля		



# Список литературы

1. Агентство по охране окружающей среды США (US EPA), Программа отчетности по парниковым газам на 2017 год. Промышленный профиль: Системы нефти и природного газа, октябрь 2018 г.
2. Агентство по охране окружающей среды США «Инвентаризация выбросов и стоков парниковых газов, 1990-2017 гг.» (апрель 2019 г.)
3. Европейская экономическая комиссия ООН (UNECE), «Руководство по передовым практикам в области управления метаном в нефтегазовом секторе: система измерения, верификации и отчетности и сокращения выбросов» (август 2019 г.)
4. Технический руководящий документ № 3 Нефтегазового партнерства по метану Коалиции в защиту климата и чистого воздуха (ССАС): «Центробежные компрессоры с мокрыми уплотнителями», 2017 г.
5. Технический руководящий документ № 4 Нефтегазового партнерства по метану Коалиции в защиту климата и чистого воздуха (ССАС): «Уплотнение штока поршневого компрессора/вентиляционных отверстий сальника», 2017 г.
6. Технический руководящий документ № 5 Нефтегазового партнерства по метану Коалиции в защиту климата и чистого воздуха (ССАС): «Установки абсорбционной осушки газа», 2017 г.
7. Технический руководящий документ № 6 Нефтегазового партнерства по метану Коалиции в защиту климата и чистого воздуха (ССАС): «Нестабилизированные резервуары для хранения жидких углеводородов», 2017 г.
8. Технический руководящий документ № 7 Нефтегазового партнерства по метану Коалиции в защиту климата и чистого воздуха (ССАС): «Продувка скважины для разгрузки жидкости», 2017 г.
9. Технический руководящий документ № 8 Нефтегазового партнерства по метану Коалиции в защиту климата и чистого воздуха (ССАС): «Удаление газа из скважины/сжигание на факеле во время заканчивания газовых скважин с ГРП», 2017 г.
10. Технический руководящий документ № 9 Нефтегазового партнерства по метану Коалиции в защиту климата и чистого воздуха (ССАС): «Выпуск попутного газа из затрубного пространства нефтяных скважин», 2017 г.
11. Программа по природному газу СТАР Агентства по охране окружающей среды «Рекомендуемые технологии для сокращения выбросов метана» Доступно по адресу: [www.epa.gov/natural-gas-star-program/recommended-technologies-reduce-methane-emissions](http://www.epa.gov/natural-gas-star-program/recommended-technologies-reduce-methane-emissions)
12. «Холодная продувка и фугитивные выбросы в результате нефтегазовой деятельности на шельфе Норвегии», сводный отчет Агентства по охране окружающей среды Норвегии, подготовленный компанией Add Energy (апрель 2016 г.)
13. «Руководство инженера по замерам резервуаров» компании Emerson (2017 г.)
14. Акты Агентства по охране окружающей среды США «Мировое соглашение с корпорацией HighPoint Operating Corporation по Закону о чистом воздухе» (апрель 2019 г.) Доступно по адресу: [www.epa.gov/enforcement/highpoint-operating-corporation-clean-air-act-settlement](http://www.epa.gov/enforcement/highpoint-operating-corporation-clean-air-act-settlement)

15. Акты Агентства по охране окружающей среды США «Мировое соглашение с Noble Energy, Inc.» (апрель 2015 г.).  
Доступно по адресу: [www.epa.gov/enforcement/noble-energy-inc-settlement](http://www.epa.gov/enforcement/noble-energy-inc-settlement)
16. Акты Агентства по охране окружающей среды США «Информационный листок по мировому соглашению с MarkWest по Закону о чистом воздухе» (май 2018 г.)  
Доступно по адресу: [www.epa.gov/enforcement/markwest-clean-air-act-settlement-information-sheet](http://www.epa.gov/enforcement/markwest-clean-air-act-settlement-information-sheet)
17. Американский Нефтяной Институт «Последовательная методология оценки выбросов парниковых газов при производстве сжиженного природного газа (СПГ)», редакция 1 (май 2015 г.)
18. Институт газовых исследований и Агентство по охране окружающей среды США «Выбросы метана в газовой промышленности», том 14: Установки абсорбционной осушки газа (1996 г.)
19. Американский Нефтяной Институт «Сборник по методологиям расчета выбросов парниковых газов для нефтегазовой отрасли», 2009 г.
20. Майкл МакМахон «Возможность рекуперации паров резервуаров: удаление кислорода из производственного потока снижает выбросы и создает дополнительную экономию», презентация на конференции Laurance Reid Gas Conditioning, 25-28 февраля 2019 г.  
Доступно по адресу: [www.ecovaporrs.com/wp-content/uploads/EcoVapor-Laurance-Reid-Paper-Capturing-the-Tank-Vapor-Opportunity.pdf](http://www.ecovaporrs.com/wp-content/uploads/EcoVapor-Laurance-Reid-Paper-Capturing-the-Tank-Vapor-Opportunity.pdf)
21. Кент А Пеннибейкер и «Ривер Сити Инжиниринг Инк», Общество инженеров-нефтяников, «Оптимизация конструкций компрессорных станций на месторождениях», март 1998 г.





METHANE  
GUIDING  
PRINCIPLES