

ГЛАВА 8

ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРУГИХ ПРОДУКТОВ

Авторы

Разделы 8.1, 8.2 и 8.3

Дебора Оттингер Шафер (США)

Фредерик Плэгер (Германия), Винфрид Шварц (Германия), Свен Тесен (США), Эвальд Прайзегер (Германия), Аите-Ло Н. Айавон (Того) и Дади Жу (Китай)

Раздел 8.4

Найгел Харпер (Соединённое Королевство)

Содержание

8	Производство и использование других продуктов	8.6
8.1	Введение	8.6
8.2	Выбросы SF ₆ и ПФУ от электрооборудования.....	8.6
8.2.1	Введение	8.6
8.2.2	Вопросы методологии	8.7
8.2.2.1	Выбор метода	8.7
8.2.2.2	Выбор коэффициентов выбросов	8.16
8.2.2.3	Выбор данных о деятельности	8.19
8.2.2.4	Полнота.....	8.21
8.2.2.5	Разработка согласованного временного ряда.....	8.22
8.2.3	Оценка неопределённостей.....	8.23
8.2.4	Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК), отчётность и документация	8.24
8.2.4.1	Обеспечение качества/контроль качества	8.24
8.2.4.2	Отчетность и документация.....	8.24
8.3	использование SF ₆ и ПФУ в других продуктах.....	8.26
8.3.1	Введение	8.26
8.3.2	Вопросы методологии	8.26
8.3.2.1	Выбор метода	8.26
8.3.2.2	Выбор коэффициентов выбросов	8.36
8.3.2.3	Выбор данных о деятельности	8.36
8.3.2.4	Полнота.....	8.37
8.3.2.5	Разработка согласованного временного ряда.....	8.37
8.3.3	Оценка неопределённостей.....	8.37
8.3.4	Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК), отчётность и документация	8.37
8.3.4.1	Обеспечение качества/контроль качества	8.37
8.3.4.2	Отчетность и документация.....	8.38
8.4	выбросы N ₂ O от использования продуктов	8.39
8.4.1	Введение	8.39
8.4.2	Вопросы методологии	8.40
8.4.2.1	Выбор метода	8.40
8.4.2.2	Выбор коэффициентов выбросов	8.40
8.4.2.3	Выбор данных о деятельности	8.41
8.4.2.4	Полнота.....	8.41
8.4.2.5	Разработка согласованного временного ряда.....	8.41
8.4.3	Оценка неопределённостей.....	8.42
8.4.3.1	Неопределённости коэффициентов выбросов	8.42

8.4.3.2	Неопределённости данных о деятельности.....	8.42
8.4.4	Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК), отчётность и документация.....	8.42
Ссылки	8.43
Приложение 8 А	Примеры из национальных кадастров уровня 3 для SF ₆	8.45

Уравнения

Уравнение 8.1	Метод с использованием коэффициента выбросов по умолчанию.....	8.8
Уравнение 8.2	Выбросы от удаления оборудования в отходы с использованием национального коэффициента выбросов.....	8.9
Уравнение 8.3	Суммарные выбросы, уровень 3.....	8.10
Уравнение 8.4А	Выбросы от производства оборудования – чистый массово-балансовый метод.....	8.10
Уравнение 8.4В	Выбросы от производства оборудования –гибридный метод.....	8.11
Уравнение 8.5А	Выбросы от установки оборудования – чистый массово-балансовый метод.....	8.11
Уравнение 8.5В	Выбросы от установки оборудования – гибридный метод.....	8.12
Уравнение 8.6А	Выбросы от эксплуатации оборудования – чистый массово-балансовый метод.....	8.12
Уравнение 8.5В	Выбросы от эксплуатации оборудования – гибридный метод.....	8.12
Уравнение 8.7А	Выбросы от удаления в отходы и окончательного использования оборудования – чистый массово-балансовый метод.....	8.13
Уравнение 8.7В	Выбросы от удаления в отходы и окончательного использования оборудования – гибридный метод.....	8.13
Уравнение 8.8	Выбросы от рециклинга SF ₆ *.....	8.14
Уравнение 8.9	Выбросы от разрушения SF ₆	8.15
Уравнение 8.10	Массово-балансовый подход на уровне энергетического предприятия.....	8.15
Уравнение 8.11	Паспортная емкость списанного оборудования.....	8.20
Уравнение 8.12	Выбросы от самолетов АВАКС (коэффициент выбросов по умолчанию).....	8.27
Уравнение 8.13	Выбросы от самолетов АВАКС (массово-балансовый метод на уровне пользователя).....	8.28
Уравнение 8.14	Выбросы от учебных и исследовательских ускорителей частиц (на уровне страны).....	8.30
Уравнение 8.15	Выбросы от учебных и исследовательских ускорителей частиц (с использованием коэффициента выбросов, на уровне ускорителя).....	8.31
Уравнение 8.16	Суммарные выбросы от исследовательских ускорителей.....	8.31
Уравнение 8.17	Выбросы от исследовательских ускорителей (массовый баланс на уровне ускорителя).....	8.31
Уравнение 8.18	Выбросы от промышленных/медицинских ускорителей частиц (на уровне страны).....	8.32
Уравнение 8.19	Выбросы от адиабатических систем.....	8.34
Уравнение 8.20	Окна с двойным остеклением: сборка.....	8.35
Уравнение 8.21	Окна с двойным остеклением: эксплуатация.....	8.35
Уравнение 8.22	Окна с двойным остеклением: удаление в отходы.....	8.35
Уравнение 8.23	Мгновенные выбросы.....	8.36

Уравнение 8.24	Выбросы N ₂ O от прочих видов использования.....	8.40
----------------	---	------

Рисунки

Рисунок 8.1	Схема принятия решений для оценки выбросов SF ₆ от электрооборудования ¹	8.8
Рисунок 8.2	Схема принятия решений для оценки выбросов SF ₆ от самолетов АВАКС	8.27
Рисунок 8.3	Схема принятия решений для оценки выбросов SF ₆ от ускорителей частиц.....	8.30
Рисунок 8.4	Схема принятия решений для оценки выбросов от ускорителей частиц промышленного и медицинского назначения.....	8.33
Рисунок 8А.1	Пример подхода уровня 3: Германия, высоковольтное оборудование.....	8.46
Рисунок 8А.2	Пример подхода уровня 3: Германия, оборудование среднего напряжения.....	8.48

Таблицы

Таблица 8.1	Меры, направленные против двойного учета и пропусков выбросов: два примера .	8.14
Таблица 8.2	Герметизированное электрооборудование (распределительные устройства среднего напряжения), содержащее SF ₆ : коэффициенты выбросов по умолчанию..	8.17
Таблица 8.3	Закрытое электрооборудование (высоковольтные распределительные устройства), содержащее SF ₆ : коэффициенты выбросов по умолчанию.....	8.18
Таблица 8.4	Трансформаторы с газовой изоляцией, содержащие SF ₆ : коэффициенты выбросов по умолчанию.....	8.19
Таблица 8.5	Неопределенности для коэффициентов выбросов по умолчанию и для фаз срока службы	8.23
Таблица 8.6	Информация, рекомендованная для включения в отчетность по выбросам SF ₆ от электрооборудования, для различных уровней.....	8.25
Таблица 8.7	Выбросы SF ₆ на самолет в год.....	8.28
Таблица 8.8	Число самолетов АВАКС в различных странах	8.28
Таблица 8.9	Средний заряд SF ₆ в ускорителях разных типов.....	8.33
Таблица 8.10	Коэффициенты выбросов для каждого типа ускорителей, (выбросы SF ₆ от промышленных и медицинских ускорителей частиц)	8.34

8 ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРУГИХ ПРОДУКТОВ

8.1 ВВЕДЕНИЕ

В этой главе будут рассмотрены методы расчета выбросов гексафторида серы (SF_6) и перфторуглеродов (ПФУ) от производства и использования электрооборудования и ряда других продуктов. Будут также представлены методы расчета выбросов закиси азота (N_2O) для некоторых продуктов. В большинстве этих областей применения SF_6 , ПФУ или N_2O были использованы в продукте благодаря своим физическим свойствам (одному или нескольким), таким как высокая изоляционная способность SF_6 , стабильность ПФУ и анестезирующее действие N_2O . Типы применения, описанные здесь, характеризуются широким диапазоном выбросов - от мгновенного и непредотвратимого высвобождения всего химического вещества (например, при использовании ПФУ в качестве атмосферного индикатора) до отсроченных, во многом предотвратимых, выбросов от герметичных продуктов через 40 лет использования (например, производство и использование герметизированного электрооборудования). Методы оценки, представленные в этой главе, были разработаны таким образом, чтобы отражать различия в графиках выбросов.

В разделе 8.2 рассмотрены методы оценки выбросов SF_6 и ПФУ от электрооборудования. Раздел 8.3 посвящен методам оценки выбросов от производства и использования многих других разнообразных промышленных, коммерческих и потребительских продуктов, содержащих SF_6 и ПФУ, за исключением тех, которые были учтены в других разделах этого тома (например, выбросы ПФУ от электронного производства обсуждались в главе 6). См. перечень исключений во введении к разделу 8.3. Наконец, в разделе 8.4 обсуждаются методы оценки выбросов N_2O от анестетиков, пропеллентов и других продуктов.

8.2 ВЫБРОСЫ SF_6 И ПФУ ОТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

8.2.1 Введение

Гексафторид серы (SF_6) используется для электроизоляции и отключения тока в составе оборудования для передачи и распределения электроэнергии. Выбросы происходят в каждой фазе срока службы оборудования, включая производство, установку, использование, обслуживание и удаление в отходы. Самая большая часть SF_6 , применяемого в электрооборудовании, используется в коммутационной аппаратуре, подстанциях с газовой изоляцией (КПИ) и газовых автоматических выключателях (ГВ), однако некоторое количество SF_6 применяется в высоковольтных линиях передач с газовой изоляцией (ЛЭГИ), наружных измерительных трансформаторах с газовой изоляцией и другом оборудовании. Перечисленные области применения можно подразделить на две категории по степени герметичности. К первой категории относятся герметизированные системы или оборудование, герметизированное на весь срок службы. По определению, герметизированное оборудование не требует дозаправки газа в течение срока службы и содержит менее 5 кг газа на функциональную единицу.¹ В эту категорию обычно попадает трансляционное оборудование. Вторая категория - закрытые системы, которые определяются как оборудование, которое необходимо дозаправлять (пополнять) газом в течение срока службы. Этот тип оборудования обычно содержит от пяти до нескольких сотен килограммов газа на функциональную единицу. К этой категории обычно относится оборудование электропередачи. Обе категории оборудования имеют сроки службы более 30-40 лет. В Азии значительные количества SF_6 используют в силовых трансформаторах с газовой изоляцией (СТГИ).

¹ Официальное определение герметизированной системы и закрытой системы имеется в стандарте 60694 Международной электротехнической комиссии (IEC) (IEC, 1996).

Электрооборудование – это самый крупный потребитель и наиболее важная область применения SF₆ в мире. Оно вносит значительный вклад в мировые выбросы SF₆. Тем не менее, значение этого источника сильно меняется от региона к региону и от страны к стране. Выбросы от этой категории зависят не только от установленного (находящегося в банке) или потребленного количества SF₆, но также в значительной степени от герметичности продукта и обращения с ним. Среднерегиональные интенсивности выбросов в настоящее время меняются в диапазоне от небольшой доли процента до 10% и более. В целом интенсивности выбросов намного снизились после 1995 года. Целенаправленные мероприятия, проводимые в промышленности, позволили снизить выбросы в Европе и Азии на 50-90% (Ecofys, 2005; Aoyama, 2004). Эти мероприятия включают (1) улучшение конструкции оборудования, которая стала более герметичной и требует меньше SF₆, и (2) улучшение обращения с оборудованием в течение всего срока службы.²

В некоторых регионах (например, в Северной Америке и Японии) перфтороуглероды (ПФУ) используются как диэлектрики и теплоносители в силовых трансформаторах. ПФУ также применяются для переоснащения трансформаторов, охлаждаемых с помощью ХФУ-113. Одним из таких ПФУ является перфторгексан (C₆F₁₄). С точки зрения абсолютных выбросов и выбросов в пересчете на углерод, выбросы ПФУ от электрооборудования считаются намного более низкими, чем выбросы SF₆ от электрооборудования; однако в некоторых регионах могут наблюдаться исключения из этого правила.

8.2.2 Вопросы методологии

8.2.2.1 ВЫБОР МЕТОДА

Выбросы SF₆ от электрооборудования можно оценивать разными способами, которые отличаются по сложности и по требованиям к данным. В этом разделе описана *эффективная практика* по использованию метода уровня 1 (с коэффициентом выбросов по умолчанию), метода уровня 2 (с национальным коэффициентом выбросов) и метода уровня 3 (гибридный метод, с возможностью использовать либо массово-балансовый подход, либо подход с коэффициентами выбросов для различных фаз срока службы, в зависимости от национальных условий). В целом оценки выбросов, полученные с помощью метода уровня 3 на уровне предприятия, наиболее точны. Оценки по методу уровня 1 - наименее точные.

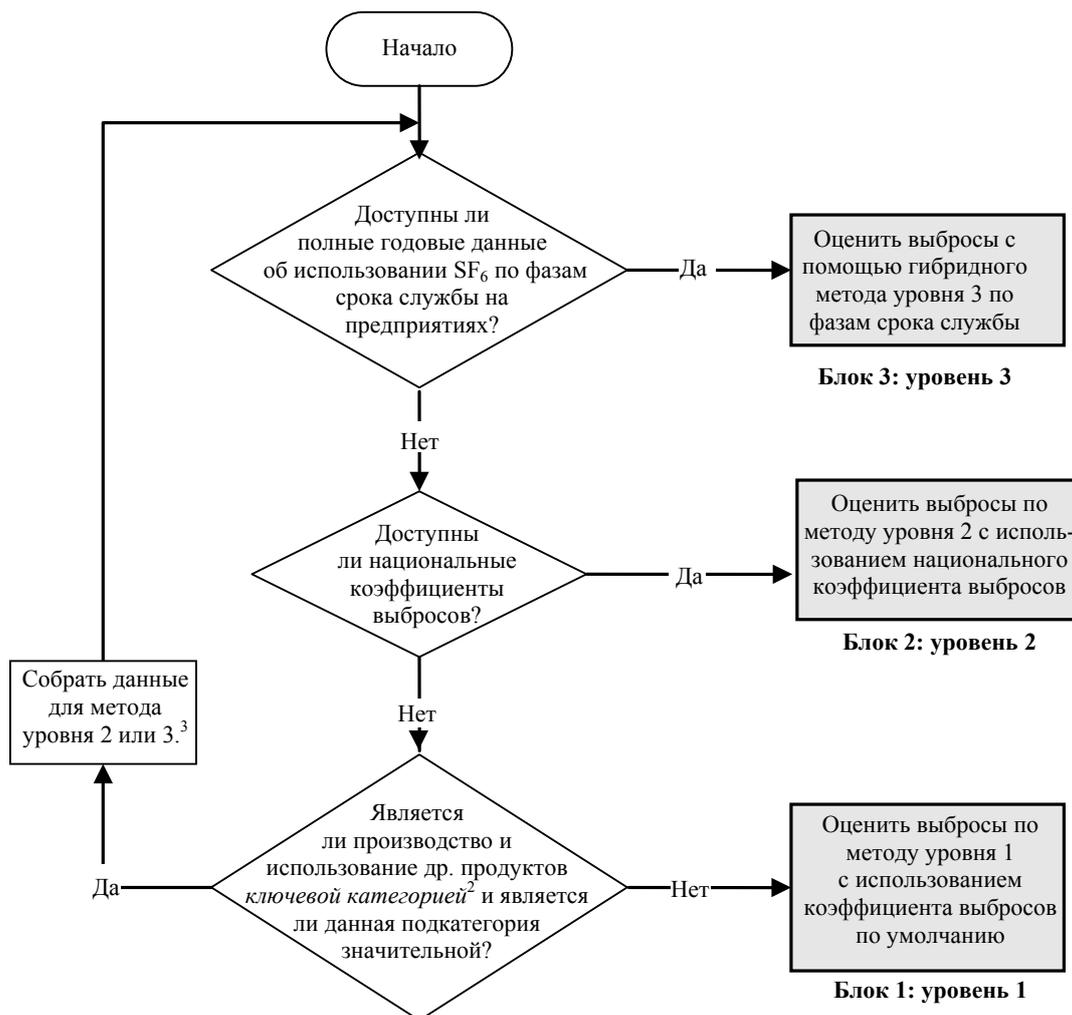
Также как в случае других источников выбросов, выбор уровня зависит от наличия данных и принадлежности к *ключевой* категории. На рисунке 8.1 (Схема принятия решений для оценки выбросов SF₆ от электрооборудования) показан процесс выбора между уровнями 3, 2 и 1. В разделе 1.5 главы 1 очень подробно обсуждается *эффективная практика* по выбору между массово-балансовым вариантом уровня и вариантом, основанном на коэффициентах выбросов уровня 3. Этот выбор зависит от наличия данных и национальных условий. На первом этапе, при оценке важности выбросов SF₆ от электрооборудования и других категорий, рассматриваемых в этой главе, рекомендуется обращаться к производителям и поставщикам химических веществ, а также к производителям электрооборудования и поставщикам энергии и/или в их промышленные ассоциации. Эти организации могут предоставить базовую информацию о потреблении химических веществ, о запасе и использовании оборудования, которая может помочь составителям кадастра при оценке выбросов и идентификации источников, заслуживающих дальнейшего исследования. Они также могут дать ценный совет и оказать поддержку в установлении более широких систем по сбору данных в поддержку методов уровня 2 и 3.

МЕТОД УРОВНЯ 1 – КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЫБРОСОВ ПО УМОЛЧАНИЮ

Метод уровня 1 представляет собой наиболее простой подход к оценке выбросов SF₆ и ПФУ от электрооборудования. (Далее в этом разделе «SF₆» будет обозначать «SF₆ и/или ПФУ»). В этом методе выбросы оценивают путем умножения национальных коэффициентов выбросов по умолчанию на национальное потребление SF₆ производителями электрооборудования и/или на паспортную емкость SF₆ оборудования на каждом этапе срока службы. Член, выражающий выбросы от установки, можно опустить, если считается, что (1) выбросы при установке равны нулю (для закрытых систем) или (2) выбросы от установки включены в коэффициент выбросов от производства или использования. Коэффициенты выбросов по умолчанию представлены в таблицах 8.2 – 8.4.

