
Модуль 2
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

2. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

2.1 Введение

Эмиссии парниковых газов связаны с различными видами промышленных процессов, не относящихся к категории энергетики. Основными источниками этих эмиссий являются процессы, при которых происходит химическая или физическая трансформация материалов. Во время таких процессов выделяются различные парниковые газы, включая CO₂, CH₄, N₂O, гидрофторуглероды (ГФУ) и перфторуглероды (ПФУ).

В некоторых случаях эмиссии, связанные с промышленными процессами, происходят в комбинации с эмиссиями от сжигания топлива. При этом может быть трудно решить, должны ли конкретные эмиссии включаться в отчетность в рамках энергетического или промышленного сектора эмиссий. В этих случаях специалистам, проводящим инвентаризацию, необходимо обратиться за консультацией к экспертам Института глобального климата и экологии (Москва).

Все эмиссии (включая эмиссии, связанные с испарением), которые возникают при деятельности по трансформации энергии, относятся к главе по энергетике. Однако эмиссии, возникающие при нефтехимических процессах, охватываются данной главой.

Эмиссии CO₂, связанные с использованием “биологического углерода”, такие как эмиссии в животноводстве и при процессах ферментации, не должны сообщаться ни в разделе “Промышленные процессы”, ни в любом другом разделе, если они возникают от источников, которые входят в замкнутый цикл углерода.

Считается, что не связанные со сжиганием топлива промышленные процессы, приводящие к эмиссиям N₂O, дают большой антропогенный вклад в глобальные эмиссии N₂O. Имеются оценки, что эта категория источников дает от 10 до 50 процентов антропогенных эмиссий N₂O и от 3 до 20 процентов общей глобальной эмиссии N₂O (IPCC, 1992).

Эмиссии ГФУ, ПФУ и SF₆ также вызваны промышленными процессами, такими как производство алюминия, магния и галогеносодержащих углеводородов (например, HCFC-22). В некоторых странах эмиссия ПФУ от индустриальных процессов может давать важный вклад в общую национальную эмиссию парниковых газов из-за их высоких потенциалов глобального потепления (ПГП).

Современные и ожидаемые области применения этих соединений включают охлаждение и замораживание, кондиционирование воздуха, пожаротушение, аэрозоли, растворители и производство поропластов. Ожидается, что потребление ГФУ и, в некоторой степени, ПФУ и SF₆ существенно возрастет в следующем десятилетии, в связи с важностью этих соединений как заменителей озоноразрушающих веществ.

Двойной учет

В некоторых ситуациях трудно определить, к энергетике или промышленным процессам относятся те или иные эмиссии, поэтому специалистам по инвентаризации необходимо быть внимательными, чтобы не включать одни и те же данные в обе категории (т.е. избегать двойного учета эмиссий).

2.2 Общая методология и источники данных

Общая методология предусматривает оценку эмиссий, связанных с каждым промышленным процессом (с указанием данных о продукте и характере деятельности, например, данных о произведенной и потребленной продукции, коэффициентах эмиссии на единицу потребления/производства), в соответствии со следующей формулой:

$$\text{ВСЕГО}_{ij} = A_j \times EF_{ij}$$

где:

- ВСЕГО_{ij} = Связанные с технологическим процессом эмиссии (в тоннах) газа i в промышленном секторе j ;
- A_j = Объем деятельности или выпуска продукции в промышленном секторе j (тонн/год);
- EF_{ij} = Коэффициент эмиссии газа i на единицу деятельности в промышленном секторе j (тонн газа/тонн продукции).

Приведенная выше формула является упрощенным вариантом более сложной математической формулы. В данном Руководстве ее математический вывод не представлен.

Для ряда промышленных процессов здесь представлена более чем одна методология расчетов. Упрощенный вариант представлен как *Ряд 1*, а более детальная методология - как *Ряд 2*. Учитывая, что главным фактором в оценке эмиссии парниковых газов часто является наличие данных, для некоторых промышленных процессов указываются несколько методов в рамках *Ряда 1*, такие как *Ряды 1a, 1b, 1c*. Более детальное изложение этого вопроса дается ниже.

Часто эмиссии, связанные с технологическими процессами в определенных секторах промышленности региона, происходят на очень небольшом числе предприятий, для которых имеются или могут быть собраны данные непосредственных измерений. В этих случаях определение эмиссий должно базироваться на этих данных, а не на методологии более общего вида. Даже если измерения не проводились, предпочтительно производить расчеты на основе данных, учитывающих специфику конкретных предприятий.

Многие данные о производстве продукции, которые необходимы для оценки эмиссий, доступны в региональных структурах Роскомстата или Госкомэкологии вашего региона. Данные также могут быть получены из опубликованных материалов и статистических сборников Роскомстата РФ (в бумажном, или электронном виде), таких как Российских статистический ежегодник, Россия в цифрах, Строительство в России, Регионы России и других. Дополнительные данные могут быть запрошены в Информационном Центре Роскомстата (г. Москва) или получены напрямую от предприятий. Кроме того, могут использоваться публикации региональных Комитетов по статистике.

Адрес Роскомстата в Интернете: www.gks.ru

2.3 Производство цемента

2.3.1 Методология

Двуокись углерода образуется при производстве клинкера, который является промежуточным продуктом, из которого производится цемент. Высокотемпературный обжиг исходного сырья приводит к разложению содержащегося в нем карбоната кальция с образованием CaO и CO₂. Для получения цемента из образовавшегося в этом процессе клинкера, его измельчают в тонкий порошок вместе с небольшим количеством гипса, минеральных добавок и др.

Поскольку эмиссии CO₂ связаны с производством клинкера, оценка эмиссий должна основываться на данных об объеме выпуска клинкера и содержании в нем извести. Однако, данные по клинкеру в некоторых случаях могут быть недоступны. Если дело обстоит именно так, можно использовать статистические данные по производству цемента.

Для оценки эмиссий CO₂ при производстве клинкера используется коэффициент эмиссии, в тоннах CO₂ на тонну произведенного за год клинкера.

2.3.2 Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-1 ПРОИЗВОДСТВО ЦЕМЕНТА.

ОЦЕНКА ЭМИССИЙ СО₂

- 1 Внесите количество произведенного клинкера в колонку А (в тоннах). Если этих данных нет, оцените количество произведенного в регионе цемента.
- 2 Для клинкера внесите в колонку В коэффициент эмиссии, равный 0,5071 тонн CO₂ на тонну произведенного клинкера. Если доля извести в клинкере (f) известна и отличается от 0,646, тогда коэффициент эмиссии может быть преобразован следующим образом:
Коэффициент эмиссии (т CO₂/т клинкера) = 0,5701 x (f) / 0,646.
В случае использования данных о производстве цемента внесите в колонку В коэффициент эмиссии, 0,4985 тонн CO₂ на тонну произведенного цемента. Если известно, что доля извести в цементе (f) отличается от 0,635, то коэффициент эмиссии должен рассчитываться следующим образом:
Коэффициент эмиссии (т CO₂/т цемента) = 0,4985 x (f) / 0,635.
- 3 Чтобы получить величину эмиссии в тоннах CO₂, умножьте значение в колонке А на значение в колонке В и внесите произведение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10³, чтобы преобразовать его в гигаграммы CO₂, внесите результат в колонку D.

Использование Рабочего листа

- Для записи данных инвентаризации скопируйте Рабочий лист в конце этого раздела.
- Храните оригинал бланка Рабочего листа, чтобы Вы имели возможность сделать дополнительные копии, если это будет необходимо.

2.4 Производство извести

2.4.1 Методология

Производство извести включает в себя серию технологических операций, сопоставимых с операциями при производстве клинкера. Эти операции включают добычу сырья, его дробление и просеивание, декарбонизацию (например, обжиг при высоких температурах - около 1100° С), гидратацию извести до гидроксида кальция (гашение извести). Строительные растворы готовят как из гашеной, так и из негашеной извести.

Оценка эмиссии CO₂ при производстве извести основана на применении коэффициента эмиссии, выраженного в тоннах CO₂ на тонну произведенной извести за год. Коэффициенты эмиссии приведены в Таблице 2-1.

Коэффициенты эмиссии

Коэффициенты эмиссии подразумевают чистую известь, хотя в некоторых случаях ее содержание может быть в пределах от 85 до 95 процентов. В этих случаях уравнения должны быть скорректированы с учетом чистоты извести.

ТАБЛИЦА 2-1
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОЭФФИЦИЕНТАХ ЭМИССИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЦЕМЕНТА

Процесс	Газ	Коэффициент эмиссии
Обжиг -кальцитовое сырье	CO ₂	0,79 тонн CO ₂ /тонну произведенной негашеной извести
Обжиг -доломитовое сырье	CO ₂	0,91 тонн CO ₂ /тонну произведенной негашеной доломитовой извести

2.4.2 Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-2 ПРОИЗВОДСТВО ИЗВЕСТИ.

ОЦЕНКА ЭМИССИЙ CO₂

- 1 Оцените количество произведенной извести по ее видам и внесите эти значения в тоннах в колонку А. Используйте предварительно скорректированные данные, если производимая известь не является чистой.
- 2 Внесите соответствующий коэффициент эмиссии из Таблицы 2-1 в колонку В (в тоннах CO₂ на тонну произведенной негашеной кальцитовой или доломитовой извести).
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить величину эмиссии в тоннах CO₂, внесите результат в колонку С.
- 4 Разделите величину в колонке С на 10³, чтобы преобразовать в гигаграммы CO₂, и внесите результат в колонку D.
- 5 Чтобы получить общую величину эмиссии CO₂, сложите значения в колонке D и внесите сумму в нижнюю ячейку колонки.

2.5 Использование известняка и доломита

2.5.1 Методология

В промышленных процессах, связанных с обжигом известняка и доломита при высоких температурах, образуется CO₂.

Оценка эмиссий CO₂, связанных с использованием известняка, основана на применении коэффициента эмиссии (в килограммах CO₂ на тонну известняка за год).

Потребление известняка и доломита (в тоннах в год) считается равным количеству сырья, добытого в шахтах (или драгированием) плюс импортированное сырье минус экспортированное сырье. Известняк и доломит, использовавшиеся для производства цемента, извести и магния, в сельскохозяйственной деятельности и процессах, при которых CO₂ не образуется, не должны включаться в этот расчет.

Использование известняка

Эмиссии CO₂, связанные с внесением в почву извести, относятся к Модулю «Изменение землепользования и лесное хозяйство». Все другие виды использования известняка и доломита, которые приводят к эмиссиям CO₂, относятся к данному модулю («Промышленные процессы»).

2.5.2 Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте Рабочий лист 2-3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗВЕСТНЯКА И ДОЛОМИТА.

ОЦЕНКА ЭМИССИИ CO₂

- 1 Оцените количество использовавшихся известняка и доломита и внесите эту величину в тоннах в колонку А.
- 2 Для расчета эмиссий CO₂, связанных с использованием известняка, внесите в колонку В коэффициент эмиссии равный 440 кг CO₂ на тонну известняка. Если известна доля известняка, т.е. содержание CaCO₃ (f) в сырье, то коэффициент эмиссии должен быть преобразован следующим образом:
Коэффициент эмиссии (кг CO₂/т известняка) = 440 x (f).
Для расчета эмиссий CO₂, связанных с использованием доломита, внесите в колонку В коэффициент эмиссии равный 477 кг CO₂ на тонну доломита. Если известна доля доломита, т.е. содержание CaCO₃·MgCO₃ (f) в сырье, то коэффициент эмиссии может быть преобразован следующим образом:
Коэффициент эмиссии (кг CO₂/т доломита) = 477 x (f).
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии в килограммах CO₂, и внесите результат в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10⁶, чтобы преобразовать его в гигаграммы CO₂, и внесите результат в колонку D.
- 5 Чтобы получить общую величину эмиссии CO₂, сложите значения в колонке D и внесите сумму в нижнюю ячейку этой колонки.

2.6 Производство и использование соды

2.6.1 Методология

Двойной учет

Чтобы избежать двойного учета, эмиссии CO₂, от использования кокса при производстве соды, должны определяться отдельно, а эмиссии, связанные с незнергетическим использованием кокса не должны включаться в итоговые значения в разделе, посвященном сжиганию топлива.

Двуокись углерода выделяется при использовании соды и при некоторых процессах ее производства.

Эмиссии CO₂ при производстве соды существенно зависят от производственного процесса. Для промышленного производства соды могут использоваться четыре различных процесса. Три из них: моногидратный, сесквикарбонатный (sesquicarbonate) и процесс непосредственной карбонизации, считаются естественными процессами. Четвертый - процесс Солвей (Solvay) классифицируется как синтетический.

Во время производственного процесса трона (основное сырье, из которого вырабатывается натуральная сода) кальцинируется в роторной печи и химически трансформируется в неочищенную соду. В качестве попутных продуктов этого процесса выделяются двуокись углерода и вода.

Методологии оценки эмиссии CO₂ при процессе Солвей не существует.

2.6.2 Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-4 ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОДЫ.

ШАГ 1 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CO₂ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОДЫ [ЕСТЕСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС]

- 1 Оцените количество использованной троны и внесите эту величину в тоннах в колонку А.
- 2 Внесите коэффициент эмиссии равный 0,097 тонн CO₂ на тонну троны в колонку В.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить величину эмиссии в тоннах CO₂, внесите произведение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10³, чтобы преобразовать его в гигаграммы CO₂, внесите эту величину в колонку D.

ШАГ 2 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CO₂ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОДЫ

- 1 Оцените количество использованной соды и внесите эту величину в тоннах в колонку А.
- 2 Внесите коэффициент эмиссии равный 415 килограмм CO₂ на тонну соды в колонку В.

- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии в килограммах CO₂, внесите произведение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10⁶, чтобы преобразовать его в гигаграммы CO₂, внесите результат в колонку D.

2.7 Производство и использование различных минеральных продуктов

В этом разделе должны рассматриваться эмиссии парниковых газов, озона и аэрозольных газов-предшественников, связанные с производством асфальтового кровельного и окисленного битума, дорожного асфальта; производством других минеральных продуктов, таких как пемзовый камень; производством стекла. Эмиссии CO₂, CH₄ и N₂O не связаны с этими процессами.

