

# ГЛАВА 1

---

## ВВЕДЕНИЕ

## **Авторы**

### ***Разделы 1.1 и 1.2***

Йохен Харниш (Германия) и Вильям Койо Агиман-Бонсу (Гана)

### ***Разделы 1.3 и 1.4***

Тимоти Симмонс (Соединённое Королевство), Джоз Г. Дж. Оливер (Нидерланды), Доменико Гаудиозо (Италия), Майкл Гилленвотер (США), Чиа Ха (Канада), Лив Хокстад (США), Томас Мартинсен (Норвегия), Мартин Нилис (Нидерланды) и Хи-чун Пак (Республика Корея)

### ***Раздел 1.5***

Дебора Оттингер Шафер (США)

## **Сотрудничающие авторы**

### ***Раздел 1.2***

Мартин Нилис (Нидерланды), Джоз Г. Дж. Оливер (Нидерланды) и Тимоти Симмонс (Соединённое Королевство)

### ***Разделы 1.3 и 1.4***

Мартин Пател (Нидерланды)

## Содержание

1	Введение.....	1.5
1.1	Введение.....	1.5
1.2	Общие и комплексные вопросы.....	1.6
1.2.1	Определение выбросов от промышленных процессов и сжигания топлива .....	1.6
1.2.2	Улавливание и снижение выбросов.....	1.8
1.2.3	Прекурсоры.....	1.9
1.2.4	Косвенные выбросы N <sub>2</sub> O.....	1.10
1.2.5	Международные источники данных.....	1.10
1.3	Неэнергетическое использование ископаемого топлива.....	1.13
1.3.1	Типы использования .....	1.13
1.3.2	Учёт выбросов CO <sub>2</sub> от использования ископаемого топлива в качестве исходного сырья и восстановителя .....	1.14
1.4	КК полноты и отнесения выбросов CO <sub>2</sub> от неэнергетического использования .....	1.17
1.4.1	Введение .....	1.17
1.4.2	Границы методов.....	1.18
1.4.3	Контроль качества по полноте.....	1.18
1.4.4	Отчётность и документация об отнесении выбросов и КК по полноте .....	1.27
1.5	Выбор между подходом, основанном на балансе масс, и подходом, основанном на коэффициентах выбросов .....	1.30
1.5.1	Введение .....	1.30
1.5.2	Сильные и слабые стороны подхода, основанного на балансе масс .....	1.30
1.5.3	Сильные и слабые стороны подхода, основанного на коэффициентах выбросов.....	1.33
	Ссылки .....	1.36

## Уравнение

Уравнение 1.1	Общая потребность с исходном сырье .....	1.23
---------------	--	------

## Рисунки

Рисунок 1.1	Категории промышленных процессов и использования продуктов .....	1.7
Рисунок 1.2	Общий материальный баланс промышленных процессов, в которых углеводороды используются в качестве исходного сырья (объемы потоков выбраны произвольно). Адаптировано из Neelis <i>et al.</i> , 2005 .....	1.15
Рисунок 1.3	Блок-схема для проверки полноты учёта неэнергетического использования топлива ....	1.26
Рисунок 1.4	Кажущиеся и фактические утечки, при условии отсутствия ежегодного роста продаж оборудования (техническое обслуживание через 10 лет, срок службы 30 лет) .....	1.32
Рисунок 1.5	Кажущиеся и фактические утечки, при условии ежегодного роста продаж оборудования на 5% (техническое обслуживание через 10 лет, срок службы 30 лет).....	1.33

## Таблицы

Таблица 1.1	Категории ППИП и возможные выбросы категории ППИП .....	1.11
Таблица 1.1	Категории ППИП и возможные выбросы категории ППИП (продолжение) .....	1.12
Таблица 1.2	Типы использования и примеры использования топлива для неэнергетических целей ..	1.14
Таблица 1.3	Проверка полноты учёта CO <sub>2</sub> от неэнергетического использования ископаемого топлива .....	1.20
Таблица 1.3	Проверка полноты учёта CO <sub>2</sub> от неэнергетического использования ископаемого топлива (продолжение) .....	1.21
Таблица 1.4	Перечень видов ископаемого топлива, используемого в качестве химического сырья или восстановителя .....	1.22
Таблица 1.5a	Сравнение поставки исходного сырья с потребностью в исходном сырье, рассчитанном по объёму выпуска продукции.....	1.24
Таблица 1.5b	Удельное потребление исходного сырья/восстановителей (ТДж/Гг) .....	1.25
Таблица 1.6	Отнесение выбросов CO <sub>2</sub> от неэнергетического использования ископаемого топлива к ППИП и другим секторам .....	1.29
Таблица 1.7	Выбор между подходом, основанным на балансе масс, и подходом, основанным на коэффициентах выбросов .....	1.35

## Блок

Блок 1.1	Отнесение выбросов CO <sub>2</sub> к выбросам от сжигания топлива или к выбросам от промышленных процессов .....	1.9
----------	--	-----

# 1 ВВЕДЕНИЕ

## 1.1 ВВЕДЕНИЕ

В томе «Промышленные процессы и использование продуктов (ППИП)» рассмотрены газовые выбросы, связанные с промышленными процессами, использованием парниковых газов в составе продуктов и неэнергетическим использованием ископаемого топливного углерода. В этот том вошёл раздел, который в *Пересмотренных Руководящих принципах национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996* назывался «Использование растворителей и другой продукции».

Многие виды промышленного производства связаны с выбросами парниковых газов. Основными источниками выбросов являются выбросы от промышленных процессов химической или физической переработки материалов (например, доменные печи в сталелитейной промышленности; аммиак и другие химические продукты из ископаемого топлива, используемого в качестве химического сырья, цементное производство являются важнейшими примерами промышленных процессов, связанных с выбросом значительного количества  $\text{CO}_2$ ). В этих процессах производятся различные парниковые газы, в том числе диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), закись азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), гидрофторуглероды (ГФУ) и перфторуглероды (ПФУ).

Кроме того, парниковые газы часто входят в состав таких продуктов, как холодильники, пены и аэрозольные баллоны. Например, ГФУ используются в различных типах продуктов вместо озоноразрушающих веществ (ОРВ). Гексафторид серы ( $\text{SF}_6$ ) и  $\text{N}_2\text{O}$  также используются в ряде продуктов, применяемых в промышленности (например,  $\text{SF}_6$  - в электрооборудовании,  $\text{N}_2\text{O}$  - в качестве газавытеснителя в аэрозольных продуктах преимущественно в пищевой промышленности), а также в конечных потребляемых продуктах (например,  $\text{SF}_6$  применяется в кроссовках,  $\text{N}_2\text{O}$  - для наркоза). Отличительной особенностью такого использования продуктов является то, что почти во всех случаях между производством продукта и высвобождением парникового газа проходит достаточно долгое время. Это время отсрочки может варьироваться от нескольких недель (например, для аэрозольных баллонов) до нескольких десятков лет (для жёстких пенопластов). В некоторых сферах применения (например, в холодильных установках) фракция парниковых газов, входящая в состав изделия, может быть извлечена в конце срока использования изделия, а затем использована повторно либо уничтожена. Кроме того, некоторые другие фторированные парниковые газы применяются в особых процессах; например при производстве полупроводников используются:

- трёхфтористый азот ( $\text{NF}_3$ )
- трифторметилпентафторсера ( $\text{SF}_5\text{CF}_3$ )
- галогенсодержащие эфиры (например,  $\text{C}_4\text{F}_9\text{OC}_2\text{H}_5$ ,  $\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{OC}_2\text{F}_4\text{OCHF}_2$ ,  $\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{OCHF}_2$ )

и другие галогенуглероды, не включённые в Монреальский протокол, в том числе  $\text{CF}_3\text{I}$ ,  $\text{CH}_2\text{Br}_2$ ,  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ . В данном томе *Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006* (*Руководящие принципы МГЭИК, 2006*) рассмотрены методы оценки выбросов галогенсодержащих парниковых газов, не включённых в Монреальский протокол, для которых не указаны значения ППП из Третьего доклада МГЭИК об оценке (ТДО), в частности для:

- $\text{C}_3\text{F}_7\text{C}(\text{O})\text{C}_2\text{F}_5$ <sup>1</sup>
- $\text{C}_7\text{F}_{16}$
- $\text{C}_4\text{F}_6$
- $\text{C}_5\text{F}_8$  цикло- $\text{C}_4\text{F}_8\text{O}$ .

Некоторые из этих методов можно применять для других галогенуглеродов, не вошедших в Монреальский протокол (в том числе для некоторых жидкостей и смесей, например, для серии продуктов, продаваемых под названиями Fluorinert™ and Galden®)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Этот газ представляет собой фторированный кетон, производится компанией 3M (Milbrath, 2002) и продаётся под названием Novac™612.

<sup>2</sup> Материалы Fluorinert™ представляют собой специально подобранные, полностью фторированные алканы, эфиры, третичные амины, аминозефиры и их смеси, обладающие специальными свойствами. Жидкие продукты Galden® включают линейку полностью фторированных полиэфиров, имеющих общее название «перфторполиэфиры».

Применение продуктов объединено в данном руководстве с промышленными процессами, поскольку во многих случаях для оценки выбросов продуктов необходимы данные о производстве, импорте и экспорте; и поскольку - помимо применения в непромышленных секторах (розничной торговли, услуг, домашнего хозяйства) - применение продуктов может быть частью промышленного производства. Поэтому желательно связывать оценку выбросов, связанных с производством и с использованием продуктов. Неэнергетическое использование ископаемого топлива включает его применение в качестве исходного сырья, восстановителей и неэнергетических продуктов благодаря его физическим свойствам, а не с целью сжигания для получения энергии.

В данной главе рассмотрены:

- определение промышленных процессов и структура обработки данных о промышленных процессах и использовании продуктов (1.1);
- несколько общих или комплексных вопросов (1.2), в том числе определение для выбросов от промышленных процессов и сжигания топлива (1.2.1) и источники международных данных (1.2.5);
- характер неэнергетического использования ископаемого топлива (1.3);
- полнота и отнесение выбросов CO<sub>2</sub> от неэнергетического использования топлива (1.4); и
- выбор между подходом, основанном на балансе масс, и подходом, основанном на коэффициентах выбросов (1.5), при учёте фторсодержащих газов, включённых в главу 7 и 8 данного тома.

## КЛАССИФИКАЦИЯ И СТРУКТУРА СЕКТОРА

На рисунке 1.1 показаны структура и коды классификации для каждой категории и подкатегории сектора ППИП.

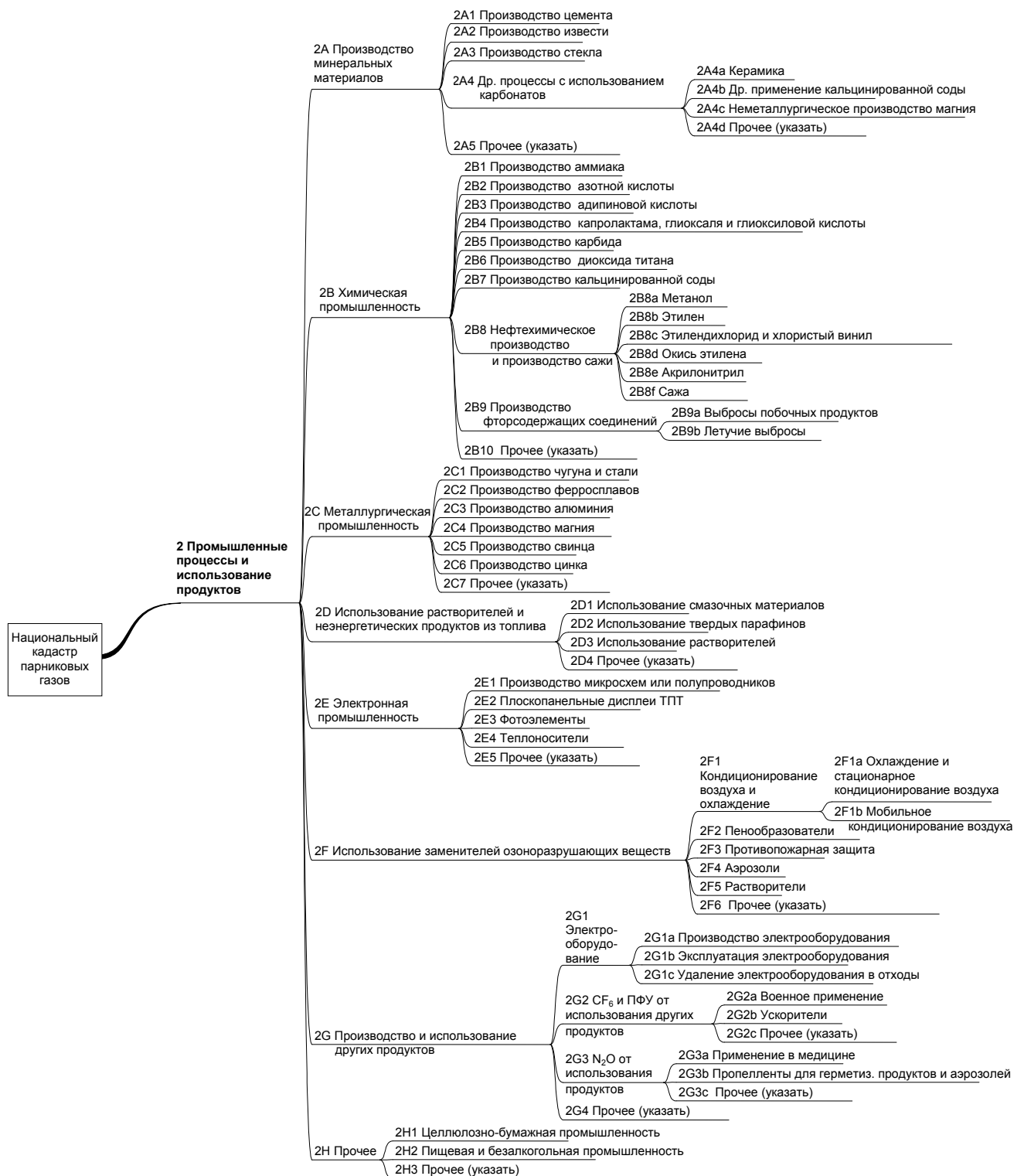
## 1.2 ОБЩИЕ И КОМПЛЕКСНЫЕ ВОПРОСЫ

### 1.2.1 Определение выбросов от промышленных процессов и сжигания топлива

Распределение выбросов от ископаемого топлива между сектором энергетики и сектором ППИП может быть затруднительно. Применение топлива в качестве исходного сырья или восстановителя часто приводит к образованию газов, которые можно сжигать с целью получения энергии процесса. Равным образом часть исходного сырья может сжигаться для получения тепла. Это может стать причиной неопределённости и неоднозначности в отчётах. Для того чтобы преодолеть это противоречие, в данных *Руководящих принципах* рассмотрены практические рекомендации о том, в каких случаях выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания топлива относить к подкатегории «сжигание топлива» категории энергетический источник, а в каких – к категории промышленных процессов. Соответствующее правило представлено в блоке 1.1.

Проблемы, возникающие при отнесении выбросов CO<sub>2</sub> либо к сжиганию топлива, либо к промышленным процессам особенно заметны, если побочное топливо или отработанные газы транспортируют с места производства и сжигают в другом месте, в рамках другого вида деятельности. Поэтому был выработан принципиальный подход, представленный в блоке 1.1, в котором даётся определение для «сжигания топлива», а также критерий отнесения источника выбросов от побочного топлива к сектору ППИП либо к сектору «Энергетика». В разделе 1.3 даны общие сведения о характере неэнергетического использования ископаемого топлива с учётом его использования в качестве исходного сырья и восстановителя; а также о том, как неэнергетическое использование ископаемого топлива связано с его использованием в секторе «Энергетика».