² Международный Совет по большим электрическим системам (СИГПЭ) опубликовал руководство по обращению с SF₆ - Guide for the Preparation of customized “Practical SF₆ Handling Instructions”, Task Force B3.02.01, публикация CIGRE №276, Август 2005. (CIGRE, 2005)

Рисунок 8.1 Схема принятия решений для оценки выбросов SF₆ от электрооборудования¹



Примечания:

1. При выборе метода оценки *эффективная практика* предполагает учет критериев из таблицы 1.7, раздел 1.5, глава 1, данного тома для выбора между вариантом массово-балансового метода и вариантом с использованием коэффициентов выбросов для каждого уровня.
2. О *ключевых категориях* и об использовании схемы принятия решений см. главу 4 тома 1 (Методологический выбор и определение ключевых категорий) (комментарий в разделе 4.1.2 об ограниченных источниках).
3. *Эффективная практика* предусматривает налаживание контактов с национальными и региональными ассоциациями энергетических компаний, пользователей и производителей с целью сбора, проверки и группирования текущих и исторических данных.

Эффективная практика предусматривает применение следующего уравнения:

УРАВНЕНИЕ 8.1

МЕТОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЭФФИЦИЕНТА ВЫБРОСОВ ПО УМОЛЧАНИЮ

Суммарные выбросы = выбросы от производства + выбросы от установки оборудования + выбросы от эксплуатации оборудования + выбросы от удаления оборудования в отходы

Где

Выбросы от производства = коэффициент выбросов от производства • общее потребление SF₆ производителями оборудования

Выбросы от установки оборудования = коэффициент выбросов от установки оборудования • суммарная паспортная емкость нового оборудования, заправленного на месте эксплуатации (не на заводе-изготовителе).

Выбросы от эксплуатации оборудования = коэффициент выбросов от эксплуатации оборудования

- суммарная паспортная емкость установленного оборудования. Коэффициент выбросов от эксплуатации включает выбросы от утечек, осмотров и технического обслуживания, а также в результате поломок.

Выбросы от удаления оборудования в отходы = суммарная паспортная емкость списываемого оборудования • доля SF₆, оставшаяся в оборудовании на момент списания

МЕТОД УРОВНЯ 2 – НАЦИОНАЛЬНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЫБРОСОВ

В методе уровня 2 используется то же самое базовое уравнение, что и в методе уровня 1, но при этом требуются надежные национальные коэффициенты выбросов для каждого этапа срока службы. Национальные коэффициенты выбросов будут более точными, поскольку они отражают уникальные условия эксплуатации электрооборудования в конкретной стране. Кроме того, если известны подробные данные о списании оборудования, то выбросы в результате списания можно оценить с большей точностью. Уравнение для оценки выбросов от удаления оборудования в отходы в методе уровня 2 включает члены, которые учитывают извлечение SF₆ при списании и удалении в отходы:

УРАВНЕНИЕ 8.2 ВЫБРОСЫ ОТ УДАЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ В ОТХОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАЦИОНАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ВЫБРОСОВ

Выбросы от удаления оборудования в отходы = суммарная паспортная емкость списываемого оборудования • доля SF₆, сохранившаяся в оборудовании на момент списания

- (1 – доля списываемого оборудования, из которого извлекают SF₆ • эффективность извлечения • доля извлеченного SF₆, который был затем рециклирован, повторно использован без дополнительной обработки или разрушен*)

* Этот последний член предназначен для учета выбросов в процессе химического рециклинга или разрушения.

Обратите внимание, что в методе уровня 2 используют только национальные коэффициенты выбросов.

ГИБРИДНЫЙ МЕТОД УРОВНЯ 3 – ВЫБРОСЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭТАПОВ СРОКА СЛУЖБЫ ОБОРУДОВАНИЯ

Метод уровня 3 представляет наиболее точный подход в оценке фактических выбросов SF₆ от электрооборудования. Этот метод высоко детализированный, но гибкий и пригодный для самых разнообразных национальных условий. Метод уровня 3 применяется на уровне предприятия и включает отдельные уравнения для каждой фазы срока службы оборудования, в том числе для производства, установки, эксплуатации и удаления оборудования в отходы. В зависимости от типа оборудования, этапа срока службы и национальных условий можно использовать либо массово-балансовый подход, либо национальные (либо заводские) коэффициенты выбросов. В целом в рамках *эффективной практики* используют массово-балансовый подход за исключением тех случаев, когда (1) интенсивности выбросов от промышленного процесса близки или ниже точности измерений, необходимой для массово-балансового подхода (например, 3% от паспортной емкости в год и менее), (2) заряд оборудования не пополняют в течение всего срока службы (что характерно для герметизированного оборудования) или (3) запас оборудования растет очень быстро, что может наблюдаться в странах, где электрооборудование было введено в эксплуатацию в течение последних 10-20 лет.

Гибридный подход способствует повышению точности, поскольку позволяет использовать массово-балансовый подход для одних процессов и фаз срока службы и подход с коэффициентами выбросов для других процессов и фаз срока службы. С другой стороны, сочетание различных подходов порождает вероятность двойного учета или пропуска выбросов. Составители кадастра должны сознавать эту проблему и прилагать все усилия, чтобы не допускать таких ошибок. В таблице 8.1 (Меры, направленные против двойного учета и пропусков выбросов) представлены примеры обоих типов в некоторых гипотетических ситуациях.

В приложении к этой главе (приложение 8А) приводится краткое описание примера расчета по методу уровня 3 из опыта Германии. Этот пример дается для иллюстрации, а не в качестве руководства к действию; подход, который выберет для себя та или иная страна, будет зависеть от национальных условий.

В идеале данные собирают для каждого производителя оборудования, предприятия по передаче и распределению мощностей (энергетической компании), предприятия по распределению оборудования (которое может быть производителем, энергетической компанией или другим предприятием) и для каждого предприятия по рециклингу и разрушению SF₆ в стране; затем выбросы от всех перечисленных предприятий суммируют и получают оценку выбросов в стране. Базовое уравнение следующее:

$$\begin{aligned}
 & \text{УРАВНЕНИЕ 8.3} \\
 & \text{СУММАРНЫЕ ВЫБРОСЫ, УРОВЕНЬ 3} \\
 & \text{Суммарные выбросы} = \sum \text{Выбросы от производства оборудования} \\
 & \quad + \sum \text{Выбросы от установки оборудования} \\
 & \quad + \sum \text{Выбросы от эксплуатации оборудования} \\
 & \quad + \sum \text{Выбросы от удаления оборудования в отходы и} \\
 & \quad \quad \text{выбросы от окончательного использования} \\
 & \quad + \sum \text{Выбросы от рециклинга и разрушения SF}_6
 \end{aligned}$$

Где

Выбросы от производства оборудования на уровне предприятия можно оценить с помощью уравнений 8.4А и 8.4В

Выбросы от установки оборудования на уровне предприятия можно оценить с помощью уравнений 8.5А и 8.5В

Выбросы от эксплуатации оборудования на уровне предприятия можно оценить с помощью уравнений 8.6А и 8.6В

Выбросы от удаления оборудования в отходы и выбросы от окончательного использования на уровне предприятия можно оценить с помощью уравнений 8.7А и 8.7В

Выбросы от рециклинга и разрушения SF₆ на уровне предприятия можно оценить с помощью уравнений 8.8 и 8.9.

В этих уравнениях коэффициенты выбросов для каждой фазы равны сумме выбросов от всех производителей оборудования, пользователей оборудования, предприятий по утилизации оборудования или предприятий по рециклингу/разрушению SF₆ в этой фазе. На практике не всегда возможно получить данные для каждого предприятия; в таких странах можно использовать один из методов исследования, описанных в разделе 8.2.2.3 (Выбор данных о деятельности).

Выбросы от производства оборудования

Выбросы от производства оборудования можно оценить либо с помощью *чистого массово-балансового* подхода, либо с помощью *гибридного* подхода, который использует массово-балансовый метод для части процессов и метод с коэффициентами выбросов для остальных процессов. Чистый массово-балансовый подход предпочтительней, за исключением тех случаев, когда значительную часть выбросов производителя составляют процессы с интенсивностью выбросов, которая меньше точности измерений требуемой для массово-балансового подхода (например, 3% от паспортной емкости в год и меньше). В таких случаях *эффективная практика* предусматривает использование коэффициентов выбросов для расчета процессов с очень низкими интенсивностями выбросов и использование массово-балансового метода для расчета выбросов от остальных производственных процессов.

Чистый массово-балансовый подход. При использовании чистого массово-балансового подхода общие выбросы от каждого производителя можно оценить по следующему уравнению:

$$\begin{aligned}
 & \text{УРАВНЕНИЕ 8.4А} \\
 & \text{ВЫБРОСЫ ОТ ПРОИЗВОДСТВА ОБОРУДОВАНИЯ – ЧИСТЫЙ МАССОВО-БАЛАНСОВЫЙ МЕТОД} \\
 & \text{Выбросы от производства оборудования} = \text{Снижение запаса SF}_6 + \text{Приобретение SF}_6 \\
 & \quad \quad \quad - \text{Расход SF}_6
 \end{aligned}$$

Где

Снижение запаса $SF_6 = SF_6$, хранящийся в контейнерах в начале года, минус SF_6 , хранящийся в контейнерах в конце года

Приобретение $SF_6 = SF_6$, закупленный у производителей химических веществ или дистрибьюторов нерасфасованных (в больших контейнерах) химических веществ + SF_6 , полученный пользователями оборудования или дистрибьюторами вместе (или внутри) с оборудованием + SF_6 , возвращенный на место эксплуатации после рециклинга на стороннем предприятии

Расход $SF_6 = SF_6$, содержащийся в новом оборудовании, доставленном заказчику + SF_6 , доставленный к пользователям оборудования в контейнерах + SF_6 , возвращенный поставщикам + SF_6 , отправленный с места эксплуатации на рециклинг + разрушенный SF_6

Гибридный подход: В этом методе, необходимо в первую очередь, чтобы производители отделили газовые потоки тех процессов, для которых применяют массово-балансовый подход, от газовых потоков процессов, для которых применяют методы с коэффициентами выбросов. Выбросы от первого типа газовых потоков затем можно рассчитать с помощью подхода, описанного уравнением 8.4А. Выбросы от второго типа газовых потоков можно рассчитать путем умножения суммарной паспортной емкости оборудования, связанного с каждым из процессов (наполнение и т.д.), на национальный или заводской коэффициент выбросов для этого процесса. Суммарные выбросы для каждого производителя затем рассчитывают сложением выбросов от обоих типов процессов по следующему уравнению:

<p>УРАВНЕНИЕ 8.4В</p> <p>ВЫБРОСЫ ОТ ПРОИЗВОДСТВА ОБОРУДОВАНИЯ – ГИБРИДНЫЙ МЕТОД</p> <p><i>Выбросы от производства оборудования = Уравнение 8.4А</i></p> <p>$+ \sum$ <i>Паспортная емкость оборудования, участвующего в процессе*</i></p> <p>• <i>Коэффициент выбросов для этого процесса</i></p>

* За исключением того, что относится к уравнению 8.4А.

Выбросы от установки оборудования

Выбросы от установки оборудования можно оценивать либо по массово-балансовому методу, либо с использованием коэффициентов выбросов. И вновь, массово-балансовый подход предпочтительней, за исключением тех случаев, когда интенсивности выбросов очень низкие.

Чистый массово-балансовый подход. При использовании массово-балансового подхода суммарные выбросы каждой компании по установке оборудования можно оценить по следующему уравнению:

<p>УРАВНЕНИЕ 8.5А</p> <p>ВЫБРОСЫ ОТ УСТАНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ – ЧИСТЫЙ МАССОВО-БАЛАНСОВЫЙ МЕТОД</p> <p><i>Выбросы от установки оборудования = SF_6, израсходованный для заполнения оборудования</i></p> <p><i>– паспортная емкость нового оборудования</i></p>
--

Гибридный подход. В этом подходе необходимо в первую очередь, чтобы пользователи разделили газовые потоки, связанные с оборудованием, для которых применяют массово-балансовый подход, от газовых потоков, связанных с оборудованием, для которых применяют коэффициенты выбросов. Выбросы от первого типа газовых потоков затем можно рассчитать с помощью уравнения 8.5А. Выбросы от второго типа газовых потоков можно рассчитать путем умножения паспортной емкости нового установленного оборудования на национальный или заводской коэффициент выбросов для установки оборудования этого типа. Суммарные выбросы для каждой компании по установке оборудования затем рассчитывают путем сложения выбросов от обоих типов оборудования по следующему уравнению:

УРАВНЕНИЕ 8.5В**ВЫБРОСЫ ОТ УСТАНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ – ГИБРИДНЫЙ МЕТОД**

Выбросы от установки оборудования = Уравнение 8.5А

*+ \sum Пасп. емкость нового оборудования, заполненного на месте эксплуатации**

• Коэффициент выбросов для установки

* За исключением того, что относится к уравнению 8.5А.

Выбросы от эксплуатации оборудования

Выбросы от эксплуатации оборудования можно оценить с использованием либо *чистого массово-балансового* подхода, либо *гибридного* подхода. Чистый массово-балансовый подход, по-видимому, подходит для стран, в которых (1) SF₆-содержащее электрооборудование проработало 10-20 лет и более и (2) выбросы от герметизированных систем практически нулевые. Гибридный подход, по-видимому, можно применять для всех остальных стран.

Чистый массово-балансовый подход. При использовании чистого массово-балансового подхода суммарные выбросы от каждого пользователя оборудования можно оценить по следующему уравнению:

УРАВНЕНИЕ 8.6А**ВЫБРОСЫ ОТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ – ЧИСТЫЙ МАССОВО-БАЛАНСОВЫЙ МЕТОД**

Выбросы от эксл.оборудования = SF₆, израсходованный для пополнения закрытого оборудования при обслуживании
– SF₆, извлеченный из закрытого оборудования при обслуживании

Гибридный подход. В этом подходе, необходимо в первую очередь, чтобы пользователи разделили газовые потоки, связанные с оборудованием, для которых применяют массово-балансовый подход, от газовых потоков, связанных с оборудованием, для которых применяют коэффициенты выбросов. Выбросы от потоков первого типа затем можно рассчитать с помощью уравнения 8.6А. Выбросы от потоков второго типа можно рассчитать путем умножения суммарной паспортной емкости каждого типа оборудования на национальный или заводской коэффициент выбросов для оборудования этого типа. Подход, основанный на коэффициентах выбросов, по-видимому, более точен для всех герметизированных систем и для всех типов оборудования в тех странах, где электрооборудование используется менее 10-20 лет. Суммарные выбросы для каждого пользователя затем рассчитывают сложением выбросов от обоих типов оборудования по следующему уравнению:

УРАВНЕНИЕ 8.5В**ВЫБРОСЫ ОТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ – ГИБРИДНЫЙ МЕТОД**

Выбросы от эксл. = Уравнение 8.6А

*+ \sum Паспортная емкость установленного оборудования**

• Коэффициент выбросов для эксплуатации

* За исключением того, что относится к уравнению 8.6А.

Выбросы от удаления в отходы и окончательного использования оборудования

Выбросы от удаления в отходы и окончательного использования оборудования можно оценить либо с помощью *чистого массово-балансового* подхода, либо с помощью *гибридного* подхода, в зависимости от национальных условий. В обоих подходах (массово-балансовом и гибридном) выбросы от закрытого оборудования рассчитывают с помощью массово-балансового уравнения. В чистом массово-балансовом подходе выбросы от герметизированного оборудования также рассчитывают с помощью массово-балансового уравнения. В гибридном подходе выбросы от герметизированного оборудования рассчитывают с помощью уравнения, включающего коэффициент выбросов.

Чистый массово-балансовый подход. В странах, где инфраструктура по сбору газа (включая оборудование для извлечения газа, обучение специалистов и экономические или законодательные

стимулы, побуждающие к извлечению газа) не очень хорошо распространена или развита, *эффективная практика* предусматривает использование чистого массово-балансового подхода, а именно:

УРАВНЕНИЕ 8.7А
ВЫБРОСЫ ОТ УДАЛЕНИЯ В ОТХОДЫ И ОКОНЧАТЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ
– ЧИСТЫЙ МАССОВО-БАЛАНСОВЫЙ МЕТОД

$$\begin{aligned} & \text{Выбросы от удаления в отходы и окончательного использования} \\ & = \text{Выбросы от закрытого оборудования} \\ & + \text{Выбросы от герметизированного оборудования (массовый баланс)} \end{aligned}$$

Где

Выбросы от удаления в отходы и окончательного использования закрытого оборудования = паспортная емкость списанного закрытого оборудования минус SF₆, извлеченный из списанного закрытого оборудования, и

Выбросы от удаления в отходы или окончательного использования герметизированного оборудования (массовый баланс) = паспортная емкость списанных герметизированных систем минус SF₆, извлеченный из списанных герметизированных систем.

Обратите внимание, если для оценки выбросов от эксплуатации герметизированного оборудования составители кадастра используют подход, основанный на коэффициентах выбросов, то из второго члена уравнения (*выбросы от удаления в отходы или окончательного использования герметизированного оборудования*) следует вычесть выражение, указанное в таблице 8.1 (Меры, направленные против двойного учета и пропусков выбросов: два примера).

Гибридный подход. В странах, где процесс удаления оборудования в отходы хорошо управляется и понимается (т.е. где имеется эффективная инфраструктура по сбору газа) и где выбросы от герметизированного оборудования учитывают в графе «эксплуатация» (выше), гибридный подход можно использовать следующим образом:

УРАВНЕНИЕ 8.7В
ВЫБРОСЫ ОТ УДАЛЕНИЯ В ОТХОДЫ И ОКОНЧАТЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ
– ГИБРИДНЫЙ МЕТОД

$$\begin{aligned} & \text{Выбросы от удаления в отходы и окончательного использования} \\ & = \text{Выбросы от закрытого оборудования} \\ & + \text{Выбросы от герметизированного оборудования (коэффициент выбросов)} \end{aligned}$$

Где

Выбросы от удаления в отходы или окончательного использования закрытого оборудования = паспортная емкость списанного закрытого оборудования минус SF₆, извлеченный из списанного закрытого оборудования, и

Выбросы от удаления в отходы герметизированного оборудования (коэффициент выбросов) = [(паспортная емкость списанных герметизированных систем) – (паспортная емкость списанных герметизированных систем • коэффициент выбросов для эксплуатации • срок службы оборудования)] • (1 – доля списанного оборудования, из которого был извлечен SF₆ • эффективность извлечения)

Как отмечалось выше, выбросы, рассчитанные с использованием вышеописанного подхода, следует периодически проверять, например с помощью массово-балансового подхода и/или путем оценки частоты и способов извлечения. Составители кадастра должны уделять особое внимание той части списанного оборудования, из которого извлекают SF₆, и той части заряда, которая извлекается в процессе извлечения (эффективность извлечения). Даже в тех странах, где извлечение SF₆ из списанного оборудования является нормой, может происходить выделение некоторого количества вещества в атмосферу, и это выделение в количестве нескольких процентов от SF₆ списанного оборудования будет повышать интенсивности выбросов намного выше того минимума, который технически достижим и который, в ином случае, является разумным основанием для применения коэффициентов выбросов.