В данной версии Руководства методы оценки эмиссий парниковых газов от производства и использования различных минеральных продуктов не приводятся.

2.8 Производство аммиака

2.8.1 Методология

Как правило, аммиачный ангидрид производится с помощью каталитического процесса из природного газа (состоящего главным образом из CH₄) или из других видов ископаемого топлива. На большинстве предприятий в качестве сырья используется природный газ, но иногда применяются и другие виды топлива (например, тяжелые фракции нефти). При производстве аммиака (NH₃) молекула CH₄ расщепляется и водород соединяется с азотом. Остающийся углерод в конечном счете выделяется в виде CO₂.

Во время производства аммиака могут также возникать эмиссии NO_x, НМУ, CO и SO₂.

Эмиссии CO₂ будут зависеть от количества и состава газа (или нефти), использовавшегося в процессе. Предполагается, что весь углерод поступает в атмосферу в форме CO₂.

Наиболее точный метод определения эмиссии - по потреблению газа. Содержание углерода в природном газе может варьироваться, поэтому рекомендуется определять его для каждого предприятия. Данные о составе природного газа могут быть получены в справочниках, смотрите, например, *Энергетическое топливо СССР*, М.: - Энергоатомиздат, 1991.

Часть газа при производстве аммиака используется как топливо с целью поддержания необходимой температуры процесса. Эмиссии, связанные с этой частью газа, классифицируются, как эмиссии от энергетического сжигания топлива. Они относятся к Модулю «Энергетика». В приводимом здесь расчете эти эмиссии учитывать не следует.

Двойной учет

Для того, чтобы избежать двойного учета, количество использованной как сырье для производства аммиака нефти или газа должно быть вычтено из количества, учитываемого при расчетах их энергетического и неэнергетического использования в главе Энергетика.

Если потребление газа не известно, то в качестве альтернативы производится расчет по производству аммиака. Рекомендуемый коэффициент эмиссии - 1,5 т CO₂ на тонну произведенного NH₃. Эта величина зависит от содержания углерода в сырье.

Углекислый газ, образующийся при производстве аммиака, может использоваться для производства карбамида (мочевины), углекислоты и сухого льда. В данной версии Руководства принято, что этот углерод связывается в данных продуктах на сравнительно короткое время. Поэтому связывание углерода в карбамиде, углекислоте и сухом льде не учитывается при расчете эмиссий.

2.8.2 Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-6 ПРОИЗВОДСТВО АММИАКА. Предлагаются два метода оценки эмиссии CO₂: метод Ряда 1a - Оценка эмиссии по потреблению газа и метод Ряда 1b - Оценка эмиссии по производству аммиака.

2.8.2.1 Ряд 1a - основанный на потреблении газа

ШАГ 1 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CO₂

- 1 Оцените количество потребленного газа (в м³) при производстве аммиака и внесите это значение в колонку А. Если этих данных у вас нет, перейдите к Ряду 1b: Оценка эмиссии по производству аммиака.
- 2 Внесите в колонку В данные о содержании углерода в газе, в кг углерода на м³ газа.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В и на коэффициент в колонке С (соотношение молекулярных весов CO₂ и углерода), чтобы получить величину эмиссии в кг CO₂, внесите это значение в колонку D.
- 4 Разделите значение в колонке D на 10⁶, чтобы преобразовать его в гигаграммы CO₂, внесите результат в колонку E.

2.8.2.2 Ряд 1b - основанный на потреблении аммиака

ШАГ 2 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CO₂

- 1 Сделайте оценку количества произведенного аммиака в тоннах и внесите это значение в колонку А.
- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии в тоннах CO₂ на тонну произведенного аммиака. Типовой коэффициент эмиссии, если нет лучших данных, - 1,5 т CO₂/т NH₃.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить величину эмиссии в тоннах CO₂, внесите полученное значение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10³, чтобы преобразовать его в гигаграммы CO₂, внесите произведение в колонку D.

2.9 Производство азотной кислоты

2.9.1 Методология

Производство азотной кислоты (HNO_3) вызывает эмиссии оксида азота (N_2O), как побочного продукта каталитического окисления аммиака (NH_3) при высоких температурах.

Предпочтение следует отдавать данным прямых измерений эмиссий N_2O . Эти данные учитывают эффект от применения на конкретных предприятиях систем газоочистки выбросов.

Эмиссии следует рассчитывать по данным о производстве азотной кислоты внутри региона и с помощью коэффициентов, учитывающих применение конкретных технологий. В Таблице 2-2 приводятся примеры коэффициентов эмиссии для предприятий, производящих азотную кислоту, которые определены путем измерений. Уровни эмиссии зависят от технологии и условий производства.

ТАБЛИЦА 2-2 Коэффициенты эмиссии N_2O , связанные с производством азотной кислоты	
	Коэффициент эмиссии кг N_2O /тонну азотной кислоты
США	2-9 ^a
Норвегия:	<2
- современные предприятия, интегрированные технологии	
- предприятия, применяющие технологии при атмосферном давлении	4-5
- предприятия, применяющие технологии с повышенным давлением	6-7,5
Япония	2,2-5,7

^a Коэффициенты эмиссии, достигающие 19 кг N_2O / тонну азотной кислоты, применяются для предприятий, не имеющих оборудования для неселективной каталитической очистки газовых выбросов (NSCR).

Коэффициенты эмиссии

Если не имеется данных измерений, эмиссии определяются путем умножения коэффициента эмиссии на количество произведенной продукции. В качестве коэффициентов должны быть выбраны более высокие значения из соответствующего диапазона.

2.9.2 Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-7 ПРОИЗВОДСТВО АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ.

ОЦЕНКА ЭМИССИЙ N_2O

- Сделайте оценку количества произведенной азотной кислоты в тоннах и внесите полученное значение в колонку А.
- Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии N_2O (в кг на тонну произведенной азотной кислоты). Коэффициенты эмиссии для N_2O см. в Таблице 2-2.

- 3 Умножьте значения в колонке А на значения в колонке В, чтобы получить величину эмиссии N_2O в кг, внесите результат в колонку С.
- 4 Разделите значения в колонке С на 10^6 , чтобы преобразовать их в гигаграммы, внесите результаты в колонку D.

2.10 Производство адииновой кислоты

Адииновую (1,4-бутандикарбоновую) получают из смеси циклогексанона/ циклогексанола, окисляемой азотной кислотой. N_2O выделяется на стадии окисления.

Производство адииновой кислоты также приводит к эмиссиям NO_x , НМУВ и СО. Оценка эмиссии при производстве адииновой кислоты зависит от методов улавливания загрязняющих веществ.

Методика расчета эмиссий парниковых газов от производства адииновой кислоты не включена в данную версию Руководства.

2.11 Производство карбида

2.11.1 Методология

Производство карбида может приводить к эмиссиям CO_2 , CH_4 , СО и SO_2 .

2.11.1.1 Методология оценки эмиссий CO_2 и CH_4 , связанных с производством карбида кремния – Ряд 1а и 1б

При производстве карбида кремния CO_2 выделяется как попутный продукт, возникающий при реакции между кварцем и углеродом. Нефтяной кокс используется в качестве источника углерода. Типичный коэффициент эмиссии, полученный на основе данных норвежских предприятий, составляет 2,3 тонны CO_2 /тонну кокса.

Нефтяной кокс, используемый в этом процессе, может содержать летучие вещества, которые будут образовывать CH_4 . Часть этого CH_4 будет выброшена в атмосферу, в частности в начале процесса. Измерения на норвежских предприятиях дают типичные коэффициенты эмиссии равные 10,2 кг CH_4 /тонну нефтяного кокса или 11,6 кг CH_4 /тонну произведенного карбида.

Для эмиссий CH_4 связанных с производством карбида кремния можно использовать два метода:

- Ряд 1а базируется на данных о потреблении нефтяного кокса
- Ряд 1б – на данных о производстве карбида кремния.

2.11.2 Методология оценки эмиссий CO₂, связанных с производством карбида кальция

Карбид кальция производится путем прокаливания карбоната кальция (CaCO₃) и последующего восстановления извести (CaO) углеродом (например, нефтяным коксом). Оба этапа ведут к эмиссии CO₂.

Для оценки предлагаются коэффициенты эмиссии из таблицы 2-3.

Эмиссии могут рассчитываться по данным об использовании сырья (известняка и кокса). Известняк содержит около 98 процентов CaCO₃. Чтобы произвести 1 тонну карбида, нужны 1750 кг известняка (или 950 кг CaO) и 640 кг специальных восстановителей (включая и 20 кг углеродных электродов).

ТАБЛИЦА 2-3 КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭМИССИИ CO₂ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБИДА КАЛЬЦИЯ		
Известняк	0,76	тонн CO ₂ /тонну карбида
Восстановление	1,090	тонн CO ₂ /тонну карбида
Использование продукта	1,100	тонн CO ₂ /тонну карбида

КАРБИД КАЛЬЦИЯ

Имейте в виду, что CaO (известь) может не производиться на карбидных предприятиях. В этом случае, эмиссии от стадии производства CaO должны сообщаться как эмиссии при производстве известия (Раздел 2.4) и только эмиссии на стадии восстановления и использования продукта должны сообщаться как эмиссии при производстве карбида кальция.

2.11.2 Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-9 ПРОИЗВОДСТВО КАРБИДА. Если количество потребленного кокса неизвестно, эмиссии CO₂ могут быть определены по данным о производстве карбида.

Карбид кремния

ШАГ 1 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CO₂ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ

- 1 Оцените потребление кокса в тоннах и внесите эту величину в колонку А (Лист 1 Рабочего листа 2-9).
- 2 Внесите содержание углерода в коксе в колонку В. Может использоваться типовое значение равное 0,97.
- 3 Внесите долю углерода, переходящего в карбид (в процентах) в колонку С. Если других данных не имеется, может использоваться значение равное 35 процентам.
- 4 Чтобы получить эмиссии CO₂ в тоннах, умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, на 100 минус значение в колонке С, и на коэффициент $3,67 \times 10^{-4}$, внесите полученное произведение в колонку D.
- 5 Разделите значение в колонке D на 10^3 , чтобы преобразовать его в гигаграммы CO₂, внесите результат в колонку Е.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАБОЧЕГО ЛИСТА

- Скопируйте Рабочий лист в конце этого Раздела, чтобы вносить данные инвентаризации.
- Храните оригинал бланка Рабочего листа, чтобы Вы могли сделать новые копии, если они потребуются.

Ряд 1а - основанный на потреблении нефтяного кокса

ШАГ 2 ОЦЕНКА ЭМИССИИ СН₄ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ - Ряд 1а

- 1 Сделайте оценку количества потребленного нефтяного кокса в тоннах и внесите полученное значение в колонку А (Лист 2 Рабочего листа 2-9).
- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии в кг СН₄ на тонну потребленного нефтяного кокса. Можно использовать типовой коэффициент эмиссии - 10,2 кг СН₄/тонну нефтяного кокса, если других данных не имеется.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии СН₄ в кг, внесите полученное значение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10⁶, чтобы преобразовать его в гигаграммы СН₄, и внесите результат в колонку D.

Ряд 1б - основанный на производстве карбида кремния

ШАГ 3 ОЦЕНКА ЭМИССИИ СН₄ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ - Ряд 1б

- 1 Сделайте оценку количества произведенного карбида кремния в тоннах и внесите полученное значение в колонку А (Лист 3 Рабочего листа 2-9).
- 2 Внесите в колонку В коэффициент эмиссии в кг СН₄ на тонну произведенного карбида кремния. Можно использовать коэффициент равный 11,6 кг СН₄/тонну карбида кремния, если другой информации не имеется.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии СН₄ в кг, внесите результат в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10⁶, чтобы преобразовать его в гигаграммы СН₄, внесите произведение в колонку D.

Карбид кальция

ШАГ 4 ОЦЕНКА ЭМИССИИ СО₂ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБИДА КАЛЬЦИЯ

- 1 Сделайте оценку количества произведенного карбида в тоннах и внесите полученное значение в колонку А (Лист 4 Рабочего листа 2-9).
- 2 Внесите в колонку В соответствующие коэффициенты эмиссии в тоннах СО₂ на тонну произведенного продукта. Для карбида кальция при расчете эмиссии следует учитывать все этапы

процесса: обжиг карбоната кальция, восстановление извести и/или использование продукта (см. Таблицу 2-3). Не включайте эмиссии при производстве извести, если известь производится на другом предприятии, а не там где производится карбид кальция.

- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии CO₂ в тоннах, внесите полученное значение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10³, чтобы преобразовать его в гигаграммы CO₂, внесите произведение в колонку D.
- 5 Чтобы получить общую эмиссию CO₂, сложите значения в колонке D и внесите сумму в нижнюю ячейку колонки.

2.12 Производство других химических веществ

2.12.1 Методология

Производство других химических веществ, таких как технический углерод, стирол, поливинилхлорид, серная кислота и др., может являться источником эмиссий CH₄, N₂O, NO_x, НМУ, CO и SO₂.

Хотя большинство источников эмиссии CH₄ при индустриальных процессах на отдельных предприятиях являются небольшими, в сумме они могут быть значительными.

В настоящее время имеется лишь немного данных о коэффициентах эмиссии. Они представлены в Таблице 2-4.

**ТАБЛИЦА 2-4
КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭМИССИИ CH₄, СВЯЗАННЫЕ С
ПРОИЗВОДСТВОМ ДРУГИХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
(кг CH₄/тонну продукции)**

Технический углерод	11
Этилен	1
Дихлорэтилен	0,4
Стирол	4
Метанол	2
Кокс	0,5

Эмиссии определяются путем умножения коэффициента эмиссии на объем выпущенной за год продукции.

Производство химических веществ, отличных от азотной и адипиновой кислот, может являться источником эмиссии N₂O, но необходимы дополнительные исследования, чтобы установить, действительно ли эти производства являются существенными источниками эмиссий.

2.12.2 Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-10 ПРОИЗВОДСТВО ДРУГИХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ.

