

5

ОТХОДЫ

СОПРЕДСЕДАТЕЛИ, РЕДАКТОРЫ И ЭКСПЕРТЫ

Сопредседатели совещания экспертов по выбросам из отходов

Така Хираиши (Япония) и Бурухани Ниензи (Танзания)

РЕДАКТОР-РЕЦЕНЗЕНТ

Хосе Домингос Мигес (Бразилия)

Группа экспертов: Выбросы CH_4 из свалок твердых отходов

СОПРЕДСЕДАТЕЛИ

А. Д. Бхиде (Индия) и Риитта Пипатти (Финляндия)

АВТОРЫ СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ДОКУМЕНТА

Йенс Е. Фрэйланд Енсен (Норвегия) и Риитта Пипатти (Финляндия)

СОТРУДНИЧАЮЩИЕ АВТОРЫ

Жоао В. де Сильва (Бразилия), Паскаль Боек (Бельгия), Кейт Браун (СК), Роберт Хоппаус (МГЭИК/ОЭСР), Чарльз Джабб (Австралия), Томас Керр (США), Торре Клеффельгаард (Норвегия), Освальдо Лукон (Бразилия), Герд Маушиц (Австрия), Кармен Медаглия (Бразилия), Мартин Милтон (СК), Микаэл Мондшайн (США), Ганс Оонк (Нидерланды), Бостьян Парадич (Словения), Катаржина Стечко (Польша), Эгль Новаес Тейксейра (Бразилия), Сиринторнтеп Тоупрейоон (Таиланд) и Ирина Ессеркепова (Казахстан).

Группа экспертов: Выбросы CH_4 и N_2O при обработке сточных вод

СОПРЕДСЕДАТЕЛИ

Мишель Доорн (Нидерланды) и Фаузи Сенхайи (Марокко)

АВТОР СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ДОКУМЕНТА

Джон Хобсон (СК)

СОТРУДНИЧАЮЩИЕ АВТОРЫ

Джулиана Адамкова (Словацкая Республика), Уильям Ирвинг (США) Скарлет Лара (Чили), Кеннет Олсен (Канада), Карин Ройк (Чили), Ингвар Свенссон (Швеция) и Соня Марсо Виера (Бразилия)

Группа экспертов: Выбросы при сжигании отходов

СОПРЕДСЕДАТЕЛИ

Мартин Бигг (СК) и Ньютон Пасиорник (Бразилия)

АВТОР СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ДОКУМЕНТА

Бернт Джонке (Германия)

СОТРУДНИЧАЮЩИЕ АВТОРЫ

Хосе Бальдасано (Испания) Анке Херольд (Германия), Андрей Краник (Словения), Йозеф Кутас (Венгрия), Катарина Маречкова (МГЭИК/ОЭСР) и Кийото Танабе (Япония)

Содержание

5 ОТХОДЫ

5.1 ВЫБРОСЫ CH ₄ СО СВАЛОК ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ	5.5
5.1.1 Методологические вопросы.....	5.5
5.1.2 Отчетность и документация.....	5.13
5.1.3 Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК) кадастра.....	5.15
5.2 ВЫБРОСЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ СТОЧНЫХ ВОД	5.17
5.2.1 Методологические вопросы.....	5.17
5.2.2 Отчетность и документация.....	5.28
5.2.3 Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК) кадастра.....	5.28
5.3 ВЫБРОСЫ ПРИ СЖИГАНИИ ОТХОДОВ	5.30
5.3.1 Методологические вопросы.....	5.30
5.3.2 Отчетность и документация.....	5.36
5.3.3 Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК) кадастра.....	5.37
БИБЛИОГРАФИЯ	5.38

Р и с у н к и

Рисунок 5.1	Схема принятия решений относительно выбросов CH_4 со свалок твердых отходов	5.6
Рисунок 5.2	Схема принятия решений относительно выбросов CH_4 при обработке бытовых сточных вод	5.18
Рисунок 5.3	Потоки сточных вод, системы очистки и потенциальные выбросы CH_4	5.21
Рисунок 5.4	Схема принятия решений относительно выбросов CH_4 при обработке промышленных сточных вод.....	5.25
Рисунок 5.5	Схема принятия решений относительно выбросов CO_2 при сжигании отходов	5.31
Рисунок 5.6	Схема принятия решений относительно выбросов N_2O при сжигании отходов ...	5.32