ТАБЛИЦА 8.1 МЕРЫ, НАПРАВЛЕННЫЕ ПРОТИВ ДВОЙНОГО УЧЕТА И ПРОПУСКОВ ВЫБРОСОВ: ДВА ПРИМЕРА	
Пример 1 – двойной учет	Пример 2 – пропуск данных
Ситуация: подход с использованием коэффициентов выбросов применяется для расчета выбросов от герметизированного оборудования в процессе эксплуатации, а массово-балансовый подход применяется для расчета выбросов в процессе удаления в отходы герметизированного оборудования	Ситуация: массово-балансовый подход применяется для расчета выбросов от <i>эксплуатации</i> закрытого оборудования, а подход, основанный на коэффициентах выбросов, применяется для расчета выбросов от <i>удаления в отходы</i> закрытого оборудования
Потенциальная проблема: выбросы в процессе эксплуатации могут быть учтены дважды, поскольку часть SF ₆ , которая улетает, когда оборудование удаляют в отходы, уже была учтена как выбросы от эксплуатации.	Потенциальная проблема: выбросы, которые происходят между последним техническим обслуживанием оборудования и его удалением в отходы, могут быть пропущены. Эти выбросы от конечного использования могут составлять значительную часть от общих выбросов эксплуатации, особенно если оборудование дозакрывают каждые 10 лет или реже.
Решение: вычесть выбросы срока службы (паспортная емкость списанной герметизированной системы • коэффициент выбросов от эксплуатации • срок службы оборудования) из выбросов от удаления в отходы	Решение: использовать массово-балансовый подход к фазе эксплуатации и к фазе удаления в отходы закрытого оборудования.

Выбросы от рециклинга и разрушения SF₆

Некоторые выбросы SF₆ происходят после извлечения химического вещества. Эти выбросы включают (1) выбросы, связанные с рециклингом SF₆, и (2) выбросы, связанные с разрушением SF₆. (Выбросы, связанные с транспортировкой SF₆ на сторонние предприятия по восстановлению или разрушению, считаются ничтожно малыми). Выбросы от рециклинга SF₆ в целом считаются низкими – менее одного процента от общего количества, введенного в процесс рециклинга. Однако эти выбросы могут быть выше, если используются несовременные технологии и оборудование. Ожидается, что в большинстве случаев рециклинг будет проводиться на месте производства или использования оборудования. В других случаях рециклинг может происходить на централизованном предприятии, которое не связано с производителем химических веществ. Наконец, рециклинг может проводиться на мощностях производителя химических веществ. Выбросы от производителей химических веществ, связанные с рециклингом, учитываются в разделе химического производства (см. раздел 3.10 этого тома) и не должны рассматриваться здесь.

Выбросы, связанные с разрушением SF₆, зависят от эффективности процесса разрушения и от количества SF₆, введенного в этот процесс. Поскольку SF₆ – высокостабильное соединение с низкой температурой разложения, то эффективность разрушения может составлять всего 90%. Таким образом, до 10% SF₆, введенного в процесс разрушения, может улететь в атмосферу. Считается, что в целом количество газа, вводимого в процесс разрушения, незначительно по сравнению с количеством газа, отправляемого на рециклинг. Однако эта ситуация может меняться от страны к стране. По правилам *эффективной практики* следует разработать национальные коэффициенты выбросов для рециклинга и разрушения, основанные на полном учете национальной логистики и сложившейся практики по рециклингу и разрушению SF₆.

Выбросы от рециклинга SF₆ можно рассчитать по следующему уравнению:

<p>УРАВНЕНИЕ 8.8 ВЫБРОСЫ ОТ РЕЦИКЛИНГА SF₆*</p> <p>Выбросы от рециклинга = коэффициент выбросов для рециклинга • количество SF₆, введенного в процесс рециклинга</p>
--

*Выбросы от рециклинга, которые происходят на предприятии по выпуску химических веществ, следует исключить.

Выбросы от разрушения SF₆ можно рассчитать по следующему уравнению:

УРАВНЕНИЕ 8.9**ВЫБРОСЫ ОТ РАЗРУШЕНИЯ SF₆**

Выбросы от разрушения = коэффициент выбросов для разрушения • количество SF₆, введенного в процесс разрушения

Особый случай метода уровня 3: чистый массово-балансовый подход на уровне энергетического предприятия

Страны, которые удовлетворяют критериям *эффективной практики* для применения чистого массово-балансового подхода, за исключением фазы производства оборудования (т.е. страны, где выбросы в процессе установки, эксплуатации и удаления оборудования в отходы составляют 3% и более от газовых потоков на уровне предприятия, где электрооборудование использовалось 10-20 лет и более и где выбросы от герметизированного оборудования ничтожно малы), могут (с небольшой потерей или без потери точности) использовать метод уровня 3 для оценки выбросов от эксплуатации. После суммирования и переформулировки в понятиях заводских газовых потоков уравнения 8.5А, 8.6А и 8.7А дают следующее уравнение:

УРАВНЕНИЕ 8.10**МАССОВО-БАЛАНСОВЫЙ ПОДХОД НА УРОВНЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Выбросы пользователя = снижение запаса SF₆ + приобретение SF₆ – расход SF₆
– нетто-прирост паспортной емкости оборудования

Где

Снижение запаса SF₆ = SF₆, хранящийся в контейнерах в начале года, минус SF₆, хранящийся в контейнерах в конце года

Приобретение SF₆ = SF₆, купленный у производителей химических веществ или дистрибьюторов химических веществ в крупных контейнерах + SF₆, купленный у производителей оборудования или дистрибьюторами вместе с оборудованием (или внутри оборудования) + SF₆, возвращенный на место эксплуатации после рециклинга на стороннем предприятии

Расход SF₆ = SF₆, содержащийся в оборудовании, проданном на другие предприятия + SF₆, возвращенный поставщикам + SF₆, отправленный с места эксплуатации на рециклинг + разрушенный SF₆

Нетто-прирост паспортной емкости оборудования = паспортная емкость нового оборудования минус паспортная емкость списанного оборудования

Хотя подход на уровне энергетического предприятия менее детализированный, чем подход с учетом полного цикла службы, этот подход простой, и в тех странах, где национальные условия позволяют его использовать, он дает оценки очень близкие к фактическим потерям газа.

ВЫБРОСЫ SF₆ ОТ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ

Некоторые электрические компоненты могут содержать SF₆ в количестве 1 вес.% и менее в составе изоляционной среды продукта. Эти компоненты включают, но не ограничиваются измерительными трансформаторами среднего напряжения с литой смоляной изоляцией и высоковольтными вводами. В измерительных трансформаторах среднего напряжения (до 52 кВ) с литой смоляной изоляцией SF₆ используется для заполнения микрополостей литой изоляции для повышения диэлектрических свойств и долговечности продукта. В высоковольтных вводах (более 52 кВ) SF₆ используется как вспениватель для полиуретановой смолы в некоторых частях изоляционной системы для повышения диэлектрических свойств и долговечности продукта.

Выбросы SF₆ являются следствием процесса литья/дутия твердой изоляции. Считается, что весь израсходованный SF₆ улетает на стадии производства. Для оценки выбросов от этого источника можно использовать чистый массово-балансовый подход к производителям оборудования (уравнение 8.4А), при этом количество SF₆ в составе нового оборудования приравнивается к нулю.

Меры по снижению выбросов направлены на ограничение потерь/улучшение интенсивности рециклинга с помощью отсасывающих приспособлений и/или улучшения технологии литья. SF₆ в этом типе высоковольтных вводов в будущем можно будет заменить на другой вспениватель.

8.2.2.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ

Поскольку интенсивности выбросов меняются не только от страны к стране, но и от предприятия к предприятию, составителям кадастра рекомендуется разрабатывать и применять свои собственные коэффициенты выбросов (для использования методов, основанных на коэффициентах выбросов). Эффективным способом разработки таких коэффициентов является поиск репрезентативных производителей оборудования и энергетических предприятий внутри страны. В целом *эффективная практика* предусматривает документирование доказательств и рассуждений в поддержку выбранных коэффициентов выбросов, а также пересмотр этих коэффициентов каждые 5 лет.

На интенсивность выбросов влияют такие факторы, как конструкция оборудования (которая меняется в зависимости времени и места его производства), практика обращения с SF₆, доступность современного оборудования для обращения с SF₆, цены на SF₆ и законодательство (например об обязательном извлечении газов). Изменение любого из этих факторов может влиять на интенсивность выбросов с течением времени или от страны к стране.

МЕТОД УРОВНЯ 1

Предлагаемые коэффициенты выбросов по умолчанию были разработаны для некоторых регионов на основании последних исследований. Эти коэффициенты представлены в таблицах 8.2 – 8.4 далее.

В *эффективной практике* принято выбирать те коэффициенты выбросов по умолчанию, которые были разработаны для стран и регионов, имеющих аналогичное оборудование и практику обращения с SF₆.

Поскольку Япония и Европа поставляют большую часть мирового электрооборудования, то конструкция оборудования, по-видимому, будет аналогична конструкции либо японских, либо европейских изделий. Региональные коэффициенты выбросов по умолчанию (за исключением коэффициентов для США) – это те, коэффициенты, которые были задокументированы для 1995 года, т.е. до того времени, когда в промышленности были предприняты меры по снижению выбросов. В Японии в 1995 году извлекалось около 70% , применяемого для тестирования оборудования в процессе производства, и такой же процент SF₆ извлекался в процессе технического обслуживания оборудования напряжением 110 кВ и выше. (Удается извлечь 70% газа, если начинать процесс приблизительно с 5 бар абсолютного давления и заканчивать при 1,5 бар абсолютного давления). Из оборудования, рассчитанного на напряжения менее 110 кВ, газ не извлекали (Maquyama *et al.*, 2000). В Европе в 1995 году системы поставки газа для производства оборудования были децентрализованы, и заправочные трубки не были самозакрывающимися. В процессе производства и обслуживания газ извлекали примерно до абсолютного давления 0,05 бар (Ecofys, 2005).

МЕТОД УРОВНЯ 2

Коэффициенты выбросов для метода уровня 2 обычно разрабатывают на основании данных, полученных от репрезентативных производителей и энергетических предприятий, которые отслеживают выбросы по этапам срока службы, в основном с использованием уровня 3 (массово-балансового метода), по крайней мере, в течение года. (Коэффициенты выбросов для удаления в отходы должны также учитывать выбросы, которые происходят после удаления с места эксплуатации; об этом речь пойдет ниже). Для расчета коэффициентов эти выбросы для отдельных фаз срока службы делят на соответствующее потребление SF₆ или емкость оборудования в этой фазе срока службы (т.е. на потребление SF₆ для выбросов от производства, на суммарную емкость всего существующего оборудования для выбросов от эксплуатации и на емкость списываемого оборудования для выбросов от окончательного использования и выбросов от удаления в отходы). Например, для расчета коэффициента выбросов от производства, общие выбросы, полученные по результатам исследований отдельных производителей, суммируют и затем делят на суммарное количество SF₆, потребленного этими производителями. Этот коэффициент выбросов затем можно применить ко всему сектору производства, с использованием количества SF₆, потребленного производителями внутри страны. Аналогичный подход можно применить к расчету и применению коэффициентов выбросов от эксплуатации оборудования.

ТАБЛИЦА 8.2 ГЕРМЕТИЗИРОВАННОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ (РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ), СОДЕРЖАЩЕЕ SF₆: КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЫБРОСОВ ПО УМОЛЧАНИЮ				
Фаза Регион	Производство (доля потребления SF ₆ производителями)	Эксплуатация (включая утечки, крупные поломки/замыкание и потери при обслуживании) (доля от паспортной емкости всего установленного оборудования, потерянная за год)	Удаление в отходы (доля от паспортной емкости списанного оборудования)	
			Срок службы (годы)	Доля заряда вещества, оставшаяся при списании ^b
Европа ^a	0,07	0,002	>35	0,93
Япония ^c	0,29	0,007	Нет данных	0,95

^a Источник: «Reductions of SF₆ Emissions from High and Medium Voltage Electrical Equipment in Europe», Ecofys, июнь, 2005.

^b Т.е. доля от первоначального заряда оборудования или паспортной емкости, оставшаяся оборудовании в конце срока службы; она отражает ту часть паспортной емкости, которая улетела перед тем, как оборудование рециклировали или удалили в отходы.

^c На основании данных, опубликованных Федерацией электроэнергетических компаний (ФЕРС) и Японской ассоциацией производителей электротехнического оборудования (ЖЕМА) (ФЕРС и ЖЕМА, 2004). В своих оценках средних коэффициентов выбросов эти организации не делали различий между типами оборудования. Поэтому коэффициенты предназначены для всех типов оборудования, включая герметизированные системы, закрытые системы и трансформаторы с газовой изоляцией.

Примечание: вышеуказанные коэффициенты выбросов отражают практику и технологии, принятые в 1995 году, т.е. до введения мер по снижению выбросов. Ссылки а и с показывают ситуацию в этих странах после внедрения различных добровольных мер по снижению выбросов. Автор другой публикации (Schwarz, 2006) считает, что современные коэффициенты выбросов отражают меры по снижению выбросов, предпринятые в Германии.

Коэффициент выбросов для удаления в отходы должен учитывать три фактора: (1) частоту извлечения (доля оборудования, у которого извлекают заряд), (2) эффективность извлечения (доля заряда, извлекаемая в процессе извлечения) и (3) выбросы от рециклинга и разрушения извлеченного газа. Количества (1) и (2) будут автоматически учтены в коэффициентах выбросов, основанных на использовании массово-балансового метода уровня 3 для репрезентативных предприятий. Однако количество (3) отражает выбросы, которые происходят как на месте эксплуатации, так и после удаления с места эксплуатации. Таким образом, эти выбросы следует учитывать отдельно. Руководство по оценке коэффициентов выбросов для рециклинга и разрушения будет представлено далее, вместе с описанием метода уровня 3.

Подход уровня 3 на уровне предприятия можно также использовать для расчета коэффициентов выбросов, но эти коэффициенты будут применяться на более сгруппированном уровне, т.е. к производству оборудования и эксплуатации (там, где эксплуатация включает установку, работу и удаление в отходы), а не для каждой фазы срока службы.

ТАБЛИЦА 8.3 ЗАКРЫТОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ (ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА), СОДЕРЖАЩЕЕ SF₆: КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЫБРОСОВ ПО УМОЛЧАНИЮ				
Фаза Регион	Производство (доля потребления SF ₆ производителями)	Эксплуатация (включая утечки, крупные поломки/замыкание и потери при обслуживании) (доля от паспортной емкости всего установленного оборудования, потерянная за год)	Удаление в отходы (доля от паспортной емкости списанного оборудования)	
			Срок службы (годы)	Доля заряда вещества, оставшаяся при списании ^c
Европа ^a	0,085 ^b	0,026	>35	0,95
США ^e	f	0,14 ^g	>35	h
Япония ^d	0,29 ^b	0,007	Нет данных	0,95

^a Источник: 'Reductions of SF₆ Emissions from High and Medium Voltage Electrical Equipment in Europe,' Ecofys, июнь, 2005.

^b Включает выбросы от установки (монтажа)

^c Т.е. доля от первоначального заряда оборудования или паспортной емкости, оставшаяся оборудованию в конце срока службы; она отражает ту часть паспортной емкости, которая улетела перед тем, как оборудование рециклировали или удалили в отходы.

^d На основании данных, опубликованных Федерацией электроэнергетических компаний (FERC) и Японской ассоциацией производителей электротехнического оборудования (JEMA) (FERC и JEMA, 2004). Эти организации опубликовали средние коэффициенты выбросов, которые учитывают выбросы от всех типов оборудования, включая герметизированные системы, закрытые системы и трансформаторы с газовой изоляцией.

^e Взято из U.S. Inventory of Greenhouse Gases and Sinks, 1990-2002. (U.S. EPA, 2004). Значение для 1999 года - первого года, для которого имеются репрезентативные национальные данные.

^f Национальные данные не известны.

^g Включает выбросы от установки (монтажа)

^h Для США выбросы от удаления в отходы включены в коэффициент выбросов от эксплуатации.

Примечание: Вышеуказанные коэффициенты выбросов отражают практику и технологии, принятые в 1995 году, т.е. до введения мер по снижению выбросов. Ссылки a и d показывают ситуацию в странах после внедрения различных добровольных мер по снижению выбросов. Schwarz (2006) считает, что современные коэффициенты выбросов отражают меры по снижению выбросов, предпринятые в Германии.

МЕТОД УРОВНЯ 3

Поскольку в методе уровня 3 рекомендуется использовать коэффициенты выбросов только в том случае, если интенсивности выбросов от процессов довольно низки (например, 3% от паспортной емкости в год и менее) или если электрооборудование лишь недавно было введено в страну, поэтому коэффициенты выбросов для этого метода может быть трудно оценивать с помощью массово-балансового метода. Поэтому для расчета коэффициентов выбросов уровня 3 можно использовать технические исследования, которые показывают потенциальные точки утечек и механизмы потерь и дают оценку вероятности этих явлений и интенсивности выбросов. Ожидаемые потери от обслуживания и ремонта должны быть включены в общие интенсивности выбросов, также как потери от редких, но катастрофических событий, которые приводят к потере большей части заряда оборудования. Следует также учесть прошлый опыт с аналогичными процессами и конструкциями. Для уточнения и проверки коэффициентов выбросов от эксплуатации можно провести исследование оборудования на месте эксплуатации через несколько лет после начала эксплуатации, при этом количество лет определяют по ожидаемой интенсивности утечек и пределу обнаружения измерительных приборов. Следует постоянно исследовать статистику производителей об интенсивности поломок оборудования, чтобы убедиться в том, что интенсивности катастрофических и плавных потерь не превышают ожидаемые цифры. Выбросы от удаления в отходы крайне чувствительны к частоте извлечения (доле оборудования, из которого извлекают заряд) и эффективности извлечения (доле заряда, извлеченной в процессе извлечения, которая благодаря временному фактору может быть ниже, чем это технически достижимо). Таким образом, эти выбросы

следует постоянно отслеживать и тщательно документировать, перед тем как переходить к расчету коэффициентов выбросов для удаления в отходы.