- 1 Сделайте оценку количества произведенных химических веществ в тоннах и внесите полученное значение в колонку А.
- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии из Таблицы 2-4 в кг CH₄ на тонну произведенных химических веществ.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии CH₄ в кг, внесите полученное значение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10⁶, чтобы преобразовать его в гигаграммы CH₄, внесите произведение в колонку D.
- 5 Чтобы определить общую эмиссию CH₄, сложите значения в колонке D и внесите сумму в нижнюю ячейку этой колонки.

2.13 Металлургия

Введение

Предпочтительная методология (Ряд 1a) для оценки эмиссии CO₂ от всех типов производства металлов изложена в разделе 2.13.1. Этот метод требует информации о количестве использовавшегося восстановителя. Если такой информации не имеется, используйте методологии (Ряд 1b), основанные на данных о количестве произведенного металла. Они излагаются в следующих разделах, посвященных конкретным металлам.

Источники данных

Металлургическое производство, как правило, сосредоточено на небольшом числе крупных предприятий. Данные могут быть получены непосредственно на предприятиях или в центральных и региональных подразделениях Роскомстата.

2.13.1 Предпочтительная методология оценки эмиссии CO₂

Предпочтительная методология требует знаний о количестве восстановителя, используемого при производстве металла. Если этой информации не имеется, обратитесь к разделам с 2.13.2 по 2.13.5.

Таблица 2-11 содержит рекомендуемые (типовые) коэффициенты эмиссии для различных восстановителей, применяемые «по умолчанию» если отсутствуют местные данные для предприятий региона.

ТАБЛИЦА 2-11 Коэффициенты эмиссии CO ₂ , связанные с производством металла (тонны CO ₂ /тонну восстановителя)	
Восстановитель	Коэффициент эмиссии
Уголь	2,5
Угольный кокс	3,1
Нефтяной кокс	3,6
Предварительно обожженные аноды и угольные электроды	3,6

2.13.2 Чугун и сталь

2.13.2.1 Методология оценки эмиссии CO₂

Ряд 1а

Если известно количество восстановителя, см. раздел 2.13.1.

Ряд 1б

Коэффициент эмиссии CO₂ представлен в таблице 2-12.

Двойной учет

Дополнительные эмиссии возникают, когда известняковый флюс выделяет двуокись углерода во время восстановления чугуна в доменной печи. Этот источник эмиссии при использовании известняка рассмотрен в разделе 2.5. Следует быть внимательным и не учитывать этот источник дважды.

ТАБЛИЦА 2-12 Коэффициент эмиссии CO ₂ при производстве чугуна и стали (тонны/тонну произведенного чугуна или стали)			
Страна	Описание	Коэффициент эмиссии	Источник
Канада ^{a,b}	Объединенное комплексное предприятие ^c (кокс плюс производство чугуна и/или стали).	1,6	Агентство по окружающей среде Канады, 1996 г.

^a Включает эмиссии CO₂, связанные с энергетическим потреблением кокса и коксового газа. Не включает любые формы обычного энергопотребления. Коэффициент эмиссии применяется в обоих случаях для производства чугуна или чугуна плюс стали, пока неопределенность в оценках коэффициентов не будет уменьшена до обнаружения разницы между этими двумя процессами.

^b Данные для России отсутствуют

Примечание: Эти данные не включают эмиссий CO₂, связанных с потреблением флюса (CaCO₃).

2.13.3 Ферросплавы

Введение

Производство ферросплавов представляет собой металлургический восстановительный процесс, сопровождаемый значительными эмиссиями двуокиси углерода.

Первичные эмиссии в закрытых дуговых печах состоят почти полностью из CO, а не из CO₂, сильно воздействуя на окружающую среду. Однако, впоследствии, в течение нескольких суток весь выброшенный в атмосферу CO превращается в CO₂.

2.13.3.1 Методология оценки эмиссии CO₂

Ряд 1а

Если известно количество восстановителя, см. раздел 2.13.1.

Ряд 1б

Рекомендуемые коэффициенты эмиссии (таблица 2-17) предполагают (если не указано иное), что весь углерод является ископаемым.

ТАБЛИЦА 2-17 Коэффициенты эмиссии CO ₂ при производстве ферросплавов	
Тип ферросплава	Коэффициент эмиссии (тонн/тонну продукта)
Феррокремний - 50%Si	2-2,7
Феррокремний - 75%Si	3,9
Феррокремний - 90%Si	4,8-6,5
Кремний ^a	4,3
Ферромарганец	1,6
Кремниевый марганец	1,7
Феррохром	1,3
Феррохром-кремний	нет данных

^a Вероятно, все производители используют некоторое количество углерода из биомассы с целью получения необходимых свойств желаемого продукта. 1,6 тонн био-CO₂/тонну кремния может рассматриваться как минимальное значение и, соответственно, это количество не учитывалось при выводе приведенного здесь коэффициента эмиссии и не должно учитываться при расчете.

2.13.4 Алюминий

Введение

Производство первичного алюминия состоит из двух этапов. Сначала алюминиевое сырье добывается, очищается и подготавливается для производства алюминия. Затем из окиси алюминия, при помощи электролизного процесса, выплавляется алюминий.

Наибольшее количество двуокиси углерода выделяется при реакции углеродного анода с окисью алюминия, но некоторое ее количество образуется при реакции анода с другими источниками кислорода (особенно с воздухом). Это происходит непосредственно в электролизерах, или при предварительном обжиге (прокаливании) электродов в процессе их производства на алюминиевых заводах.

2.13.4.1 Методология оценки эмиссии CO₂

Ряд 1а

Если известно количество восстановителя, см. раздел 2.13.1.

Ряд 1б

Если отсутствует информация о количестве восстановителя, эмиссии CO₂ можно определить по объему производства первичного металла и удельному потреблению углерода. Коэффициенты эмиссии CO₂ предлагаются в таблице 2-18.

ТАБЛИЦА 2-18 Коэффициенты эмиссии CO ₂ при производстве первичного алюминия (тонн/тонну продукта)		
Газ	Процесс Содерберга	Процесс с предварительно обожженными анодами
CO ₂	1,8	1,5

2.13.4.2 Методология оценки эмиссий ПФУ

Введение

Известно, что два ПФУ, тетрафторметан (CF₄) и гексафторэтан (C₂F₆), выделяются в процессе первичной плавки алюминия.

Ряд 1а - Измерение эмиссий

Так как эмиссии CF₄ и C₂F₆ существенно изменяются в зависимости от типа печи, выплавляющей алюминий, от конструкции электролизных ячеек и параметров анодных процессов (АЕ), то оценки уровней эмиссии будут иметь значительную неопределенность до того времени, пока не будут проведены их измерения непосредственно на производстве.

Ряд 1а

Ряд 1а является предпочтительной методологией. Должны предприниматься усилия, чтобы получить данные измерений.

Ряд 1б - Расчеты эмиссий

Известно, что проведение измерений - процесс дорогостоящий и требующий больших затрат времени. Если для этого нет возможности, то следует сделать расчет на основании параметров анодных процессов (их частоты и длительности). Рекомендуется рассчитывать эмиссии CF₄ при анодных процессах длительностью более 2 минут следующим образом.

$$\text{кг CF}_4/\text{тонну Al} = 1,698 \times (p / CE) \times AEF \times AED$$

где:

p = среднее значение фракции (доли) CF_4 в газе, находящемся в печи, когда идут анодные процессы

Процесс с предварительно обожженными анодами: p

Процесс Содерберга: p = 0,08 (8%)

CE = текущая эффективность (выраженная как доля, а не в процент)

AEF = число анодных процессов на одну печь в день

AED = продолжительность анодного процесса в минутах

В качестве типового значения рекомендуется считать, что эмиссия C_2F_6 равна 1/10 от эмиссии CF_4 .

ТАБЛИЦА 2-19
ТИПОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭМИССИИ CF_4 И C_2F_6 ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ

Тип ячейки	CF_4		C_2F_6	
	Постоян- ный множи- тель	среднее значение доли CF_4 в газе, находящемся в печи, во время обработки анодов	Постоян- ный множи- тель	среднее значение доли C_2F_6 в газе, находящемся в печи, во время обработки анодов
Процесс с предварительно обожженными анодами	1,698	0,08	0,1698	0,08
Процесс Содерберга	1,698	0,04	0,1698	0,04

Ряд 1с - Оценка эмиссий

Оценки следует использовать только в случае отсутствия данных измерений. Следует выбрать определенные коэффициенты эмиссии в соответствии с типом используемой технологии (как это показано в таблице 2-20) и применять их к объему производства первичного алюминия в регионе для каждой технологии. Следующее уравнение может быть использовано для получения оценки годовых эмиссий CF_4 при применении той или иной технологии.

$$\text{Эмиссия } \text{CF}_4 \text{ (кг)} = \text{EF(tech)} \text{ (кг } \text{CF}_4 / \text{тонну Al}) \times \text{pp(tech)} \text{ (тонн)}$$

где:

- $\text{EF}_{\text{(tech)}}$ = коэффициент эмиссии для технологии (из таблицы 2-20),
- $\text{pp}_{\text{(tech)}}$ = производство первичного алюминия по этой технологии.

ТАБЛИЦА 2-20
ОЦЕНОЧНЫЕ ДАННЫЕ ПО ЭМИССИЯМ CF_4 ОТ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ВЫПЛАВКИ АЛЮМИНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Тип технологии, применяемой в плавильной печи	Процент мирового производства	кг CF_4 /тонну Al
Современные технологии спредварительным обжигом	20	0,05
Процесс Содерберга (горизонтальный)	11	1,0
Более старые технологии спредварительным обжигом	40	1,75
Процесс Содерберга (вертикальный)	29	2,0
Средневзвешенное значение по всему миру	100	1,40

В качестве типового значения рекомендуется считать, что эмиссия C_2F_6 равна 1/10 от эмиссии CF_4 .

2.13.5 Производство других металлов

2.13.5.1 Методология оценки эмиссий CO_2

Ряд 1а

Данный Ряд включает в себя производство всех цветных металлов, кроме алюминия. Металлы могут производиться с использованием углерода как восстановителя или при помощи других технологий.

Если известно количество восстановителя, используемого в технологических процессах, см. раздел 2.13.1.

Ряд 1б

Некоторые процессы получения металла идут без использования углеродсодержащих восстановителей. Возможную эмиссию CO_2 следует оценивать исходя из химического состава руды и особенностей применяемых технологий. Типовые коэффициенты эмиссии для таких процессов в настоящее время отсутствуют. Обзор процессов приведен в таблице 2-22.

Руды в виде углекислых солей

В случае, когда магний и другие металлы содержатся в руде в виде углекислых солей, необходимо, в дополнение к учету кокса, используемого, как восстановитель, рассчитывать углерод, выделившийся из руды при производстве металла.

ТАБЛИЦА 2-22 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛОВ			
Металл	Основная руда (руды)	Восстановление углеродом	Электролиз (без углерода)
Хром ^a	FeCr ₂ O ₄ , PbCrO ₄	x	
Медь	Cu ₂ S, CuFeS ₂ , Cu ₂ O, углекислая соль		x
Золото	Au		x
Свинец	PbS	x	
Магний	Углекислая соль	x	x
Ртуть	HgS		
Молибден	MoS ₂		
Никель	NiS, NiO	x	x
Платина	Pt, PtS		
Кремний ^b	SiO ₂ , Si-O-alkali	x	
Серебро	Ag ₂ S, Ag		
Олово	SnO ₂	x	
Титан	TiO ₂ , FeTiO ₃	x ^c	
Вольфрам	WO ₃		
Уран	U _x O _y		
Цинк	ZnS, ZnCO ₃	x	x

^aСм. также производство ферросплавов.
^b См. также производство ферросплавов и карбида.
^cДвухступенчатый процесс восстановления, включая сначала C + Cl₂, затем Mg.

2.13.6 Использование SF₆ в литейных цехах при производстве алюминия и магния

2.13.6.1 Методология оценки эмиссии SF₆

В алюминиевой промышленности SF₆ используется только как изолирующий газ для специальных видов литейного производства. Поскольку SF₆ не вступает в химические реакции, эмиссии SF₆ должны быть равны потреблению:

Эмиссии SF₆ = Потреблению SF₆ в литейных цехах по производству магния и алюминия

Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-11 ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОВ.

ШАГ 1 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CO₂ - Ряд 1а

1 Оцените массу восстановителя и внесите полученное значение в колонку А в тоннах.

Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии (таблица 2-11) в тоннах CO₂/тонну восстановителя.

- 3 При наличии информации оцените содержание углерода в руде (в тоннах) ($C_{руды}$) и отнимите содержание углерода в металле (в тоннах) ($C_{металл}$). Умножьте результат на 3,67 и внесите произведение в колонку С.

При отсутствии этой информации результаты в колонке А и колонке В будут достаточными для первичной оценки эмиссий.

- 4 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В и прибавьте данные из колонки С (если они имеются), чтобы получить эмиссию в тоннах CO_2 . Внесите результат в колонку D.
- 5 Разделите значение в колонке С на 10^3 , чтобы преобразовать его в гигаграммы CO_2 , и внесите полученное значение в колонку E.

Ряд 1b - производство чугуна и стали

ШАГ 2 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CO_2

- 1 Оцените количество произведенного чугуна или стали и внесите полученное значение в колонку А (в тоннах).
- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии (таблица 2-12) в тоннах CO_2 на тонну произведенного чугуна или стали.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии в тоннах CO_2 , внесите полученное значение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10^3 , чтобы преобразовать его в гигаграммы CO_2 , и внесите результат в колонку D.

Ряд 1b - производство ферросплавов

ШАГ 3 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CO_2 ОТ ФЕРРОСПЛАВОВ

- 1 Оцените количество произведенных ферросплавов и внесите полученное значение в колонку А (в тоннах).
- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии (таблица 2-17) в тоннах CO_2 на тонну ферросплавов.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии в тоннах CO_2 , внесите полученное значение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10^3 , чтобы преобразовать его в гигаграммы CO_2 , и внесите результат в колонку D.

Ряд 1b - производство алюминия

ШАГ 4 ОЦЕНКА ЭМИССИИ СО₂ ОТ АЛЮМИНИЯ РЯД 1b

- 1 Оцените количество произведенного алюминия и внесите результат в колонку А (в тоннах).
- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии (таблица 2-18) в тоннах СО₂ на тонну произведенного алюминия.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии в тоннах СО₂, и внесите результат в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10³, чтобы преобразовать его в гигаграммы СО₂, и внесите результат в колонку D.