Рисунок 1.1 Категории промышленных процессов и использования продуктов



## 1.2.2 Улавливание и снижение выбросов

В обычных категориях ППИП - особенно в крупных точечных источниках выбросов – можно улавливать выбросы с целью извлечения и использования либо с целью разрушения. *Эффективная практика* включает учёт улавливаемых выбросов с использованием детальной информации для конкретной страны или, предпочтительнее, с использованием данных на уровне заводов. Поэтому методы, описанные в данном томе для уровня 1, не пригодны для учёта снижения выбросов такого рода. Улавливание должно учитываться посредством введения в уравнения дополнительного члена, который отражает либо измеренное количество улавливаемых выбросов, либо эффективность очистной системы в сочетании данными о работе этой очистной системы в течение года. Не рекомендуется учитывать улавливание с помощью модифицированного коэффициента выбросов, поскольку при этом снижается прозрачность и повышается вероятность несогласованности во временных рядах.<sup>3</sup>

Если на предприятии установлена и используется технология улавливания CO<sub>2</sub>, то по правилам *эффективной практики* следует вычитать количество улавливаемого CO<sub>2</sub> при расчётах выбросов более высокого уровня. Количества CO<sub>2</sub>, предназначенные для более позднего использования и для краткосрочного хранения, не следует вычитать из выбросов CO<sub>2</sub> за исключением случаев, когда выбросы CO<sub>2</sub> учитываются в другом месте кадастра<sup>4</sup>. По умолчанию считается, что диоксид углерода не улавливается и не размещается на хранение.<sup>5</sup> Любая методика, которая учитывает улавливание CO<sub>2</sub>, должна принимать во внимание, что выбросы CO<sub>2</sub>, улавливаемые при производстве, могут быть связаны как со сжиганием, так и с процессом. Если требуются данные отдельно о выбросах от промышленных процессов и от сжигания, то составители кадастра не должны допускать того, чтобы одни и те же количества CO<sub>2</sub> были учтены дважды. В таких случаях общее количество улавливаемого CO<sub>2</sub> лучше указывать в соответствующей категории «сжигание топлива» и категории ППИП пропорционально количествам CO<sub>2</sub>, произведённым в этих категориях источников. Дополнительную информацию об улавливании и хранении CO<sub>2</sub> см. в разделе 2.3.4 тома 2.

Для других газов (не CO<sub>2</sub>) по правилам *эффективной практики* необходимо убедиться в том, что более поздние выбросы уловленных газов были учтены по месту образования этих выбросов. Например ГФУ-23, получаемый в качестве побочного продукта при производстве HCFC-22, извлекается из отходящего газа и затем используется в продуктах или процессах. Методы правильного учёта уловленных газов, рассматриваются в этом томе в тех случаях, если к настоящему времени накоплено достаточно информации.

Нередко частичное или полное снижение выбросов парниковых газов от процесса достигается путём обработки отходящих газов (например, разрушением парниковых газов дожиганием). Такой подход часто применяют к веществам с высоким потенциалом глобального потепления, таким как ПФУ при производстве полупроводников или ГФУ-23 в химической промышленности. Эффективность разрушения в равной степени зависит от рабочей практики и применяемой технологии.

---

<sup>3</sup> В таких отраслях как производство азотной кислоты или адипиновой кислоты, стандартной инженерной практикой является проектирование современных предприятий со встроенными средствами очистки выбросов, что часто диктуется необходимостью уничтожения выбросов оксидов азота (NO<sub>x</sub>). В этих случаях можно использовать коэффициенты выбросов, которые учитывают технологию разрушения при условии, что составители кадастра могут документально подтвердить, что такая технология имеется на предприятии и используется.

<sup>4</sup> Например производство мочевины (раздел 3.2) или использование CO<sub>2</sub> при производстве метанола (раздел 3.9), где CO<sub>2</sub> учитывается в конечном продукте.

<sup>5</sup> Если в национальном отчёте указано, что CO<sub>2</sub> улавливается, то по правилам *эффективной практики* необходимо показать, что CO<sub>2</sub> хранится в геологических резервуарах длительного хранения, которые находятся под регулярным наблюдением в соответствии с рекомендациями главы 5 (Перенос, впрыскивание и геологическое хранение CO<sub>2</sub>) тома 2 (Энергетика).



**Блок 1.1**  
**ОТНЕСЕНИЕ ВЫБРОСОВ CO<sub>2</sub> К ВЫБРОСАМ ОТ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА ИЛИ К ВЫБРОСАМ ОТ**  
**ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Сжигание топлива определяется по функциональному признаку как:

*преднамеренное окисление материалов в аппаратах, предназначенных для производства тепла или механической работы для процесса либо для использования вне аппарата.*

Данное определение различает сжигание топлива с целью использования энергии или энергии для поддержания производства от использования углеводов в химических реакциях промышленных процессов.

Топливо для поддержания процесса можно взять прямо из исходного сырья. Например, при производстве аммиака природный газ является и исходным сырьём и топливом. В других случаях топливо для процесса можно получать непрямым способом, за счёт использования побочного продукта переработки исходного сырья или использования восстановителя. Примерами служат отходящие газы, получаемые при производстве этилена методом парового крекинга нефти, или доменный газ из доменной печи.

В этих видах деятельности выбросы могут быть связаны как со сжиганием топлива, так и с промышленными процессами. Следует отметить, что составление отдельных отчётов по этим двум типам выбросов зачастую бывает трудно выполнимо либо невозможно. (См. раздел 1.3.2. далее). При составлении отчётов следует применять следующее правило:

*Выбросы от сжигания топлива, полученного прямо или косвенно из исходного сырья для ППИП, как правило, относят к той части категории источника, к которой относится процесс (переработки исходного сырья). Обычно это категории источника 2В и 2С. Тем не менее, если полученное топливо транспортируют для сжигания в другой категории источника, то выбросы относят к соответствующей части категории источника в секторе «Энергетика» (обычно 1А1 или 1А2).*

Два примера в качестве иллюстрации этого правила:

1. Если доменный газ полностью сжигается в границах сталелитейной промышленности (например, для нагрева воздуха дутья, энергетических нужд предприятия или для металлообработки), то выбросы относят к подкатегории 2С1 источника ППИП. Если часть газа транспортируют на электростанцию или в расположенный поблизости кирпичный завод для производства тепла, то выбросы относят к подкатегории источников (1А2f или 1А1a).
2. Если избыток метана или водорода, выделяющийся при паровом крекинге нефти, сжигают внутри нефтехимического предприятия для проведения других процессов, то выбросы относят к ППИП, 2В8. Напротив, если газы транспортируют в расположенный недалеко нефтеперегонный завод для использования в качестве топлива, то связанные с этим выбросы относят к подкатегории 1А1b (нефтеперегонка).

### 1.2.3 Прекурсоры

Методики оценки выбросов прекурсоров (NO<sub>x</sub>, ЛНОС, СО, SO<sub>2</sub> и NH<sub>3</sub>) не рассматриваются в данных *Руководящих принципах*. Выбросы этих газов оценивают с помощью другого общепринятого руководства, например ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (ЕЕА, 2005)<sup>6</sup>. Это руководство предназначено для инвентаризации выбросов веществ, регламентируемых Конвенцией Европейской экономической комиссии ООН (UNECE) о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution - CLRTAP) (см. блок 7.1, глава 7 (Прекурсоры и косвенные выбросы), том 1 (Общие руководящие указания и отчётность)); оно охватывает все сектора источников и поэтому считается первичным источником информации для оценки таких выбросов.

Соответствие между категориями источников МГЭИК и методическими главами ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook показано в таблице 7.1 тома 1. В этой таблице указана глава справочника

<sup>6</sup> Номенклатура ЕМЕП/CORINAIR для отчётности по категориям источников соответствует отчётным категориям МГЭИК (ЕЕА, 2005).

ЕМЕР/CORINAIR, в которой приводится методическое руководство по оценке выбросов  $\text{NO}_x$ , CO, ЛНОС,  $\text{SO}_2$  и  $\text{NH}_3$ . Таблица также содержит информацию о применимости методов и о выбросах прекурсоров от конкретных категорий источников.

Некоторые методики и коэффициенты выбросов, содержащиеся в ЕМЕР/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, относятся к условиям и категориям источников как промышленно развитых, так и развивающихся стран. Тем не менее, в некоторых секторах, например в секторе растворителей, различия между развитыми и развивающимися странами могут быть выше, и поэтому ЕМЕР/CORINAIR Emission Inventory Guidebook следует использовать с большой осторожностью.

## 1.2.4 Косвенные выбросы $\text{N}_2\text{O}$

Внесение азотсодержащих соединений в почву способствует повышению выбросов  $\text{N}_2\text{O}$ . Это происходит в результате процессов нитрификации и денитрификации (см. том 4 «Сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования»). Такие выбросы называются косвенными выбросами  $\text{N}_2\text{O}$ . Для того чтобы данные кадастра были согласованными, необходимо оценить косвенные выбросы  $\text{N}_2\text{O}$ , связанные с вкладом азотсодержащих веществ, которые выделяются в секторе ПШИП. Методика проста и заключается в отнесении всех косвенных выбросов  $\text{N}_2\text{O}$  к исходному источнику азота.

Источниками азота являются  $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ ) и  $\text{NH}_3$ . Выбросы  $\text{NO}_x$  в основном происходят от сжигания топлива, тогда как  $\text{NH}_3$  образуется главным образом в сельском хозяйстве, хотя могут быть значительные выбросы обоих этих газов в промышленных процессах. Информация необходимая для оценки выбросов  $\text{NO}_x$  и  $\text{NH}_3$  имеется в различных источниках, один из них - ЕМЕР/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (ЕЕА, 2005).

Исчерпывающее руководство по оценке косвенных выбросов  $\text{N}_2\text{O}$ , возникающих в результате выбросов  $\text{NO}_x$  и  $\text{NH}_3$ , представлено в главе 7 (Прекурсоры и косвенные выбросы) тома 1 (Общие руководящие указания и отчетность). Если страна располагает кадастром выбросов  $\text{NO}_x$  и/или  $\text{NH}_3$ , то для *эффективной практики* необходима оценка косвенных выбросов  $\text{N}_2\text{O}$ .

## 1.2.5 Международные источники данных

Рекомендуется использовать надёжные национальные данные везде, где только возможно. Если такие данные получить не удаётся, то составители кадастра могут использовать международные источники информации в качестве замещающих данных для оценки выбросов ПШИП. Международные источники данных следующие:

- Статистика ООН по промышленному производству в печатном издании «Industrial Commodity Statistics Yearbook» (UN, 2004), которое выходит, начиная с 1991 года, а также компакт-диски со статистическими данными начиная с 1950 года; данные (на физических носителях) представлены по видам потребления и странам на все годы и почти по всем видам потребления, которые подлежат учёту в кадастрах выбросов.
- Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) публикует промышленные показатели в денежных единицах (в виде стоимости продукции) для стран ОЭСР ([http://www.oecd.org/statsportal/0,2639,en\\_2825\\_293564\\_1\\_1\\_1\\_1\\_1\\_1\\_1\\_00.html](http://www.oecd.org/statsportal/0,2639,en_2825_293564_1_1_1_1_1_1_1_00.html)), однако данные за последние годы отсутствуют. ОЭСР также продает публикацию с дополнительными данными ([http://www.oecd.org/document/63/0,2340,en\\_2825\\_499554\\_1935935\\_1\\_1\\_1\\_1\\_00.html](http://www.oecd.org/document/63/0,2340,en_2825_499554_1935935_1_1_1_1_00.html)), однако, на интернет-странице ОЭСР представлены данные лишь по 2001 год включительно. Также за определённую плату можно получить доступ к данным за период до 2002 года. Наиболее удобна, по-видимому, база данных STAN (Industry Structural Analysis), принадлежащая ОЭСР, (также распространяемая по подписке на сайте <http://hermia.sourceoecd.org/vl=4126925/cl=58/nw=1/rpsv/cw/vhosts/oecdstats/16081307/v265n1/contp1-1.htm>). Эта база включает показатели основных отраслей промышленности в денежных единицах на период до 2002 года. Следует обратить внимание на то, что денежное выражение отражает не только объёмы производства, но и цену продукта, которая может меняться из года в год, поэтому такие данные следует использовать с осторожностью.
- Евростат (Eurostat) публикует данные Перечня продукции Европейского Союза (PRODCOM) (Eurostat, 2005) для многих европейских стран.
- Геологическая служба США (U.S. Geological Survey) в своём издании «International Minerals Statistics and Information» (USGS, 2005) представляет статистические данные о производстве большого числа товаров и мощностях отдельных предприятий по видам потребления и странам.

**Таблица 1.1**  
**КАТЕГОРИИ ППИП и ВОЗМОЖНЫЕ ВЫБРОСЫ КАТЕГОРИИ ППИП**

2 Промышленные процессы и использование продуктов (Примечание 1, 2)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	ГФУ	ПФУ	SF <sub>6</sub>	Другие галогенсодержащие газы (Примечание 3)
<b>2А Производство минеральных материалов</b>							
2А1: Производство цемента	X	*					
2А2: Производство извести	X	*					
2А3: Производство стекла	X	*					
2А4: Другие процессы с использованием карбонатов							
2А4а: Керамика	X	*					
2А4б: Другое использование кальцинированной соды	X	*					
2А4с: Неметаллургическое производство магнезии	X	*					
2А4д: Прочее	X	*					
2А5: Прочее	X	*	*				
<b>2В Химическая промышленность</b>							
2В1: Производство аммиака	X	*	*				
2В2: Производство азотной кислоты	*	*	X				
2В3: Производство адипиновой кислоты	*	*	X				
2В4: Производство капролактама, глиоксаля и глиоксиловой кислоты	*	*	X				
2В5: Производство карбида	X	X	*				
2В6: Производство диоксида титана	X	*	*				
2В7: Производство кальцинированной соды	X	*	*				
2В8: Нефтехимическое производство и производство сажи							
2В8а: Метанол	X	X	*				
2В8б: Этилен	X	X	*				
2В8с: Этилендихлорид и хлористый винил	X	X	*				
2В8д: Окись этилена	X	X	*				
2В8е: Акрилонитрил	X	X	*				
2В8а: Сажа	X	X	*				
2В9: Производство фторсодержащих соединений (Примечание 4)							
2В9а: Выбросы побочных продуктов (Примечание 5)				X	X	X	X
2В9б: Летучие выбросы (Примечание 5)				X	X	X	X
2В10: Прочие	*	*	*	*	*	*	*
<b>2С Металлургическая промышленность</b>							
2С1: Производство чугуна и стали	X	X	*				
2С2: Производство ферросплавов	X	X	*				
2С3: Производство алюминия	X	*			X		
2С4: Производство магнезии (Примечание 6)	X			X	X	X	X
2С5: Производство свинца	X						
2С6: Производство цинка	X						
2С7: Прочее	*	*	*	*	*	*	*
<b>2D Неэнергетические продукты, связанные с использованием топлива и растворителей (Примечание 7)</b>							
2D1: Использование смазочных материалов	X						
2D2: Использование твердых парафинов	X	*	*				
2D3: Использование растворителей (Примечание 8)							
2D4: Прочее (Примечание 9)	*	*	*				
<b>2Е Электронная промышленность (Примечание 10)</b>							
2Е1: Микросхемы или полупроводники	*		*	X	X	X	X
2Е2: Плоскопанельные дисплеи на тонкопленочных транзисторах (Примечание 10)				X	X	X	X
2Е3: Фотоэлементы (Примечание 10)				X	X	X	X
2Е4: Жидкие теплоносители (Примечание 11)							X
2Е5: Прочее	*	*	*	*	*	*	*