ТАБЛИЦА 8.4 ТРАНСФОРМАТОРЫ С ГАЗОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ, СОДЕРЖАЩИЕ SF ₆ : КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЫБРОСОВ ПО УМОЛЧАНИЮ				
Фаза Регион	Производство (доля потребления SF ₆ производителями)	Эксплуатация (включая утечки, крупные поломки/замыкание и потери при обслуживании) (доля от паспортной емкости всего установленного оборудования, израсходованная за год)	Удаление в отходы (доля паспортной емкости списанного оборудования)	
			Срок службы (годы)	Доля заряда вещества, оставшаяся при списании ^a
Япония ^b	0,29	0,007	Нет данных	0,95

^a Т.е. доля от первоначального заряда оборудования или паспортной емкости, оставшаяся оборудованию в конце срока службы; она отражает ту часть паспортной емкости, которая улетела перед тем, как оборудование рециклировали или удалили в отходы.

^b На основании данных, опубликованных Федерацией электроэнергетических компаний (FERC) и Японской ассоциацией производителей электротехнического оборудования (JEMA) (FERC и JEMA, 2004). В своих оценках средних коэффициентов выбросов эти организации не делали различий между типами оборудования. Поэтому коэффициенты предназначены для всех типов оборудования, включая герметизированные системы, закрытые системы и трансформаторы с газовой изоляцией.

Примечание: Вышеуказанные коэффициенты выбросов отражают практику и технологии, принятые в 1995 году, т.е. до принятия мер по снижению выбросов. Ссылки b показывают ситуацию в странах после внедрения различных добровольных мер по снижению выбросов. Schwarz (2006) считает, что современные коэффициенты выбросов отражают меры по снижению выбросов, предпринятые в Германии.

Коэффициенты выбросов для рециклинга извлеченного SF₆ могут быть основаны на оценке специалистов. Коэффициенты выбросов для разрушения могут быть основаны на номинальной эффективности технологии разрушения, при условии, что технология поддерживается в таком техническом состоянии, которое позволяет получать номинальную эффективность разрушения.

8.2.2.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Данные о деятельности необходимые для различных методов оценки можно получить у производителей химических веществ, оборудования, пользователей оборудования, предприятий по утилизации оборудования и/или в промышленных ассоциациях страны или региона. Выбор наилучшего источника данных зависит от метода оценки и национальных условий.

МЕТОД УРОВНЯ 1

Потребление SF₆ производителями оборудования. Потребление SF₆ производителями оборудования можно оценить с помощью информации, получаемой от производителей, о закупках и возврате SF₆ производителям химических веществ и об изменении запасов SF₆ в контейнерах. Если информация от производителей оборудования не доступна или она неполная, то можно использовать информацию от производителей и/или дистрибьюторов химических веществ об их продажах производителям оборудования (за минусом всех возвратов).

Паспортная емкость нового и списываемого оборудования. Паспортную емкость можно оценить с помощью одного или нескольких следующих источников данных: (1) информация от производителей/импортеров оборудования о суммарной паспортной емкости оборудования, которое они произвели или импортировали и экспортировали, (2) информация от энергетических компаний о суммарной паспортной емкости оборудования, которое они установили или списали за год; или если информация от (1) или (2) не доступна, то (3) информация от производителей/импортеров химических веществ об их продажах SF₆ производителям оборудования. Два первых источника данных предпочтительнее, чем третий, поскольку продажи газа производителям оборудования будут отличаться от паспортной емкости нового оборудования, установленного в стране, особенно если много оборудования экспортируется или импортируется. При оценке паспортной емкости нового и списанного

оборудования составители кадастра должны приплюсовать паспортную емкость импортированного оборудования и вычесть паспортную емкость экспортированного оборудования. (См. раздел 7.5 (Охлаждение), Блок 7.3 (Учет импорта и экспорта хладагентов и оборудования), где представлено полное описание того, как учитывать импорт и экспорт при оценке этих показателей. Это описание можно применить и к данной категории).

Для списанного оборудования информация о продажах или емкости должна быть исторической, начиная от того года, когда списанное в текущем году оборудование было построено. Типичный срок службы электрооборудования составляет 30-40 лет. Если данные о суммарной паспортной емкости списанного оборудования не известны, то ее можно оценить по новой паспортной емкости, используя оценочный ежегодный рост емкости оборудования. При оценке темпа роста в *эффективной практике* рассматривают количество единиц оборудования, продаваемого ежегодно, и среднюю паспортную емкость оборудования.³ Следующее уравнение можно использовать для оценки паспортной емкости списанного оборудования, если эти данные напрямую недоступны:

УРАВНЕНИЕ 8.11

ПАСПОРТНАЯ ЕМКОСТЬ СПИСАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

$$\text{Паспортная емкость списанного оборудования} = \text{Паспортная емкость нового оборудования} / (1 + g)^L$$

Где

L = срок службы оборудования;

g = скорость роста.

Согласно глобальному исследованию, проведенному в 2004 году, среднегодовой рост продаж SF₆ производителям оборудования между 1970 и 2000 годами составил приблизительно 9% (Smythe, 2004). При отсутствии национальных данных можно использовать коэффициент по умолчанию 9%.

Суммарная паспортная емкость установленного оборудования. Суммарную паспортную емкость установленного оборудования можно оценить с помощью тех же источников данных, которые используются для оценки паспортной емкости нового и списанного оборудования. Если используются данные от производителей оборудования, то они должны включать данные о продажах для всего срока службы оборудования (30-40 лет).

МЕТОД УРОВНЯ 2

Количества можно оценить так же, как для уровня 1, см. выше.

МЕТОД УРОВНЯ 3

Для использования метода уровня 3 необходимо собрать информацию на двух уровнях. На уровне предприятия необходимо правильно проследить газовые потоки согласно методу уровня 3. На национальном уровне необходимо собрать информацию от предприятий (производителей, пользователей и предприятий по утилизации), проверить, просуммировать и, при необходимости, экстраполировать, чтобы включить оценки выбросов от тех предприятий внутри страны, которые не предоставляют данные. Руководство по сбору информации предприятиями было представлено в описании метода уровня 3 выше. Потребление газа можно измерить путем взвешивания цилиндров с газом до и после операций по заполнению или извлечению, либо в начале и в конце года, либо с помощью измерителей расхода (например, в процессе производства оборудования). На национальном уровне торговые ассоциации производителей оборудования и предприятий могут оказать содействие в распространении знаний о методе уровня 3 среди своих членов; они также могут помочь своим членам в деле отслеживания и публикации согласованных и прозрачных данных. Торговые ассоциации могут также выступать в качестве третьей стороны при группировании конфиденциальных данных для подготовки их к открытой публикации (в сгруппированном виде). Там где торговые ассоциации не работают, составители кадастра могут помочь в процессе сбора информации на уровне предприятия, подготовки отчетности и проверки этой информации путем разработки протоколов отслеживания выбросов или применения существующих промышленных протоколов, которые соответствуют уровню 3. Эти протоколы можно потом разослать производителям, пользователям электрооборудования и предприятиям по утилизации электрооборудования. Электронные протоколы (например, электронные таблицы) также помогают в

³ В то время как количество единиц оборудования, проданных за год, в целом растет, средняя паспортная емкость, как правило, падает.

процессе отслеживания выбросов, составления документации и отчетности о выбросах и максимально снижают вероятность арифметической ошибки.

Поскольку интенсивности выбросов могут меняться от региона к региону и от предприятия к предприятию, в *эффективной практике* принято исследовать как можно большее число предприятий, в рамках разумного. Помимо производителей и предприятий, страны должны исследовать промышленные площадки и другие непромышленные места, если они вносят значительный вклад в выбросы от электрооборудования. Если количество предприятий в стране велико (например, более 50), то составление полного отчета может оказаться трудным делом. В таких случаях страны могут оценить выбросы от тех предприятий, которые не предоставляют информации, с помощью метода уровня 2 или с помощью альтернативных данных о деятельности, которые были описаны в главе 2 тома 1 (Подходы к сбору данных). Вопросы, касающиеся сбора данных и использования альтернативных данных о деятельности в этом секторе, будут рассмотрены далее.

Что касается герметизированного оборудования (которое имеет широкое распространение среди промышленных пользователей и энергетических предприятий), то наилучшими источниками полной информации о размерах национального банка и интенсивности выбросов являются, по-видимому, производители и дистрибьюторы. Для получения точной оценки составители кадастра должны исследовать продажи производителей оборудования за период между настоящим временем и временем, когда списываемое сейчас оборудование было установлено, или, если оборудование еще не подлежит списанию, то между настоящим временем и временем, когда оборудование было введено в страну.

Вопросы, касающиеся сбора данных и использования альтернативных данных для уровня 3

Как обсуждалось выше, при использовании метода уровня 3 не всегда возможно получить данные от всех предприятий. Для того чтобы полностью охватить все предприятия, можно использовать альтернативные данные. Для оценки выбросов от производителей, которые не предоставляют отчеты, можно использовать производственную мощность и/или совокупную долю рынка (по количеству функциональных единиц) тех производителей, которые не дают информацию.

Для оценки выбросов от предприятий, не дающих информацию, вероятные альтернативные наборы данных или драйверы включают (но не ограничиваются) длину линий передач, совокупную длину линий передач и распределения и число подстанций в распоряжении предприятий, которые не сообщают данные. Длина линий электропередач, вероятно, является хорошим показателем выбросов, когда большая часть SF₆ используется в трансмиссионном оборудовании высокого напряжения, как в США (описание того, как длина линий электропередач используются для оценки выбросов в США см. главу 2 (Подходы к сбору данных) тома 1. Если в распределительном оборудовании среднего напряжения или в подстанциях с газовой изоляцией применяется высокий процент SF₆, то можно использовать один из других типов данных.

Там где используются альтернативные наборы данных, коэффициенты выбросов необходимо рассчитывать по данным для репрезентативных предприятий, чтобы результат оценки национальных выбросов SF₆ соответствовал реальности. Обратите внимание, что может понадобиться несколько коэффициентов, например для предприятий различного размера или для предприятий в городской и сельской местности. Поскольку использование SF₆ и модели выбросов могут меняться со временем, то в *эффективной практике* принято повторять анализ и расчет коэффициентов выбросов не реже, чем каждые 5 лет. (Например, интенсивности выбросов могут измениться, после того как крупное, с большей интенсивностью утечек, оборудование меняют на компактное и герметичное оборудование, а также в связи с ростом доли герметизированного оборудования). В некоторых случаях страны могут использовать коэффициенты выбросов, которые были разработаны в странах с аналогичными энергетическими системами. В этих случаях, по правилам *эффективной практики*, следует задокументировать все аналогии, наблюдаемые между энергосистемами, прежде чем применять коэффициент выбросов другой страны.

8.2.2.4 Полнота

Полнота для этой категории источников требует учета выбросов в процессе производства, эксплуатации и удаления оборудования в отходы, а также выбросов в процессе рециклинга или разрушения SF₆, извлеченного из оборудования. Если используются методы уровня 3, то для полноты учета необходимо, чтобы были идентифицированы все значительные пользователи SF₆ (производители и энергетические компании). Если данные о выбросах на уровне предприятия не доступны для всех этих пользователей, то оценки выбросов следует рассчитывать с использованием одного из методов экстраполяции, описанных в разделе 8.2.2.3 (Выбор данных о деятельности).

В секторе производства для этого необходимо оценить выбросы от:

- производства коммутационной аппаратуры с газовой изоляцией, газовых автоматических выключателей (ГАВ), высоковольтных линий электропередач с газовой изоляцией (ЛЭГИ), наружных измерительных трансформаторов с газовой изоляцией, автоматов повторного включения, выключателей, элементов замкнутой электросети обоих типов (герметизированных и закрытых систем, соответственно до 53 кВ и выше 52 кВ) и другого оборудования, включая, но не ограничиваясь измерительными трансформаторами с литой изоляцией и некоторыми типами высоковольтных вводов с использованием SF₆ либо в качестве газа для литейного процесса, либо в качестве вспенивателя;
- производителей силовых трансформаторов с газовой изоляцией (СТГИ);
- мелких пользователей, включая компании по ремонту и обслуживанию оборудования;
- цепочки поставок SF₆ от производителей и дистрибьюторов до производственных предприятий.

В секторе энергоснабжения и утилизации для этого потребуется учет всех потерь SF₆, связанных с:

- установкой нового электрооборудования;
- утечками, пополнением заряда, техническим обслуживанием и авариями оборудования;
- удалением в отходы отбракованного оборудования;
- рециклингом или разрушением SF₆, извлеченного из оборудования (однако выбросы рециклинга от производителей химических веществ следует учитывать в секторе химического производства, в разделе 3.10 этого тома).

В рамках *эффективной практики* следует идентифицировать и учитывать промышленное, военное и малое коммунальное оборудование, если оно вносит значительный вклад в суммарные выбросы от категории источников «электрооборудование».

8.2.2.5 РАЗРАБОТКА СОГЛАСОВАННОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА

При оценке выбросов от пользователей оборудования во временном ряду необходимо рассматривать выбросы SF₆ от всего оборудования, расположенного на рабочей площадке пользователя, за подотчетные годы. Таким образом, при использовании методов, основанных на банках и коэффициентах выбросов (например, метода уровня 2), странам понадобится информация о ёмкости и интенсивности выбросов оборудования, купленного и установленного в течение 30-40 лет до отчетного года.

В секторе пользователей, если исторические данные не известны, в рамках *эффективной практики* выбросы рассчитывают по нисходящему методу, т.е. разрабатывают модель, основанную на профессиональной оценке промышленными экспертами и составителями кадастра, и затем проводят калибровку согласно руководству, которое будет представлено ниже. Средняя интенсивность выбросов для нового оборудования и средняя частота пополнения заряда или планового обслуживания снизились за период с 1970 до 1995 года, и эта тенденция продолжается до сих пор. Применение текущих (после 2000 года) интенсивностей суммарных потерь к прошлым годам *не считается эффективной практикой*. В этом случае можно использовать суммарную интенсивность потерь, рассчитанную по историческим данным о продажах.

Что касается выбросов от производства, то при отсутствии исторических данных для расчета выбросов базового года для 1990/1995 годов можно применить нисходящий метод, откалиброванный по более точным оценкам для текущих лет. Поскольку практика обращения с SF₆ на предприятиях по производству оборудования значительно изменилась после 1995 года (например, теперь извлекают большее количество газа), то применение текущих интенсивностей потерь к историческим оценкам *не считается эффективной практикой*. При разработке правильной оценки для прошлых лет можно использовать суммарные интенсивности потерь, которые были определены на основании анализа мировых и региональных продаж. По правилам *эффективной практики* выбросы следует пересчитывать в соответствии с руководством в главе 5 тома 1, при этом все принятые допущения должны быть четко задокументированы.

8.2.3 Оценка неопределённостей

При использовании метода уровня 3 результаты расчета выбросов будут иметь неопределенность порядка $\pm 10\%$, и, по-видимому, будут более точными, чем оценки, полученные по методам уровня 2 или 1. Если проведенные исследования были неполными, то неопределенность будет выше. Источниками неопределенности могут быть данные о:

- SF₆, экспортированном производителями оборудования (либо внутри оборудования, либо в отдельных контейнерах);
- SF₆, импортированном зарубежными производителями оборудования (либо внутри оборудования, либо в отдельных контейнерах);
- SF₆, возвращенном на зарубежные предприятия по рециклингу;
- измерениях массы, плотности и давления (которые обычно имеют точность в пределах 1-2% от общего количества, но если интенсивность выбросов очень низкая, то этот процент может сильно вырасти);
- коэффициентах выбросов;
- времени задержки между выбросами и обслуживанием;⁴
- сроке службы оборудования;
- ошибке регрессии, связанной с какими-либо экстраполяциями.

Оценки неопределенностей для коэффициентов выбросов по умолчанию для метода уровня 1 показаны в таблице 8.5 (Неопределенности для коэффициентов выбросов по умолчанию и для фаз срока службы). Эти значения основаны на коэффициентах выбросов, наблюдаемых в Европе. Если коэффициенты в таблицах 8.2-8.4 применяются не в тех странах и/или регионах, для которых они были разработаны, то неопределенности будут выше.

Тип оборудования \ Фаза	Производство	Эксплуатация (включая утечки, крупные поломки/замыкание и потери при обслуживании)	Удаление в отходы	
			Срок службы (годы)	Доля заряда оборудования, оставшаяся в при списании
Герметизированное ^a	$\pm 20\%$	$\pm 20\%$	-20%/+40%	^d
Закрытое ^b	$\pm 30\%$	$\pm 30\%$	-10%/+40%	^d
Трансформаторы с газовой изоляцией ^c	$\pm 30\%$	$\pm 30\%$	-10%/+40%	^d

^a Оценено по публикации «Reductions of SF₆ Emissions from High and Medium Voltage Electrical Equipment in Europe», Ecofys, июнь, 2005; значения неопределенности для Японии не известны; не применимо для США.

^b Оценено по публикации «Reductions of SF₆ Emissions from High and Medium Voltage Electrical Equipment in Europe», Ecofys, июнь, 2005; коэффициенты выбросов для США имеют более высокую неопределенность для фазы производства ($\pm 70\%$) и немного более низкую неопределенность для фазы эксплуатации ($\pm 15\%$) (U.S. Inventory of Greenhouse Gases and Sinks (U.S. EPA, 2004)). Неопределенности для Японии не известны.

^c Оценено по аналогии с закрытыми системами; фактические неопределенности могут быть несколько выше. Неопределенности для Японии не известны.

^d Неопределенности для доли заряда, остающегося в оборудовании при списании, не известны.

⁴ См. обсуждение этого вопроса в главе 1 этого тома.

8.2.4 Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК), отчётность и документация

8.2.4.1 ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА/КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

В *эффективной практике* проверку контроля качества проводят на основании требований, изложенных в главе 6 тома 1, и мнения экспертов о полученных оценках выбросов. Дополнительный контроль качества, согласно описанию в томе 1, и процедуры по обеспечению качества также могут быть использованы, особенно если для определения выбросов в этой категории источников применяются методы более высокого уровня. Для *ключевых категорий* рекомендуется использовать более высокий уровень ОК/КК, согласно определению в главе 4 тома 1.

Дополнительные процедуры, применяемые для электрооборудования, будут рассмотрены далее.

Сравнение оценок выбросов, полученных разными методами

Составители кадастра должны просуммировать данные на уровне предприятий, которые используются в рамках восходящего метода уровня 3, и сделать перекрестную проверку полученного результата с национальными выбросами, рассчитанными на основании национальных данных (по методу уровня 2) и/или национальных данных с коэффициентами выбросов по умолчанию МГЭИК (по методу уровня 1). Подобным же образом результаты расчета по методу уровня 2 можно проверить путем сравнения с результатами расчета по методу уровня 1. Страны могут также сравнить свои результаты с теми результатами, которые были получены с помощью массово-балансового метода на уровне страны по уравнениям 7.3 и 7.9 (глава 7). Если страны не располагают производственными предприятиями, то они также могут сравнивать свои оценки с потенциальными выбросами, полученными с использованием национальных данных о видимом потреблении.