Ряд 1a - основанный на измерениях

Необходимо предпринимать все возможные усилия для получения данных измерений, так как коэффициенты эмиссий имеют высокую неопределенность.

Ряд 1b - основанный на подсчете анодных процессов

В таблице 2-19 приводятся типичные данные для использования в Ряде 1b.

ШАГИ 5 И 6 ОЦЕНКА ЭМИССИИ ПФУ

- 1 Внесите тип ячейки в колонку А.
- 2 Оцените количество произведенного алюминия и внесите результат в колонку В в тоннах.
- 3 Внесите в колонку С соответствующий постоянный множитель уравнения для эмиссий CF₄ и C₂F₆ при производстве алюминия, таблица 2-19.
- 4 Внесите в колонку D среднее значение доли газа в печи при анодном процессе, для CF₄ или C₂F₆ (таблица 2-19).
- 5 Внесите значение текущей эффективности (доля) в колонку Е.
- 6 Внесите количество анодных процессов в день в колонку F.
- 7 Внесите продолжительность анодных процессов в минутах в колонку G.
- 8 Перемножьте значения в колонках от В до G, чтобы получить эмиссии CF₄ или C₂F₆ в кг, и внесите результат в колонку H.
- 9 Разделите значение в колонке H на 10⁶, чтобы преобразовать его в гигаграммы CF₄ или C₂F₆, и внесите результат в колонку I.

Ряд 1с - основанный на производстве алюминия

Следующий метод, Шаг 7, следует использовать только в случае отсутствия данных измерений.

ШАГ 7 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CF₄

- 1 Оцените количество произведенного алюминия и внесите результат в колонку А (в тоннах).
- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии (таблица 2-20) в кг CF₄ на тонну произведенного алюминия.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии в кг, и внесите результат в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10⁶, чтобы преобразовать его в гигаграммы, и внесите результат в колонку D.

Следующий метод, Шаг 8, следует использовать только в том случае, если нет данных измерений. Предполагается, что эмиссии C₂F₆ составляют приблизительно 10 процентов от эмиссии CF₄.

ШАГ 8 ОЦЕНКА ЭМИССИИ C₂F₆

- 1 Перенесите установленную Вами величину эмиссии CF₄ в гигаграммах из колонки Д листа 8 в колонку А листа 9.
- 2 Внесите в колонку В коэффициент - соотношение эмиссий C₂F₆ и CF₄ (0,1).
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии в гигаграммах, внесите результат в колонку С.

ШАГ 9 ОЦЕНКА ЭМИССИИ SF₆

- 1 Оцените потребление SF₆ в литейном производстве магния и алюминия и внесите результат в колонку А в тоннах.
- 2 Это значение считается равным эмиссии SF₆. Внесите это значение в колонку В (в тоннах).
- 3 Разделите значение в колонке В на 10³, чтобы преобразовать его в гигаграммы, и внесите результат в колонку С.

2.14 Целлюлозно-бумажная промышленность**Введение**

Производство целлюлозы и бумаги включает в себя три этапа основного процесса: варка целлюлозы, отбеливание и производство бумаги. Тип варки целлюлозы и объем отбеливания обычно зависит от вида сырья и требуемого качества конечного продукта.

Существует два основных процесса: наиболее широко используемый процесс варки целлюлозы - сульфатный Крафт (Kraft) процесс и сульфитная варка целлюлозы. Сульфитное производство целлюлозы может подразделяться на кислотный сульфитный процесс и нейтральный сульфитный полухимический процесс.

Методология МГЭИК содержит методику оценки выбросов NO_x, НМУ, CO и SO₂. В данной первой версии российского Руководства эта методика не приводится, так как на данный момент Руководство рассматривает только газы, подпадающие под Киотский протокол.

2.15 Производство пищевых продуктов и напитков

УГЛЕРОД БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Эмиссии двуокиси углерода при некоторых процессах производства продовольствия и напитков, включая растительное масло и табак, здесь не рассматриваются. Они связаны с использованием углерода биологического происхождения, который в данной главе считается не ведущим к нетто эмиссиям CO₂.

Введение

При производстве алкогольных напитков, изделий хлебопекарной промышленности и других пищевых продуктов происходят эмиссии НМУВ.

В данной первой версии российского Руководства эта методика не приводится, так как на данный момент Руководство рассматривает только газы, подпадающие под Киотский протокол.

2.16 Производство фторуглеродов и гексафторида серы

Введение

Эмиссии могут быть побочным продуктом производства другой химической продукции (организованные выбросы), или могут быть связаны с утечками фторуглеродов и SF₆ при их производстве.

Источники данных

Тип требуемых данных зависит от ваших возможностей по сбору данных и от требуемой точности. По упрощенной методологии, в которой используются коэффициенты эмиссии, следует получить данные химических компаний об объеме производства. Для более детального подхода требуется конкретная информация об эмиссиях в результате деятельности предприятий.

2.16.1 Методология оценки эмиссий побочных продуктов

Поясним методологию на примере. Считается, что выделение HFC-23, как побочного продукта при производстве HCFC-22, в настоящее время составляет 4 процента от производства HCFC-22 (в предположении, что

не принимаются никакие меры по снижению или улавливанию эмиссий). Поэтому простейшим вариантом оценки является умножение всего объема производства HCFC-22 на 0,04. Если выделяющийся HFC-23 улавливается из выбросов и не поступает в атмосферу, то это обстоятельство следует учесть путем умножения эмиссии на соответствующий коэффициент. (Сам HCFC-22 не является парниковым газом, подпадающим под Рамочную конвенцию или Киотский протокол, и в данном Руководстве не рассматривается).

2.16.2 Методология оценки эмиссий, связанных с утечкой газов

Эмиссии, связанные с утечкой газов, могут происходить как в процессе производства, так и в процессе транспортировки. В этом разделе *не рассматриваются эмиссии, связанные с утечкой газов при использовании содержащей их продукции и оборудования*, так как эти эмиссии относятся к разделу, посвященному потреблению (см. 2.17). Для фторуглеродов (под данным термином понимаются вещества, которые входят в список ГФУ и ПФУ, подлежащих учету в рамках РКИК, см. таблицу 2-26А), величина эмиссий, связанных с утечкой газов, была оценена примерно в 0,5 процента от общего произведенного количества каждого химического соединения.

Этот коэффициент или подобное ему значение, определенное с учетом обстоятельств конкретной страны или региона, может быть использовано для оценки национальных эмиссий при утечках ГФУ и ПФУ, связанных с производством.

Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-14 ПРОИЗВОДСТВО ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ - ПО ПРОДУКТАМ - ГФУ И ПФУ.

Обратите внимание, что представлен только метод Ряда I. При наличии данных предпочтительно использовать метод Ряда 2.

ШАГ 1 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ ГФУ И ПФУ

- 1 Оцените общее ежегодное количество произведенных фторуглеродов в тоннах по конкретным соединениям и внесите результаты в соответствующую ячейку колонки А.
- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии в килограммах определенных ГФУ или ПФУ на тонну производства фторуглеродов.
- 3 Умножьте значения в колонке А на значения в колонке В, чтобы получить эмиссии фторуглеродов в килограммах, и внесите результаты в колонку С.
- 4 Разделите значения в колонке С на 10^6 , чтобы преобразовать их гигаграммы ГФУ или ПФУ, и внесите результат в колонку D.

ТАБЛИЦА 2-26А
ПОТЕНЦИАЛЫ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ (ПГП) ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГАЗОВ

Парниковый газ	Химическая формула	GWP
Двуокись углерода	CO ₂	1
Метан	CH ₄	21
Закись азота	N ₂ O	310
Гидрофторуглероды (ГФУ)		
HFC-23	CHF ₃	11700
HFC-32	CH ₂ F ₂	650
HFC-41	CH ₃ F	150
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	1300
HFC-125	C ₂ HF ₅	2800
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄ (CHF ₂ CHF ₂)	1000
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)	1300
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂ (CH ₃ CHF ₂)	140
HFC-143	C ₂ H ₂ F ₃ (CHF ₂ CH ₂ F)	300
HFC-143a	C ₃ H ₃ F ₃ (CF ₃ CH ₃)	3800
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	2900
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	6300
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	560
Перфторуглероды (ПФУ)		
Перфторметан	CF ₄	6500
Перфторэтан	C ₂ F ₆	9200
Перфторпропан	C ₃ F ₇	7000
Перфторбутан	C ₄ F ₁₀	7000
Перфторцикlobутан	c-C ₄ F ₈	8700
Перфторпентан	C ₅ F ₁₂	7500
Перфторгексан	C ₆ F ₁₄	7400
Гексафтогидрид серы		
SF ₆		
23900		
Приведенные здесь коэффициенты основаны на 100-летнем интервале воздействия газов (то есть относительном парниковом эффекте, произведенном эмиссией единицы массы газа за 100 лет пребывания в атмосфере), они приведены во Втором Оценочном Докладе МГЭИК а также в документе РКИК FCCC/SBSTA/1999/6/Add/1. По определению, за единицу ПГП принят эффект, производимый CO ₂ .		

ШАГ 2 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ ГФУ И ПФУ

- 1 Оцените общее ежегодное количество произведенных фторуглеродов в тоннах по конкретным веществам (см. Табл. 2-26А) и внесите результаты в соответствующую ячейку колонки А.

- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии в килограммах ГФУ или ПФУ на тонну произведенных фторуглеродов.
- 3 Умножьте значения в колонке А на значения в колонке В, чтобы получить эмиссии фторуглеродов в килограммах, и внесите результаты в колонку С.
- 4 Разделите значения в колонке С на 10^6 , чтобы преобразовать их в гигаграммы ГФУ или ПФУ, и внесите результат в колонку D.

2.17 Использование фторуглеродов и гексафторида серы

Введение

Такие вещества как ГФУ, ПФУ и SF₆ достаточно важны, так как они обладают высокими потенциалами глобального потепления (ПГП) и длительное время могут находиться в атмосфере.

Современное и ожидаемое в будущем применение ГФУ и ПФУ включает:

- охлаждение, замораживание, и кондиционирование воздуха;
- огнетушение и защита от взрывов;
- аэрозоли;
- очищающие растворители;
- пенообразующие вещества;
- другие виды применения¹.

Основное использование SF₆ включает:

- газоизоляционные переключатели и сетевые прерыватели;
- огнетушители и системы взрывозащиты;
- другие виды применения².

В таблице 2-26А приводится список наиболее важных ГФУ и ПФУ, и потенциалы глобального потепления относительно CO₂ (для 100-летнего временного горизонта).

Монреальский протокол

Перечисленные в Табл. 2-26А ГФУ и ПФУ не контролируются Монреальским протоколом о защите озонового слоя, поскольку они не влияют на процесс истощения стрatosферного озона.

Источники данных

Тип требуемых данных зависит от ваших возможностей по сбору данных и от требуемой точности. Как минимум, требуются данные о количестве импортированных (ввезенных) и экспортированных

¹ ГФУ и ПФУ могут использоваться в оборудовании для стерилизации, в качестве растворителей при производстве клеющих веществ, покровных материалов, чернил и красок.

² SF₆ может применяться в качестве изолирующего материала, трассера, детектора утечек и в различных областях электротехники и электроники. По вопросам потребления SF₆ при производстве магния и алюминия см. раздел 2.13.6.1.

(вывезенных) в чистом виде фторуглеродов и SF₆ и данные по их производству. Для следующего уровня требуются данные о количестве этих материалов во ввозимых и вывозимых продуктах. Данные по производству и экспорту химических веществ в чистом виде можно получить в химических компаниях или на предприятиях.

Общая методология

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ И ФАКТИЧЕСКИЕ ЭМИССИИ

Эмиссии, связанные с промышленными процессами, могут определяться двумя путями: как потенциальные эмиссии, Ряд 1 (а и б), и как фактические эмиссии, Ряд 2. Методология Ряда 1б более предпочтительна, чем методология Ряда 1а.

В соответствии с методологией Ряда I (а и б), потенциальные эмиссии конкретного вещества равны его годовому нетто потреблению (производство минус вывоз/экспорт плюс импорт/ввоз) минус количество этого вещества уловленного (и затем утилизированного) за год. Все потребляемое количество (кроме уловленной и утилизированной части) будет в конечном итоге в атмосфере, то есть за достаточно длительное время (например, 50 лет) потенциальные эмиссии будут равны фактическим.

В методологии Ряда 2 при определении фактических эмиссий принимается во внимание запаздывание между временем потребления и эмиссией, которое может быть значительным для некоторых областей применения этих химических веществ (таких как вспененные пористые материалы с закрытыми порами, холодильное оборудование и огнетушители). Запаздывание происходит в результате того, что вещество содержится в какой-либо производимой продукции или оборудовании, а затем медленно выделяется за счет утечек.

Оценка фактических эмиссий дает более точные значения за конкретные годы, однако она требует большого объема дополнительной информации.

Приведенная ниже процедура оценки эмиссий ГФУ/ПФУ также применима и для SF₆.

2.17.1 Упрощенная методика оценки потенциальной эмиссии

Так как годовое нетто - потребление это производство минус вывоз плюс ввоз, то получается следующая расчетная формула для базового метода (Ряд I):

$$\text{Потенциальные эмиссии} = \text{Производство} + \text{Ввоз} - \text{Вывоз} - \\ \text{Разрушение (утилизация)}$$

Эмиссии при производстве ГФУ/ПФУ и других галогеноуглеродов, необходимо рассчитывать отдельно, как описывается в разделе 2.16.

Под термином «производство» здесь понимается только производство новых количеств вещества, а не повторное использование вещества, уловленного из выбросов в атмосферу.

Существует 2 варианта Ряда I (а и б), которые зависят от того, какие содержащиеся в продуктах ГФУ/ПФУ принимаются во внимание. Представлены два варианта, так как ожидается, что по крайней мере в течение ближайшего времени многие регионы могут столкнуться с трудностями, касающимися наличия данных, связанных с ввозом

(импортом) и вывозом (экспортом) содержащихся в продуктах ГФУ/ПФУ. Методология Ряда Ib является предпочтительной для использования, если, конечно, имеются соответствующие данные.