**ТАБЛИЦА 1.1**  
**КАТЕГОРИИ ППИП и ВОЗМОЖНЫЕ ВЫБРОСЫ КАТЕГОРИИ ППИП (ПРОДОЛЖЕНИЕ)**

2 Промышленные процессы и использование продуктов (Примечание 1, 2)	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	ГФУ	ПФУ	SF <sub>6</sub>	Другие галогенсодержащие газы (Прим. 3)
<b>2F Использование продуктов, заменяющих озоноразрушающие вещества</b>							
2F1: Кондиционирование воздуха и охлаждение							
2F1a: Охлаждение и стационарное кондиционирование воздуха	*			X	X		*
2F1b: Мобильное кондиционирование воздуха	*			X	X		*
2F2: Пенообразователи	*			X	*		*
2F3: Противопожарная защита	*			X	X		*
2F4: Аэрозоли				X	X		*
2F5: Растворители (Примечание 12)				X	X		*
2F6: Прочее	*	*	*	X	X		*
<b>2G Производство и использование других продуктов</b>							
2G1: Электрооборудование							
2G1a: Производство электрооборудования (Примечание 13)					X	X	*
2G1b: Использование электрооборудования (Примечание 13)					X	X	*
2G1c: Утилизация электрооборудования (Примечание 13)					X	X	*
2G2: SF <sub>6</sub> и ПФУ от использования других продуктов							
2G2a: Продукты военного назначения					*	X	*
2G2b: Ускорители частиц (Примечание 14)					*	X	*
2G2c: Прочее					X	X	*
2G3: N <sub>2</sub> O от использования продуктов							
2G3a: Продукты медицинского назначения			X				
2G3b: Пропелленты для герметизированных продуктов и аэрозолей			X				
2G3c: Прочее			X				
2G4: Прочее	*	*		*			*
<b>2H Прочее</b>							
2H1: Целлюлозно-бумажная промышленность (Примечание 15)	*	*					
2H2: Пищевая и безалкогольная промышленность (Примечание 15)	*	*					
2H3: Прочее	*	*	*				

- 1) 'X' указывает на то, что методическое руководство для этих газов включено в этот том.
- 2) '\*' указывает на газы, которые могут давать выбросы, но методическое руководство для этих газов не включено в этот том.
- 3) О прекурсорах (NO<sub>x</sub>, CO, ЛНОС, SO<sub>2</sub> и NH<sub>3</sub>) см. таблицу 7.1 главы 7 тома 1.
- 4) Методики для уровней 2 и 3 применимы ко всем фторированным парниковым газам, перечисленным в таблицах 6.7 и 6.8 в документе Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC (IPCC, 2001), а именно к ГФУ, ПФУ, SF<sub>6</sub>, фторсодержащим спиртам, фторсодержащим эфирам, NF<sub>3</sub>, SF<sub>3</sub>CF<sub>3</sub>. В этих методиках все оценки основаны на измерениях (либо утечек из процессов, либо выбросов) и отражают выбросы, характерные для отдельных процессов. В методе уровня 1 применяются значения по умолчанию для выбросов ГФУ-23 от производства ГХФУ-22 и для выбросов ГФУ, ПФУ и SF<sub>6</sub> от промышленных процессов. Известно также, что для других материалов (которые производятся по собственным технологиям производителей) применимы общие значения по умолчанию.
- 5) «Другие галогенсодержащие газы» включают фторированные спирты, фторированные эфиры, NF<sub>3</sub>, SF<sub>3</sub>CF<sub>3</sub>.
- 6) Считается, что количества CO<sub>2</sub>, который применяется в качестве растворителя для SF<sub>6</sub> и выделяется при производстве магнезия, весьма незначительны и, как правило, подлежат учёту в других местах кадастра. Здесь «другие галогенсодержащие газы» включают в основном фторированные кетоны.
- 7) Выбросы от использования исходного сырья в нефтехимической промышленности следует относить к 2B8 «Нефтехимическое производство и производство сажи». Выбросы от некоторых видов использования продуктов следует относить к соответствующей категории промышленных источников (например, CO<sub>2</sub> от угольных анодов и электродов относится к 2C «Металлургическая промышленность»).
- 8) К этой категории относятся только выбросы ЛНОС; прямые выбросы парниковых газов не относятся к этой категории. Поэтому методическое руководство не включено в этот том. Руководство по выбросам ЛНОС см. в главе 7 тома 1.
- 9) Сюда относятся выбросы от битумного производства, дорожных и кровельных работ. Дополнительную информацию см. в разделе 5.4 этого тома.
- 10) «Другие галогенсодержащие газы» включают NF<sub>3</sub>, цикло-C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>O и т.д.
- 11) Здесь «другие галогенсодержащие газы» включают C<sub>4</sub>F<sub>9</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (ГФЭ-7200), CHF<sub>2</sub>OCF<sub>2</sub>OC<sub>2</sub>F<sub>4</sub>OCHF<sub>2</sub> (H-Galden 1040x), CHF<sub>2</sub>OCF<sub>2</sub>OCHF<sub>2</sub> (HG-10) и пр.
- 12) Сюда относятся выбросы от использования фторированных газов в качестве растворителей. Выбросы от аэрозолей, содержащих растворители, лучше относить не к этой категории, а к категории 2F4. Выбросы от использования других растворителей следует относить к 2D3.
- 13) Во время подготовки *Руководящих принципов* не были известны о выбросах «других галогенсодержащих газов», но вероятно в будущем эти газы могут найти применение и будут давать выбросы.
- 14) Во время подготовки *Руководящих принципов* не были известны о выбросах ПФУ и «других галогенсодержащих газов», но вероятно в будущем эти газы могут найти применение и будут давать выбросы.
- 15) В данном томе нет раздела, посвящённого этим категориям, однако методическое руководство по выбросам CO<sub>2</sub> от использования карбонатов в этих отраслях промышленности представлено в этом томе, в разделе 2.5 главы 2.

## 1.3 НЕЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА

В разделе 1.1 было отмечено, что некоторые выбросы CO<sub>2</sub> от ископаемого топлива возникают вследствие использования, которое изначально не направлено на энергетические цели, а в этом разделе будут рассмотрены принципы оценки и составления отчётности о таких выбросах. Методы, используемые для оценки выбросов, описаны в специальных главах, посвящённых категориям источников ППИП (главы 3,4 и 5). В данном разделе приводится дополнительная исходная информация относительно применения данных о неэнергетическом использовании, а также раскрыта связь между этими данными и использованием ископаемого топлива.

Неэнергетическое использование разнообразно и широко распространено, поэтому составление правильной отчётности о неэнергетических выбросах концептуально сложно. По правилам *эффективной практики* всё ископаемое топливо, поставляемое для неэнергетических целей, должно быть полностью связано с типами использования, которые предусмотрены в кадастре, а количество выбросов должно соответствовать количеству поставленного углерода. Поэтому раздел 1.4 содержит руководство по оценке согласованности и полноты выбросов углерода от использования топлива в качестве исходного сырья методом (а) проверки того, что требования по количеству исходного сырья для процесса, включенного в кадастр, сбалансированы с поставкой исходного сырья в соответствии с национальной энергетической статистикой; (б) проверки того, что суммарное, рассчитанное снизу вверх, количество выбросов CO<sub>2</sub> от исходного сырья является полным и согласованным для разных подкатегорий; (с) документирования и описания того, каким образом эти выбросы распределены в кадастре.

### 1.3.1 Типы использования

Некоторые первичные виды топлива (уголь, природный газ) и вторичные виды топлива, получаемые из угля и сырой нефти, используются не в качестве топлива. Такое применение называется неэнергетическим использованием топлива, несмотря на то, что оно может включать сжигание части углеводородного содержимого с целью нагревания.

Различают три категории неэнергетического использования топлива в зависимости от его назначения:

1. *Исходное сырьё*. Исходным сырьём служит ископаемое топливо, которое используется в качестве исходного материала для химического превращения с целью получения, в первую очередь, органических соединений и, в меньшей степени, неорганических веществ (в основном, аммиака) и других производных (ОЕСД/IEA/Eurostat, 2004). В большинстве случаев часть углерода сохраняется в составе произведённого продукта. Использование углеводородного сырья для химической конверсии почти полностью ограничено рамками химической и нефтехимической промышленности.
2. *Восстановитель*. Углерод используется в качестве восстанавливающего агента при производстве различных металлов (глава 4) и неорганических продуктов (разделы 3.6 – 3.8). Углерод используется либо непосредственно как восстанавливающий агент, либо косвенно, через промежуточное производство электродов для электролиза. В большинстве случаев лишь небольшое количество углерода переходит в произведённый продукт, при этом большая часть углерода окисляется в восстановительном процессе.
3. *Неэнергетический продукт*. Кроме топлива нефтеперегонные заводы и коксовые печи производят также некоторые неэнергетические продукты, которые используют либо напрямую (т.е. без химической конверсии) за их физические свойства или свойства разбавителей, либо продают химическим предприятиям в качестве химического полупродукта. Смазочные материалы и консистентные смазки применяются в двигателях; твердые парафины применяются для изготовления свечей, покрытия для бумаги и т.д.; битум применяется для покрытия крыш и дорог благодаря его гидроизоляционным свойствам и износостойкости. Нефтеперегонные заводы также производят уайт-спириты, которые находят применение благодаря своим растворяющим свойствам.

В этой главе рассмотрены выбросы, связанные с первым применением углеводородов, относящихся к перечисленным трём категориям. В таблице 1.2 представлены типы углеводородов, применяемых в этих трёх категориях, и основные области их применения. Перечень процессов и типов топлива приводится для иллюстрации и не является исчерпывающим, поскольку здесь не рассматриваются некоторые менее распространённые виды применения продуктов, получаемых на нефтеперегонных заводах и в доменных печах. Например, не рассмотрены олефины, производимые на нефтеперегонных заводах, поскольку лишь

небольшая часть олефинов, идущих на производство полупродуктов, производится на нефтеперегонных предприятиях.

Данный раздел посвящен учету выбросов от промышленных процессов и сжигания топлива в результате использования ископаемого топлива в качестве исходного сырья и восстановителей (первая и вторая категории в таблице 1.2). Относительно более простые вопросы, касающиеся оценки выбросов от первого использования неэнергетических продуктов (третья категория в таблице 1.2), рассмотрены в главе 5 вместе с методами оценки.

В дополнение к выбросам от первого использования углеводородов, продукты, полученные из исходного сырья (метанол, этилен, сажа), и их производные могут давать дополнительные выбросы уже после их производства и продажи. Например, конверсия этилена в окись этилена приводит к значительным выбросам CO<sub>2</sub> от промышленных процессов (раздел 3.9).

Выбросы от последующих применений «использованных» неэнергетических продуктов (отходы после потребления) не включены в этот том, посвященный сектору ППП, но рассматриваются в секторах «Энергетика» и «Отходы» в зависимости от того, извлекается или нет энергия при их переработке или переработка происходит в форме очистки сточных вод.

<b>Тип использования</b>	<b>Примеры типов топлива</b>	<b>Продукт/процесс</b>	<b>Глава</b>
Исходное сырьё	природный газ, масла, уголь	аммиак	3.2
	нафта, природный газ, этан, пропан, бутан, газойль, топливные масла	метанол, олефины (этилен, пропилен), сажа	3.9
Восстановитель	нефтяной кокс	карбиды	3.6
	уголь, нефтяной кокс	диоксид титана	3.7
	доменный кокс, угольная пыль, природный газ	чугун и сталь (первичные)	4.2
	доменный кокс	ферросплавы	4.3
	нефтяной кокс, смола (аноды)	алюминий <sup>1</sup>	4.4
	доменный кокс, уголь	свинец	4.6
	доменный кокс, уголь	цинк	4.7
Неэнергетический продукт	смазочные материалы	смазочные свойства	5.2
	твёрдые парафины	различные (например, свечи, покрытия)	5.3
	битум (асфальт)	дорожные и кровельные покрытия	5.4
	уайт-спирит <sup>2</sup> , некоторые ароматические соединения	в качестве растворителя (краски, химическая чистка)	5.5

<sup>1</sup>. Также используется при вторичном производстве стали (в электродуговых печах) (см. главу 4.2).

<sup>2</sup>. Также известен под названиями нефтяной скипидар, петролейный эфир

### **1.3.2 Учёт выбросов CO<sub>2</sub> от использования ископаемого топлива в качестве исходного сырья и восстановителя**

Идеально было бы проводить оценку выбросов от использования топлива в качестве исходного сырья и восстановителей на основании данных по конкретным предприятиям, которые используют такие процессы. Однако далеко не всегда имеются все необходимые сведения и, по крайней мере, для некоторых оценок могут потребоваться национальные данные о неэнергетическом использовании топлива. Чтобы определить, какие данные потребуются для оценки выбросов CO<sub>2</sub> от процессов, в которых топливные углеводороды используются в качестве исходного сырья или восстановителя,

необходимо понять взаимосвязь между потоками углеводородов и национальными энергетическими данными. Применение термина «неэнергетическое использование» различается для разных стран и источников энергетических данных (Patel, 1999). Например, три категории, рассмотренные выше, в энергетических статистиках часто не объединяют в одну группу неэнергетического использования. В большинстве энергетических статистик топливо в доменных печах не учитывается как *восстановитель*, но учитывается конверсия топлива, в результате которой из угля и других исходных материалов получают доменный газ (см. далее). Такого подхода придерживается Международное энергетическое агентство (МЭА). В своих отчётах оно выделяет категорию *исходное сырьё* в виде примечания к энергетическому использованию в рамках химической отрасли промышленности, тогда как *неэнергетические продукты*, как было сказано выше, рассматриваются в графе «неэнергетическое использование». Напротив, во многих национальных статистиках суммарное значение для всех трёх категорий (как правило, без доменных печей) приводится в виде единой категории, называемой «неэнергетическое использование». Учёт использования топлива в качестве исходных материалов и восстановителя значительно отличается в разных странах и в разных процессах. Общий *углеводородный баланс* для процессов, в которых углеводороды используются в качестве исходного сырья/восстановителя, представленный на рисунке 1.2, помогает понять, где лежит граница неэнергетического использования в статистиках разных стран.

**Рисунок 1.2**      **Общий материальный баланс промышленных процессов, в которых углеводороды используются в качестве исходного сырья (объёмы потоков выбраны произвольно). Адаптировано из Neelis *et al.*, 2005**



В некоторых процессах, использующих углеводороды в качестве исходного сырья, вместе с основными продуктами образуются топливные побочные продукты. Такие побочные продукты сжигаются с целью получения энергии для того же процесса (поток 5), для другого процесса в том же промышленном секторе (поток 6) или в других промышленных секторах (поток 7).

При первичном производстве чугуна в доменных печах кокс используется вместе с другими материалами для восстановления железной руды. Кокс приготавливают из угля в коксовых печах, получая помимо кокса каменноугольный деготь и газ камерных печей. В доменных печах образуется доменный газ. Большая часть чугуна, производимого в доменных печах, идёт на выплавку стали в кислородных конверторах с образованием конвертерного газа, который вмещает большую часть углерода из доменного чугуна. Некоторая часть доменного чугуна направляется в чугунолитейные цеха и для других целей. В национальных и международных статистиках, с целью поддержания энергетического баланса, сырьё для коксовых и доменных печей, как правило, не считают неэнергетическим использованием (в

качестве восстановителя), но рассматривают как энергетические потоки в секторе преобразования энергии. Все продукты этих процессов (кокс, газ из камерных печей, каменноугольный деготь, доменный газ и конвертерный газ) считают продукцией сектора конверсии, за исключением части, потребляемой в самом процессе или других процессах конверсионного сектора. Продукцию конверсионного сектора относят к сектору конечного энергетического использования (в том секторе, где это топливо используется) или к сектору конечного неэнергетического использования (каменноугольный деготь).