Т а б л и ц ы

Таблица 5.1	Классификация СТО и поправочные коэффициенты для метана.....	5.9
Таблица 5.2	Оценочные значения неопределенностей, связанных с параметрами по умолчанию, используемыми в методе МГЭИК по умолчанию и в методе ЗПП для выбросов CH_4 со СТО	5.13
Таблица 5.3	Диапазоны неопределенности по умолчанию для бытовых сточных вод.....	5.23
Таблица 5.4	Данные о промышленных сточных водах	5.27
Таблица 5.5	Диапазоны неопределенности по умолчанию для промышленных сточных вод	5.28
Таблица 5.6	Данные по умолчанию для оценки выбросов CO_2 при сжигании отходов	5.34
Таблица 5.7	Коэффициенты выбросов N_2O при сжигании отходов	5.35

5 ОТХОДЫ

5.1 ВЫБРОСЫ CH₄ СО СВАЛОК ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

5.1.1 Методологические вопросы

Метан (CH₄) выбрасывается в атмосферу в ходе анаэробного разложения органических отходов, находящихся на свалках твердых отходов (СТО). Органические отходы разлагаются постепенно замедляющимися темпами, и для их полного разложения требуется много лет.

5.1.1.1 ВЫБОР МЕТОДА

В *Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК национальных инвентаризаций парниковых газов (Руководящие принципы МГЭИК, 1996 г)* представлены два метода для оценки выбросов CH₄ со свалок твердых отходов, а именно метод по умолчанию (уровень 1), и метод затухания первого порядка (ЗПП) (уровень 2). Основное различие между этими двумя методами состоит в том, что метод ЗПП обеспечивает профиль выбросов в зависимости от времени, что лучше отражает истинный характер процесса разложения в ходе времени, в то время как метод по умолчанию основан на предположении о том, что весь потенциал CH₄ высвобождается в тот год, когда отходы помещены на свалку. Метод по умолчанию дает приемлемую годовую оценку реальных выбросов, если количество и состав помещенных на свалку отходов является постоянным или медленно изменяется в течение периода в несколько десятилетий. Однако в том случае, когда количество или состав помещенных на СТО отходов изменяется в ходе времени более быстро, метод МГЭИК по умолчанию не обеспечивает точной тенденции. Например, если происходит уменьшение количества углерода, помещенного на СТО, метод по умолчанию приведет к заниженной оценке выбросов и к завышенной оценке уменьшений.

Выбор метода *эффективной практики* зависит от национальных условий. Схема принятия решений на рисунке 5.1 – Схема принятия решений относительно выбросов CH₄ со свалок твердых отходов - иллюстрирует процесс выбора метода из целого ряда соответствующих методов. *Эффективная практика* заключается в использовании, по мере возможности, метода ЗПП, поскольку он более точно отражает тенденцию выбросов. Для использования метода ЗПП требуются как текущие, так и исторические данные о количествах отходов, их составе и практике удаления за период в несколько десятилетий. *Эффективная практика* заключается в оценочном определении таких исторических данных, если этих данных не существует, в случае, когда речь идет о *ключевой категории источников* (см. главу 7 – Методологический выбор и пересчет), или когда произошли значительные изменения в практике обращения с отходами.

В *Руководящих принципах МГЭИК* не представлены значения по умолчанию или методы для оценки некоторых ключевых параметров, необходимых для использования метода ЗПП. Эти данные очень сильно зависят от условий конкретной страны, и в настоящее время нет достаточного количества данных для обеспечения надежных значений по умолчанию или методов для них. Составляющим кадастр учреждениям настоятельно рекомендуется получать соответствующие данные из исследований по конкретной стране или по региону, поскольку неспособность составляющих кадастры учреждений использовать метод ЗПП, когда иное не указано *эффективной практикой*, уменьшит возможность проведения сравнений между национальными кадастрами. Составляющие кадастр учреждения, выбирающие какой-либо метод, отличный от описанных в *Руководящих принципах МГЭИК*, должны обосновать свой выбор, основываясь на сравнимых или более высоких точности и полноте оценочных значений выбросов.