Ряд 1a

По методологии Ряда Ia при расчете потенциальных эмиссий рассматриваются только вещества, ввезенные и вывезенные в чистом виде. Из рассмотрения исключаются ввезенные и вывезенные вещества, содержащиеся в любых видах продукции и оборудования (например, в холодильниках или аэрозольных баллончиках). Применяются следующие определения:

Ввоз = Ввезенные в чистом виде ГФУ/ПФУ Вывоз = Вывезенные в чистом виде ГФУ/ПФУ
--

Применение методологии Ряда Ia может привести к недооценке или переоценке потенциальных эмиссий, в зависимости от того, что будет больше: ввоза или вывоза ГФУ/ПФУ, содержащихся в продукции и оборудовании.

Ряд 1b

Ряд 1b является расширением Ряда 1a и включает ГФУ/ПФУ, содержащиеся в различной ввозимой и вывозимой продукции и оборудовании. Применяются следующие определения:

Ввоз = Ввезенное в чистом виде вещество + его количество во ввезенной продукции и оборудовании, содержащем ГФУ/ПФУ Вывоз = Вывезенное в чистом виде вещество + его количество в вывезенной продукции и оборудовании, содержащем ГФУ/ПФУ
--

Продукцией и оборудованием, которые необходимо учитывать, являются:

- холодильники и оборудование для кондиционирования воздуха;
- вспененные материалы с закрытыми порами;
- огнетушители;
- растворители.
- аэрозольные баллоны

В большей части перечисленной продукции будут использоваться смеси фторуглеродов, эмиссии которых должны определяться раздельно из-за их сильно различающихся потенциалов глобального потепления.

ХОЛОДИЛЬНИКИ, ОГНЕТУШИТЕЛИ И РАСТВОРИТЕЛИ

Холодильное оборудование, огнетушители и растворители обычно содержат смеси ГФУ/ПФУ. Доли каждого вещества должны рассматриваться раздельно. Холодильным оборудованием могут быть холодильники, рефрижераторы, машины для изготовления льда, оконные кондиционеры, холодильные сплит - системы, холодильные камеры и др.

ВСПЕНЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Вспененные материалы включают изолирующие и неизолирующие поропласти в виде материалов и в различной продукции, такой как холодильники, изоляционные панели, распылители, автомобильные сиденья, мебель, упаковочные материалы и др.

2.17.2 Детальная методика оценки эмиссий

Детальная методика (Ряд 2), содержит расчеты фактических эмиссий для каждого определенного вещества. Настоящая методика является предпочтительной при наличии исходных данных.

При использовании данной методики необходимо применять подход "снизу-вверх" (от первичных данных к общим) или "сверху-вниз" (от общих данных к первичным). При подходе "снизу-вверх" рассчитывается или оценивается потребление каждого отдельного ГФУ и ПФУ на основе данных о количестве единиц оборудования или видов его применения на детальном уровне, например, рефрижераторы, прочее стационарное холодильное оборудование, оборудование для кондиционирования воздуха, различные виды пористых материалов и т.д., что дает основу для оценки объема эмиссий при расчетах. При подходе "сверху-вниз" эмиссии оцениваются на основе структуры потребления и характеристик эмиссий, связанных с различными процессами и оборудованием, также учитывается текущее обслуживание и практика ремонтных работ.

В таблице 2-27 приведены примеры текущего распределения использования ГФУ/ПФУ между различными областями их применения в конкретных странах. Так как ГФУ и ПФУ недавно поступили на рынок то, соответственно, с течением времени, будет меняться доля каждой области их применения.

**ТАБЛИЦА 2-27
ПРИМЕРЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГФУ/ПФУ ПО ОБЛАСТИЯМ ПРИМЕНЕНИЯ (1994 г.)**

Страна	Охлаждение и замораживание, кондиционирование воздуха	Пенообразование	Растро-рители	Огнетушение	Аэрозоли	Другие применения
Норвегия	99%	<1%	0%	<1%	0%	0%
Швеция	90%	5%	0%	0%	5%	0%
Великобритания	76%	12%	0%	7%	5%	0%

В любой указанной области применения может использоваться несколько видов ГФУ/ПФУ. Должны быть собраны данные или выполнена оценка количества для каждого использованного ГФУ/ПФУ.

A) Холодильное оборудование и кондиционеры

С целью оценки эмиссий холодильное оборудование и системы кондиционирования воздуха подразделяются на три категории, в соответствии с их характеристиками эмиссий:

- i) бытовые холодильники и морозильники;
- ii) другое стационарное холодильное оборудование и кондиционеры, включая:
 - низкотемпературные хранилища;
 - холодильники для хранения пищевых продуктов, предназначенных для продажи;
 - рефрижераторы, использующиеся в промышленных процессах;
 - коммерческие и промышленные устройства, такие как автоматы для продажи охлажденных товаров, морозильники для изготовления льда, оборудование для вымораживания влаги и охладители воды;
 - рефрижераторы на транспорте, включая грузовые автомобили, поезда и суда с холодильными камерами; и
 - коммерческое и бытовое кондиционирование воздуха, включая холодильное оборудование, тепловые насосы (охладители), оконные кондиционеры, центральные кондиционеры воздуха в зданиях;
- iii) мобильные кондиционеры, используемые для охлаждения воздуха в пассажирских салонах легковых автомобилей, грузовиков, автобусов и поездов.

Методы оценки средней величины эмиссии по указанным выше секторам приводятся ниже.

Отношение количества хладагентов, выделяющихся в процессе сборки и монтажа систем, к количеству заправленных в системы хладагентов рассчитывается по следующей формуле:

УРАВНЕНИЕ 1

$$E_{\text{сборка}, t} = E_{\text{заправлено}, t} \cdot (k/100)$$

где:

- | | | |
|---------------------------|---|--|
| $E_{\text{сборка}, t}$ | = | эмиссии при производстве/сборке систем в год t |
| $E_{\text{заправл., } t}$ | = | количество холодильных агентов, заправленное в новые системы в год t |
| k | = | утечка при сборке в процентах от заправленного количества |

Это количество ($E_{\text{заправл., } t}$) должно включать все системы, которые были заправлены холодильными смесями, включая те, которые сделаны на вывоз. Системы, которые были ввезены предварительно заправленными, не должны рассматриваться.

Ежегодные утечки при эксплуатации оборудования, включая утечки при обслуживании, рассчитывают по формуле :

УРАВНЕНИЕ 2

$$E_{\text{эксплуатация}, t} = E_{\text{хранение}, t} \cdot (x/100)$$

где:

- | | | |
|-------------------------|---|---|
| $E_{\text{экспл., } t}$ | = | количество ГФУ/ПФУ, выделяющихся во время эксплуатации систем в год t |
|-------------------------|---|---|

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГФУ В РЕФРИЖЕРАТОРАХ

HFC-134a является основным фторуглеродом - заменителем озоноразрушающего вещества (фреона) CFC-12, который применяется во многих областях, связанных с охлаждением и кондиционированием воздуха, включая рефрижераторы, холодильники и мобильные холодильные камеры. Другие ГФУ также могут использоваться для охлаждения, в частности как компоненты смесей. Они включают HFC-23, HFC-32, HFC-125, HFC-143a и HFC-152a.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПФУ В РЕФРИЖЕРАТОРАХ

PFC-218 используется как компонент в холодильных смесях. PFC-116 может использоваться в смесях как заменитель R-503.

$E_{хранение,t}$ = количество ГФУ/ПФУ, накопленное в существующих системах в год t

x = норма ежегодных утечек в процентах от общей загрузки ГФУ/ПФУ в оборудовании, проценты.

При расчете “банка” холодильных агентов ($E_{хранение,t}$) необходимо учитывать все находящиеся в эксплуатации системы.

Количество хладоагентов, выделяющихся при захоронении оборудования, зависит от их доли остающейся в оборудовании и доли утилизированной (под захоронением здесь понимается снятие с эксплуатации и последующим уничтожением, утилизацией или захоронением на свалках).

Для оценки эмиссии здесь применяется следующая формула:

УРАВНЕНИЕ 3

$$E_{захорон.,t} = E_{i \text{ запрavl.}, (t-n)} \cdot (y/100) \cdot (100 - z)/100$$

или

$$E_{захорон., t} = E_{i \text{ запрavl.}, (t-n)} \cdot Q$$

где:

$E_{захорон.,t}$ = количество ГФУ/ПФУ, выделяющихся из захороненных систем в год t

$E_{i \text{ запр.},(t-n)}$ = количество ГФУ/ПФУ, первоначально заправленных в новые системы, которые были установлены, в год $(t-n)$

n = средняя продолжительность эксплуатации оборудования, лет

y = количество ГФУ/ПФУ в системах во время их захоронения в процентах от первоначальной загрузки, проценты

z = количество уловленных ГФУ/ПФУ в процентах от фактической загрузки (“эффективность улавливания”), проценты

Q = количество ГФУ/ПФУ, выделяющихся из захороненных систем, в процентах от количества, первоначально загруженного в систему, проценты ($Q = y (100-z)/100$)

При определении количества хладагентов, первоначально заправленных в системы ($E_{i \text{ запр.}(t-n)}$), необходимо принимать в расчет оба типа систем: заправленные в стране (регионе) и ввезенные системы, предварительно заправленные. Первая заправка в системы, предназначенные для вывоза из страны (региона), не должна рассматриваться. Например, если рассчитываются эмиссии для 1995 года с оборудованием с 15-летней продолжительностью эксплуатации, требуется информация по количеству ГФУ/ПФУ, заправленных в 1980 году (1995 год минус 15 лет). Общее количество эмиссий за год, будет затем найдено как сумма эмиссии при сборке, в течение периода эксплуатации и при захоронении:

УРАВНЕНИЕ 4

$$E_{всего, t} = E_{сборка, t} + E_{эксплуатация, t} + E_{захоронение, t}$$

i) Бытовые холодильники и морозильники

ТАБЛИЦА 2-28 НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРЫ БЫТОВЫХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ И МОРОЗИЛЬНИКОВ			
Пара-метр	Определение	Типичное значение	Примечания
k	утечки при сборке в % от заправленного количества	2%	диапазон 2-5%
x	ежегодные утечки в % от общей заправки ГФУ/ПФУ	1%	
n	средняя продолжительность эксплуатации	15 лет	
y	количество ГФУ/ПФУ в системах во время захоронения, % от первоначальной заправки	90%	
z	количество уловленных ГФУ/ПФУ в % от фактической заправки (“эффективность улавливания”)	50%	0% при отсутствии улавливания

Данные значения являются типичными для промышленно развитых стран.

ii) Другое стационарное рефрижераторное оборудование и оборудование для кондиционирования воздуха

ТАБЛИЦА 2-29 НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ДРУГОГО СТАЦИОНАРНОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА			
Пара-метр	Определение	Типичное значение	Примечания
k	утечки при сборке в % от заправленного количества	2-5%	2-3% для собранного на заводе, 4-5% для собранного на монтажной площадке
x	Ежегодные утечки в % от общей заправки ГФУ/ПФУ	17%	3% при использовании улучшенных клапанов и деталей
n	средняя продолжительность эксплуатации	15 лет	
y	Количество ГФУ/ПФУ в системах во время захоронения, % от первоначальной заправки	90%	
z	Количество уловленных ГФУ/ПФУ в % от фактической заправки (“эффективность улавливания”)	0%	80% при улавливания

Объем заправки хладагентами может меняться в широком диапазоне и зависит от размера и конструкции системы. Ниже приводится диапазон, определяющий возможные изменения значений.

- Бытовые кондиционеры воздуха: 2 - 3 кг
- Рефрижераторы на транспорте: 8 кг
- Рефрижераторы для хранения пищевых продуктов: 10 - 230 кг
- Холодильные камеры: 75 - 900 кг
- Рефрижераторы для промышленных процессов: 340 - 9100 кг

- Различные устройства, применяемые в коммерческих и промышленных целях: 0,10 - 0,50 кг

Для применения подхода "снизу-вверх", чтобы выполнить полезные оценки, потребуются достоверные средние величины для систем загрузки в вашей стране (регионе).

iii) Мобильное оборудование кондиционирования воздуха (МОК)

ТАБЛИЦА 2-30 ПАРАМЕТРЫ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА НА ТРАНСПОРТЕ (МОК)			
Параметр	Определение	Типичное значение	Примечания
k	утечки при сборке в % от заправленного количества	4-5%	
x	ежегодные утечки в % от общей заправки ГФУ/ПФУ	30%	10% при использовании улучшенных уплотнителей и с промывкой
n	средняя продолжительность эксплуатации	12 лет	11 лет (малолитражные автомобили), до 15 лет (грузовые автомобили)
y	количество ГФУ/ПФУ в системах во время захоронения, % от первоначальной заправки	75%	
z	количество уловленных ГФУ/ПФУ в % от фактической заправки ("эффективность улавливания")	0%	80% при улавливании

Типичная заправка составляет 1,2 кг/единицу для легковых автомобиляй и 1,5 кг/единицу для грузовых автомобилей. МОК в новых автомобилях могут иметь меньшую заправку, например 800 г является типичной величиной заправки японских легковых автомобилей.

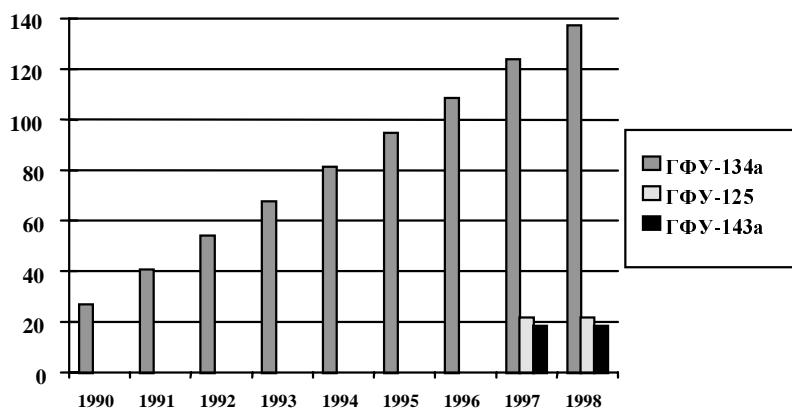
В качестве иллюстрации ниже приводятся результаты по эмиссии ГФУ от холодильного оборудования на территории Новгородской области в 1990-1998 гг., полученные в рамках *Регионального пилотного проекта по разработке системы мониторинга и отчетности по выбросам парниковых газов в России*.