При производстве этилена и других основных химических веществ методом парового крекинга помимо основных продуктов (поток 8) образуются топливные побочные продукты. Топливные побочные продукты частично используются для поддержания эндотермической реакции парового крекинга (поток 5), частично – в качестве топлива для других химических процессов (поток 6) и частично их используют в других секторах (поток 7, например, обратный поток к нефтеперегонным установкам для объединения с перегоняемыми продуктами). В отличие от первичного производства чугуна и стали, конверсию сырьевых углеводородов в топливные побочные продукты часто не относят к процессу энергетической конверсии в национальных энергетических статистиках, потому что данные о производстве топливных побочных продуктов, как правило, недоступны. Вместо этого общее количество загруженных углеводородов (включая углеводороды, которые перейдут в топливные побочные продукты) относят к использованию исходного сырья. В национальных энергетических статистиках тех стран, где известны объёмы производства побочных продуктов, сжигание топливных побочных продуктов могут рассматривать как конечное энергетическое потребление и могут исключить их из неэнергетического использования.

При производстве синтез-газа, необходимого для получения аммиака, метанола и других химических веществ, углеводороды используются для получения синтез-газа в процессах парового риформинга или частичного окисления. Поскольку паровой риформинг – эндотермический процесс, то часть углеводородов сжигают в печи для поддержания реакции. Таким образом, часть углеводородов превращается в выбросы  $\text{CO}_2$  от сжигания топлива, а другая часть образует выбросы от промышленных процессов. При конвенционном паровом риформинге сжигание и риформинг протекают в разных реакторах, поэтому могут существовать отдельные данные о потреблении углеводородов каждым из этих реакторов. В процессах с более совершенной концепцией и при частичном окислении намного труднее провести чёткое разделение между выбросами от сжигания и выбросами от промышленных процессов. Согласно правилу отнесения, представленному в блоке 1.1, все выбросы от производства синтез-газа следует учитывать в секторе ППИП.

Другое *использование углеводородов* в процессах, отличных от рассмотренных здесь, можно также отнести к неэнергетическому использованию в национальных энергетических статистиках. Поэтому схематический рисунок, представленный выше, и описанные выше процессы должны рассматриваться в качестве примеров.

В национальных энергетических статистиках может быть применено брутто-определение «неэнергетического использования» для этих процессов, в котором весь объём потребления углеводородов относится к неэнергетическому использованию. Можно также применять нетто-определение, которое заключается в вычитании из общего количества углеводородного сырья той части, которая была отнесена к конечному энергетическому использованию в процессе. В случае брутто-определения поток 1 приравнивается к потоку 3 на рисунке 1.2, а потоки 2 и 4 отсутствуют. В случае нетто-определения углеводородное сырьё (поток 1) разделяется на неэнергетическое использование (поток 3) и конечное энергетическое использование (поток 2). Кроме чистых брутто- и нетто-определений иногда применяется смешанный подход, в зависимости от имеющихся данных о процессах и топливе. При подготовке кадастра для конкретной страны нужно хорошо понять определение неэнергетического использования, чтобы избежать двойного учёта либо пропуска выбросов  $\text{CO}_2$  (см. раздел 1.4). В идеале должны быть известны данные для всех потоков на рисунке 1.2. Потребление топлива в процессе (поток 5) позволяет оценить выбросы сектора ППИП. Однако далеко не всегда доступна вся информация, поэтому рассмотренное выше описание процессов и данных должно создавать ясную картину, необходимую для поиска ключевых данных для инвентаризации выбросов сектора ППИП. Такими ключевыми данными являются количество топливного углерода, введённого в процесс (поток 1), количество углерода в продуктах (поток 8) и количество топливного побочного продукта, используемого в другой категории источников (поток 7; см. также блок 1.1). Оценку выбросов можно также проводить путём вычитания последних двух количеств из первого количества.

### 1.3.3. Выбросы от процессов нефтеперегонки

Нефтеперегонные заводы выпускают нефтепродукты для топливного и неэнергетического использования и одновременно производят водород, другие газы, полупродукты и основные химические вещества. Выбросы  $\text{CO}_2$ , связанные с потреблением топлива на поддержания работы нефтеперегонных заводов,



относятся к выбросам сектора «Энергетика». Этот принцип поддерживается в *Руководящих принципах* даже в тех случаях, когда часть топлива, потребляемого на нефтеперегонном заводе, используется для поддержания производства химических продуктов для продажи (например, пропилена или ароматических соединений). Обычно основные химические вещества производятся на нефтеперегонных заводах переработкой побочных продуктов основного производства; они могут быть использованы в других нефтеперегонных процессах либо транспортированы на соседние нефтехимические заводы. Однако, при условии спроса на основные химические вещества, нефтеперегонные заводы могут приспособить производственный процесс для увеличения выпуска химических веществ с целью прямой продажи на рынке. Несмотря на присутствие этого вида деятельности, использование топлива для поддержки всех процессов всё равно считается топливом для нефтеперегонного завода, и его выбросы относятся к выбросам сектора «Энергетика». Важно понять, что производство основных химических веществ на нефтеперегонных заводах с целью продажи считается вторичным видом деятельности, в отличие от производства химических веществ на соседних или совмещённых нефтехимических заводах. Это согласуется с отдельной статистической классификацией этих двух видов экономической деятельности.

## 1.4 КК ПОЛНОТЫ И ОТНЕСЕНИЯ ВЫБРОСОВ CO<sub>2</sub> ОТ НЕЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

### 1.4.1 Введение

Перед составителями кадастра стоит задача свести к минимуму пропуски и не допустить двойного учёта выбросов от продуктов, содержащих ископаемый углерод. Важно также определить все источники и сделать их правильное отнесение к категории источника.

Далее описаны два подхода к контролю качества (КК), которые должны обеспечить организацию и выполнение этой задачи. Составители кадастра не должны добывать данные о неэнергетическом использовании, если эти данные недоступны (как правило), за исключением тех случаев, когда проверка баланса (описанная далее) показывает наличие значительного дефицита, который требует объяснения.

Перед тем как начать проверку КК, необходимо понять определение неэнергетического использования (включая использование в качестве исходного сырья и восстановителя) и принципы его категоризации согласно тексту раздела 1.3. Выбросы от углерода, используемого в составе материалов в каждой из этих категорий, могут происходить при первом или последующих использованиях в виде производных продуктов, а также при их окончательном разрушении. Для того чтобы не допустить двойного учёта, важно помнить, что некоторые углеродные выбросы от продуктов, полученных из ископаемого топлива, будут учтены в секторах «Отходы» и «Энергетика».

Короче говоря, *эффективная практика* включает проверку полноты всех видов топлива и источников, рассмотренных здесь, и описание того, как и в каком месте кадастра они были учтены. Составители кадастра должны убедиться в том, что всё ископаемое топливо, израсходованное на неэнергетические цели, связано с использованием, предусмотренным инвентаризацией, и убедиться в том, что количество выбросов в кадастре согласуется с количеством израсходованного углерода. Имеется два метода КК для проверки полноты:

- (a) Проверяют, чтобы суммарное, рассчитанное снизу вверх, количество выбросов CO<sub>2</sub> от неэнергетического использования ископаемого топлива в различных подкатегориях было полным и согласованным (раздел 1.4.3.1).
- (b) Проверяют, чтобы потребности в исходном сырье для процессов, включённых в кадастр, находились в балансе с количеством исходного сырья, указанного в национальных энергетических статистиках (раздел 1.4.3.2).

На практике контроль качества является лишь частью процесса инвентаризации, и составители кадастра должны в равной степени учитывать требования по контролю качества, высокую точность и низкий уровень неопределённости с требованиями оперативности и эффективности затрат. Система *эффективной практики* направлена на достижение такого баланса и на постоянное улучшение качества кадастровых оценок. В разделе 6.2 тома 1 представлена дополнительная информация по практическим аспектам выбора приоритетности усилий в области ОК/КК и проверки достоверности. В связи с этим *эффективной практикой* считается выполнение, по крайней мере, первой проверки полноты выбросов CO<sub>2</sub>, особенно если суммарное количество выбросов CO<sub>2</sub> от неэнергетического использования топлива

превышает наименьший уровень *ключевой категории*. Кроме того, приветствуется, если составители кадастра проверяют баланс поставки исходного сырья и потребности в исходном сырье (если они обладают для этого достаточными ресурсами).

Кроме этих методов КК в данном разделе представлено руководство по составлению документов и отчётов о распределении этих выбросов в кадастре и способе проверки полноты (раздел 1.4.4). Там, где отработанные газы от промышленных процессов были использованы и учтены в секторе «Энергетика», выбросы CO<sub>2</sub> от неэнергетического использования должны быть отнесены к выбросам от сектора «Энергетика» (1А). Независимо от КК по полноте, *эффективная практика* предусматривает составление отчёта об отнесении этих источников внутри кадастра для обеспечения прозрачности и сравнимости между странами. (См. примерный формат в разделе 1.4.4).

## 1.4.2 Границы методов

Контроль качества по полноте (рассмотрен в разделе 1.4.3) отличается от контроля качества по документированию отнесения выбросов, который описан в разделе 1.4.4. Полнота учёта проверяется с помощью двух методов с нисходящей детализацией, каждый из которых ограничен рамками выбросов от первого неэнергетического использования топлива. При проведении контроля качества отнесения выбросов проверяют, в каких местах кадастра были учтены все выбросы от неэнергетического использования топлива, от разрушения неэнергетических продуктов и от летучих выбросов при производстве топлива.

Составителям кадастра рекомендуется кроме проверки полноты выбросов CO<sub>2</sub> проверять баланс между снабжением исходным сырьем и потребностью в исходном сырье (если они располагают для этого достаточными ресурсами). Составители кадастра используют те же данные об исходном сырье и о другом неэнергетическом использовании из энергетических статистик и те же показатели углеродного содержания, что и при расчёте исключённого углерода в эталонном подходе к оценке CO<sub>2</sub> от сжигания топлива секторе «Энергетика» (см. главу 6 тома 2).

## 1.4.3 Контроль качества по полноте

*Проверка полноты* учета CO<sub>2</sub> (раздел 1.4.3.1) начинается с энергетического баланса и нацелена на проверку того, чтобы все значительные выбросы CO<sub>2</sub> от первого неэнергетического использования ископаемого топлива были учтены в каком-либо разделе кадастра, причём без двойного учёта. Количество выбросов равно сумме выбросов CO<sub>2</sub> от: (а) топлива, используемого в качестве исходного сырья в химической промышленности; (б) топлива, используемого в качестве восстановителя в металлургии; (с) топливных продуктов, окисленных в процессе использования (частично или полностью); прямые выбросы или выбросы углеродсодержащих не-CO<sub>2</sub> газов (ЛНОС, СО и СН<sub>4</sub>), которые окисляются в атмосфере).

Последующие выбросы CO<sub>2</sub> могут иметь место в фазе отходов, если отработанные масла или продукты сжигают. Однако, количество продуктов, содержащих ископаемый углерод, которое ежегодно уничтожается в качестве отходов, не равно количеству, которое ежегодно расходуется для первого использования, потому что продукты, содержащие ископаемый углерод, могут быть импортированы в страну или экспортированы из страны, либо они могут использоваться в течение нескольких лет до момента их уничтожения. Сложности, возникающие в связи с международной торговлей, относятся в равной степени к использованию продуктов, изготовленных из исходного сырья, и к их производным. Поскольку производные продукты также могут быть импортированы или экспортированы, то выбросы от их использования (например, от производства окиси этилена или акрилонитрила) нельзя напрямую связывать с первым неэнергетическим использованием ископаемого топлива. По этой причине *проверка полноты* CO<sub>2</sub> ограничивается первым неэнергетическим использованием ископаемого углерода, которое приводит к выбросам, и не включает выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания отходов. Другими неэнергетическими источниками ископаемого CO<sub>2</sub> являются сжигание в факелах, удаление газов и прочие летучие выбросы категории 1В, которые также не входят в этот метод проверки полноты.

*Проверка баланса исходного сырья* (раздел 1.4.3.2) концептуально проще и начинается со статистики неэнергетического использования поставок исходного сырья/восстановителей, после чего её сравнивают с отчётной (или предполагаемой) потребностью в исходном сырье различных промышленных процессов. В ходе этой проверки обнаруживаются несоответствия между двумя блоками данных, что может указывать на наличие неучтённых процессов либо на то, что исходное сырьё было отнесено к сжиганию топлива.

### 1.4.3.1 ПРОВЕРКА ПОЛНОТЫ УЧЕТА CO<sub>2</sub>

Метод основан на сравнении количества выбросов CO<sub>2</sub> согласно отчётам с количеством потенциальных выбросов CO<sub>2</sub>, связанных с неэнергетическим использованием топлива. Метод состоит из трёх этапов:

1. Рассчитывают CO<sub>2</sub>-эквивалент углеродного содержания для неэнергетического ископаемого топлива, опираясь на данные национальных энергетических статистик (включая кокс и другое твёрдое топливо, введённое в доменные печи).
2. Суммарное количество выбросов CO<sub>2</sub>, приходящееся согласно отчётам на подкатегорию ППИП, относят к (основному) топливу, израсходованному на неэнергетические цели. Это количество должно включать выбросы от побочного топлива, которое было перемещено из сектора ППИП и учтено в секторе «Энергетика».
3. Суммарное количество выбросов CO<sub>2</sub> в секторе ППИП от ископаемого топлива (по данным отчётов), сравнивают с нисходящей оценкой потенциальных выбросов CO<sub>2</sub> для углерода, содержащегося в израсходованном исходном сырье. Сравнение проводят путём подсчёта реального количества выделившегося CO<sub>2</sub> в виде доли от полного потенциального количества CO<sub>2</sub> в израсходованном топливе. Эти доли можно сравнить с цифрами, опубликованными для различных отраслей промышленности (см. далее этап 3 «Действия, предпринимаемые после проведения сравнения»). Если обнаруживаются значительные несоответствия, то следует перечислить их вероятные причины, принимая во внимание точность отнесения источников к отдельным видам топлива.

#### **Этап 1: количество исходного сырья и содержание углерода в CO<sub>2</sub>-эквиваленте**

Количество исходного сырья и неэнергетического использования, указанное в таблице 1.3 представляет собой конечное потребление каждого вида топлива на неэнергетические цели согласно национальным энергетическим статистикам. Количества должны быть выражены (или преобразованы) в тераджоулях (ТДж) с использованием низших теплот сгорания (о значениях, принятых МГЭИК по умолчанию, см. главу 1 тома 2). Затем потенциальные выбросы в эквиваленте CO<sub>2</sub>, связанные с углеродным содержанием, могут быть рассчитаны на основании значений углеродного содержания, принятых по умолчанию для данной страны, или на основании значений углеродного содержания, принятых МГЭИК по умолчанию (о значениях, принятых МГЭИК по умолчанию, см. главу 1 тома 2).

Если в энергетической статистике страны ведётся отдельный учёт производства побочных газов в химических процессах, то эти показатели также должны быть включены в верхний ряд, где указаны количества топлива, связанные с выбросами CO<sub>2</sub> от исходного сырья, и соответствующие CO<sub>2</sub>-эквиваленты, рассчитанные с использованием значений углеродного содержания для этой страны.