Пересмотр данных о выбросах на уровне предприятия

Во всех тех случаях, когда данные о выбросах для предприятий были получены в результате исследований, составители кадастра должны провести сравнение интенсивностей выбросов различных предприятиях (с поправкой на размер или мощность), чтобы выявить возможные значительные отклонения. Необходимо исследовать все отклонения, чтобы понять, объяснимы ли эти различия или это следствие ошибок в отчетах о выбросах. Как отмечалось в разделе 8.2.2.3, составители национальных кадастров могут облегчить процесс сбора и проверки информации на уровне предприятия путем рассылки протоколов мониторинга выбросов, которые соответствуют методу уровня 3. Электронные протоколы (например, электронные таблицы) особенно удобны, поскольку они сводят к минимуму вероятность арифметической ошибки. Расчеты, включенные в эти протоколы (будь то электронные протоколы или другие), можно проверить после их возврата в заполненном виде.

Сравнение интенсивностей выбросов с интенсивностями выбросов других стран

Составители кадастра должны сравнивать коэффициенты выбросов (интенсивности потерь) со значениями, опубликованными для других стран региона, или со значениями по умолчанию, опубликованными в научной литературе для оборудования аналогичной конструкции и с аналогичным уровнем контроля выбросов. Прозрачная отчетность, как уже отмечалось выше, играет большую роль при проведении сравнений между странами.

8.2.4.2 ОТЧЕТНОСТЬ И ДОКУМЕНТАЦИЯ

Эффективная практика предусматривает документирование и архивирование всей информации необходимой для проведения кадастровых оценок национальных выбросов в соответствии с инструкцией в разделе 6.11 тома 1. Нецелесообразно включать всю документацию в национальный кадастровый отчет. При этом кадастр должен включать резюме используемых методов и ссылки на источники данных в таком виде, чтобы оценки выбросов были прозрачными и можно было воспроизвести все расчеты.

Некоторые примеры документации и отчетности, которые относятся к этой категории источников и для которых характерна прозрачность оценок выбросов, представлены в таблице 8.6 (Информация, рекомендованная для включения в отчетность по выбросам SF₆ от электрооборудования, для различных уровней).

Если в стране имеется ограниченное число производителей или предприятий, то может возникнуть проблема конфиденциальности. В таких случаях может потребоваться группирование учетных данных для всего сектора электрооборудования или даже для всех видов применения SF₆ в рамках страны. Национальные или региональные ассоциации пользователей и производителей могут на добровольной основе собирать, проверять и группировать данные, особенно если они уже собирали такие данные в прошлые годы. Они могут затем сообщать сгруппированную информацию составителям кадастра, решая таким образом проблему конфиденциальности. Если ответы, полученные от производителей, невозможно представить как публичную информацию, то может потребоваться экспертиза данных опроса третьей стороной для проверки достоверности данных.

ТАБЛИЦА 8.6 ИНФОРМАЦИЯ, РЕКОМЕНДОВАННАЯ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В ОТЧЕТНОСТЬ ПО ВЫБРОСАМ SF₆ ОТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ, ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ			
Данные	Уровень 3	Уровень 2	Уровень 1
Годовое потребление SF ₆ производителями оборудования в масштабах страны		X	X
Паспортная емкость нового оборудования	X	X	X
Паспортная емкость существующего оборудования	X*	X	X
Паспортная емкость списываемого оборудования	X	X	X
Количество разрушенного SF ₆	X		
Запас SF ₆ в начале года	X		
Запас SF ₆ в конце года	X		
Количество SF ₆ , закупленного предприятием	X		
Количество SF ₆ , проданного или возвращенного предприятием	X		
Количество SF ₆ , удаленного с места эксплуатации для рециклинга	X		
Количество SF ₆ , возвращенного на место эксплуатации после рециклинга	X		
Количество SF ₆ , использованного для заполнения нового оборудования	X		
Количество SF ₆ , использованное для обслуживания оборудования	X		
Количество SF ₆ , извлеченного из списанного оборудования	X		
Коэффициенты выбросов/извлечения	X*	X	
Документация для национальных коэффициентов (если используются национальные коэффициенты)	X*	X	
*Требуется в некоторых вариантах метода.			

8.3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SF₆ И ПФУ В ДРУГИХ ПРОДУКТАХ

8.3.1 Введение

Эта категория исключает следующие источники, которые рассматриваются в других разделах *Руководящих принципов, 2006*:

- производство SF₆ и ПФУ (раздел 3.10);
- производство и использование электрооборудования (раздел 8.2);
- первичное и вторичное производство магния и алюминия (глава 4); и
- производство полупроводников и плоских индикаторных панелей (глава 6).

Остальные идентифицированные виды применения (приложения) в этой категории источников включают:

- SF₆ и ПФУ, используемые в изделиях военного назначения, в частности SF₆, применяемый в бортовых самолётных радиолокационных системах, например АВАКС, и ПФУ, применяемые в качестве теплоносителей в электронных изделиях высокой мощности;
- SF₆, используемый в университетских и исследовательских ускорителях частиц;
- SF₆, используемый в ускорителях частиц медицинского и промышленного назначения;
- адиабатические системы, в которых используется свойство низкой проницаемости SF₆ и некоторых ПФУ через резину, например, в легковых автопокрышках и подошве спортивной обуви;
- SF₆ в составе звуконепропускаемых окон;
- ПФУ в качестве теплоносителей в изделиях коммерческого и потребительского назначения;
- ПФУ, применяемые в косметике и медицине;
- прочие виды использования, например, газоздушный индикатор в лабораторных детекторах и детекторах утечек.

8.3.2 Вопросы методологии

8.3.2.1 ВЫБОР МЕТОДА

По правилам *эффективной практики* рекомендуется использовать либо данные о потреблении, полученные от пользователей SF₆ или ПФУ, либо нисходящие данные об импорте, экспорте и потреблении, полученные от национальных производителей и дистрибьюторов SF₆, разгруппированные по основным типам применения SF₆ и ПФУ. Для сбора этих данных потребуется найти всех производителей и дистрибьюторов SF₆ и ПФУ, чтобы определить суммарное потребление SF₆ и ПФУ. После того, как эти данные будут собраны, необходимо определить количества SF₆ и ПФУ, потребленные в отдельных областях применения этой категории источников.

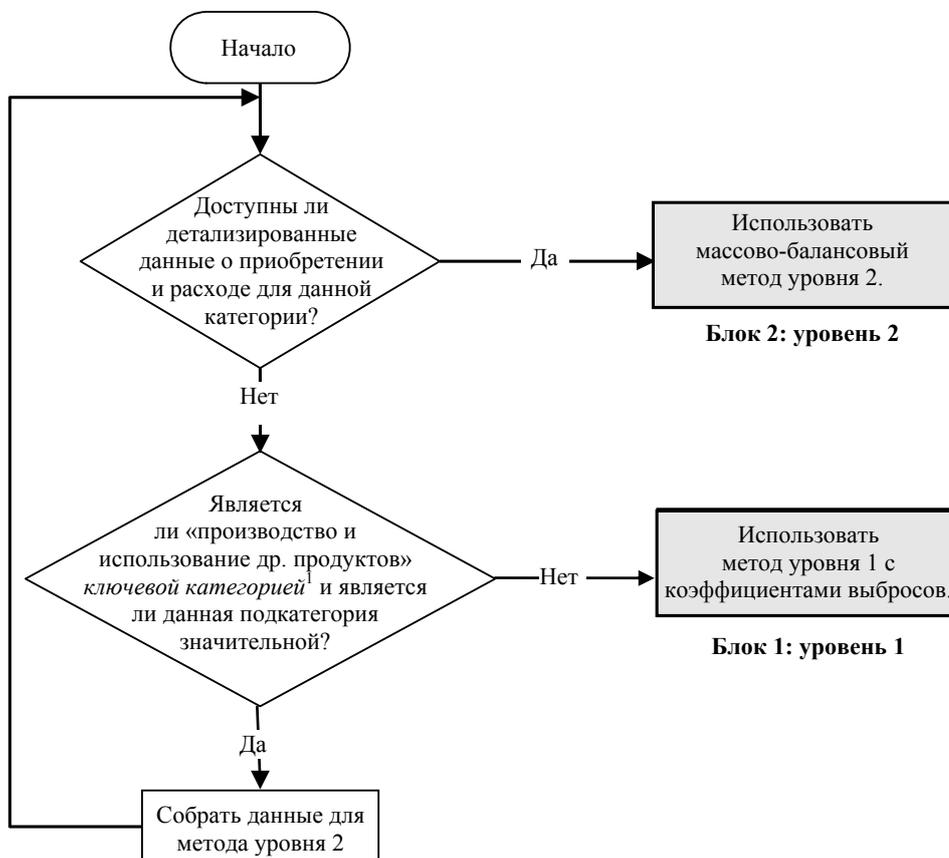
ПРОДУКТЫ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ВЫБРОСЫ SF₆ ОТ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВАКСА

SF₆ используется в качестве изоляционной среды в радарных системах военных разведывательных самолетов типа Боинг Е-3А известных под названием «АВАКС». Функция SF₆ состоит в недопущении электрического искрения в полых проводах антенны, в которых преобладают высокие напряжения более

135 кВ. Когда самолет набирает высоту, SF₆ автоматически выделяется из системы в атмосферу, чтобы поддержать правильную разницу давлений между системой и окружающей средой. Когда самолет снижается, SF₆ автоматически подается в систему из бортового контейнера SF₆. Большая часть выбросов происходит в процессе выравнивания давлений при наборе высоты, однако выбросы от утечек системы могут иметь место и в другие фазы полета или во время приземления. Годовые выбросы составляют 70 кг SF₆ на самолет, при этом заряд каждой системы равен приблизительно 13 кг.

Рисунок 8.2 Схема принятия решений для оценки выбросов SF₆ от самолетов АВАКС



Примечание:

1. О *ключевых категориях* и использовании схемы принятия решений см. главу 4 тома 1 (Методологический выбор и определение ключевых категорий) (комментарий в разделе 4.1.2 об ограниченных источниках).

Метод уровня 1 – выбросы SF₆ на самолет

Если страна не располагает данными о потреблении SF₆ самолетами АВАКС, то для оценки выбросов можно использовать коэффициент выбросов на самолет. Коэффициент выбросов 740 кг/самолет/год представлен далее в таблице 8.7; это значение было выведено исходя из оценок выбросов SF₆ натовского самолета Боинг Е-3Аs. Обратите внимание, что фактические выбросы на один самолет сильно зависят от числа вылетов (взлетов) самолета в год. Более частые вылеты дают интенсивность выбросов более 740 кг/самолет; менее частые вылеты дают меньшую цифру потребления SF₆. Интенсивность утечек во время полета или стоянки на земле также будет влиять на интенсивность выбросов.

УРАВНЕНИЕ 8.12 ВЫБРОСЫ ОТ САМОЛЕТОВ АВАКС (КОЭФФИЦИЕНТ ВЫБРОСОВ ПО УМОЛЧАНИЮ)

$$\text{Выбросы пользователя} = 740 \text{ кг} \cdot \text{число самолетов АВАКС}$$

ТАБЛИЦА 8.7 ВЫБРОСЫ SF ₆ НА САМОЛЕТ В ГОД	
Выбросы на самолет в год (кг SF ₆)	Неопределённость
740 кг	±100 кг
Источник: Schwarz (2005)	

В таблицу 8.8. включена информация обо всех национальных флотах АВАКС по всему миру (Boeing, 2005); также как и другие данные о деятельности, она может быстро устареть. Отдельные страны находятся в лучшем положении, поскольку им известно число самолетов АВАКС в стране.

ТАБЛИЦА 8.8 ЧИСЛО САМОЛЕТОВ АВАКС В РАЗЛИЧНЫХ СТРАНАХ							
Страна/ организация	США	Япония	Франция	Велико- британия	Другие страны НАТО	Саудов- ская Аравия	Всего
Число самолетов АВАКС	33	4	4	7	17	5	70
Источник: Boeing (2005)							

Метод уровня 2 – массово-балансовый метод на уровне пользователя

Самый точный метод оценки выбросов SF₆ от самолетов АВАКС состоит в отслеживании потребления SF₆ системами. Для того чтобы это сделать, можно воспользоваться следующими уравнениями, которые аналогичны варианту метода уровня 3 для электрооборудования на уровне предприятия. Обратите внимание, что для самолетов АВАКС приобретение и расходование контейнеров с SF₆, по-видимому, намного важнее для оценки выбросов, чем приобретение и списание рабочих систем.

УРАВНЕНИЕ 8.13 ВЫБРОСЫ ОТ САМОЛЕТОВ АВАКС (МАССОВО-БАЛАНСОВЫЙ МЕТОД НА УРОВНЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ)	
Выбросы пользователя = снижение запаса SF ₆ + приобретение SF ₆ – расход SF ₆ – нетто-увеличение заряда самолетов АВАКС	

Где

Снижение запаса SF₆ = SF₆, хранящийся в контейнерах в начале года, минус SF₆, хранящийся в контейнерах в конце года

Приобретение SF₆ = SF₆, закупленный у производителей или дистрибьюторов химических веществ в крупных контейнерах + SF₆, купленный у производителей или дистрибьюторов АВАКСов вместе (или внутри) с новыми самолетами + SF₆, возвращенный на место эксплуатации после рециклинга на стороннем предприятии

Расход SF₆ = SF₆, содержащийся в самолетах АВАКС, перемещенных на другие предприятия + SF₆, возвращенный поставщикам + SF₆, отправленный с места эксплуатации на рециклинг + разрушенный SF₆

Нетто-увеличение заряда самолетов АВАКС = 13 кг • (новые самолеты АВАКС – списанные самолеты АВАКС)

ВЫБРОСЫ SF₆ И ПФУ ОТ ДРУГИХ ВИДОВ ВОЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ

ПФУ и SF₆ широко применяются в военной технике.⁵ Ожидается, что военная электроника станет крупным и растущим сектором применения ПФУ-теплоносителей, которые ценятся за их стабильность и диэлектрические свойства. Эти теплоносители используются в наземных и бортовых воздушных радарх (клистронах), авионике, системах наведения ракет, радиоэлектронном подавлении, эхолотаторах, десантных амфибиях, других самолетах-разведчиках, лазерах, в программе стратегической оборонной инициативы (СОИ) и в самолетах-невидимках. ПФУ могут также применяться для охлаждения электродвигателей, особенно там, где важна тихая работа двигателя, например на кораблях и подводных лодках. Считается, что те ПФУ, которые используются в этих областях, аналогичны теплоносителям электронной промышленности, см. главу 6. Аэрозольное охлаждение, струйное охлаждение, кипение в свободном объеме представляют наиболее распространенные системы отвода тепла. Во всех этих системах охлаждения ПФУ содержится в закрытой системе, и поэтому не требуется никакой замены или пополнения жидкого ПФУ. Таким образом, самые большие источники выбросов – это производство, обслуживание оборудования и, особенно, удаление в отходы.

SF₆ используется в мощных наземных и бортовых радарных системах внутри полых проводников для проведения высокочастотных электрических сигналов высокого напряжения от клистрона. Кроме того, SF₆ применяется в качестве окислителя лития в движительной установке на базе накопленной химической энергии, например, в военно-морских торпедах и инфракрасных радиолокационных ловушках (Koch, 2004). Очевидно, что такие SF₆-содержащие изделия (также как ПФУ-содержащие, перечисленные выше) в целом более или менее закрыты; несмотря на это, процедуры обслуживания и тестирования могут сопровождаться утечками. В литературе имеется сообщение об использовании SF₆ для подавления шумов винта торпеды (NIST, 1997). Кроме того, SF₆ может улетать в атмосферу в виде побочного продукта переработки ядерного материала для получения топлива ядерных боеголовок. Известно, что SF₆ выделяется при нейтрализации избытка фтора в процессе производства ядерного топлива для гражданской энергетики (AREVA, 2005). Хотя считается, что суммарные количества SF₆ и ПФУ, потребленных и выделившихся в атмосферу в этом секторе, могут быть значительными, до сих пор нет опубликованных данных в поддержку этого предположения. Поэтому составители кадастра должны попытаться собрать информацию у соответствующих органов и, по возможности, у их поставщиков информации. Как отмечалось ранее, самым вероятным источником выбросов от всех этих типов применения является производство, обслуживание и удаление оборудования в отходы. Таким образом, если составители кадастра могут собрать информацию об интенсивностях выбросов в процессе производства, обслуживания и удаления оборудования в отходы, а также о количествах оборудования произведенного, находящегося в эксплуатации или списанного, то они смогут воспользоваться методом уровня 2 или 3 для оценки выбросов от электрооборудования. Для оборудования с разными графиками выбросов (например, с мгновенными выбросами) можно использовать подходящие уравнения из раздела 8.2.

ВЫБРОСЫ SF₆ ОТ УЧЕБНЫХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УСКОРИТЕЛЕЙ ЧАСТИЦ

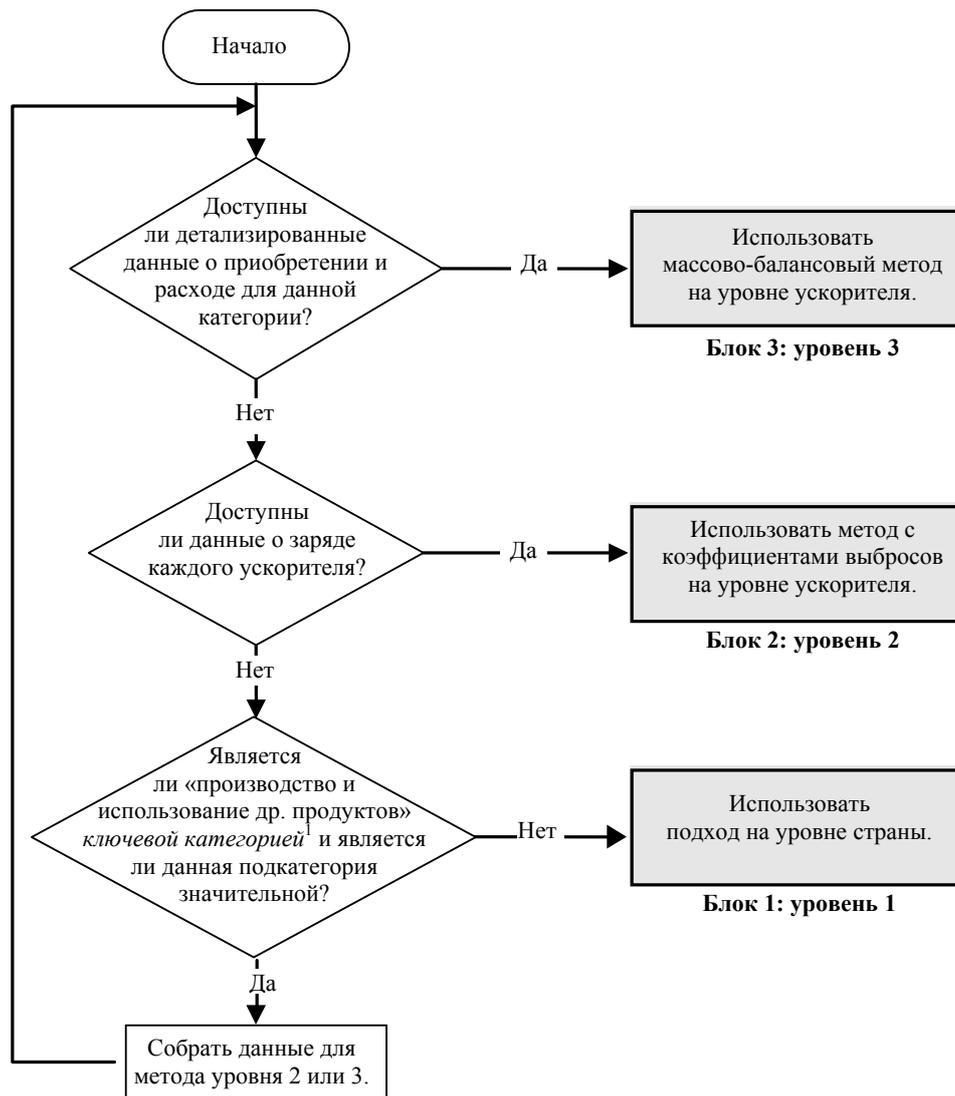
SF₆ используется в качестве изоляционного газа в университетских и исследовательских ускорителях частиц. Обычно высоковольтное оборудование находится (и работает) внутри емкости, заполненной SF₆, под давлением выше атмосферного. Количество SF₆ внутри такой емкости может составлять от 5 кг до 10 000 кг и выше, но в основном от 500 до 3 000 кг. При техническом обслуживании оборудования, SF₆ перепускают в контейнер для хранения. Потери SF₆ возникают в основном в процессе извлечения и перемещения газа, когда открывают перепускные клапаны, а также в результате медленных утечек.