Для оценки эмиссии от использования ГФУ/ПФУ применялась методология Ряда 2, основанная на использовании данных об общем количестве ГФУ, содержащихся в оборудовании на территории области. Для расчетов было принято, что в бытовых и коммерческих холодильниках используется хладагент ГФУ-134а (R-134a) в количестве 0,15 кг на бытовой и 0,40 кг на коммерческий холодильник. Из-за отсутствия статистических данных общее количество холодильников в области (220 тыс. бытовых и 2,2 тыс. коммерческих) было определено с помощью экспертных оценок. Оно считалось постоянным в период 1990 – 1998 гг. Доля холодильников современных моделей, заправленных ГФУ-134а, считалась линейно увеличивающейся с 8% от общего количества холодильников в 1990 г. до 40% в 1998 г. в результате замещения ими более старых моделей. Кроме того, в исследуемый период в области были введены в эксплуатацию 3 промышленные холодильные камеры, заправленные смесью 52% ГФУ-143а, 44% ГФУ-125 и 4% ГФУ-134а. Общее количество хладагента в камерах составляет около 4200 кг. Возможно, в эксплуатации имеются и другие промышленные холодильники (например, вагоны и автомобили-

рефрижераторы), заправленные ГФУ, однако соответствующие данные получить не удалось.

Коэффициент утечки ГФУ в атмосферу для всего холодильного оборудования, согласно Руководству, принят равным 1% в год. Полученные значения эмиссии для периода 1990 – 1998 гг. показаны на рис.2-1.

Рисунок 2-1
Эмиссии ГФУ/ПФУ в Новгородской области в 1990 - 1998 гг.



B) Вспененные (пористые) материалы

i) Поропласти с открытыми порами

В поропластах с открытыми порами эмиссии ГФУ и ПФУ возникают во время производства и равняются 100 процентам от общего количества веществ, используемых как пенообразующее вещество. В результате, общее количество эмиссий ГФУ или ПФУ в год t для поропластов с открытыми порами может быть рассчитано следующим образом:

Эмиссии ГФУ или ПФУ в год $t = 100\%$ количества проданных ГФУ или ПФУ для поропластов с открытыми порами в год t

ii) Поропласти с закрытыми порами

В поропластах с закрытыми порами только 10 процентов пенообразующего вещества улетучивается в процессе пенообразования, в то время, как остающееся вещество содержится в изоляции. Это количество, остающееся в поропласте, медленно улетучивается в течение 20-25 - летнего периода существования поропласта. Эмиссии ГФУ или ПФУ из изолирующих поропластов в год t , по этой причине рассчитывается следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{Эмиссии ГФУ или ПФУ в год } t \\ = \\ 10 \text{ процентов от общего количества ГФУ или ПФУ, использовавшихся} \\ \text{при изготовлении новых изолирующих поропластов в год } t \\ + \\ 4,5 \text{ процента от количества первоначальной загрузки ГФУ или ПФУ в} \\ \text{изолирующие поропласти, произведенные} \\ \text{между годом } t \text{ и годом } t-20 \end{aligned}$$

Общее количество ГФУ и ПФУ, содержащихся в существующих объемах поропластов с закрытыми порами, может быть рассчитано как произведение общего количества этих поропластов в использовании (уже находящихся в той или иной продукции или зданиях) в год t , и средней концентрации вещества на тонну этих поропластов.

C) Огнетушители

Общее количество эмиссии может быть оценено как 60 процентов от общего объема вещества Галон-1211, содержащегося в устанавливаемых за год новых портативных галогеносодержащих огнетушителях; и как 35 процентов от Галон-1301, содержащегося в устанавливаемом за год новом стационарном оборудовании для пожаротушения. Оставшееся количество, 40 процентов для портативных огнетушителей и 65 процентов для остальных, добавляется к общему объему этих веществ, имеющемуся в стране (регионе). Так как огнетушители перезаправляются, эмиссии ГФУ и ПФУ могут быть рассчитаны следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{Эмиссии ГФУ или ПФУ в год } t \\ = \\ 60 \text{ процентов от общего количества ГФУ или ПФУ в новом} \\ \text{портативном фторуглеродном оборудовании для пожаротушения,} \\ \text{установленном в год } t \end{aligned}$$

По аналогии оцениваются эмиссии в год t от стационарного оборудования для пожаротушения:

$$\begin{aligned} \text{Эмиссии ГФУ или ПФУ в год } t \\ = \\ 35 \text{ процентов от общего количества ГФУ или ПФУ,} \\ \text{использовавшихся в новом стационарном фторуглеродном} \\ \text{оборудовании для пожаротушения в год } t \end{aligned}$$

D) Аэрозоли

Эмиссии от аэрозолей (баллончиков) рассчитываются при помощи следующего уравнения:

$$\begin{aligned} \text{Эмиссии ГФУ в год } t \\ = \\ 50\% \text{ количества ГФУ, содержащихся в аэрозолях, проданных в году } t \\ + \\ 50\% \text{ количества ГФУ, содержащихся в аэрозолях, проданных в году } t-1 \end{aligned}$$

В данных расчетах учитывается 6-месячное запаздывание между покупкой и использованием оборудования.

E) Растворители

Растворители, используемые для очистки, выделяются в течение или в скором времени после использования. Данная методология предполагает, что растворители, в среднем, используются спустя 6 месяцев после продажи.

$$\begin{aligned} \text{Эмиссии ГФУ или ПФУ в год } t \\ = \\ 50\% \text{ от количества ГФУ или ПФУ, проданных для использования в качестве растворителей в год } t \\ + \\ 50\% \text{ от количества ГФУ, проданных для использования в качестве растворителей в год } t-1 \end{aligned}$$

F) Другие виды применения

Для других видов применения считается, что все ГФУ и ПФУ улетучиваются в течение 6 месяцев после их производства. Эмиссии в году t могут быть рассчитаны следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{Эмиссии ГФУ или ПФУ в год } t \\ = \\ 50\% \text{ от количества ГФУ/ПФУ проданных для других видов применения в год } t \\ + \\ 50\% \text{ от количества проданных ГФУ/ПФУ в год } t-1 \end{aligned}$$

Эмиссии гексафторида серы (SF_6)

SF_6 (элегаз) используется как средство изоляции в электрооборудовании высокого напряжения: распределительных устройствах, выключателях и трансформаторах.

Использование SF_6 в производстве алюминия и магния рассматривается отдельно, в разделе 2.13.8.

В методике МГЭИК считается, что общая эмиссия SF_6 , используемого электротехническом оборудовании, составляет примерно 1 процент от общего количества SF_6 , содержащегося в этом оборудовании. Кроме того, предполагается, что оборудование имеет 30-летний срок эксплуатации, откуда следует, что приблизительно 70 процентов SF_6 остается в оборудовании по истечении срока эксплуатации и будет выделяться при его демонтаже. Общее количество эмиссии при применении газа в изолирующих распределительных устройствах может быть определено следующим образом:

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГФУ И ПФУ КАК РАСТВОРИТЕЛЕЙ

ГФУ и ПФУ могут использоваться в качестве заменителей CFC-113 при очистке металла, в электронике, в областях, где требуется высококачественная очистка, и как заменители аэрозольных очистителей. Составляющие компоненты, которые могут использоваться для этого, включают HFC-43-10, PFC-614, HFC-512, PFC-612, PFC-716 и PFC-819.

ПРОЧИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГФУ И ПФУ

Другие области применения, где ГФУ и ПФУ могут заменить CFC и HCFC, включают оборудование для стерилизации, использование в качестве растворителей при производстве kleюющих веществ, материалов, краски и чернил. Эти вещества включают HFC-125, HFC-134a, и HFC-227ea.

Эмиссии SF₆ в год t
=
1% от общей загрузки SF₆ в оборудовании, существующем в год t
+
70% от количества в оборудовании, произведенном в год t-30.

Проведенное специальное исследование позволило уточнить характеристики парка элегазового оборудования в России (Табл. 2-31). Приведенные в этой таблице данные, в том числе и коэффициенты эмиссии для различных типов оборудования, рекомендуются, как типовые значения для расчетов. При их использовании эмиссии следует рассчитывать отдельно для каждого типа оборудования.

ТАБЛИЦА 2-31
ТИПОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ В РОССИИ

Тип оборудования	Содержание SF ₆ (кг)	Коэффициент эмиссии в результате утечек (% в год)
Комплектные распределительные устройства (КРУЭ)	1140	1,1
Трансформаторы	4,50	1,5
Выключатели	8,92	2,8
Средневзвешенные значения по всему парку оборудования на 1999 г.	87,7	1,3

Заполнение Рабочего листа

Используйте РАБОЧИЕ ЛИСТЫ 2-15 ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ - Ряд 1а и Ряд 1б, чтобы внести данные в настоящий подмодуль. Каждое индивидуальное вещество должно быть оценено раздельно.

ШАГ 1 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ ГФУ И ПФУ - Ряд 1а и Ряд 1б

- 1 Оцените общее годовое количество произведенного фторуглерода в тоннах конкретного вещества и внесите это значение в колонку А.
- 2 Оцените общее годовое количество ввезенного и вывезенного в чистом виде фторуглерода, в тоннах данного вещества, и внесите это значение в колонки В и С, соответственно.
- 3 Оцените общее годовое количество уловленных и разрушенных фторуглеродов, в тоннах конкретного вещества, внесите полученное значение в колонку D.
- 4 Сложите значение в колонке А со значением в колонке В, отнимите значение в колонке С, отнимите значение в колонке D и внесите полученный результат в колонку Е, чтобы получить величину потенциальной эмиссии фторуглерода.

ШАГ 2 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ ГФУ И ПФУ - Ряд 1в

- 1 Оцените общее за год число единиц ввезенных или вывезенных типов продукции, содержащей конкретный фторуглерод, внесите полученный результат в колонку F.
- 2 Оцените количество смеси на единицу каждого типа продукции в кг и долю данного фторуглерода в смеси, внесите полученные значения в колонки G и H, соответственно.
- 3 Умножьте значения в колонках F, G и H, чтобы рассчитать в кг фторуглерода, переведите значения в тонны, разделив их на 10^3 , внесите результат в колонку I. Это потенциальные эмиссии фторуглерода из различной продукции.
- 4 Чтобы получить общую величину потенциальной эмиссии данного фторуглерода из продукции, сложите значения в колонке I и внесите результат в нижнюю ячейку этой колонки.

ШАГ 3 СУММАРНЫЕ ДАННЫЕ ОБ ЭМИССИЯХ ГФУ И ПФУ - Ряд 1а и Ряд 1в

- 1 Внесите общие значения из колонок Е и I соответственно в колонки J и K и сложите значения из этих двух колонок. Внесите результат в колонку L.
- 2 Разделите значение в колонке L на 10^3 , чтобы преобразовать его в гигаграммы ГФУ или ПФУ, и внесите результат в колонку M, это общая потенциальная эмиссия фторуглерода.

ШАГ 4 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ ГФУ И ПФУ - СБОРКА ХОЛОДИЛЬНИКОВ - Ряд 2

- 1 Оцените количество заправленных в новые системы ГФУ/ПФУ в год t (год инвентаризации) в тоннах и внесите результат в колонку A.
- 2 Внесите соответствующее значение общих утечек k (в процентах от заправленного количества) в колонку B.
- 3 Умножьте значение в колонке A на значение в колонке B (см. уравнение 1), внесите результат в колонку C.
- 4 Разделите значение в колонке C на 10^3 и внесите результат в колонку D.

Рабочий лист

Один и тот же лист может использоваться для бытовых холодильников и морозильников, других стационарных рефрижераторов, оборудования для кондиционирования воздуха и для мобильного кондиционирования. Каждый Рабочий лист должен дублироваться для каждого ГФУ и ПФУ, подлежащего оценке.

ШАГ 5 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ ГФУ И ПФУ - ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНИКОВ - Ряд 2

- 1 Оцените общее количество ГФУ/ПФУ, имеющихся в существующих системах на год t (год инвентаризации) в тоннах, и внесите его в колонку E.
- 2 Внесите соответствующее значение x (ежегодная норма утечек, в процентах) в колонку F.
- 3 Оцените эмиссии фторуглерода в тоннах используя уравнение 2, как это показано в колонке G. Внесите результат в колонку G.

- 4 Разделите значение в колонке G на 10^3 и внесите результат в колонку H.

ШАГ 6 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ ГФУ И ПФУ - ЗАХОРОНЕНИЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ - РЯД 2

- 1 Оцените общее количество ГФУ/ПФУ, заправленных в новые системы в год t-n (в тоннах), и его внесите в колонку I.
- 2 Внесите соответствующие значения n (средняя продолжительность эксплуатации оборудования в годах) в колонку J.
- 3 Внесите соответствующие значения у (количество ГФУ/ПФУ в системах во время захоронения в процентах от первоначальной заправки) в колонку K.
- 4 Внесите соответствующие значения z (количество уловленного ГФУ/ПФУ в процентах от фактической заправки) в колонку L.
- 5 Рассчитайте эмиссии фторуглерода во время захоронения, используя уравнение 3, как это показано в колонке M. Внесите результат в колонку M.
- 6 Разделите значение в колонке M на 10^3 и внесите результат в колонку N.

ШАГ 7 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ ГФУ И ПФУ - СУММАРНЫЕ ДАННЫЕ - РЯД 2

- 1 Перенесите суммы в колонках D, H и N для эмиссий во время сборки, эксплуатации и захоронения соответственно в колонки O, P и Q.
- 2 Сложите значения в колонках O, P и Q и внесите результат в колонку R, чтобы получить общую эмиссию фторуглерода.

ШАГ 8 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ ГФУ И ПФУ В ПЕНООБРАЗУЮЩИХ ПРОДУКТАХ - РЯД 2

Этот Рабочий лист включает как поропласти с открытыми порами, так и поропласти с закрытыми порами. Каждый рабочий лист должен дублироваться для каждого вида ГФУ и ПФУ, подлежащего оценке.