#### **Этап 2: отнесение категории источника CO<sub>2</sub> к одному или нескольким видам сырьевого топлива**

Выбросы CO<sub>2</sub>, учтённые в секторе ППИП, получаемые в основном с металлургической и химической промышленности, следует относить к соответствующим типам топлива, вводимым в процесс. Сюда также должны быть включены выбросы от неэнергетического использования ископаемого топлива, включенные в другом месте отчета. Руководство по такому распределению представлено в таблице 1.3. В этой таблице самое распространённое сырьевое топливо для каждой подкатегории отмечено ячейкой в жирной рамке. Другие виды топлива, которые используются в качестве исходного сырья для этих источников, отмечены обычными ячейками. В большинстве случаев эти ячейки представляют собой отнесение, которое должно быть проверено для конкретной страны. Если более подробная информация недоступна, то все выбросы CO<sub>2</sub> можно отнести к ячейке с жирной рамкой. Если данные для конкретной страны говорят о том, что в качестве исходного сырья используется несколько видов топлива, то можно использовать либо доли для каждого вида топлива, либо принять допущение о том, что все виды топлива внесли одинаковый вклад.

#### **Этап 3: действия, предпринимаемые после проведения сравнения**

Долю потенциального CO<sub>2</sub>, который фактически выделился, можно рассчитать для типа топлива или для группы топлив; можно оценить уровень, тенденцию и ежегодные колебания этой доли. Значения этих долей можно сравнить со значениями, выводимыми из информации о категориях источников для методологических уровней или из литературных данных (например, Neelis *et al.*, 2005).

Небольшие отклонения или изменения можно ожидать вследствие технологических различий или различий в условиях производства. Крупные отклонения могут быть следствием больших различий в технологии или (при сравнении с данными других стран или с литературными данными) следствием

ТАБЛИЦА 1.3 ПРОВЕРКА ПОЛНОТЫ УЧЕТА CO<sub>2</sub> ОТ НЕЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА

Примечания	Год _____				Твердые вещества		Каменноуг. деготь	Угольн. нефть	Кисл. конв./ домен. газ (Газ CO) b)	Всего твердых
		Уголь	Кокс							
2	A: Декларировано как НОВОЕ (из баланса товаров)				ТДж					
3	B: Содержание углерода				кг С/ТДж					
	C: Всего поставлено сырья/неэнерг.				Гг С					
4	D: Всего поставлено сырья/неэнерг.				Гг CO <sub>2</sub> -эquiv.					
5	E: Предположительно окисленная доля углерода				%					
		Деятельность а)	Выбросы CO <sub>2</sub> а)	Предполаг. коэф. выбросов CO <sub>2</sub>						
6	F: Суммарн. CO <sub>2</sub> ППП из ископ. топлива				Гг CO <sub>2</sub>					
	<b>2A: ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ</b>				Гг CO <sub>2</sub>					
7	<b>2A: Производство минеральных материалов</b>				Гг CO <sub>2</sub>					
	(указать подкатегорию)				Гг CO <sub>2</sub>					
7	<b>2B: Химическая промышленность</b>				Гг CO <sub>2</sub>					
	2B1: Производство аммиака				Гг CO <sub>2</sub>					
	2B5: Производство карбида				Гг CO <sub>2</sub>					
	2B6: Производство диоксида титана				Гг CO <sub>2</sub>					
	2B8: Нефтехим. производство и производство сажи				Гг CO <sub>2</sub>					
	2B8a: Метанол				Гг CO <sub>2</sub>					
	2B8b: Этилен				Гг CO <sub>2</sub>					
	2B8f: Сажа				Гг CO <sub>2</sub>					
	2B10: Прочее				Гг CO <sub>2</sub>					
7	<b>2C: Металлургическая промышленность</b>				Гг CO <sub>2</sub>					
	2C1: Производство чугуна и стали				Гг CO <sub>2</sub>					
	2C2: Производство ферросплавов				Гг CO <sub>2</sub>					
	2C3: Производство алюминия				Гг CO <sub>2</sub>					
	2C4: Производство свинца				Гг CO <sub>2</sub>					
	2C5: Производство цинка				Гг CO <sub>2</sub>					
	2C6: Прочее				Гг CO <sub>2</sub>					
7	<b>2D: Использование растворителей и неэнергетич.</b>				Гг CO <sub>2</sub>					
	2D1: Использование смазочных материалов				Гг CO <sub>2</sub>					
	2D2: Использование парафинов				Гг CO <sub>2</sub>					
	2D3: Использование растворителей				Гг CO <sub>2</sub>					
	2D4: Прочее				Гг CO <sub>2</sub>					
7	<b>2H: Прочее</b>				Гг CO <sub>2</sub>					
	2H1: Целлюлозно-бумажная промышленность				Гг CO <sub>2</sub>					
	2H2: Пищевая и безалкогольная промышленность				Гг CO <sub>2</sub>					
	2H3: Прочее				Гг CO <sub>2</sub>					
	<b>Исключения, относящиеся к другим разделам</b>				Гг CO <sub>2</sub>					
7	<b>1A СЖИГАНИЕ ТОПЛИВА</b>				Гг CO <sub>2</sub>					
	1A1a: Осн. деятельность по производству электроэнергии и тепла				Гг CO <sub>2</sub>					
	1A1b: Нефтепереработка				Гг CO <sub>2</sub>					
	1A1c: Производство твердого топлива и другие энергетические отрасли				Гг CO <sub>2</sub>					
	1A2: Производство и строительство				Гг CO <sub>2</sub>					

а) Те же данные о деятельности, что и в базовой таблице сектора (также для данных о деятельности, которые не были оценены (шифр NE), не встречаются (шифр NO) или являются конфиденциальными (шифр C) и для выбросов, которые не были оценены, не встречаются или учтены в другом месте кадастра, где применимо)

б) Включать только в том случае, если производство кокса рассматривается в отчете как часть интегрированного производства чугуна и стали.

1: Для каждого года

2: Ср.: в дополнительных рабочих формулярах (Worksheets) для метода, основанного на CO<sub>2</sub>-эквиваленте, следует вычитать НОВЫЕ из суммарного видимого потребления.

3: Значения, принятые по умолчанию МГЭИК, или национальные значения

4: Так называемые потенциальные выбросы, т.е. сырье/неэнергетическое топливо, содержащее углерод, в пересчете на CO<sub>2</sub>-эквивалент.

5: Отношение выбросов CO<sub>2</sub> (прямые выбросы а также прямые выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу от другого углерода (не-CO<sub>2</sub>) на некоторых уровнях группирования (по детализированным типам топлива или по более крупным типам топлива) к суммарным потенциальным выбросам CO<sub>2</sub> от израсходованного сырьевого НОВОГО топлива.

6: Сумма подкатегорий источников ППП, относящаяся к деятельности по сжиганию топлива 1A (вследствие транспортировки топливных побочных продуктов в другую категорию источников (и 1B, 4C, где применимо)).

7: Сумма подкатегорий данной категории.

ТАБЛИЦА 1.3 ПРОВЕРКА ПОЛНОТЫ УЧЁТА CO<sub>2</sub> ОТ НЕЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Примечания	Год _____				Жидкие	Топл.		Нефг.							Газ				
					нафта	Газойль	масло	Этан	СНГ (b)	кокс	Прочее	Хим. газ	Смазки	Воски	Битум	Всего жидких	Прир. газ	Газ, всего	
2	A: Декларировано как НОВОЕ (из баланса товаров)				ТДж														
3	B: Содержание углерода				кг С/ГДж														
4	C: Всего поставлено сырья/неэнерг.				Гг С														
5	D: Всего поставлено сырья/неэнерг.				Гг CO <sub>2</sub> -экв														
5	E: Предположительно окисленная доля углерода				%														
6	F: Суммарн. CO <sub>2</sub> ППИП из ископ. топлива	Деятельность а)	Выбросы CO <sub>2</sub> а)	Предполаг. коэф. выбросов CO <sub>2</sub>	Гг CO <sub>2</sub>														
6	<b>2 ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ</b>				Гг CO <sub>2</sub>														
7	<b>2A: Производство минеральных материалов</b> (указать подкатегорию)				Гг CO <sub>2</sub>														
7	<b>2B: Химическая промышленность</b>				Гг CO <sub>2</sub>														
	2B1: Производство аммиака				Гг CO <sub>2</sub>														
	2B5: Производство карбида				Гг CO <sub>2</sub>														
	2B6: Производство диоксида титана				Гг CO <sub>2</sub>														
	2B8: Нефтехим. производство и производство сажи				Гг CO <sub>2</sub>														
	2B8a: Метанол				Гг CO <sub>2</sub>														
	2B8b: Этилен				Гг CO <sub>2</sub>														
	2B8f: Сажа				Гг CO <sub>2</sub>														
	2B10: Прочее				Гг CO <sub>2</sub>														
7	<b>2C: Металлургическая промышленность</b>				Гг CO <sub>2</sub>														
	2C1: Производство чугуна и стали				Гг CO <sub>2</sub>														
	2C2: Производство ферросплавов				Гг CO <sub>2</sub>														
	2C3: Производство алюминия				Гг CO <sub>2</sub>														
	2C4: Производство свинца				Гг CO <sub>2</sub>														
	2C5: Производство цинка				Гг CO <sub>2</sub>														
	2C6: Прочее				Гг CO <sub>2</sub>														
7	<b>2D: Использование растворителей и неэнергетич.</b>				Гг CO <sub>2</sub>														
	2D1: Использование смазочных материалов				Гг CO <sub>2</sub>														
	2D2: Использование парафинов				Гг CO <sub>2</sub>														
	2D3: Использование растворителей				Гг CO <sub>2</sub>														
	2D4: Прочее				Гг CO <sub>2</sub>														
7	<b>2H: Прочее</b>				Гг CO <sub>2</sub>														
	2H1: Целлюлозно-бумажная промышленность				Гг CO <sub>2</sub>														
	2H2: Пищевая и безалкогольная промышленность				Гг CO <sub>2</sub>														
	2H3: Прочее				Гг CO <sub>2</sub>														
	Исключения, относящиеся к другим разделам				Гг CO <sub>2</sub>														
7	<b>1A СЖИГАНИЕ ТОПЛИВА</b>				Гг CO <sub>2</sub>														
	1A1a: Осн. деятельность по производству электроэнергии и тепла				Гг CO <sub>2</sub>														
	1A1b: Нефтеперегонка				Гг CO <sub>2</sub>														
	1A1c: Производство твердого топлива и другие энергетические отрасли				Гг CO <sub>2</sub>														
	1A2: Производство и строительство				Гг CO <sub>2</sub>														

Примечание: в табличной части ячейки в жирной рамке показывают основные виды топлива, которые используются в качестве исходного сырья или восстановителя в процессах, указанных слева. Обычные ячейки обозначают другие известные типы исходного сырья или восстановители для процессов в столбце слева.

использования различных определений исходного сырья (дополнительную информацию см. в разделе 1.3). Третьей причиной отклонений могут быть ошибки в отнесении категорий источников к конкретным видам топлива, используемым в качестве исходного сырья в процессах.

### 1.4.3.2 ПРОВЕРКА БАЛАНСА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ

Принцип *проверки баланса исходного сырья* заключается в сравнении количества поставляемого исходного сырья и восстановителя (по данным национальных статистик) с потребностью в исходном сырье для каждого процесса, в котором они используются. Если наблюдается значительное различие между поставленным количеством и потребностью в исходном сырье, то следует предпринять действия для определения неучтенного в кадастре исходного сырья либо топлива, израсходованного в качестве исходного сырья, которое было учтено как потребление или конверсия топлива.

В отличие от *проверки полноты CO<sub>2</sub>* *проверка баланса исходного сырья* проводится на уровне количества топлива, а не выбросов CO<sub>2</sub>. Этот метод должен подтвердить, что весь углерод исходного сырья был правильно распределен по категориям источников, присутствующим в кадастре.

Применение этого метода будет описано далее; для него была разработана рабочая таблица (таблица 1.5a). Перечень видов сырьевого топлива представлен в таблице 1.4.

ТАБЛИЦА 1.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВИДОВ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В КАЧЕСТВЕ ХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ ИЛИ ВОССТАНОВИТЕЛЯ				
Твёрдые вещества	Жидкости		Газы	Другие виды топлива
уголь	газ, образующийся при нефтеперегонке	нафта	природный газ	другие виды топлива
доменный кокс *	этан	керосин		отходы (ископаемый углерод)
нефтяной кокс *	пропан	газойль		
каменноугольный деготь и масла *	бутан	топливное масло		
	сжиженный попутный газ	отработанные масла		

\* В том числе использование в качестве электродов

#### Этап 1: снабжение исходным сырьём

Объёмы снабжения каждым видом исходного сырья и восстановителя взяты из национальных топливных статистик, представленных в виде товарных или энергетических балансов. Они будут показаны как неэнергетическое использование или использование в качестве исходного сырья (в соответствии с традицией, установившейся в конкретной стране) и как восстановители для химических процессов. Количества должны быть выражены (или преобразованы) в тераджоулях (ТДж) с использованием низших теплот сгорания (о значениях, принятых МГЭИК по умолчанию, см. главу 1 тома 2).

Способы определения исходного сырья в отчётах разных стран отличаются. Это обстоятельство всесторонне обсуждено в разделах 1.2.1 и 1.3.2. Поэтому следует внимательно определять и использовать правильные цифры о расходе углеводородов, которые должны согласовываться с брутто-потребностями процессов в углеводородах в качестве исходного сырья или восстановителя (включая углеводороды, не обозначенные или частично обозначенные в энергетических статистиках как неэнергетические материалы). Суммарное количество углеводородов, отнесённое к использованию в качестве исходного сырья/восстановителя, необходимо для *проверки баланса исходного сырья*, описанного здесь, потому что удельное потребление исходного сырья (УПИС) для каждого процесса (как указано в таблице) включает потребность в топливе. УПИС – это количество исходного сырья или восстановителя (выраженное в ТДж/Гг) на тонну произведённого продукта.

#### Этап 2: потребность в исходном сырье

Потребность в исходном сырье для каждого процесса включает топливо, взятое прямо или косвенно из исходного сырья. Если необходимые данные известны из промышленных источников, то они могут быть включены в графу «потребности» рабочей таблицы. Если необходимые данные не известны, то потребности для процессов рассчитывают исходя из объёмов производства и, где необходимо, используют мнение экспертов, основанное на оценке выбросов от процесса. Цифры потребностей

процесса, по-видимому, должны совпадать с поставленным количеством (взятом из энергетических статистик) *только в том случае, если* данные о поставленном количестве были взяты из промышленных источников.

Когда рассчитывают потребности исходя из объёмов производства с помощью сводной таблицы, то берут те объёмы производства, которые относятся к процессу с конкретным исходным сырьём. Если два или более видов исходного сырья используется в одном процессе, тогда соответствующие объёмы производства применяют для каждого из видов исходного сырья.

В таблице 1.5b представлены коэффициенты УПИС, которые связывают объёмы производства и потребность в исходном сырье. Эти коэффициенты представляют собой удельную потребность процесса в сырье и включают использование исходного сырья в качестве топлива. Коэффициенты, представленные в таблице 1.5b, были выведены с использованием методов, описанных в этом томе *Руководящих принципов*, и считаются коэффициентами по умолчанию. По правилам *эффективной практики* национальные коэффициенты используются в том случае, если было показано, что они более правильные, чем коэффициенты по умолчанию, представленные здесь.

Если  $R_{ij}$  выражает потребность процесса  $i$  в исходном сырье  $j$ , тогда общая потребность в исходном сырье  $j$  ( $R_j$ ), будет выражена уравнением:

**УРАВНЕНИЕ 1.1**  
**ОБЩАЯ ПОТРЕБНОСТЬ С ИСХОДНОМ СЫРЬЕ**

$$R_j = \sum_i R_{ij} = \sum_i (SFC_{ij} \cdot P_{ij})$$

Где

$R_j$  = общая потребность в исходном сырье  $j$ , ТДж

$R_{ij}$  = потребность процесса  $i$  в исходном сырье  $j$ , ТДж

$SFC_{ij}$  = удельное потребление исходного сырья  $j$  в процессе  $i$ , ТДж/Гг

$P_{ij}$  = объём производства в процессе  $i$  с использованием исходного сырья  $j$ , Гг

$R_j$  затем сравнивают с цифрами поставок исходного сырья  $j$ . Разница видна из таблицы 1.5a. Последовательность выполнения проверки показана на блок-схеме на рисунке 1.3.