В двух недавних исследованиях было показано, что потери SF₆ составляют 5-7% от объема резервуара в год и в целом зависят от частоты открывания резервуара и эффективности оборудования для извлечения и переноса SF₆. Мировая емкость банка по грубым оценкам составляет 500 тонн, при этом ежегодные утечки равны 35 тоннам.

Швейцария по собственной инициативе разработала программу по снижению выбросов SF₆ от ускорителей частиц. Имеются идеи и технологии по снижению выбросов SF₆ от этих источников.

⁵ David Harris и James Hildebrandt "Spray Cooling Electrical and Electronic Equipment," *COTS Journal*, ноябрь 2003; C. Shepherd Burton "Uses and Air Emissions of Liquid PFC Heat Transfer Fluids from the Electronics Sector," проект отчета, подготовленного для Scott C. Bartos, U.S. Environmental Protection Agency.

Рисунок 8.3 Схема принятия решений для оценки выбросов SF₆ от ускорителей частиц



Примечания:

1. О *ключевых категориях* и использовании схемы принятия решений см. главу 4 тома 1 (Методологический выбор и определение ключевых категорий) (комментарий в разделе 4.1.2 об ограниченных источниках).

Метод уровня 1 – на уровне страны

В тех случаях, когда невозможно получить данные от отдельных пользователей ускорителей частиц, можно использовать один крайне грубый метод, который состоит в определении общего количества учебных и исследовательских ускорителей частиц в стране и использовании нескольких коэффициентов для определения национальных годовых выбросов по уравнению 8.14. Для этого метода уровня 1 необходимо собирать только данные об общем числе учебных и исследовательских ускорителей частиц в конкретной стране.

УРАВНЕНИЕ 8.14

ВЫБРОСЫ ОТ УЧЕБНЫХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УСКОРИТЕЛЕЙ ЧАСТИЦ (НА УРОВНЕ СТРАНЫ)

Выбросы = (Число учебных и исследовательских ускорителей частиц в стране) •
 (Коэффициент использования SF₆) • (Коэффициент заряда SF₆, кг) • (Коэффициент выбросов SF₆ для учебного и исследовательского ускорителя частиц)

Где

Число учебных и исследовательских ускорителей частиц в стране = общее число учебных и исследовательских ускорителей частиц в стране. Этот грубый метод не требует того, чтобы страны определяли число ускорителей, в которых применяется SF₆. Имеет ли страна ускорители частиц можно посмотреть на сайте http://www-elsa.physik.uni-bonn.de/Informationen/accelerator_list.html

Коэффициент использования SF₆ = 0,33. Приблизительно одна треть учебных и исследовательских ускорителей частиц использует SF₆ в качестве изолятора.

Коэффициент заряда SF₆ = 2 400 кг SF₆, средний заряд SF₆ в учебном и исследовательском ускорителе частиц

Коэффициент выбросов SF₆ для учебного и исследовательского ускорителя частиц = 0,07, среднегодовая интенсивность выбросов учебного или исследовательского ускорителя частиц, выраженная в виде доли от общего заряда SF₆.

Метод уровня 2 – метод с использованием коэффициентов выбросов на уровне ускорителя

Если данные о количестве SF₆, содержащегося внутри учебного или исследовательского ускорителя известны, то коэффициент выбросов по умолчанию 7% можно умножить на суммарный заряд SF₆ всех учебных и исследовательских ускорителей страны. Уравнение 8.15 предназначено для расчета интенсивности выбросов SF₆ от учебных и исследовательских ускорителей в масштабах страны.

<p>УРАВНЕНИЕ 8.15</p> <p>ВЫБРОСЫ ОТ УЧЕБНЫХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УСКОРИТЕЛЕЙ ЧАСТИЦ (С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЭФФИЦИЕНТА ВЫБРОСОВ, НА УРОВНЕ УСКОРИТЕЛЯ)</p> <p>Суммарные выбросы = Коэффициент выбросов SF₆ для учебных и исследовательских ускорителей частиц</p> <ul style="list-style-type: none"> • ∑ Заряды отдельных ускорителей
--

Где

Коэффициент выбросов SF₆ для учебного и исследовательского ускорителя частиц = 0,07, среднегодовая интенсивность выбросов учебного или исследовательского ускорителя частиц, выраженная в виде доли от общего заряда SF₆.

Заряды отдельных ускорителей = SF₆, содержащийся внутри каждого учебного и исследовательского ускорителя.

Метод уровня 3 – массово-балансовый метод на уровне ускорителя

Выбросы SF₆ от учебных и исследовательских ускорителей можно наиболее точно определить на уровне пользователя для каждого ускорителя. Расчет выбросов осуществляют путем отслеживания заряда ускорителя, а также потребления и утилизации SF₆. Как показывает уравнение 8.16, суммарные выбросы равны сумме выбросов отдельных ускорителей. Обратите внимание, поскольку интенсивность совокупных выбросов SF₆ от ускорителей частиц невелика по сравнению с другими видами использования SF₆, то потери SF₆ от производства ускорителей считаются ничтожно малыми и не учитываются при расчетах по этому методу.

<p>УРАВНЕНИЕ 8.16</p> <p>СУММАРНЫЕ ВЫБРОСЫ ОТ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УСКОРИТЕЛЕЙ</p> <p>Суммарные выбросы = ∑ Выбросы отдельных ускорителей</p>
--

Выбросы от каждого ускорителя частиц можно рассчитать следующим образом:

<p>УРАВНЕНИЕ 8.17</p> <p>ВЫБРОСЫ ОТ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УСКОРИТЕЛЕЙ (МАССОВЫЙ БАЛАНС НА УРОВНЕ УСКОРИТЕЛЯ)</p> <p>Выбросы ускорителя = Снижение запаса SF₆ + Приобретение SF₆ – Расход SF₆ – Нетто-увеличение заряда ускорителя</p>
--

Где

Снижение запаса SF₆ = SF₆, хранящийся в контейнерах в начале года, минус SF₆, хранящийся в контейнерах в конце года

Приобретение SF₆ = SF₆, закупленный у производителей химических веществ или дистрибьюторов химических веществ в крупных контейнерах + SF₆, купленный у производителей или дистрибьюторов вместе (или внутри) с новыми компонентами ускорителя + SF₆, возвращенный на место эксплуатации после рециклинга на стороннем предприятии

Расход SF₆ = SF₆, содержащийся в компонентах, перемещенных на другие предприятия + SF₆, возвращенный поставщикам + SF₆, отправленный с места эксплуатации на рециклинг + разрушенный SF₆

Нетто-увеличение заряда ускорителя = заряд SF₆ новых компонентов минус заряд SF₆ списанных компонентов

ВЫБРОСЫ SF₆ ОТ УСКОРИТЕЛЕЙ ЧАСТИЦ ПРОМЫШЛЕННОГО И МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

SF₆, также как в учебных и исследовательских ускорителях, используется как изолирующий газ в двух типах промышленных ускорителей (низковольтных и высоковольтных) и в медицинских ускорителях (для лечения рака). Однако коэффициенты выбросов и заряда для промышленных и медицинских ускорителей отличаются от коэффициентов выбросов и заряда учебных и исследовательских ускорителей, о чем будет речь ниже.

Мировая емкость банка промышленных ускорителей частиц по грубым оценкам составляет 500 тонн SF₆, при этом ежегодные утечки равны 35 тоннам. Мировая емкость банка медицинских ускорителей частиц (для радиотерапии) по грубым оценкам составляет менее 5 тонн SF₆, при этом ежегодные утечки равны 5 тоннам. (Schwarz, 2005).

Метод уровня 1 – метод на уровне страны

В тех случаях, когда невозможно получить данные от отдельных пользователей ускорителей частиц, можно использовать один крайне грубый метод, который состоит в определении общего количества ускорителей частиц в стране и использовании нескольких коэффициентов выбросов для определения национальных годовых выбросов по уравнению 8.18. Для этого метода уровня 1 необходимо собирать только данные о количестве SF₆-содержащих ускорителей частиц по отдельным типам ускорителей в стране.

УРАВНЕНИЕ 8.18

ВЫБРОСЫ ОТ ПРОМЫШЛЕННЫХ/МЕДИЦИНСКИХ УСКОРИТЕЛЕЙ ЧАСТИЦ (НА УРОВНЕ СТРАНЫ)

Выбросы = (число SF₆-содержащих ускорителей частиц конкретного типа в стране) • (коэффициент заряда SF₆, кг) • (коэффициент выбросов SF₆ для ускорителя частиц конкретного типа)

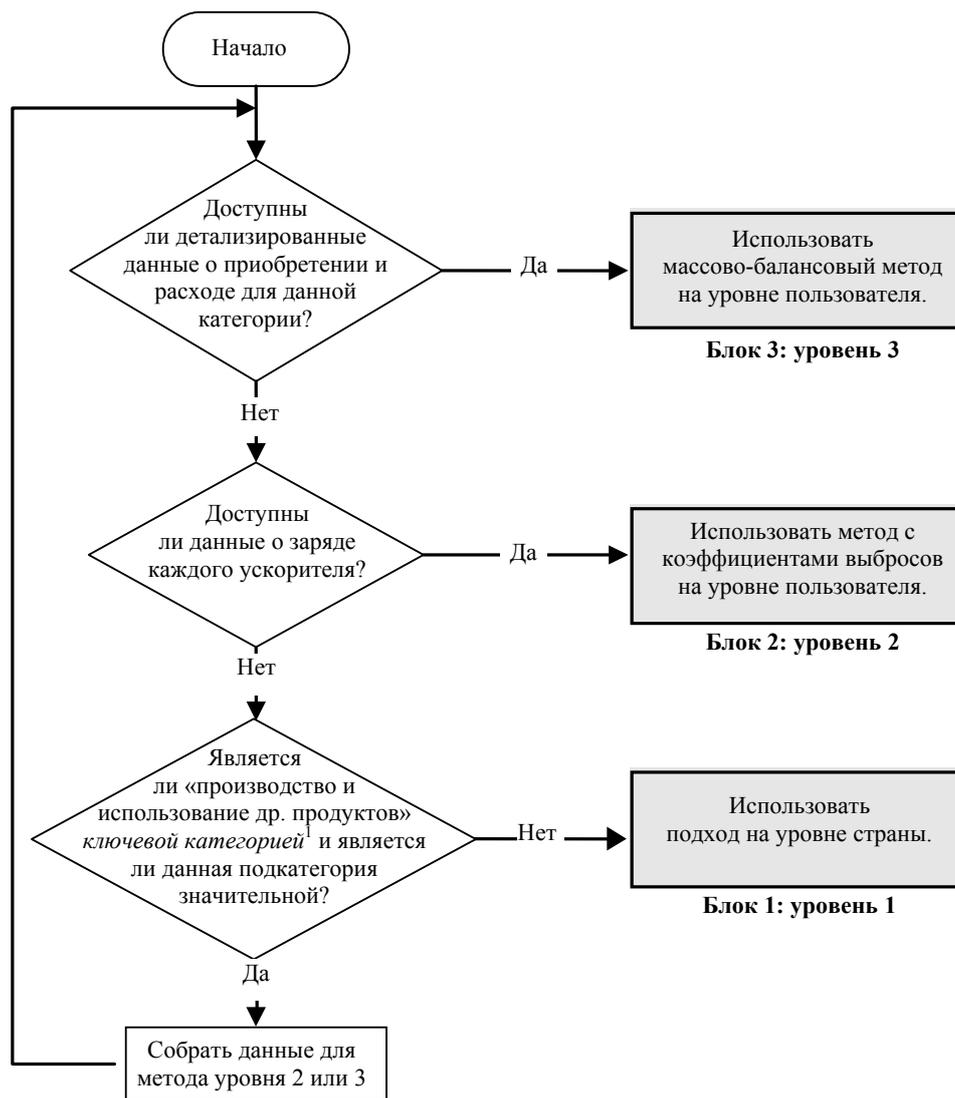
Где

Число SF₆-содержащих ускорителей частиц конкретного типа в стране = общее количество ускорителей по типам (промышленные высоковольтные, промышленные низковольтные и радиотерапевтические), в которых используется SF₆, в стране, 1,2 и т.д. (Считать только те ускорители, которые используют SF₆. Это условие отличается от расчета по уровню 1 для учебных и исследовательских ускорителей).

Коэффициент заряда SF₆ = средний заряд SF₆ в ускорителях конкретного типа (будет указан ниже).

Коэффициент выбросов для SF₆-содержащего ускорителя частиц = среднегодовая интенсивность выбросов SF₆-содержащего ускорителя частиц конкретного типа, выраженная в виде доли от общего заряда ускорителя.

Рисунок 8.4 Схема принятия решений для оценки выбросов от ускорителей частиц промышленного и медицинского назначения



Примечания:

1. О *ключевых категориях* и использовании схемы принятия решений см. главу 4 тома 1 (Методологический выбор и определение ключевых категорий) (комментарий в разделе 4.1.2 об ограниченных источниках).

Типы ускорителей частиц	Коэффициент заряда SF ₆ , кг
Промышленные ускорители частиц – высоковольтные (0,3—23 МВ)	1300
Промышленные ускорители частиц – низковольтные (< 0,3 МВ)	115
Медицинские (радиотерапевтические) ускорители частиц	0,5 ^a

^a Это среднеарифметическая величина для значений, которые меняются в диапазоне от 0,05 кг до более 0,8 кг, в зависимости от модели и производителя.

Источник: Schwarz (2005)

Метод уровня 2 – метод, основанный на коэффициенте выбросов, на уровне пользователя

Если данные о количестве SF₆, содержащегося внутри каждого промышленного и медицинского ускорителя, известны, то следует использовать метод уровня 2 для учебных и исследовательских ускорителей, но умножать коэффициент выбросов для каждого типа ускорителя (эти коэффициенты будут перечислены ниже) на суммарный национальный заряд SF₆ этого типа ускорителей.

ТАБЛИЦА 8.10 КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЫБРОСОВ ДЛЯ КАЖДОГО ТИПА УСКОРИТЕЛЕЙ, (ВЫБРОСЫ SF₆ ОТ ПРОМЫШЛЕННЫХ И МЕДИЦИНСКИХ УСКОРИТЕЛЕЙ ЧАСТИЦ)	
Типы ускорителей частиц	Коэффициент выбросов, кг/кг заряда SF ₆
Промышленные ускорители частиц – высоковольтные (0,3—23 МВ)	0,07
Промышленные ускорители частиц – низковольтные (< 0,3 МВ)	0,013
Медицинские (радиотерапевтические) ускорители частиц	2,0 ^a
^a Это среднеарифметическая величина для значений, которые меняются в диапазоне от 1 кг до 10 кг на кг заряда, в зависимости от модели, производителя и периодичности обслуживания. Источник: Schwarz (2005)	

Метод уровня 3 – массово-балансовый метод на уровне пользователя

Для расчета выбросов SF₆ от промышленных и медицинских ускорителей следует использовать метод уровня 3 для учебных и исследовательских ускорителей. Информацией о запасах, импорте и экспорте оборудования и о количестве SF₆, используемого для заполнения и пополнения оборудования, могут располагать организации по клиентскому обслуживанию производителей и дистрибьюторов оборудования.

ВЫБРОСЫ ОТ ДРУГИХ СЕКТОРОВ ПРИМЕНЕНИЯ SF₆ И ПФУ

Эффективная практика предполагает налаживание контактов со всеми производителями/дистрибьюторами газа с целью выявления пользователей SF₆ и ПФУ и исследования объемов потребления газа в тех категориях источников, которые не были рассмотрены выше. Типы применения, которые будут обсуждены далее, принципиально отличаются друг от друга длительностью отсрочки между покупкой SF₆ или ПФУ и его выделением в атмосферу. В некоторых случаях (например, SF₆ для звуконепроницаемого остекления, ПФУ в качестве теплоносителя) химическое вещество довольно хорошо сохраняется в течение срока службы оборудования или продукта, и большая часть выбросов приходится на производство и удаление продукта в отходы. В этих случаях отсрочка между покупкой химического вещества и его окончательным выбросом в атмосферу зависит от срока службы продукта, т.е. от трех лет для шин и спортивной обуви и до 25 лет для звуконепроницаемого остекления. В других случаях (например, SF₆ и ПФУ в качестве индикатора или в медицинских приложениях) химическое вещество полностью улетает в течение года после покупки. Если предварительное исследование показывает, что сектора применения с отсроченными выбросами составляют значительную часть выбросов, то по правилам *эффективной практики* следует использовать расчеты, основанные на коэффициентах для конкретной категории источника, с учетом времени отсрочки выбросов.