Поропласти с открытыми порами

- 1 Оцените количество ГФУ/ПФУ, использовавшихся в рассматриваемом году при производстве поропластов с открытыми порами, в тоннах и внесите результат в колонку A.
- 2 Внесите в колонку C соответствующую долю утечки при производстве поропластов с открытыми порами в процентах (100%, если нет улавливания).
- 3 Рассчитайте эмиссии ГФУ/ПФУ при производстве путем умножения значения в колонке A на значение в колонке C и внесите результат (в тоннах) в колонку E.
- 4 Разделите значение в колонке E на 10^3 , чтобы преобразовать его в гигаграммы ГФУ или ПФУ, и внесите результат в колонку F.

Поропласти с закрытыми порами

- 1 Оцените количество ГФУ/ПФУ, использовавшихся в рассматриваемом году в поропластиах с закрытыми порами, в тоннах, внесите результат в колонку А.
- 2 Оцените количество находящихся в использовании ГФУ/ПФУ в существующих в стране (регионе) объемах изолирующего поропласта в рассматриваемом году, в тоннах, внесите результат в колонку В.
- 3 Внесите в колонку С соответствующую долю утечки при производстве поропластов с закрытыми порами в процентах (10%, если нет улавливания).
- 4 Внесите долю утечки в период использования в процентах в колонку D.
- 5 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке С и прибавьте результат к произведению от умножения значения в колонке В на значение в колонке D. Внесите полученный результат, в тоннах, в колонку Е.
- 6 Разделите значение в колонке Е на 10^3 , чтобы преобразовать его в гигаграммы ГФУ или ПФУ, внесите результат в колонку F.

ШАГ 9 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ ГФУ, ПФУ И SF₆ ОТ ОГНЕТУШИТЕЛЕЙ - Ряд 2**Портативные и стационарные огнетушители**

- 1 Оцените общее количество ГФУ/ПФУ/SF₆, использовавшихся в рассматриваемом году в новых огнетушителях, в тоннах, с разбивкой на портативные и стационарные системы пожаротушения, и внесите это значение в колонку А.
- 2 Внесите в процентах в колонку В соответствующий коэффициент - долю утечки для портативных и стационарных огнетушителей.
- 3 Рассчитайте эмиссии ГФУ/ПФУ/SF₆ путем умножения значения в колонке А на значение в колонке В и внесите результат, в тоннах, в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10^3 , чтобы преобразовать его в гигаграммы ГФУ, ПФУ или SF₆, и внесите результат в колонку D.
- 5 Сложите значения в колонке D и внесите результат в нижнюю ячейку этой колонки, чтобы получить общие эмиссии ГФУ/ПФУ/SF₆.

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Приблизительно 55 процентов ГФУ или ПФУ, использовавшихся в качестве пенообразователя при производстве поропласта с открытыми порами, потенциально может быть использовано вторично. Если вторичное использование имело место, общие эмиссии при производстве поропласта с открытыми порами будут составлять 100 процентов от веществ, проданных для целей пенообразования. Тем не менее, требуемое количество будет сокращаться, поскольку газ, использованный для целей пенообразования, будет представлять из себя смесь, состоящую из 45 процентов не применявшегося ранее вещества и на 55 процентов из уловленного.

ШАГ 10 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ ГФУ, ПФУ И SF₆ ОТ АЭРОЗОЛЕЙ - Ряд 2

- 1 Оцените использование ГФУ или ПФУ в аэрозолях в году, по которому делается инвентаризация, в тоннах и внесите это значение в колонку А.
- 2 Оцените использование ГФУ/ПФУ в аэрозолях в предыдущем году в тоннах и внесите это значение в колонку В.
- 3 Внесите в колонку С долю эмиссии для инвентаризации. Может использоваться типовое значение равное 0,5.
- 4 Рассчитайте эмиссии ГФУ/ПФУ от аэрозолей в соответствии с формулой: $D = (A \bullet C) + B(1-C)$. Внесите сумму в колонку D.
- 5 Разделите значение в колонке D на 10^3 , чтобы преобразовать его в гигаграммы ГФУ или ПФУ, внесите результат в колонку Е.

ШАГ 11 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ ГФУ, ПФУ И SF₆ ОТ РАСТВОРИТЕЛЕЙ - Ряд 2

- 1 Оцените использование ГФУ или ПФУ в растворителях в году инвентаризации в тоннах и внесите это значение в колонку А.
- 2 Оцените использование ГФУ/ПФУ в растворителях предыдущем году в тоннах и внесите это значение в колонку В.
- 3 Внесите в колонку С долю эмиссии для инвентаризации. Может использоваться типовое значение равное 0,5.
- 4 Рассчитайте эмиссии ГФУ/ПФУ от растворителей в соответствии с формулой: $D = (A \bullet C) + B(1-C)$. Внесите сумму в колонку D.
- 5 Разделите значение в колонке D на 10^3 , чтобы преобразовать его в гигаграммы ГФУ или ПФУ, внесите результат в колонку Е.

ШАГ 12 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ ГФУ, ПФУ И SF₆ ДЛЯ ДРУГИХ ОБЛАСТЕЙ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ - Ряд 2

- 1 Оцените использование ГФУ или ПФУ для других областей их применения в году, по которому делается инвентаризация, в тоннах и внесите это значение в колонку А.
- 2 Оцените использование ГФУ/ПФУ для других областей их применения в предыдущем году в тоннах и внесите это значение в колонку В.
- 3 Внесите в колонку С долю эмиссии для инвентаризации. Может использоваться типовое значение равное 0,5.
- 4 Рассчитайте эмиссии ГФУ/ПФУ для других областей их применения в соответствии с формулой: $D = (A \bullet C) + B(1-C)$. Внесите сумму в колонку D.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГФУ В АЭРОЗОЛЯХ

ГФУ могут применяться как заменители ХФУ в аэрозолях (в промышленных, технических, бытовых, медицинских и бытовых). ГФУ, которые могут использоваться для этих целей включают: HFC-125, HFC-134a, 152a и HFC-227ea.

- 5 Разделите значение в колонке D на 10^3 , чтобы преобразовать его в гигаграммы ГФУ или ПФУ, внесите результат в колонку E.

ШАГ 13 ОЦЕНКА ЭМИССИИ SF₆

Этот Рабочий лист предназначен для SF₆, использующегося в изолирующих распределительных устройствах и прерывателях.

- 1 Занесите типы оборудования, использующего SF₆ в колонку A1.
- 2 Оцените количество SF₆, находившегося в эксплуатируемых распределительных устройствах, выключателей и трансформаторах в тоннах, внесите результат в колонку A2.
- 3 Внесите в колонку B долю утечки SF₆ по типам оборудования.
- 4 Оцените количество SF₆, содержащегося в оборудовании за 30 лет до года инвентаризации, и внесите это значение в колонку C.
- 5 Внесите в колонку D долю SF₆, остающуюся в оборудовании во время его захоронения.
- 6 Рассчитайте эмиссии SF₆ путем умножения значения в колонке А на значение в колонке B, прибавив полученный результат к результату умножения значения в колонке C на значение в колонке D. Внесите сумму в колонку E.
- 7 Разделите значение в колонке E на 10^3 , чтобы преобразовать его в гигаграммы эмиссии SF₆, и внесите результат в колонку F. Произведите суммирование всех значений в колонке F и занесите полученный результат в последнюю ячейку этой колонки.

Модуль	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
Подмодуль	ПРОИЗВОДСТВО ЦЕМЕНТА		
Рабочий лист	2-1		
Лист	1 из 2 Эмиссии CO₂		
ШАГ 1			
A Количество произведенного клинкера или цемента (т)	B Коэффициент эмиссии (т CO ₂ /т клинкера или цемента)	C Эмиссии CO ₂ (т)	D Эмиссии CO ₂ (Гг)
		C = (A x B)	D = C/10 ³

Модуль	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
Подмодуль	ПРОИЗВОДСТВО ЦЕМЕНТА		
Рабочий лист	2-1		
Лист	2 из 2 Эмиссии SO₂		
ШАГ 2			
A Количество произведенного цемента (т)	B Коэффициент эмиссии (кг SO ₂ /т цемента)	C Эмиссии SO ₂ (кг)	D Эмиссии SO ₂ (Гг)
		C = (A x B)	D = C/10 ⁶

Модуль	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
Подмодуль	ПРОИЗВОДСТВО ИЗВЕСТИ			
Рабочий лист	2-2			
Лист	1 из 1 Эмиссии CO₂			
Тип извести	A Количество произведенной извести (т)	B Коэффициент эмиссии (т CO ₂ /т быстрогасящейся или доломитовой извести)	C Эмиссии CO ₂ (т)	D Эмиссии CO ₂ (Гг)
			C = (A x B)	D = C/10 ³
Быстрогасящаяся известь				
Доломитовая известь				
Всего (Гг):				

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
ПОДМОДУЛЬ	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗВЕСТНИКА И ДОЛОМИТА			
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-3			
ЛИСТ	1 из 1 Эмиссии CO₂			
Тип материала	A Количество использовавшегося известняка или доломита (т)	B Коэффициент эмиссии (кг CO ₂ /т известняка или доломита)	C Эмиссии CO ₂ (кг)	D Эмиссии CO ₂ (Гг)
			$C = (A \times B)$	$D = C/10^6$
Известняк				
Доломит				
Всего (Гг):				

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОДЫ		
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-4		
ЛИСТ	1 из 2 Эмиссии CO₂, связанные с производством соды		
ШАГ 1			
A Количество использованной троны (т)	B Коэффициент эмиссии (т CO ₂ /т троны)	C Эмиссии CO ₂ (т)	D Эмиссии CO ₂ (Гг)
		C = (A x B)	D = C/10 ³

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОДЫ		
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-4		
ЛИСТ	2 из 2 Эмиссии CO₂, связанные с использованием соды		
ШАГ 2			
A Количество использованной соды (т)	B Коэффициент эмиссии (кг CO ₂ /т соды)	C Эмиссии CO ₂ (кг)	D Эмиссии CO ₂ (Гг)
		C = (A x B)	D = C/10 ⁶

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО АММИАКА			
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-6			
ЛИСТ	1 из 3 Ряд 1а - Эмиссии CO₂			
ШАГ 1				
A Количество потребленного газа (м ³)	B Содержание углерода в газе (кг/м ³)	C Переводной множитель	D Эмиссии CO ₂ (кг)	E Эмиссии CO ₂ (Гг)
		44/12	D = (A × B × C)	E = D/10 ⁶

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО АММИАКА			
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-6			
ЛИСТ	2 из 3 Ряд 1б - Эмиссии CO₂			
ШАГ 2				
A Количество произведенного аммиака (т)	B Коэффициент эмиссии (т CO ₂ /т аммиака)	C Эмиссии CO ₂ (т)	D Эмиссии CO ₂ (Гг)	
		C = (A × B)	D = C/10 ³	

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ		
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-7		
Лист	Из 1 Эмиссии N_2O и NO_x		
A Количество произведенной азотной кислоты (т)	B Коэффициент эмиссии (кг газа/т произведенной азотной кислоты)	C Эмиссии определенного газа (кг)	D Эмиссии определенного газа (Гг)
		$C = (A \times B)$	$D = C/10^6$
	N_2O		N_2O
	NO_x		NO_x

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО КАРБИДА			
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-9			
ЛИСТ	1 из 4 Эмиссии CO₂, связанные с производством карбида кремния			
ШАГ 1				
A Потребление кокса (т)	B Содержание углерода в коксе	C Накопленный в продукте углерод (%)	D Эмиссии CO ₂ (т)	E Эмиссии CO ₂ (Гг)
			$D = A \times B (100-C) \times 3,67 \times 10^{-4}$	$E = D/10^3$

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО КАРБИДА			
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-9			
ЛИСТ	2 из 4 ПРОИЗВОДСТВО КАРБИДА КРЕМНИЯ - Ряд 1а - Эмиссии CH₄			
ШАГ 2				
A Количество потребленного нефтяного кокса (т)	B Коэффициент эмиссии (кг CH ₄ / т потребленного нефтяного кокса)	C Эмиссии CH ₄ (кг)	D Эмиссии CH ₄ (Гг)	
		$C = (A \times B)$	$D = C/10^6$	

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО КАРБИДА		
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-9		
ЛИСТ	3 из 4 ПРОИЗВОДСТВО КАРБИДА КРЕМНИЯ - Ряд 1в - ЭМИССИИ CH₄		
ШАГ 3			
A Количество произведенного карбida кремния (т)	B Коэффициент эмиссии (кг CH ₄ / т произведенного карбida кремния)	C Эмиссии CH ₄ (кг)	D Эмиссии CH ₄ (Гг)
		C = (A × B)	D = C/10 ⁶

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО КАРБИДА		
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-9		
ЛИСТ	4 из 4 ПРОИЗВОДСТВО КАРБИДА КАЛЬЦИЯ - ЭМИССИИ CO₂		
ШАГ 4			
A Количество произведенного карбida (т)	B Коэффициент эмиссии (т CO ₂ / т произведенного карбida)	C Эмиссии CO ₂ (т)	D Эмиссии CO ₂ (Гг)
		C = (A × B)	D = C/10 ³
Всего (Гг):			

Модуль	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
Подмодуль	ПРОИЗВОДСТВО ДРУГИХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ			
Рабочий лист	2-10			
Лист	1 из 1 Эмиссии CH₄			
Шаг 1				
Вещество	A Количество произведенного вещества (т)	B Коэффициент эмиссии (кг CH ₄ / т произведенного вещества)	C Эмиссии CH ₄ (кг)	D Эмиссии CH ₄ (Гг)
			$C = (A \times B)$	$D = C/10^6$
Всего (Гг):				

Модуль	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
Подмодуль	ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОВ			
Рабочий лист	2-11			
Лист	1 из 9 Ряд 1а - Эмиссии CO₂			
ШАГ 1				
A Масса восстановителя (т)	B Коэффициент эмиссии (т CO ₂ /т восстановителя)	C (Содержание углерода в руде минус содержание углерода в металле) x 3,67 (т CO ₂ /т углерода)	D Эмиссии CO ₂ (т)	E Эмиссии CO ₂ (Гг)
			D = (A x B) + C	E = D/10 ³