### Этап 3: действия, предпринимаемые после проведения сравнения

Если разница составляет более 10 процентов от поставленного количества исходного сырья, то следует проверить данные и, если эта разница будет подтверждена, исследовать причины её возникновения. Десятипроцентный порог был выбран произвольно, чтобы отразить вероятную общую неопределённость, присущую этим данным.

*Эффективная практика* предусматривает исследование причин возникновения разницы, если объёмом поставок исходного сырья значительно превышает очевидные потребности, поскольку это свидетельствует о том, что:

- Процессы и, следовательно, и источники выбросов, возможно, не были учтены; или
- Цифры удельной энергетической потребности процесса, используемые в этом методе, занижены. Поэтому следует скорректировать цифры удельной энергетической потребности для отражения национальных реалий.

Если расчетная потребность превышает наблюдаемые объёмы поставок исходного сырья, то это значит, что:

- Использование сырьевого топлива было учтено в другом месте как сжигаемое топливо или как конверсия топлива.
- Возможно, в энергетических статистиках было использовано нетто-определение поставок исходного сырья вместо брутто-определения (см. ссылку на этилен и другие химические вещества в разделе 1.3.2).
- Данные о потребности в исходном сырье, получаемые прямо из промышленных источников, завышены, поскольку в них было включено топливо, поступающее на завод (или более обобщённо, поступающее в категорию источника), которое не используется в процессе и, следовательно, не предназначено для использования в качестве сырья. Несырьевое топливо не должно быть

учитываться, если потребность в исходном сырье выводится на основании объемов выпуска продукции.

Если значительная разница сохраняется, то следует перечислить вероятные причины возникновения этой разницы, принимая во внимание точность расчёта с использованием значений (по умолчанию) удельного потребления исходного сырья для конкретной комбинации категории источника и исходного сырья.

**Таблица 1.5a** Сравнение поставки исходного сырья с потребностью в исходном сырье, рассчитанном по объёму выпуска продукции

ГОД	Исходное сырьё или восстановитель (ТДж)	УПИС процесса (ТДж/Гг)	Продукция (Гг [= кт])
	Исходное сырьё		
	Поставленное количество		
	Разница		
Химич. вещества	Пр-во аммиака	↑ Значения из табл. 1.5b	
	Карбид кремния		
	Карбид кальция		
	Этилен		
	Метанол		
	Техн. углерод		
Прочее			
Металлы	Чугун и сталь	↓	
	Ферросплавы		
	Алюминий		
	Цинк		
	Свинец		
	Прочее		

Таблица 1.5a представляет собой сокращённый вариант полной таблицы. В полной таблице табличная часть многократно повторена и вмещает все типы исходного сырья или восстановителя. В каждом повторе заголовки в первой колонке «Исходное сырьё или восстановитель» заменяют названием топлива. Затем в колонку 2 вносят соответствующие значения УПИС. Значения УПИС по умолчанию представлены в таблице 1.5b далее.

На CD-ROM *Руководящих принципов, 2006* имеется книга Excel, в которую включены полная таблица, значения по умолчанию и формула для проведения всех требуемых расчётов.



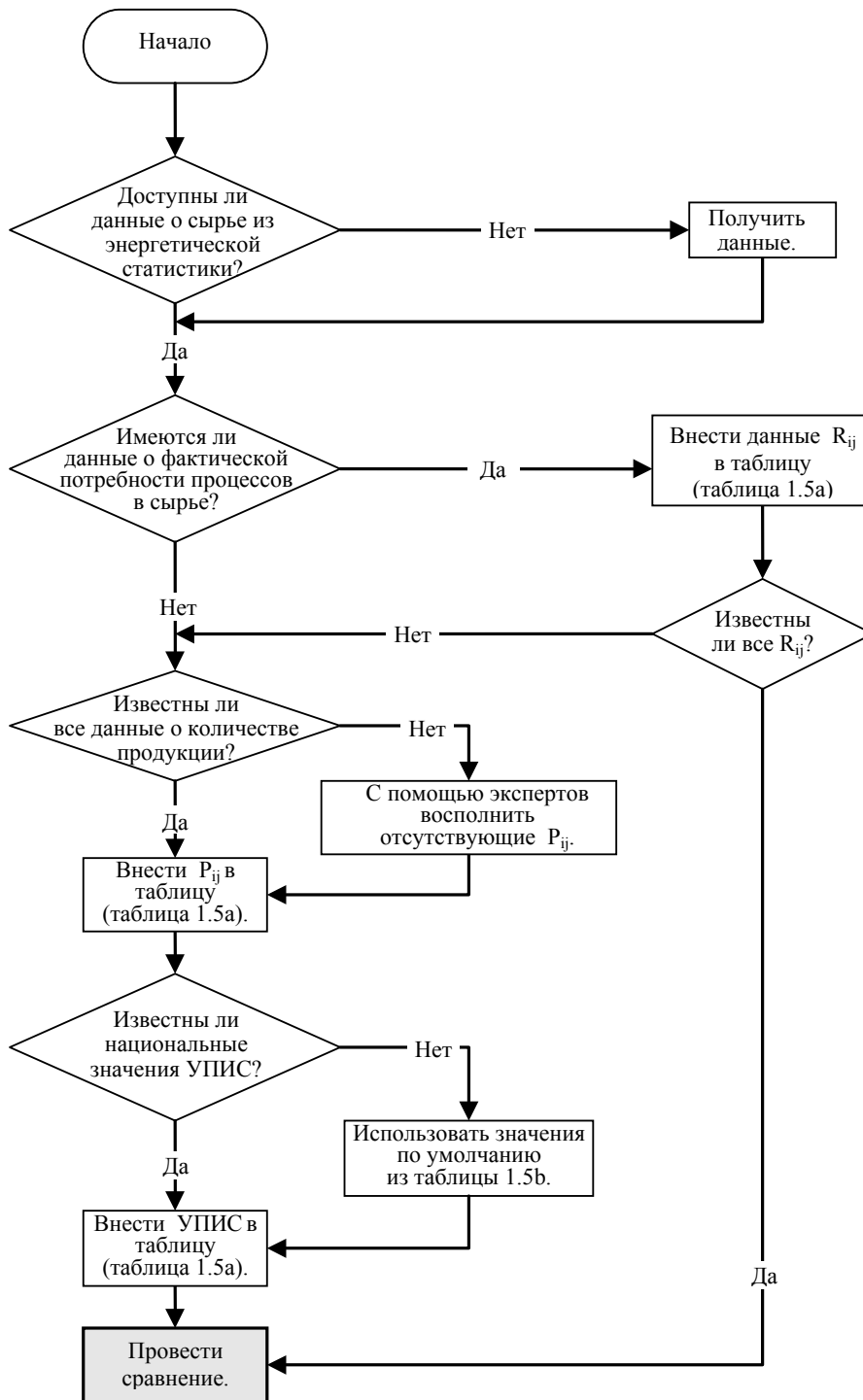
Таблица 1.5b УДЕЛЬНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ ИСХОДНОГО СЫРЬЯ/ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ (ГДж/Гт)

		Уголь	Доменный кокс	Нефтяной кокс	Каменноуг. дёготь и масла	Газ от нефте-перегонки	Этан	Пропан	Бутан	Сжиж. попутн. газ	Нафта	Керосин	Газойль	Топливн. масло	Отработ. масла	Природ. газ
Хим. вещества	Произв. аммиака													43(l)		38(o)
	Карбид кремния			37(e)												
	Карбид кальция			21(f)												
	Этилен						58(j)	100(k)	104(k)	102(k)	137(k)					
	Метанол	72(a)												37(m)		34(p)
	Сажа				60(h)									60(n)		12(q)
Металлы	Прочее															
	Чугун и сталь		10(b)													
	Ферросплавы															
	Алюминий			12(g)	3(i)											
	Цинк		21(c)													
	Свинец		7(d)													
Прочее																

## Примечания.

- (a) **Метанол:** из раздела 3.9.2.2; таблица 3.13; см. в таблице точное значение для используемого процесса.
- (b) **Чугун и сталь:** из раздела 4.2.2.3: «Переводные коэффициенты представлены в таблице 6.2 документа МГЭИК и равны 940 кг доменного чугуна на тонну жидкой стали и 358 кг кокса на тонну доменного чугуна», поэтому потребность в коксе равна  $0,358 \times 28,2$  МДж/тонну (теплота сгорания кокса) = 10 ГДж/тонну чугуна
- (c) **Цинк:** из раздела 4.7.1 (только пирометаллургический процесс) взято из Sjardin(2003). Потребление кокса равно 0,74 тонны кокса/тонну цинка. То есть  $0,74 \times 28,2$  ГДж/тонну (теплота сгорания кокса) = 21 ГДж/тонну цинка.
- (d) **Свинец:** взято из Sjardin (2003). Потребление кокса равно 0,26 тонны кокса/тонну свинца. То есть  $0,26 \times 28,2$  ГДж/тонну (теплота сгорания кокса) = 7 ГДж/тонну свинца.
- (e) **Карбид кремния:** из раздела 3.6.2.2: «Это предполагает типичный коэффициент выброса 2,3 тонны CO<sub>2</sub>/тонну использованного нефтяного кокса (IPCC, 1996) или 2,62 тонны CO<sub>2</sub>/тонну произведённого карбида». Поэтому потребление кокса равно  $2,62/2,3 = 1,14$  тонны нефтяного кокса/тонну карбида. То есть  $1,14 \times 32,5$  ГДж/тонну (теплота сгорания кокса) = 37 ГДж/тонну SiC.
- (f) **Карбид кальция:** из раздела 3.6.2.2: «Для производства 1 тонны карбида требуется 1750 кг известняка (или 950 кг CaO), 640 кг нефтяного кокса и 20 кг угольных электродов». То есть потребность в коксе равна  $0,64 \times 32,5$  ГДж/тонну (теплота сгорания кокса) = 21 ГДж/тонну CaC<sub>2</sub>.
- (g) **Алюминий:** из раздела 4.4.2.2; таблица 4.11: среднее для двух процессов  $1,65$  тонн CO<sub>2</sub>/тонну Al =  $0,45$  тонн C/тонну Al. Пусть аноды содержат 84% кокса и 16% смолы. (Sjardin 2003). Пусть кокс состоит из 92% C и смола – из 93% C. Пусть низшая теплота сгорания равна 30 МДж/кг для кокса и 35,6 МДж/кг для смолы. Тогда потребность в коксе равна 12 ГДж/тонну Al и потребность в смоле равна 3 ГДж/тонну Al.
- (h) **Технический углерод:** приравнивается к топливному маслу. См. примечание (n) ниже.
- (i) **Алюминий:** см. примечание (g) ниже.
- (j) **Этилен:** из раздела 3.9.3.3; таблица 3.25. Потребность в этане равна: низшая теплота сгорания этана x 1/матричное значение выхода. То есть  $46,4 \times 1/0,803 = 58$  ГДж/тонну.
- (k) **Этилен:** потребность в исходном сырье может быть выведена также, как для этана. См. примечание (j) выше.
- (l) **Аммиак:** из раздела 3.2.2.2; таблица 3.1: предполагается частичное окисление.
- (m) **Метанол:** из раздела 3.9.2.2; таблица 3.13. См. в таблице точное значение для этого процесса.
- (n) **Сажа:** согласно Voll *et al.* (1997) и EU Integrated Pollution Prevention and Control (2004), таблица 4.13.
- (o) **Аммиак:** из раздела 3.2.2.2; таблица 3.1.
- (p) **Метанол:** из раздела 3.9.2.2; таблица 3.13. См. в таблице точное значение для этого процесса.
- (q) **Сажа:** согласно Voll *et al.* (1997) и EU Integrated Pollution Prevention and Control (2004), таблица 4.13.

**Рисунок 1.3** Блок-схема для проверки полноты учёта неэнергетического использования топлива



**Примечание:**

$R_{ij}$  = потребность процесса  $i$  в исходном сырье  $j$ , ТДж

$УПИС_{ij}$  = удельное потребление исходного сырья  $j$  в процессе  $i$ , ТДж/Гг

$P_{ij}$  = количество произведенной продукции в процессе  $i$  с использованием исходного сырья  $j$ , Гг

## 1.4.4 Отчётность и документация об отнесении выбросов и КК по полноте

*Эффективная практика* предусматривает составление обзора, выводов и документирование проверки на полноту учёта (если она проводилась) для неэнергетического использования топлива и летучих выбросов при производстве топлива. Она включает определение использования в рамках сектора ППИП и в рамках деятельности по сжиганию топлива (категория 1А) сектора «Энергетика», как было изложено в этом разделе.

Существуют различные национальные методы учёта топлива, используемого в качестве исходного сырья, в энергетической статистике, и существует возможность (в исключительных случаях) учитывать часть выбросов CO<sub>2</sub> в секторе «Энергетика» (см. разделы 1.2.1 и 1.3.2). Таким образом, согласно *эффективной практике* отчёт об инвентаризации включает:

- Информацию о том, где и как неэнергетическое использование топлива было учтено в кадастре (в секторе «Энергетика» или в секторе «Промышленные процессы и использования продуктов») (раздел 1.4.4.1).
- Информацию о том, где и как выбросы углерода, отличные от CO<sub>2</sub>, были учтены в кадастре. Такие выбросы имеют место в процессах, которые не являются ни сжиганием, ни биогенными процессами с участием ископаемого углерода, например, выбросы от использования растворителя.
- Результаты проверки полноты, где применимо. Подробная информация о проведении КК на полноту должна храниться во внутренней документации (раздел 1.4.4.2) в соответствии с руководством по ОК/КК (см. главу 6 тома 1).

Первый пункт этого списка относится к отнесению выбросов к сектору ППИП или, возможно, к деятельности, связанной со сжиганием топлива (категория А) в секторе «Энергетика», а также к определению «неэнергетического использования» и «использования в качестве исходного сырья», принятому в национальных энергетических статистиках. В зависимости от определения категории источника вклад выбросов CO<sub>2</sub>, связанных с использованием исходного сырья и с неэнергетическим использованием, варьируется от доли процента до около 5 процентов национального общего объёма выбросов CO<sub>2</sub>, связанных с ископаемым топливом.

Описание проверки полноты должно включать объяснение для каждого отнесения одного источника к нескольким секторам. В частности следует объяснить, каким образом были скорректированы выбросы от промышленных процессов в тех случаях, когда топливные побочные продукты (отходящие газы или газы, отводимые из процесса) были транспортированы в другую категорию источника в секторе ППИП или в секторе «Энергетика».

### 1.4.4.1 ОТНЕСЕНИЕ ВЫБРОСОВ CO<sub>2</sub> ОТ НЕЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Таблицу 1.6 можно использовать для документирования и оформления в отчёте следующей информации, которая таблице на подкатегории секторов выбросов CO<sub>2</sub> от ископаемого топлива (без сжигания топлива). Количества каждого типа топлива, потреблённого для неэнергетических целей (что соответствует количеству исключённого углерода в подходе, основанном на CO<sub>2</sub>-эквиваленте) должны быть отражены во внутренней документации. Это относится к:

- разделению между *выбросами от промышленных процессов*, которые учитываются в секторе ППИП, и *выбросами от сжигания топлива*, которые учитываются в секторе «Энергетика»;
- распределению выбросов CO<sub>2</sub> от *прямого использования «топлива»* за его физические свойства и выбросов CO<sub>2</sub> от *использования химических продуктов* в секторе ППИП. Выбросы от *обработки отходов* этих продуктов (например, сжиганием) относятся к сектору «Отходы».