Адиабатические системы

Адиабатические системы с использованием SF₆ и частично ПФУ основаны на свойстве низкой проницаемости этих газов через резину. Исторически в этом секторе применяли в основном SF₆, однако в последнее время стали применять также ПФУ с близкими молекулярными весами (например, C₃F₈). К системам с периодом отсрочки 3 года относятся автомобильные шины, подошва спортивной обуви и теннисные мячи (Schwarz *et al.*, 1996). Для систем с выбросами, отсроченными на три года, можно использовать следующую формулу:

<p>УРАВНЕНИЕ 8.19 ВЫБРОСЫ ОТ АДИАБАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ Выбросы в году t = продажи в году (t – 3)</p>
--

Звуконепроницаемое остекление

Звуконепроницаемые окна с двойным остеклением. Примерно одна треть всего закупаемого количества SF₆ улетает в процессе сборки (т.е. при заполнении окон с двойными стеклами) (Schwarz/Leisewitz, 1999). Для запаса газа остающегося внутри окна (емкость окна) годовая интенсивность утечки принята равной 1% (включая поломку стекла). Таким образом, к концу 25-летнего срока службы остается около 75% первоначального запаса. SF₆ начали применять для изготовления окон в 1975 году, поэтому удаление таких окон в отходы началось совсем недавно. Выбросы от этой подкатегории источников следует рассчитывать по уравнениям 8.20 – 8.22:

УРАВНЕНИЕ 8.20

ОКНА С ДВОЙНЫМ ОСТЕКЛЕНИЕМ: СБОРКА

Выбросы от сборки в году $t = 0,33 \cdot SF_6$, закупленный для заполнения окон в году t

УРАВНЕНИЕ 8.21

ОКНА С ДВОЙНЫМ ОСТЕКЛЕНИЕМ: ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Выбросы от эксплуатации в году $t = 0,01 \cdot$ Емкость существующих окон в году t

УРАВНЕНИЕ 8.22

ОКНА С ДВОЙНЫМ ОСТЕКЛЕНИЕМ: УДАЛЕНИЕ В ОТХОДЫ

Выбросы от удаления в отходы в году $t =$ Количество, оставшееся в окне к концу срока службы в году $t \cdot (1 - \text{коэффициент извлечения})$

Если национальные данные не известны, то в уравнении 8.22 следует применить коэффициент извлечения по умолчанию равный нулю. Если нет информации об этих подкатегориях источников, то *эффективная практика* позволяет относить их к мгновенным выбросам.

ПФУ в качестве теплоносителей в коммерческих и потребительских изделиях

ПФУ используются в качестве теплоносителей во многих коммерческих изделиях с высокой плотностью мощности и в потребительских электронных приборах. К коммерческому применению относится охлаждение суперкомпьютеров, телекоммуникаций и радарных систем аэропорта, а также блоков привода (выпрямителей) на высокоскоростных поездах (Burton, 2006). Эти приложения потребляют намного меньшие объемы жидких ПФУ, чем производство электроники, но считаются значительными в данном секторе применения. Потребительское использование включает блоки охлаждения для настольных компьютеров, которые работают при высоких напряжениях для ускорения скорости обработки данных. Считается, что отдельные ПФУ, применяемые в этих приложениях, аналогичны ПФУ-теплоносителям, которые используются при производстве электроники (см. главу 6). Во всех этих приложениях жидкие ПФУ находятся в закрытых модулях, поэтому большинство выбросов происходит в процессе производства, обслуживания и удаления в отходы продукта или оборудования. Таким образом, если составители кадастра могут собрать информацию об интенсивностях выбросов в процессе производства, обслуживания и удаления оборудования в отходы, а также о количестве оборудования, произведенного, находящегося в эксплуатации или списанного в каждом году, то они смогут воспользоваться методом уровня 2 или 3 для оценки выбросов от электрооборудования. Для оборудования с разными графиками выбросов (например, с мгновенными выбросами) можно использовать подходящие уравнения из раздела 8.2.

ПФУ в косметике и медицине

ПФУ с относительно большими молекулярными весами (например, C₁₀F₁₈) применяются в косметике и медицине благодаря их способности переносить кислород к живым тканям (May, 2006). Косметическое применение включает кремы против морщин, которые, по оценкам, потребляют очень немного ПФУ. Текущие и потенциальные медицинские приложения включают хранение ткани поджелудочной железы, предназначенной для трансплантации (с использованием «двухслойного метода»), хирургию глаза (для лечения разрывов сетчатки), пульмонэктомию (лечение и диагностика заболеваний легких), контрастное

вещество в ультразвуковом исследовании и ЯМР-томографии, кровезаменители, лечение ран и заболеваний среднего уха. Все, кроме первых двух медицинских приложений, требуют небольших количеств и/или находятся на стадии разработки. Хранение ткани поджелудочной железы представляет небольшой, но растущий сектор применения. Выбросы от медицинского использования характеризуются высокой неопределенностью, однако считается, что они невелики.

Принято считать, что во всех этих приложениях ПФУ улетает в атмосферу в течение одного года после его закупки. Таким образом, выбросы от этой категории источников можно оценить с помощью уравнения 8.23 для мгновенных выбросов.

Выбросы от прочих приложений SF₆ и ПФУ

Другие приложения SF₆ и ПФУ, помимо вышеперечисленных, включают индикаторы (для поиска утечек, отслеживания потоков воздуха внутри и вне помещения и извлечения нефти⁶) и использование SF₆ в производстве оптических кабелей (для придания флуоресцентных свойств стекловолокну⁷). Как правило газы или жидкости улетают в течение года после покупки. *Эффективная практика* предусматривает расчет выбросов SF₆ и ПФУ от этих приложений с мгновенными выбросами по следующей формуле:

УРАВНЕНИЕ 8.23 МГНОВЕННЫЕ ВЫБРОСЫ

$$\text{Выбросы в году } t = (0,5 \bullet \text{ количество, проданное в году } t) + (0,5 \bullet \text{ количество, проданное в году } t - 1)$$

Это уравнение напоминает уравнение для заменителей ОРВ с мгновенными выбросами (для аэрозолей, растворителей), которые рассмотрены в главе 7 этого тома. Это уравнение охватывает период более года, поскольку считается, что и продажи и выбросы происходят непрерывно в течение года; т.е. химическое вещество, проданное в середине года $t-1$, улетит полностью к середине года t .

8.3.2.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ

Для «прочих» категорий источников SF₆ и ПФУ, которые вносят существенный вклад в национальные выбросы SF₆ и ПФУ, странам рекомендуется разрабатывать национальные коэффициенты выбросов на основании регулярных исследований репрезентативных подгрупп источников. *Эффективная практика* предусматривает составление четкой и понятной документации для таких коэффициентов. Выше были представлены коэффициенты выбросов по умолчанию для самолетов АВАКС, ускорителей частиц, приложений с мгновенными выбросами и адиабатических систем, в том числе для окон.

8.3.2.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Данные о деятельности для этих подкатегорий источников должны быть согласованы с данными, которые используются для расчета выбросов SF₆ от других категорий источников (например, от электрооборудования), чтобы обеспечить полноту учета и отсутствие пропусков. Организации по клиентскому обслуживанию производителей и дистрибьюторов медицинских линейных ускорителей, по-видимому, располагают данными о запасах, импорте и экспорте оборудования, а также о количестве SF₆, использованного для заполнения и пополнения оборудования. Руководство по вероятным источникам данных о деятельности для прочих источников представлено в разделах, посвященных методам оценки каждой категории источника.

⁶ D. Vlachogiannis *et al.* (2005). В этой статье показано, что некоторая часть введенных ПФУ и SF₆ была разрушена в процессе сжигания топлива, но размер этой фракции (по сравнению с фракцией введенного вещества, улетевшего до сжигания) не известен.

⁷ Об этом применении см. публикацию Schwarz (2005).

8.3.2.4 ПОЛНОТА

Данные об импорте, экспорте и потреблении для каждого типа применения, получаемые от национальных производителей и дистрибьюторов SF₆ и ПФУ, будут достаточными при условии, что (i) все производители SF₆ и ПФУ были идентифицированы, (ii) внутренние потребители покупают SF₆ и ПФУ у национальных поставщиков, и (iii) импорт и экспорт продуктов (например, спортивных принадлежностей) ничтожно мал. В *эффективной практике* рекомендуется регулярно проверять, все ли дистрибьюторы учтены, чтобы убедиться в том, что конечные пользователи сами не ввозят газ в страну (в крупных контейнерах) и что продукты, содержащие SF₆ и ПФУ, не импортируются в больших количествах.

В случае если нисходящие данные о потреблении химических веществ не известны, то страны могут использовать информацию о количестве ускорителей, самолетов АВАКС, окон и т.д., используемых в стране, применив коэффициенты выбросов для каждой из этих категорий источников.

8.3.2.5 РАЗРАБОТКА СОГЛАСОВАННОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА

Для оценок базового года могут потребоваться данные для нескольких лет до базового года, т.е. данные одного года для приложений с мгновенными выбросами и данные за несколько лет для приложений с отсроченными выбросами. *Эффективная практика* предусматривает расчёт выбросов с использованием одного и того же метода для каждого года временного ряда. Если имеются данные для более строгого метода для всех лет временного ряда, то по правилам *эффективной практики* следует сделать пересчёт пропусков временного ряда в соответствии с руководством в главе 5 тома 1.

8.3.3 Оценка неопределённостей

Если исследование внутренних продаж, проведенное на основании данных от национальных производителей и дистрибьюторов по отдельным приложениям, было полным, то точность данных о годовом видимом потреблении будет высокой. Неопределенность оценок выбросов будет также невелика, если все приложения относятся к мгновенным выбросам. В случае приложений с отсроченными выбросами неопределенности будут следующие:

- время отсрочки по умолчанию для адиабатических систем: 3 ± 1 года;
- значения по умолчанию для звукопроницаемых окон: $50 \pm 10\%$ для выбросов при заполнении и $1 \pm 0,5\%$ для выбросов в результате утечек/поломок.

Если нет данных о потреблении газов, то неопределенности, связанные с числом и эксплуатацией ускорителей и самолетов АВАКС и т.д., будут велики.

- Для ускорителей суммарный заряд SF₆ и интенсивность утечек определяют количество выбросов и связанную с выбросами неопределенность.
- Количество выбросов SF₆ от самолетов АВАКС и связанная с ними неопределенность сильно зависят от числа вылетов.

8.3.4 Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК), отчётность и документация

8.3.4.1 ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА/КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

В *эффективной практике* проверку контроля качества проводят на основании требований, изложенных в главе 6 тома 1, и мнения экспертов о полученных оценках выбросов. Дополнительный контроль качества, согласно описанию в томе 1, и процедуры по обеспечению качества также могут быть применены, особенно если для определения выбросов в этой категории источников используются методы более высокого уровня. Для *ключевых категорий* рекомендуется использовать более высокий уровень ОК/КК, согласно определению в главе 4 тома 1.

Дополнительные процедуры, применяемые для прочих источников SF₆, описаны далее.

Сравнение оценок выбросов, полученных разными методами

Составители кадастра должны сравнить суммарные потенциальные национальные выбросы SF₆ и ПФУ (минус количество, отнесенное к категориям источников в главах 3.10, 4, 6 и 8.2) с оценками выбросов SF₆ и ПФУ от других видов использования. Эти уточненные потенциальные национальные выбросы можно использовать в качестве верхней границы диапазона выбросов.

Проверка данных о деятельности

Составители кадастра должны сравнить данные о деятельности, предоставленные различными производителями и дистрибьюторами и, сделав поправку на относительный размер или мощность компаний, выявить наличие значительных отклонений. Все отклонения необходимо исследовать, чтобы определить, имеют ли эти различия какое-то объяснение или это следствие ошибки в данных о деятельности.

Сравнение интенсивностей выбросов с интенсивностями выбросов других стран

Составители кадастра должны сравнить выбросы от других видов использования SF₆ и ПФУ, включенных в национальный кадастр, с информацией, представленной другими аналогичными странами. Для каждого источника необходимо провести сравнение выбросов, приходящихся на единицу источника или на единицу ППП, с соответствующими интенсивностями выбросов в других странах. Если национальные выбросы оказались чересчур высокими или низкими, то необходимо дать этому объяснение.

8.3.4.2 ОТЧЕТНОСТЬ И ДОКУМЕНТАЦИЯ

Эффективная практика предусматривает документирование и архивирование всей информации необходимой для проведения кадастровых оценок национальных выбросов в соответствии с инструкцией в разделе 6.11 тома 1. Нецелесообразно включать всю документацию в национальный кадастровый отчет. При этом кадастр должен включать резюме используемых методов и ссылки на источники данных в таком виде, чтобы оценки выбросов были прозрачными и можно было воспроизвести все расчеты.

В *эффективной практике*, с целью обеспечения прозрачности, отчет о фактических и потенциальных выбросах от категории источников «прочие выбросы» составляют отдельно от других SF₆ и ПФУ. Кроме того, представление информации об отдельных приложениях, которые включены в эту категорию источников, можно использовать для сравнения (оценок) национальных практик с другими странами региона или мира. Кроме того, необходимо задокументировать все применяемые методы и ссылки. В отчете следует отразить годовые выбросы, времена отсрочки выбросов и коэффициенты выбросов для каждого типа подкатегории источников с отсроченными выбросами.

8.4 ВЫБРОСЫ N₂O ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ

8.4.1 Введение

Выбросы в виде испарений закиси азота (N₂O) могут возникать от использования различного типа продуктов, в том числе:

- медицинского назначения (использование анестезирующих, обезболивающих средств и ветеринария);
- пропеллентов в аэрозолях, в основном в пищевой промышленности (взбитые сливки в баллонах под давлением и т.п.);
- окислителей и травильных агентов для производства полупроводников;
- окислителей, применяемых вместе с ацетиленом, в атомной абсорбционной спектрометрии;
- при производстве азидов натрия, который применяется для надувания подушек безопасности;
- окислителя топлива, применяемого в автогонках; и
- окислителя для паяльных ламп, применяемых в ювелирном деле и других областях;

В целом медицинское направление и применение в качестве пропеллента в аэрозолях составляют, по-видимому, самые большие источники выбросов. *Эффективная практика* предусматривает разработку оценок и отчетности по выбросам N₂O от этих источников. Составителям кадастра рекомендуется оценивать и составлять отчет о выбросах N₂O также и от остальных источников, если они располагают необходимыми для этого данными.

МЕДИЦИНСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Использование N₂O в анестезии

N₂O для анестезии поставляется в стальных цилиндрах, содержащих не менее 98% N₂O. N₂O используется для анестезии в двух качествах: а) как анестетик и анальгетик и б) как газ-носитель для летучих анестетиков-фторированных углеводородов, таких как изофлуран, севофлуран и дезфлуран. Анестетическое действие N₂O является дополнительным к анестетическому действию фторированных углеводородов.

Не ко всем анестетикам необходимо добавлять N₂O. Кроме того, использование N₂O противопоказано в некоторых (нечастых) медицинских случаях. Газом-носителем для анестезии может быть либо смесь N₂O с кислородом, либо смесь воздуха и кислорода (в этом случае N₂O не нужен).

Выдыхаемые анестетические вещества все больше и больше назначаются через дыхательные системы, которые рециркулируют выдыхаемые пациентом газы через канистру с поглотителем углекислого газа, перед тем как направить газы назад к пациенту. С использованием этого метода расход газа-носителя можно значительно снизить после нескольких первых минут анестезии, в течение которых потребление пациента высокое. Эта технология известна как низкотоковая анестезия (Low Flow Anaesthesia). Преимуществами низкотоковой анестезии являются снижение выбросов и снижение цены. Некоторые виды анестезии обходятся вообще без N₂O и фторированных углеводородов – в них обезболивающее средство постоянно вводится через вену на протяжении всей хирургической операции. Эта технология известна как тотальная внутривенная анестезия (Total Intravenous Anaesthesia).

Использование N₂O в качестве анальгетика

В некоторых ситуациях вдыхание N₂O облегчает боль. Например, в Великобритании N₂O поставляется в стальных цилиндрах в виде смеси 50% N₂O и 50% кислорода. Готовые смеси N₂O с кислородом используются для облечения боли при деторождении, для проведения кратковременных болезненных процедур, например, в качестве временной повязки на ожоги. Готовые смеси N₂O с кислородом не используются в странах с очень холодным климатом, поскольку эта смесь может расслоиться (если цилиндры хранятся при температуре ниже 6 °C), в результате чего возникает опасность подачи пациентам чистого N₂O без кислорода.

Использование N₂O в ветеринарии

N₂O используется для анестезии животных. Методы введения такие же, как для человека.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ ПРОПЕЛЛЕНТОВ В АЭРОЗОЛЯХ, В ОСНОВНОМ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

N₂O используется в качестве пропеллентов в аэрозолях, в основном в пищевой промышленности. Обычно он применяется в производстве взбитых сливок, где картриджи, наполненные N₂O, используются для раздувания крема в пену.

8.4.2 Вопросы методологии

8.4.2.1 ВЫБОР МЕТОДА

В *эффективной практике* принято оценивать выбросы N₂O на основании данных о поставках N₂O, которые получают от производителей и дистрибьюторов продуктов с N₂O, в соответствии с уравнением 8.24, представленным ниже. Между производством, доставкой и использованием имеется временной перерыв, однако этот перерыв невелик в случае медицинского применения, поскольку больницы, как правило, быстро получают материалы, чтобы не содержать большие склады. Поэтому было бы разумно предположить, что N₂O-содержащие продукты расходуются в течение года. Что касается использования N₂O в качестве пропеллента в аэрозольных продуктах, то надежных данных в подтверждение того, что между производством, поставкой и применением имеется большой временной перерыв, нет. Поэтому принято считать, что в этих случаях поставляемые N₂O-содержащие продукты расходуются в течение года. Уравнение 8.24 охватывает период более года, поскольку предполагается, что и поставка и выбросы происходят непрерывно в течение года; т.е. N₂O, проданный в середине года $t-1$, полностью улетит к середине года t .

Для этой категории источников невозможно выделить различные уровни из-за отсутствия надежных методов оценки. Например, в случае медицинского применения, можно рассмотреть оценки, сделанные на основании числа сеансов анестезии, числа мест в хирургических отделениях или часов анестезии, но эти методы, скорее всего, будут неточными. См. раздел 8.4.2.3 (Выбор данных о деятельности).

УРАВНЕНИЕ 8.24 ВЫБРОСЫ N₂O ОТ ПРОЧИХ ВИДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

$$E_{N_2O}(t) = \sum_i \{ [0.5 \cdot A_i(t) + 0.5 \cdot A_i(t-1)] \cdot EF_i \}$$

Где

$E_{N_2O}(t)$ = выбросы N₂O в году t , тонны

$A_i(t)$ = суммарное количество поставок N₂O в году t для применения типа i , тонны

$A_i(t-1)$ = суммарное количество поставок N₂O в году $t-1$ для применения типа i , тонны

EF_i = коэффициент выбросов для применения типа i , дробь

8.4.2.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ

МЕДИЦИНСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Считается, что вдыхаемый пациентом N₂O, химически не изменяется в организме и целиком возвращается в атмосферу. Поэтому вполне логично принять коэффициент выбросов равный 1,0.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ ПРОПЕЛЛЕНТОВ В АЭРОЗОЛЯХ, В ОСНОВНОМ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

N₂O, используемый в качестве пропеллента в герметизированных и аэрозольных пищевых продуктах, не реагирует в течение процесса и целиком улетает в атмосферу, что означает, что для этого источника коэффициент выбросов равен 1,0.