Модуль	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
Подмодуль	ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОВ			
Рабочий лист	2-11			
Лист	2 из 9 ЧУГУН И СТАЛЬ - Ряд 1б - Эмиссии CO₂			
ШАГ 2				
A Количество произведенного чугуна или стали (т)	B Коэффициент эмиссии (т CO ₂ /т чугуна или стали)	C Эмиссии CO ₂ (т)	D Эмиссии CO ₂ (Гг)	
		C = (A x B)	D = C/10 ³	

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОВ		
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-11		
ЛИСТ	3 из 9 ФЕРРОСПЛАВЫ - Ряд 1б - Эмиссии CO₂		
ШАГ 3			
A Количество произведенных ферросплавов (т)	B Коэффициент эмиссии (т CO ₂ /т произведенных ферросплавов)	C Эмиссии CO ₂ (т)	D Эмиссии CO ₂ (Гг)
		$C = (A \times B)$	$D = C/10^3$

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОВ		
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-11		
Лист	4 из 9 Алюминий - Ряд 1b - Эмиссии CO₂		
ШАГ 4			
A Количество произведенного алюминия (т)	B Коэффициент эмиссии (т CO ₂ /т алюминия)	C Эмиссии CO ₂ (т)	D Эмиссии CO ₂ (Гг)
		C = (A x B)	D = C/10 ³

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ							
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОВ							
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-11							
Лист	5 из 9 Алюминий - Ряд 1b - Эмиссии CF₄							
ШАГ 5								
A Тип ячейки	B Количество произведенного алюминия (тонны)	C Постоянная уравнения для расчета эмиссии CF ₄	D Средняя доля выделяющегося газа во время анодного процесса	E Текущая эффективность	F Число анодных процессов в день	G Продолжительность анодного процесса	H Эмиссии CF ₄ (кг)	I Эмиссии CF ₄ (Гг)
		1,698		(доля)		(минуты)		
							H = (B x C x D x E x F x G)	I = H/10 ⁶

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ							
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОВ							
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-11							
Лист	6 из 9 Алюминий - Ряд 1b - Эмиссии C₂F₆							
ШАГ 6								
A Тип ячейки	B Количество произведенного алюминия (тонны)	C Постоянная уравнения для расчета эмиссии C ₂ F ₆	D Средняя доля выделяющегося газа во время анодного процесса	E Текущая эффективность	F Число анодных процессов в день	G Продолжительность анодного процесса	H Эмиссии C ₂ F ₆ (кг)	I Эмиссии C ₂ F ₆ (Гг)
		0,1698		(доля)		(минуты)		
							H = (B x C x D x E x F x G)	I = H/10 ⁶

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОВ		
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-11		
ЛИСТ	7 из 9 Алюминий - Ряд 1с - Эмиссии CF₄		
ШАГ 7			
A Количество произведенного алюминия (т)	B Коэффициент эмиссии (кг CF ₄ /т алюминия)	C Эмиссии CF ₄ (кг)	D Эмиссии CF ₄ (Гг)
		$C = (A \times B)$	$D = C / 10^6$

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОВ		
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-11		
ЛИСТ	8 из 9 Алюминий - Ряд 1с - Эмиссии C₂F₆		
ШАГ 8			
A Всего эмиссии CF ₄ (Гг)	B Коэффициент эмиссии C ₂ F ₆ (C ₂ F ₆ /CF ₄)	C Эмиссии C ₂ F ₆ (Гг)	
	0,1	$C = (A \times B)$	

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ	
ПОДМОДУЛЬ	ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛОВ	
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-11	
ЛИСТ	9 из 9 SF ₆ , используемый в литейных цехах для производства алюминия и магния - Эмиссии SF ₆	
ШАГ 9		
A Потребление SF ₆ (т)	B Эмиссии SF ₆ (т)	C Эмиссии SF ₆ (Гг)
	B = A	C = B/10 ³

Модуль	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
Подмодуль	ПРОИЗВОДСТВО ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ			
Рабочий лист	2-14			
Лист	1 из 2 - ЭМИССИИ ГФУ И ПФУ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГАЛОГЕНОУГЛЕРОДОВ			
ШАГ 1				
Галогеноуглерод	A Годовой объем производства (т)	B Коэффициент эмиссии (кг фторуглерода на тонну продукции)	C Эмиссии фторуглерода (кг)	D Эмиссии фторуглерода (Гг)
			$C = (A \times B)$	$D = C/10^6$

Модуль	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
Подмодуль	ПРОИЗВОДСТВО ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ			
Рабочий лист	2-14			
Лист	2 из 2 ЭМИССИИ, СВЯЗАННЫЕ С УТЕЧКАМИ - ЭМИССИИ ГФУ И ПФУ			
ШАГ 2				
Фторуглерод	A Количество произведенного фторуглерода (т)	B Коэффициент эмиссии (кг утечек фторуглерода на тонну произведенного)	C Эмиссии фторуглерода (кг)	D Эмиссии фторуглерода (Гг)
			$C = (A \times B)$	$D = C/10^6$

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
ПОДМОДУЛЬ	ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ			
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-15			
ЛИСТ	1 из 13 - Ряд 1а и Ряд 1б - ЭМИССИИ ФТОРУГЛЕРОДОВ В ЧИСТОМ ВИДЕ			
НАЗВАНИЕ ФТОРУГЛЕРОДА				
ШАГ 1				
A Количество произведенного фторуглерода (т)	B Количество фторуглерода, импортированного в чистом виде (т)	C Количество фторуглерода, экспортированного в чистом виде (т)	D Количество разрушенного фторуглерода (т)	E Потенциальная эмиссия фторуглерода в чистом виде (т) $E = A + B - C - D$

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
ПОДМОДУЛЬ	ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ			
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-15			
ЛИСТ	2 из 13 - ТОЛЬКО Ряд 1б - ПРОДУКТЫ, СОДЕРЖАЩИЕ ФТОРУГЛЕРОДЫ			
НАЗВАНИЕ ФТОРУГЛЕРОДА				
ШАГ 2				
Тип продукции	F Количество единиц, импортированных (+) или экспортированных (-)	G Количество активной смеси на единицу (кг)	H Доля фторуглерода в активной смеси (%/100)	I Потенциальная эмиссия фторуглерода, содержащегося в продукции (т) $I = F \times G \times H / 10^3$
Всего (Гт):				

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
ПОДМОДУЛЬ	ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ - Ряд 1а и Ряд 1б - СУММАРНЫЕ ЭМИССИИ ФТОРУГЛЕРОДОВ		
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-15		
ЛИСТ	3 из 13		
НАЗВАНИЕ ФТОРУГЛЕРОДА			

ШАГ 3

J Потенциальная эмиссия фторуглерода в чистом виде (т)	K Потенциальная эмиссия фторуглерода, содержащегося в продуктах (т)	L Потенциальная эмиссия фторуглерода, всего (т)	M Потенциальная эмиссия фторуглерода, всего (Гт)
J= E (Шаг 10)	K= I (Шаг 2)	L = J + K	M = M/10 ³

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
ПОДМОДУЛЬ	ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ		
ТИП ОХЛАЖДЕНИЯ			
НАЗВАНИЕ ФТОРУГЛЕРОДА			
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-15		
ЛИСТ	4 из 13 СБОРКА ХОЛОДИЛЬНИКОВ - Ряд 2 - ЭМИССИИ ГФУ И ПФУ		

ШАГ 4

A Количество ГФУ/ПФУ, заправленного в новые системы в году t (E _{загружено} (t)) (т)	B Утечки при сборке (k) (%)	C Эмиссия фторуглерода (т)	D Эмиссия фторуглерода (Гт)
		C= (A x B)	D = C/10 ³

MODULE	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
ПОДМОДУЛЬ	ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ		
ТИП ОХЛАЖДЕНИЯ			
НАЗВАНИЕ ФТОРУГЛЕРОДА			
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-15		
ЛИСТ	5 из 13 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХОЛОДИЛЬНИКОВ - Ряд 2 - ЭМИССИИ ГФУ И ПФУ		
ШАГ 5			
E Количество ГФУ/ПФУ, накопленного в существующих системах в году t (Eхранение(t)) (t)	F Ежегодная норма утечки (x) (%)	G Эмиссия фторуглерода (t)	H Эмиссия фторуглерода (Гт)
		G = E x F/100	H = G/10 ³

Модуль	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ				
ПОДМОДУЛЬ	ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ				
ТИП ОХЛАЖДЕНИЯ					
НАЗВАНИЕ ФТОРУГЛЕРОДА					
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-15				
ЛИСТ	6 из 13 ЗАХОРОНЕНИЕ ХОЛОДИЛЬНИКОВ - Ряд 2 - ЭМИССИИ ГФУ И ПФУ				
ШАГ 6					
I Количество ГФУ/ПФУ, заправленного в новые системы в году t-n (Eзагружено(t-n)) (t)	J Средняя продолжи- тельность эксплуатации оборудования (n) (лет)	K Количество ГФУ/ПФУ в системах во время их захоронения (в процентах от первоначальной загрузки) (y)	L Количество уволенного ГФУ/ПФУ, в процентах от фактической загрузки (z)	M Эмиссия фторуглерода (t)	N Эмиссия фторуглерода (Гт)
				M = I x [K/100] x [(100 - L)/100]	N = M/10 ³

Модуль	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ		
Подмодуль	ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ		
Тип охлаждения			
Название фторуглерода			
Рабочий лист	2-15		
Лист	7 из 13 Итоговые данные по холодильникам - Ряд 2 - Эмиссии ГФУ и ПФУ		
Шаг 7			
O Сборка (Гт)	P Эксплуатация (Гт)	Q Захоронение (Гт)	R Эмиссия фторуглерода, всего (Гт)
O = D (Шаг 4)	P = H (Шаг 5)	Q = N (Шаг 6)	R = (O+P+Q)

Модуль	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ					
Подмодуль	ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ					
Рабочий лист	2-15					
Лист	8 из 13 Вспененные материалы - Ряд 2 - Эмиссии ГФУ и ПФУ					
Шаг 8						
Тип	A Количество использован- ных ГФУ/ПФУ (т)	B Количество ГФУ/ПФУ, находящихся в использо- вании (т)	C Доля утечки во время производства (%/100)	D Доля утечки во время исполь- зования (%/100)	E Эмиссия ГФУ/ПФУ (т)	F Эмиссия ГФУ/ПФУ (Гт)
					$E = (A \times C) + (B \times D)$	$F = E / 10^3$
С открытыми порами		HП		HП		
С закрытыми порами						
HП= Не применяется				Всего (Гт):		

Модуль	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
Подмодуль	ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ			
Рабочий лист	2-15			
Лист	9 из 13 Огнетушители - Ряд 2 - Эмиссии ГФУ, ПФУ и SF₆			
Шаг 9				
Тип огнетушителей	A Количество ГФУ/ПФУ/SF ₆ , использованного новых огне- тушителях, всего (т)	B Доля утечки (%/100)	C Эмиссия ГФУ/ПФУ/SF ₆ (т)	D Эмиссия ГФУ/ПФУ/SF ₆ (Гт)
			$C = (A \times B)$	$D = C / 10^3$
Портативные				
Стационарные				
Всего (Гт):				

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
ПОДМОДУЛЬ	ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ			
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-15			
ЛИСТ	10 из 13 - Ряд 2 - АЭРОЗОЛИ - ЭМИССИИ ГФУ И ПФУ			
ШАГ 10				
A Использование ГФУ/ПФУ в аэрозолях в год инвентаризации (т)	B Использование ГФУ/ ПФУ в аэрозолях в предыдущем году (т)	C Утечки при использовании в текущем году	D Эмиссия ГФУ/ПФУ из аэрозолей (т)	E Эмиссия ГФУ/ПФУ из аэрозолей (Гг)
			$D = (A \times C) + B (1 - C)$	$E = D / 10^3$

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
ПОДМОДУЛЬ	ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ			
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-15			
ЛИСТ	11 из 13 РАСТВОРИТЕЛИ - Ряд 2 - ЭМИССИИ ГФУ И ПФУ			
ШАГ 11				
A Использование ГФУ/ПФУ в растворителях в год инвентаризации (т)	B Использование ГФУ/ ПФУ в растворителях в предыдущем году (т)	C Утечки при использовании в текущем году	D Эмиссия ГФУ/ПФУ из растворителей (т)	E Эмиссия ГФУ/ПФУ из растворителей (Гг)
			$D = (A \times C) + B (1 - C)$	$E = D / 10^3$

МОДУЛЬ	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ			
ПОДМОДУЛЬ	ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ			
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-15			
ЛИСТ	12 из 13 ДРУГИЕ ПРИМЕНЕНИЯ - Ряд 2 - ЭМИССИИ ГФУ И ПФУ			
ШАГ 12				
A Использование ГФУ/ПФУ для других видов применения в год инвентаризации (т)	B Использование ГФУ/ ПФУ для других видов применения в предыдущем году (т)	C Утечки при использовании в текущем году	D Эмиссия ГФУ/ПФУ при других видах применения (т)	E Эмиссия ГФУ/ПФУ при других видах применения (Гг)
			$D = (A \times C) + B (1 - C)$	$E = D / 10^3$

Модуль	ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ					
ПОДМОДУЛЬ	ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРУГЛЕРОДОВ И ГЕКСАФТОРИДА СЕРЫ					
РАБОЧИЙ ЛИСТ	2-15					
ЛИСТ	13 из 13 Эмиссии SF₆					
ШАГ 13						
A1 Тип оборудова- ния	A2 Количество SF ₆ , находящегося в использовании в год инвентаризации (т)	B Коэффициент утечки SF ₆ , находящегося в использовании	C Количество SF ₆ , находящегося в использовании за 30 лет до год инвентаризации	D Доля SF ₆ , остающаяся в оборудовании во время его захоронения	E Эмиссия SF ₆ (т)	F Эмиссия SF ₆ (Гг)
		(%/100)	(т)	(%/100)	(т)	$E = (A2 \times B) + (C \times D)$
						$F = E / 10^3$
Всего (Гг):						