В таблице распределения выбросов (таблица 1.6) колонки «Первичный НОВЫЙ тип топлива» и «Другие НОВЫЕ типы топлива» должны быть заполнены для каждой категории. Выбросы CO<sub>2</sub> из базовой таблицы сектора ППИП (либо шифры, указывающие на то, что такие выбросы не были оценены, не имеют места или учтены в другом месте кадастра, где применимо) должны быть внесены в колонку выбросов ППИП. Затем выбросы CO<sub>2</sub>, связанные с неэнергетическим использованием ископаемого топлива, которые не относятся к ППИП, добавляют в соответствующие подкатегории 1А. Эти подкатегории обозначаются в отчете о ППИП как (частично) учтённые где-то в другом разделе кадастра

вместе со ссылкой на этот раздел. Таким образом, таблица включает все выбросы от сектора ППИП (где бы они не были учтены) и документирует полный отчёт об этих выбросах в секторах ППИП и «Энергетика». Включение сектора «Энергетика» повышает прозрачность отчётности о полноте выбросов CO<sub>2</sub> в том, что касается выбросов от отработанных газов и других газов, таких как доменный газ, образующийся в промышленных процессах, но используемый для сжигания топлива в других секторах экономики и поэтому относимый к сектору «Энергетика».

#### **1.4.4.2 Полнота учета выбросов CO<sub>2</sub> от НЕЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Кроме краткой справки об отнесении и полноте выбросов от неэнергетического использования ископаемого топлива документы *эффективной практики* должны включать:

- Описание методов, применявшихся для расчёта выбросов (в соответствующих разделах отчёта по категориям источников). Оно должно включать причину каждого отклонения от отнесений, принятых в классификации источников МГЭИК, если такие отклонения имеются.
- Результаты *проверки полноты* CO<sub>2</sub> (если они имеются), по крайней мере, для базового года (если имеются необходимые данные) и для последнего отчётного года. Эти результаты должны быть представлены в виде таблицы наподобие таблицы 1.3, в форме внутреннего документа. Если также была проведена *проверка баланса исходного сырья* на полноту, то должна быть представлена таблица, в которой показана разница между ожидаемым потреблением сырья и количеством поставленного сырья минимум для базового года (если имеются необходимые данные) и для последних двух лет (как в таблице 1.5а) в форме внутреннего документа.
- Объяснение значительных непредвиденных отклонений по количеству или тенденции (если таковые имеются). Объяснение должно отражать основную причину таких отклонений.
- Выводы по результатам сравнения, из которых должно быть ясно, имеются ли значительные неучтённые выбросы CO<sub>2</sub>. Если значительные неучтенные выбросы имеются, то следует указать количества неучтённого CO<sub>2</sub> и к какой части кадастра они относятся.

<b>ТАБЛИЦА 1.6</b>					
<b>ОТНЕСЕНИЕ ВЫБРОСОВ CO<sub>2</sub> ОТ НЕЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА К ППИП И ДРУГИМ СЕКТОРАМ</b>					
Категория	Отчётный год: .....				Примечания
	Первичное НОВОЕ топливо <sup>(1)</sup>	Другие виды НОВОГО топлива <sup>(1)</sup>	Количество выбросов, учтённое в секторе ППИП CO <sub>2</sub> <sup>(2)</sup> (Гг)	Если учтено в другом месте: подкатегория в 1А, в которой (частично) учтены эти выбросы	
<b>2 Промышленные процессы и использование продуктов</b>					
<b>2А Производство минеральных материалов</b>					
(Указать подкатегорию)	(уголь, ...)				4
<b>2В Химическая промышленность</b>					
2В1 Производство аммиака	природный газ	нефть, уголь			
2В5 Производство карбида	нефтяной кокс	нефть			
2В6 Производство диоксида титана	уголь				
2В8 Нефтехимическое производство и производство сажи					
2В8а Метанол	природный газ	уголь, нефть			5
2В8b Этилен	нафта	газойль; бутан, этан, пропан, сжиженный попутный газ			5
2В8f Сажа	природный газ	нефть, газ из камерных печей			
2В10 Прочие					
<b>2С Metallургическая промышленность</b>					
2С1 Производство чугуна и стали	кокс	уголь, нефтяной кокс (угольные электроды)			6
2С2 Производство ферросплавов	(угольные электроды)	кокс, уголь			7
2С3 Производство алюминия	(угольные электроды)	кокс, уголь			7
2С5 Производство свинца	кокс				
2С6 Производство цинка	кокс				
2С7 Прочее	(угольные электроды)	кокс, уголь			
<b>2D Использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива</b>					
2D1 Использование смазочных материалов	смазки	консистентные смазки			
2D2 Использование твёрдых парафинов	воски				
2D3 Использование растворителей	(нефтяной скипидар)	каменноугольный деготь и масла			8
2D4 Прочее					9
<b>2Н Прочее</b>					
2Н1 Целлюлозно-бумажная промышленность					
2Н2 Пищевая и безалкогольная промышленность	кокс				
2Н3 Прочее					
<b>1 ЭНЕРГЕТИКА</b>					
<b>1А Деятельность, связанная со сжиганием топлива</b>			<b>Учтено в секторе 1А <sup>(3)</sup></b>		
Основная деятельность – 1А1а производство тепла и электроэнергии	(доменный газ)	(химические отходящие газы)			10
1А1b Нефтеперегонка					
1А1с Производство твёрдого топлива и другие отрасли энергетики	(доменный газ)				
1А2 Производственные отрасли и строительство	(доменный газ)	(смазочные материалы, химические отходящие газы)			

(1) В колонки «Первичное НОВОЕ топливо» и «Другие виды НОВОГО топлива» вносят фактически используемые типы топлива.

(2) Это те же выбросы, которые были отражены в базовой таблице для этого сектора (и те же ключевые обозначения для выбросов, которые не были оцены (NE), не встречаются (NO) или учтены в другом месте кадастра (IE), где применимо). Если (частично) учтено в другом месте, то ссылку на другую категорию источника приводят в следующей колонке.

(3) Здесь учитываются только выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания отработанных газов, полученных в промышленных процессах, но использованных для сжигания топлива в других секторах экономики и учтённые в секторе «Энергетика» (например, сжигание доменного газа или химические отходящие газы, перемещённые с места производства в другую категорию источника).

- (4) Например, пыль антрацита можно использовать при производстве стекла (2A3).
- (5) В случаях, когда производство отходящих газов (т.е. побочных газов) полностью учтено в энергетических статистиках, сжигание этих газов можно использовать для расчета и инвентаризации выбросов CO<sub>2</sub> на основании убыли исходного сырья. Часть этих отходящих газов может сжигаться за пределами места производства (т.е. в секторе, не относящемся к нефтехимической промышленности) и поэтому должна быть учтена отдельно (как сжигание топлива) в секторе «Энергетика».
- (6) Часть доменного газа, получаемого из кокса и используемого в доменных печах, может сжигаться за пределами места производства (т.е. не в секторе производства чугуна и стали) и поэтому должна быть учтена отдельно, как сжигание топлива, в секторе «Энергетика».
- (7) Углеродные электроды обычно изготавливаются из кокса, угля или дёгтя либо на месте (самими потребителями углеродных электродов), либо отдельно, на заводах по производству анодов (и затем их продают потребителям внутри или вне страны). Если аноды импортируются или экспортируются, то между топливом, израсходованным на производство анодов, и количеством анодов, потреблённых в стране, нет прямой корреляции.
- (8) Нефтяной скипидар часто используется как растворитель, иногда в смеси с другими жидкостями. Ароматические соединения, получаемые из угольной нефти, могут также применяться в качестве растворителей.
- (9) Выбросы от битумного производства, дорожных и кровельных покрытий следует относить к 2D4. Однако битум (и другие масла-разбавители или «дорожное масло») применяемый в этом виде деятельности не даёт выбросов CO<sub>2</sub>.
- (10) CO<sub>2</sub> от доменного газа и химических отходящих газов следует учитывать здесь только в том случае, если они используются для коммунального производства тепла или электроэнергии.

## 1.5 ВЫБОР МЕЖДУ ПОДХОДОМ, ОСНОВАННОМ НА БАЛАНСЕ МАСС, И ПОДХОДОМ, ОСНОВАННОМ НА КОЭФФИЦИЕНТАХ ВЫБРОСОВ

### 1.5.1 Введение

В главах 7 и 8 описано несколько методов оценки выбросов ГФУ, ПФУ и SF<sub>6</sub> от герметизированного оборудования с длительным сроком службы, включая кондиционеры воздуха и холодильники, электрооборудование и оборудование пожаротушения. Эти методы в целом подразделяются на две категории: (1) подходы, основанные на массовом балансе химического потребления и изменениях парка оборудования, и (2) подходы, основанные на химических банках и коэффициентах выброса. Оба подхода (основанные на массовом балансе и на коэффициентах выбросов) применимы на различных уровнях группирования, в том числе (при перечислении от большего к меньшему) на глобальном, региональном и национальном уровне. Уровни более мелкого группирования варьируются в зависимости от типа выбросов. Для выбросов, описанных в главе 8 (например, для выбросов SF<sub>6</sub> от электрооборудования) можно применять методы на уровне предприятий или на уровне фаз срока службы оборудования. Для главы 7 (например, выбросы ГФУ и ПФУ от оборудования для кондиционирования воздуха, охлаждения и пожаротушения) могут применяться методы на уровне приложения (т.е. вида применения) (уровень 1) субприложения (уровень 2). Оба типа подходов могут быть очень точными, но в зависимости от условий и имеющихся данных один из подходов может оказаться более точным. В текущем разделе дано описание подхода, основанного на массовом балансе, и подхода, основанного на коэффициентах выбросов, а также правила *эффективной практики* для выбора одного из этих подходов исходя из национальных условий.

### 1.5.2 Сильные и слабые стороны подхода, основанного на балансе масс

*Подход, основанный на балансе масс*, прослеживает количество новых химических веществ, введённых в экономику страны, предприятие или запас оборудования (на уровне приложения или субприложения), для каждого года. Затем проводится учёт доли новых химических веществ, которые были израсходованы для заполнения газом нового оборудования или для замены разрушенного газа. Потребление, которое невозможно учесть, считается либо газом, который выделился при замене (в процессе технического обслуживания оборудования), либо газом, который выделился самостоятельно.

Важным преимуществом массово-балансового подхода является то, что он учитывает фактические выбросы в том месте, где они произошли, отражая разницу не только между типами предприятий и оборудования, но и между отдельными предприятиями и единицами оборудования. Таким образом, массово-балансовый подход является, по-видимому, более точным в тех случаях, когда интенсивность выбросов меняется в зависимости от оборудования и предприятия, и до некоторой степени в тех случаях, когда интенсивность выбросов меняется во времени. Поскольку интенсивность выбросов меняется (часто непредсказуемым образом), то при *эффективной практике* преимущественно используют массово-балансовый подход, а не подход, основанный на коэффициентах выбросов, потому что (1)

имеются точные данные о деятельности для массово-балансового подхода; и (2) никакие недостатки, описанные ниже, не относятся к процессам или оборудованию, для которых делается оценка выбросов.

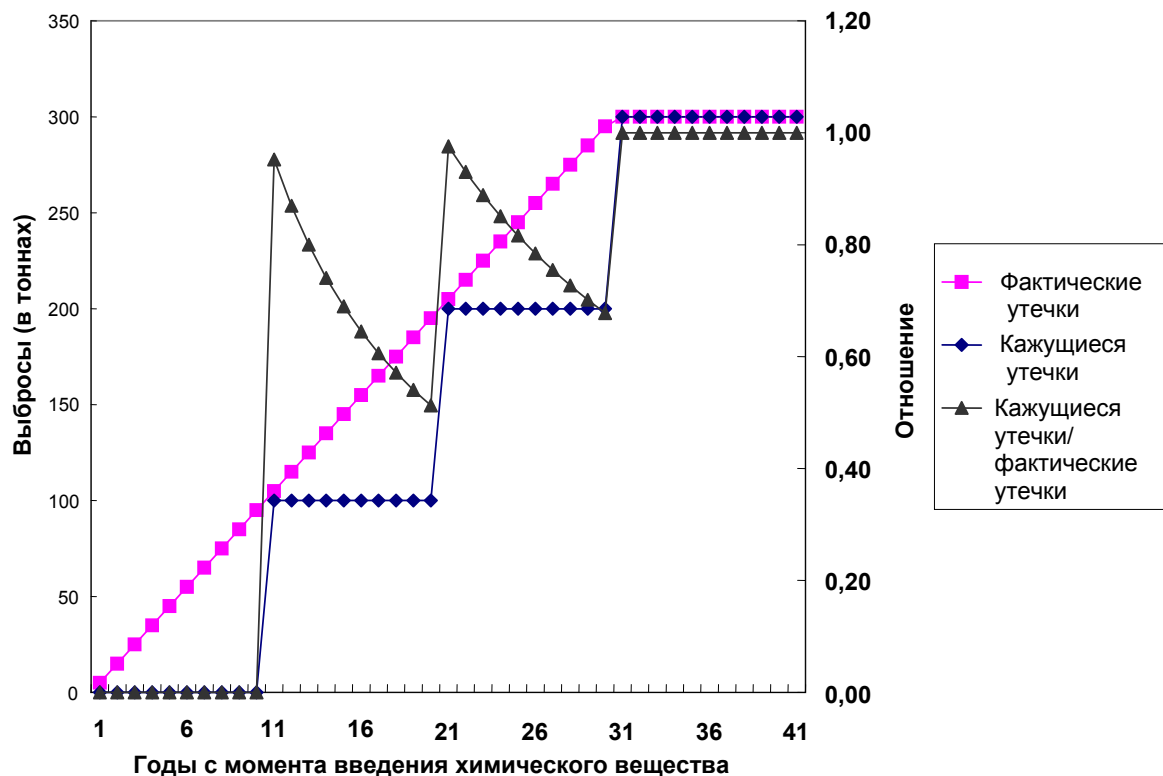
Подход, основанный на балансе масс, имеет два недостатка. Во-первых, точность подхода ограничена точностью измерительного оборудования (для измерения массы, плотности и давления), что даёт ошибку около  $\pm 1$  или 2 процентов. Если интенсивность выбросов от процесса (например от установки оборудования) попадает в этот интервал (т.е. 3 процента от паспортной емкости в год и менее), то массово-балансовый подход для такого процесса будет неточным.

Во-вторых, в массово-балансовом подходе некоторые выбросы обнаруживаются после того, как они произошли, иногда несколькими годами позже. Это объясняется тем, что оборудование, которое протекает медленно, может работать годами и даже десятилетиями при неполном заполнении. Этот период запаздывания может резко снизить точность, если техническое обслуживание проводится нечасто и/или запас оборудования быстро растёт. По-видимому, это характерно для (1) типов оборудования, которое почти никогда не пополняют в течение срока службы (например, герметизированное электрооборудование или герметичное оборудование для кондиционирования воздуха и охлаждения, например бытовые холодильники), и (2) стран, которые лишь недавно начали использовать оборудование, содержащее SF<sub>6</sub>, и/или оборудование кондиционирования и охлаждения, содержащее ГФУ. В последнем случае массово-балансовый подход будет давать сильно заниженную оценку для первых нескольких лет эксплуатации оборудования, поскольку потребление химических веществ для перезаправки оборудования будет близко к нулю вплоть до того времени, когда оборудование будет перезаправлено в первый раз. Для электрооборудования этот срок может длиться до 10 – 20 лет после введения оборудования в экономику страны, в зависимости от скорости утечки из оборудования. Для холодильного оборудования и оборудования кондиционирования воздуха этот срок может длиться до 5 – 20 лет после введения оборудования в экономику страну, также в зависимости от интенсивности утечки из оборудования.