ПРОЧИЕ ТИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Для прочих типов использования коэффициент выбросов 1,0 может не соответствовать фактическому коэффициенту. В случае если составители кадастра оценивают выбросы N_2O от типов использования продуктов иных, чем применение в медицине или в качестве пропеллента аэрозолей, то для таких источников следует выводить обоснованные коэффициенты выбросов, опираясь на литературные данные или измерения.

8.4.2.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

МЕДИЦИНСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Данные о суммарном количестве N_2O , поставленном для каждого типа применения, следует брать у производителей и дистрибьюторов N_2O -содержащих продуктов. Кроме того, информацию об использовании N_2O в медицине можно узнать от отдельных больниц, которые, как правило, ведут учет числа и емкости цилиндров с N_2O , закупаемых ежегодно.

Длительность пребывания в стационаре после хирургической операции варьируется от менее суток до нескольких дней или недель. Оценки расхода анестетиков, которые основаны на количестве койко-дней хирургического отделения, будут неточными.

Поскольку количество N_2O пропорционально зависит только от количества анестетика, то его использование нельзя оценивать с достаточной надежностью на основании количества сеансов анестезии.

Анестезиолог может менять расход N_2O (л/мин), подаваемый пациенту от аппарата в ходе хирургической операции (сеанса анестезии), как правило, от 0 до 6 л/мин. Поскольку это большая разница, то невозможно получить точную оценку выбросов на основании длительности анестезии.

Пропорция анестетиков, в которых используется N_2O , меняется от страны к стране и внутри одной страны для различных типов анестетиков. В последние годы наблюдается общее снижение доли анестетиков с N_2O , однако информация об этом довольно ограничена.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ ПРОПЕЛЛЕНТОВ В АЭРОЗОЛЯХ, В ОСНОВНОМ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Данные о суммарном количестве N_2O , поставленного для каждого типа применения, следует брать у производителей и дистрибьюторов N_2O -содержащих продуктов.

8.4.2.4 ПОЛНОТА

Данные об импорте, экспорте и потреблении для каждого типа применения, получаемые от национальных производителей и дистрибьюторов N_2O , будут достаточными при условии, что (i) все производители N_2O были идентифицированы, (ii) внутренние потребители покупают N_2O у национальных поставщиков, и (iii) импорт и экспорт продуктов (например, спортивных принадлежностей) ничтожно мал. В *эффективной практике* рекомендуется регулярно проверять, все ли дистрибьюторы учтены, чтобы убедиться в том, что конечные пользователи сами не ввозят газ в страну (в крупных контейнерах) и что продукты, содержащие SF_6 и ПФУ, не ввозятся в страну в больших количествах.

8.4.2.5 РАЗРАБОТКА СОГЛАСОВАННОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА

Эффективная практика предусматривает расчёт выбросов N_2O с использованием одного и того же метода для каждого года временного ряда. Если имеются данные для более строгого метода для всех лет временного ряда, то по правилам *эффективной практики* следует сделать пересчёт пропусков временного ряда в соответствии с руководством в главе 5 тома 1.

8.4.3 Оценка неопределённостей

8.4.3.1 НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ

В литературе широко распространено мнение о том, что N_2O , вдыхаемый пациентом в процессе анестезии, участвует в обмене веществ. N_2O , постоянно поступающий в организм через легкие, растворяется в крови. Порция вдоха, которая не растворилась в крови, выделяется в атмосферу при следующем выдохе. Усвоение N_2O пациентом вначале высокое, затем быстро падает приблизительно по экспоненциальной зависимости от времени. Логично было бы предположить, что весь назначенный пациенту N_2O со временем возвращается в атмосферу и коэффициент выбросов равен 1,0. Это допущение принимается из практических соображений, поскольку надежных данных по этому вопросу нет. Ошибка в коэффициенте выбросов, возникающая в связи с этим допущением, будет очень мала по сравнению с другими неопределенностями.

N_2O , применяемый в качестве пропеллента в аэрозолях, по-видимому, не реагирует в процессе использования. Поэтому было бы разумно принять коэффициент выбросов равный 1,0; при этом возможная ошибка в коэффициенте выбросов будет очень мала по сравнению с другими неопределенностями.

В случае если составители кадастра оценивают выбросы N_2O от типов использования продуктов иных, чем применение в медицине или в качестве пропеллента аэрозолей, то неопределенности коэффициентов выбросов, возможно, придется тщательно проанализировать.

8.4.3.2 НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Неопределенности данных о количестве N_2O , поставленного для каждого типа применения, полученные от производителей и дистрибьюторов N_2O -содержащих продуктов, могут меняться в широких пределах от страны к стране. Если оценки неопределенностей можно получить у производителей и дистрибьюторов, то их следует использовать. В противном случае, оценку неопределенности для данных о деятельности следует поручить экспертам.

8.4.4 Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК), отчётность и документация

Эффективная практика предусматривает документирование и архивирование всей информации необходимой для проведения кадастровых оценок национальных выбросов в соответствии с инструкцией в главе 6 тома 1. Нецелесообразно включать всю документацию в национальный кадастровый отчёт. При этом кадастр должен включать резюме используемых методов и ссылки на источники данных в таком виде, чтобы оценки выбросов были прозрачными и можно было воспроизвести все расчеты.

Информацию об отдельных приложениях, которые включены в эту категорию источников, можно использовать для сравнения (оценок) национальных практик с другими странами региона или мира в целях обеспечения прозрачности. Кроме того, необходимо задокументировать все применяемые методы и ссылки.

В *эффективной практике* проверку контроля качества и обеспечения качества проводят в соответствии рекомендациями главы 6 тома 1. Для *ключевых категорий* рекомендуется использовать более высокий уровень ОК/КК, согласно определению в главе 4 тома 1.

Дополнительные процедуры, применяемые для этой категории источников, будут описаны далее.

Проверка данных о деятельности

Составители кадастра должны сравнить данные о деятельности, предоставленные различными производителями и дистрибьюторами и, сделав поправку на относительный размер или мощность компаний, выявить наличие значительных отклонений. Все отклонения необходимо исследовать, чтобы определить, имеют ли эти различия какое-то объяснение или это следствие ошибок в данных о деятельности.

Сравнение выбросов с выбросами в других странах

Составители кадастра должны сравнить выбросы от типов использования SF_6 и ПФУ, включенных в национальный кадастр, с информацией, представленной другими аналогичными странами. Для каждого источника выбросы, приходящиеся на единицу источника или на единицу ПГП, следует сравнить с выбросами в других странах. Если национальные выбросы оказались чересчур высокими или низкими, то необходимо дать этому объяснение.

Ссылки

РАЗДЕЛЫ 8.1 - 8.3

- Aoyama, T. (2004). Japan Electrical Manufacturers' Association (JEMA), "The Situation of Reduction in SF₆ Emissions from Gas-insulated Electrical Equipment In Japan", статья и презентация, представленные на Конференции по и окружающей среде (Conference on SF₆ and the Environment), Scottsdale, Arizona, декабрь 1-3, 2004.
- AREVA (2005). AREVA, World energy experts, Activity and Sustainable Development Report 2004. (Registered office: rue Le Peletier – 75009 Paris – France, <http://www.areva.com/>), опубликовано в июле 2005.
- Boeing (2005). "E-3 AWACS in Service Worldwide", March 2005. Boeing Integrated Defense Systems, P.O. Box 516, St. Louis, MO 63166, (Available from http://www.boeing.com/defense-space/ic/awacs/docs/E-3AWACS_overview.pdf)
- Burton, C. S. (2006). "Uses and Air Emissions of Liquid PFC Heat Transfer Fluids from the Electronics Sector," Report prepared for Scott C. Bartos, U.S. Environmental Protection Agency.
- Ecofys (2005). Reductions of SF₆ Emissions from High and Medium Voltage Electrical Equipment in Europe, Final Report to CAPIEL, S, Wartmann and J. Harnisch, June 28, 2005
- FEPC and JEMA (2004). Federation of Electric Power Companies (FEPC) and the Japan Electrical Manufacturers' Association (JEMA), "Japanese Emission Factors." (личная переписка Kiyoshi Saitoh из Japan Electrical Manufacturers Association (JEMA) Kiyoto Tanabe, IPCC Technical Support Unit, November, 2004.)
- Harris, D., and Hildebrandt, J. (2003). "Spray Cooling Electrical and Electronic Equipment," *COTS Journal*, November 2003.
- CIGRE (2005). International Council on Large Electric Systems (CIGRE) Publication No.276: Guide for the Preparation of customized "Practical SF₆ Handling Instructions", Task Force B3.02.01, August 2005.
- IEC (1996). International Electro-technical Commission (IEC) Standard 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards," Second edition, 1996-05. Geneva, Switzerland.
- Koch, E.C. (2004). "Special Materials in Pyrotechnics: III. Application of Lithium and its Compounds in Energetic Systems," *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, Volume 29, Issue 2, Pages 67 - 80, 2004
- May, G. (2006). F₂ Chemicals Limited. Personal communication with Deborah Ottinger Schaefer, January 23, 2006.
- Maruyama, S. and Meguro, M. (2000). "SF₆ Gas Emission Reduction From Gas-Insulated Electrical Equipment in Japan.", статья, представленная на Конференции по и окружающей среде: стратегия борьбы с выбросами (Conference on SF₆ and the Environment: Emission Reduction Strategies), San Diego, USA (ноябрь 2000).
- NIST (1997). Gases for Electrical Insulation and Arc Interruption: Possible Present and Future Alternatives to Pure SF₆; by L. G. Christophorou, J. K. Olthoff, D. S. Green; NIST Technical Note 1425, National Institute of Standards, November 1997.
- Schwarz, W. and Leisewitz, A. (1996). Current and future emissions of fluorinated compounds with global warming effect in Germany (in German). Report UBA-FB 1060 1074/01, Umweltbundesamt, Berlin.
- Schwarz, W. and Leisewitz, A. (1999). Emissions and reduction potentials of HFCs, PFCs, and SF₆ in Germany. Report UBA-FB 298 41 256, Umweltbundesamt, Berlin.
- Schwarz, W. (2005). Emissions, Activity Data, and Emission Factors of Fluorinated Greenhouse Gases (F-Gases) in Germany 1995-2002. Research Report 201 41 261/01, UBA-FB 000811/e, Umweltbundesamt, Berlin.
- Schwarz, W. (2006). "The German Monitoring System for SF₆ Emissions from Equipment for Electricity Transmission and Distribution."
- Smythe, K. (2004). 'Trends in SF₆ Sales and End-Use Applications: 1961-2003.' International Conference on SF₆ and the Environment: Emission Reduction Technologies, December 1-3, 2004, Scottsdale, AZ.
- U.S. EPA (2004). U.S. Inventory of Greenhouse Gases and Sinks, 1990-2002. U.S. Environmental Protection Agency, April, 2004.

Vlachogiannis, D., *et al.* (2005). Assessment of the impact of SF₆ and PFCs reservoir tracers on global warming, the AEOLOS study, Non-CO₂ Greenhouse Gases (NCGG-4), coordinated by A. van Amstel, Rotterdam, p. 389-396.

РАЗДЕЛ 8.4

Austria [Umweltbundesamt] (2004), AUSTRIA'S NATIONAL INVENTORY REPORT 2004, материалы предоставленные к Конференции по изменению климата ООН (United Nations Framework Convention on Climate Change)

Beatty PCW, Kay B and Healy TEJ (1984), *Measurement of the rates of nitrous oxide uptake and nitrogen excretion in man*. British Journal of Anaesthesia; 56: 223-232.

Environment Canada (2004), Canada's Greenhouse Gas Inventory 1990-2002

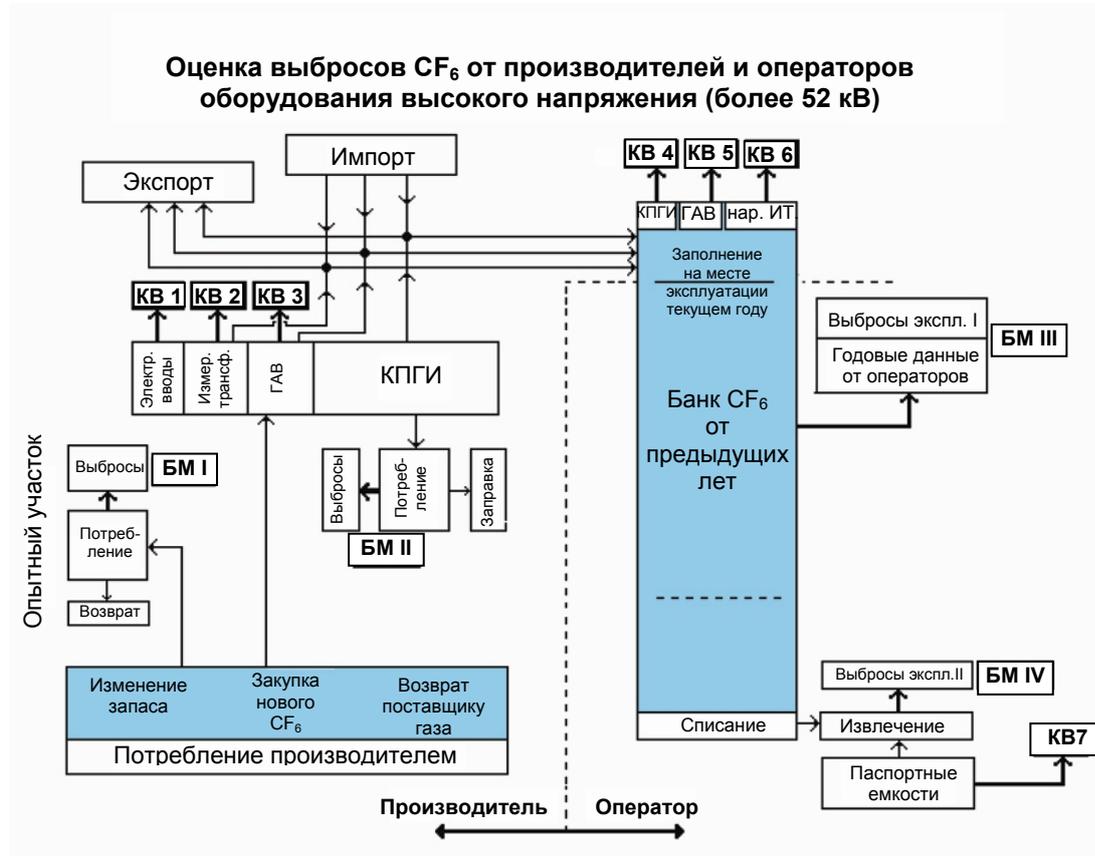
Jordan M. (1996), Pharmacology in the Practice of Anaesthesia p 43. Arold, London. Edited by Kaufman L and Taberner PV.

U.S. EPA (2004). U.S. Inventory of Greenhouse Gases and Sinks, 1990-2002. U.S. Environmental Protection Agency, April, 2004.

Приложение 8 А Примеры из национальных кадастров уровня 3 для SF₆

На рисунках 8А.1 и 8А.2 показан гибридный подход уровня 3 в том виде, в каком он применяется в настоящее время в Германии для закрытых (высоковольтных) и герметизированных (среднего напряжения) систем (Schwarz, 2006). На схеме аббревиатурой «БМ» обозначены процессы или фазы срока службы, для которых используется подход, основанный на балансе масс, а «КВ» - процессы и фазы срока службы, для которых используется коэффициент выбросов. Например, при расчете выбросов от производства, массово-балансовый подход применяется для оценки выбросов от заполнения коммутационной аппаратуры с газовой изоляцией, а коэффициенты используются для оценки выбросов от заполнения высоковольтных вводов, измерительных трансформаторов и автоматических выключателей. В Германии процессы второго типа имеют коэффициент выбросов 1% и менее, что затрудняет измерение выбросов с помощью массово-балансового метода. Обратите внимание, эта схема приведена лишь в качестве примера; странам, которые используют подход уровня 3, рекомендуется использовать методы и коэффициенты выбросов, которые соответствуют их национальным условиям.

Рисунок 8А.1 Пример подхода уровня 3: Германия, высоковольтное оборудование



Условные обозначения для оценки выбросов от высоковольтного оборудования		
Подход, основанный на балансе масс		
Обозначение	Соответствие	
БМ I	Выбросы опытного участка = Потребление в связи с разработкой нового оборудования минус возврат из опытного участка	
БМ II	Выбросы от заполнения КПГИ = потребление для заправки минус заряд (паспортная емкость); также применимо для линий электропередач с газовой изоляцией (ЛЭГИ)	
БМ III	Выбросы от эксплуатации I = годовые расходы на пополнение оборудования, по данным от операторов оборудования	
БМ IV	Выбросы от эксплуатации II = паспортная емкость списанного оборудования минус газ, извлеченный из этого оборудования	
Подход, основанный на коэффициентах выбросов (КВ)		
Обозначение	Типы коэффициентов выбросов (КВ)	Сомножитель (для КВ)
КВ 1	КВ для заполнения электрических вводов на заводе-изготовителе*	ПЕ** электрических вводов, заполненных на заводе-изготовителе
КВ 2	КВ для заполнения наружных измерительных трансформаторов (ИТ) на заводе-изготовителе	ПЕ измерительных трансформаторов, заполненных на заводе-изготовителе
КВ 3	КВ для заполнения на заводе-изготовителе газовых автоматических выключателей (ГАВ)	ПЕ газовых автоматических выключателей, заполненных на заводе-изготовителе
КВ 4	КВ для монтажа на месте эксплуатации КПГИ и ЛЭГИ	ПЕ для КПГИ и ЛЭГИ, заполняемых на месте эксплуатации

Условные обозначения для оценки выбросов от высоковольтного оборудования		
Подход, основанный на коэффициентах выбросов (КВ)		
КВ 5	КВ для монтажа ГАВ	ПЕ газовых автоматических выключателей, заполняемых на месте эксплуатации
КВ 6	КВ для монтажа наружных ИТ	ПЕ наружных ИТ, заполняемых на месте эксплуатации
КВ 7	КВ для удаления в отходы	ПЕ списанного оборудования

* Электрические вводы учитывают как неразрывную часть КГПИ при монтаже на месте эксплуатации.

** ПЕ = суммарная паспортная емкость оборудования данного типа