На рисунках 1.4 и 1.5 показана «ошибка запаздывания», связанная с массово-балансовым подходом, для этих двух примеров. На рисунке 1.4 показана ошибка, которая может возникнуть, если страны лишь недавно начали эксплуатировать электрооборудование, содержащее SF<sub>6</sub>, или оборудование кондиционирования воздуха, содержащее ГФУ. В этих примерах техническое обслуживание оборудования (перезаправка) проводится каждые 10 лет при сроке службы 30 лет. Предполагается, что ежегодно продаётся одно и то же количество оборудования, но общий его запас возрастает до истечения срока службы. Для примера предположим, что утечки составляют 100 процентов выбросов (т.е., выбросы при монтаже оборудования, техническом обслуживании или утилизации равны нулю).<sup>7</sup>

<sup>7</sup> В этом примере паспортная емкость оборудования, продаваемого ежегодно, принимается равной 1 000 тоннам, а скорость утечки предполагается равной одному проценту в год. Следует отметить, однако, что взаимосвязь между кажущимися и фактическими утечками на самом деле не зависит от ежегодных продаж или интенсивности утечки.

**Рисунок 1.4** Кажущиеся и фактические утечки, при условии отсутствия ежегодного роста продаж оборудования (техническое обслуживание через 10 лет, срок службы 30 лет)

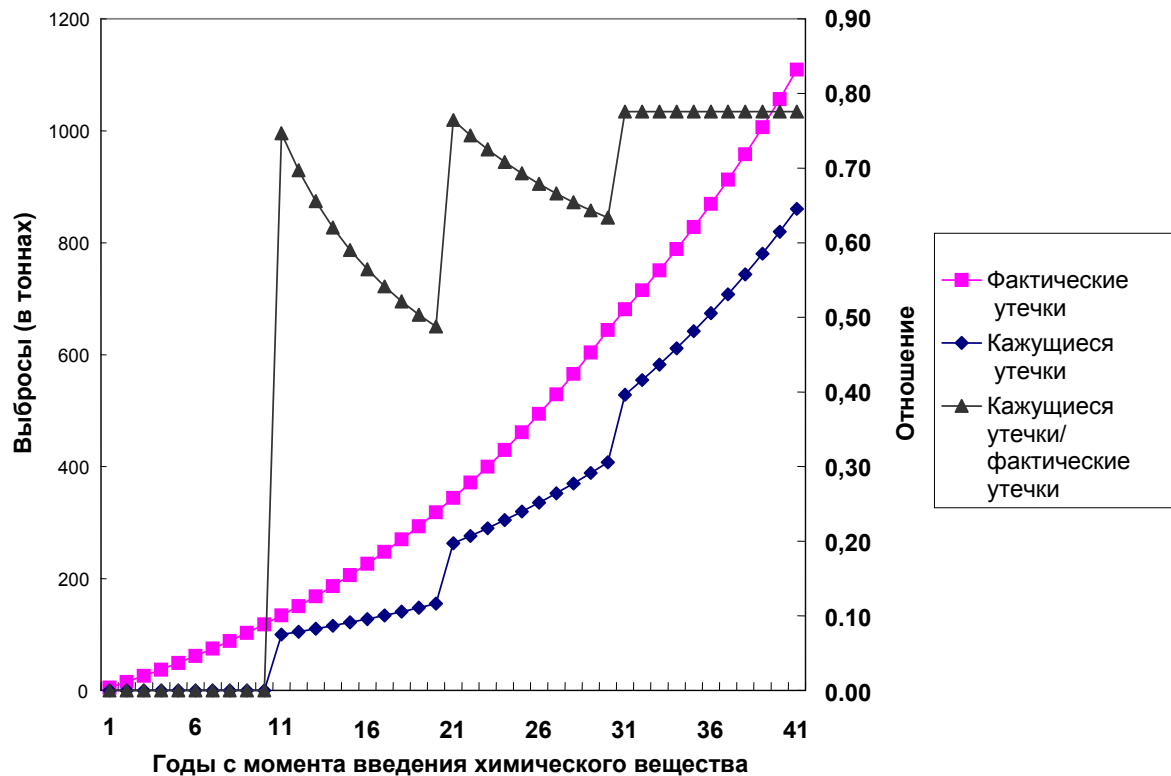


На рисунке 1.4 видно, что после того, как химическое вещество было заправлено в оборудование, выбросы (фактические утечки) растут быстро, поскольку банк химических веществ в запасе оборудования удваивается на второй год, утраивается на третий год и увеличивается в четыре раза в четвертом году. Однако продажи химических веществ для перезаправки (кажущиеся утечки) остаются близкими к нулю вплоть до 11-го года, когда оборудование, установленное в 1-ом году, перезаправили в первый раз. В 21-ом году продажи вновь подскочили, потому что на этот раз техническое обслуживание проходят два поколения оборудования. Когда срок службы оборудования заканчивается, то кажущиеся утечки возрастают и становятся равными фактическим утечкам (их отношение равно 1,0) и ошибка запаздывания исчезает.

На рисунке 1.5 дана иллюстрация такой же ситуации, что и на рисунке 1.4, за исключением того, что в этом примере предполагается рост продаж оборудования на 5 процентов в год. Взаимосвязь между количеством кажущихся и фактических утечек очень напоминает пример на рисунке 1.4 вплоть до того момента, когда срок службы оборудования начинает заканчиваться. В этот момент кажущиеся утечки возрастают, но они никогда не становятся равными фактическим утечкам. Вместо этого взаимосвязь между кажущимися и фактическими утечками стабилизируется на постоянном равновесном значении (в данном примере 0,78).



**Рисунок 1.5 Кажущиеся и фактические утечки, при условии ежегодного роста продаж оборудования на 5% (техническое обслуживание через 10 лет, срок службы 30 лет)**



В общем случае, если среднее время между заправками равно  $R$ , то подход, основанный на балансе масс, даст очень неточную оценку выбросов до  $(R+1)$ -го года с того момента, когда химическое вещество было введено в экономику страны. Точность оценки будет колебаться в течение следующих лет, достигая максимума в тот момент, когда срок службы оборудования начнёт заканчиваться.<sup>8</sup>

### 1.5.3 Сильные и слабые стороны подхода, основанного на коэффициентах выбросов

<sup>8</sup> Максимальная, долгосрочная точность массово-балансового подхода зависит от частоты перезаправки оборудования, от темпов роста продаж нового оборудования и от того, какая часть выбросов от общего количества выбросов приходится на утечки. Точность можно оценить по следующим уравнениям (для экспоненциального роста запаса оборудования):

$$\frac{\text{Кажущиеся утечки}}{\text{Фактически е утечки}} = \frac{R[\ln(1+g)]}{(1+g)^R - 1}$$

где  $R$  = количество лет между заправками и  $g$  = ежегодные темпы роста продаж оборудования. (Это то же самое, что темпы роста запасов с того момента, когда достигается равновесие)

Если  $F$  = часть от общего количества выбросов, состоящих из утечек, то справедливо следующее уравнение:

$$\frac{\text{Кажущиеся выбросы}}{\text{Фактические выбросы}} = F \left( \frac{\text{Кажущиеся утечки}}{\text{Фактически е утечки}} \right) + (1-F)$$

Если составители кадастра могут получить информацию о переменных в этих уравнениях, то они могут использовать их оба для количественных расчётов и для компенсации ошибки запаздывания присущей массово-балансовому подходу (Schaefer, 2002).

В подходе, основанном на коэффициентах выбросов, выбросы являются производными от коэффициента выбросов и (1) паспортной емкости оборудования, которое потребляет или вмещает химическое вещества; либо (2) банка химического вещества. (Эти количества подобны, но не обязательно равны между собой.) К счастью, там, где массово-балансовый подход кажется неточным, можно использовать подход, основанный на коэффициентах выбросов. Однако устойчивость и достоверность модели, основанной на коэффициентах выбросов, сильно зависит от точности коэффициентов выбросов. Кроме того, коэффициенты выбросов для этих категорий (а именно, для заменителей ОРВ или SF<sub>6</sub> электрооборудования) имеются не для всех регионов мира.

Интенсивность выбросов может варьироваться для различных предприятий, типов оборудования и во времени, в зависимости от конструкции оборудования (которая варьируется в зависимости от места и времени изготовления оборудования), порядка обращения с химическими веществами, наличия современного погрузочно-разгрузочного оборудования, цен на химические вещества, законодательства (например о регенерации химических веществ) и других факторов. Поэтому *эффективная практика* предусматривает разработку коэффициентов выбросов с использованием репрезентативного образца предприятия и репрезентативных типов оборудования, а также проверку этих коэффициентов, по крайней мере, каждые пять лет.

Методы с использованием коэффициентов выбросов для Ряда 3, рассмотренные в главах 8, а также методы с использованием коэффициентов выбросов для Ряда 2 (методы Ряда 2а), рассмотренные в главе 7, требуют, чтобы страна и/или её предприятия вели подробную отчетность по выбранным методам для проверки и подтверждения правильности коэффициентов выбросов. При необходимости коэффициенты выбросов должны быть скорректированы, чтобы оценки выбросов в конечном итоге соответствовали измеренным фактическим потерям газа (например, согласно отчетам о продаже химических веществ и/или о повторной заправке оборудования).

В таблице 1.7 представлены принципы, а также сильные и слабые стороны подхода, основанного на балансе масс, и подхода, основанного на коэффициентах выбросов.

<b>Таблица 1.7</b> <b>Выбор между подходом, основанным на балансе масс, и подходом, основанным на коэффициентах выбросов</b>	
<b>Подход, основанный на балансе масс</b>	<b>Подход, основанный на коэффициентах выбросов</b>
<p><b>Принцип.</b> Подход отслеживает количество новых химических веществ, введённых в экономику страны, или ёмкость нового оборудования для каждого года, учитывая газ, который был израсходован на заправку ёмкости нового оборудования или для замены разрушенного газа. Потребление, которое невозможно учесть, считается либо газом, выделившимся при замене газа, либо газом, выделившимся самостоятельно.</p>	<p><b>Принцип.</b> Выбросы являются производными от коэффициента выбросов и (1) паспортной ёмкости оборудования, которое потребляет или вмещает химическое вещества либо от (2) банка химического вещества. (Эти количества подобны, но не обязательно равны между собой).</p>
<p><b>Уровни группирования.</b> Оба подхода, основанные на массовом балансе и на коэффициентах выбросов, применимы на различных уровнях группирования. Для электрооборудования уровни группирования включают страны, предприятия и фазу срока службы оборудования. Для оборудования кондиционирования воздуха, охлаждения и пожаротушения, уровни группирования включают приложение, субприложение и более мелкие типы разгруппирования оборудования.</p>	
<p><b>Точность подхода будет выше, если:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• интенсивность выбросов меняется в зависимости от предприятия и/или единицы оборудования и, в некоторой степени, во времени.</li> <li>• интенсивность выбросов от промышленных процессов выше 3% в год</li> <li>• оборудование часто перезаправляют</li> <li>• запас оборудования растёт медленно</li> <li>• оборудование, вмещающее ГФУ, ПФУ или SF<sub>6</sub>, использовалось в стране не менее чем один период между перезаправками, принятый для этого оборудования. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 10-20 лет для электрооборудования</li> <li>○ 5-20 лет для оборудования кондиционирования воздуха и холодильного</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Точность подхода будет выше, если:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• интенсивность выбросов практически постоянна для определённых типов оборудования и/или предприятий.</li> <li>• интенсивность выбросов от промышленных процессов ниже 3% в год</li> <li>• оборудование редко или никогда не перезаправляют</li> <li>• запас оборудования растёт быстро</li> <li>• оборудование, вмещающее ГФУ, ПФУ или SF<sub>6</sub>, использовалось в стране менее чем один период между перезаправками, принятый для этого оборудования. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 10-20 лет для электрооборудования</li> <li>○ 5-20 лет для оборудования кондиционирования воздуха и холодильного</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Другие соображения.</b> В долгосрочном плане этот подход будет отражать фактическое количество выбросов, однако обнаружение выбросов может происходить со значительным запаздыванием во времени (в некоторых случаях на 20 и более лет).</p>	<p><b>Другие соображения.</b> Коэффициенты выбросов следует периодически проверять, чтобы они всегда были реальными.</p>

## Ссылки

### РАЗДЕЛЫ 1.1 И 1.2

- EEA (2005). "EMEP/CORINAIR. Emission Inventory Guidebook – 2005", European Environment Agency, Technical report No 30. Copenhagen, Denmark, (December 2005). Available from web site see: <http://reports.eea.eu.int/EMEP/CORINAIR4/en>
- Eurostat (2005). Europroms. PRODCOM Data. The PRODCOM annual dataset DS-008451 is available at website: <http://fd.comext.eurostat.cec.eu.int/xtweb/setupdimselection.do>
- IPCC (2001). Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp.
- Milbrath, D. (2002). "Development of 3M™ Novec™ 612 Magnesium Protection Fluid as a Substitute for SF<sub>6</sub> Over Molten Magnesium," International Conference on SF<sub>6</sub> and the Environment: Emission Reduction Technologies, November 21-22, 2002, San Diego, CA.
- UN (2004). 2001 Industrial Commodity Statistics Yearbook. United Nations Statistics Division, Energy and Industry Statistics Section, Report no. ST/ESA/STAT/SER.P/41, 17 September 2004. Series P, No. 41, Sales number: E/F.03.XVII.10. Also available on CD-ROM as 'Industrial Commodity Statistics Dataset (1950-2002)'. See internet: <http://unstats.un.org/unsd/industry/publications.htm>
- USGS (2005). International Minerals Statistics and Information. U.S. Geological Survey. Available at website: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/index.html#pubs>

### РАЗДЕЛЫ 1.3 И 1.4

- EU Integrated Pollution Prevention and Control (2004). Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Large Volume Inorganic Chemicals - Solid and Others Industry. (Draft August 2004)
- Neelis, M.L., Patel, M., Gielen, D.J. и Blok, K. (2005). Modelling CO<sub>2</sub> emissions from non-energy use with non-energy use emission accounting tables (NEAT) model, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 45, Issue 3, pp. 226-251.
- OECD/IEA/Eurostat (2004). Energy Statistics Manual. IEA PUBLICATIONS, 9 rue de la Fédération, 75739 PARIS Cedex 15 PRINTED IN FRANCE BY STEDI, September 2004. Available at website: [http://www.iea.org/dbtw-wpd/textbase/nppdf/free/2004/statistics\\_manual.pdf](http://www.iea.org/dbtw-wpd/textbase/nppdf/free/2004/statistics_manual.pdf), visited 3 February 2005.
- Patel, M.K. (1999). Statistical definitions of non-energy use. 1st NEU-CO<sub>2</sub> project workshop, 23-24 September 1999. IEA, Paris. Available at website: <http://www.chem.uu.nl/nws/www/nenergy/wrkshp1c.htm>, visited 3 February 2005.
- Sjardin, M. (2003). CO<sub>2</sub> Emission Factors for Non-Energy Use in the Non-Ferrous Metal, Ferroalloys and Inorganics Industry. Copernicus Institute, Utrecht, The Netherlands. June 2003.
- Voll, M. и Kleinschmit, P. (1997). 'Carbon Black' in Ullman's encyclopedia of industrial chemistry. 5th ed. on CD-ROM, Vol. A5. John Wiley and Sons; 1997.

### РАЗДЕЛ 1.5

- Schaefer, D. (2002). A Potential Error Associated with Using Chemical and Equipment Sales Data to Estimate Greenhouse Gas Emissions from Long-lived, Pressurized Equipment, Non-CO<sub>2</sub> Greenhouse Gases: Scientific Understanding, Control Options and Policy Aspects, Proceedings of the Third International Symposium, Maastricht, The Netherlands, 21-23 January 2002, pp. 229- 230. Millpress, Rotterdam, Netherlands, 2002.