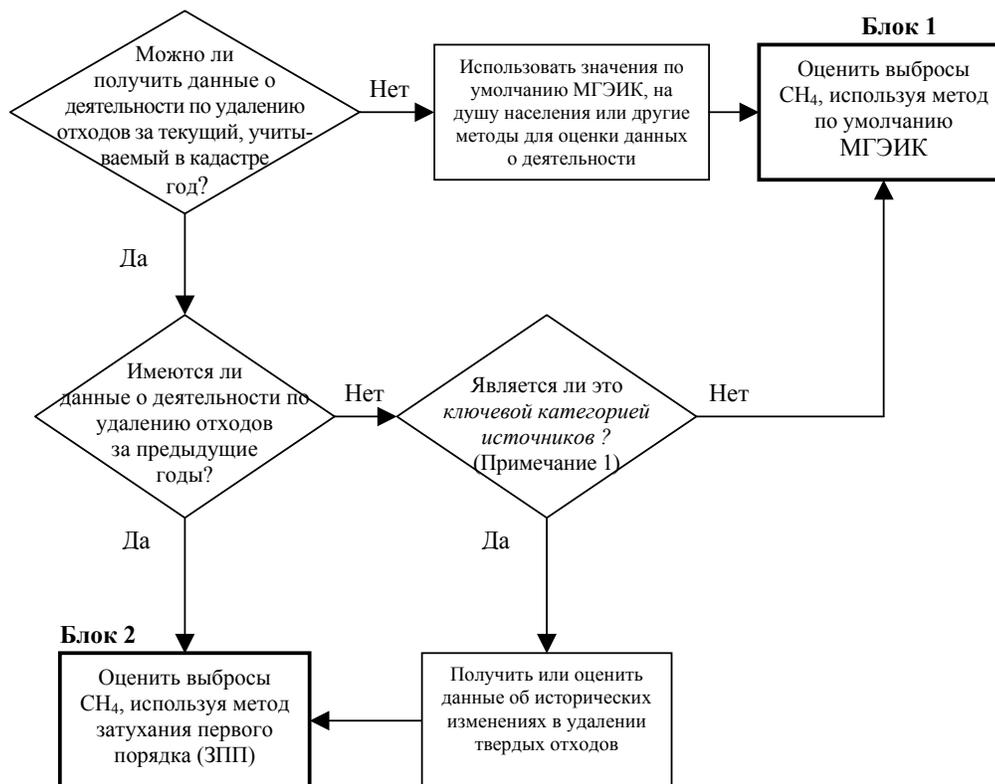
5.1.1.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ И ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рассмотрение *эффективной практики* относительно выбора как данных о деятельности, так и коэффициентов выбросов, объединено в настоящем разделе с учетом единого характера соответствующих методов оценки выбросов.

Метод затухания первого порядка (ЗПП) – Уровень 2

В *Руководящих принципах МГЭИК* (страницы 6.10-6.11, Справочное наставление) метод ЗПП представлен в виде трех уравнений. Первое уравнение должно использоваться для какой-либо отдельной свалки или, возможно, группы конкретных свалок. Второе уравнение, пригодное для национальных и региональных оценок, позволяет рассчитать выбросы от всех твердых отходов, помещенных на СТО, в течение одного года. Цель третьего уравнения – это оценка текущих годовых выбросов от помещенных на свалку отходов в текущий год и в предыдущие годы.

Рисунок 5.1 Схема принятия решений относительно выбросов CH_4 со свалок твердых отходов



Примечание 1: Ключевая категория источников – это такая категория, которая имеет приоритет в рамках системы национального кадастра, поскольку ее оценка оказывает существенное влияние на общий национальный кадастр выбросов парниковых газов в исчислении абсолютного уровня выбросов, тенденции выбросов или и того, и другого. (См. главу 7 – Методологический выбор и пересчет, раздел 7.2 – Определение национальных ключевых категорий источников).

Метод ЗПП может быть выражен эквивалентно уравнением 5.1 и уравнением 5.2, приведенными ниже. Уравнение 5.1 основано на производной общего уравнения ЗПП (см. стр. 6.10, Справочное руководство, *Руководящие принципы МГЭИК*), в которой t заменена на $t - x$, что представляет нормализующий множитель, вносящий поправку с учетом того факта, что оценка за единственный год – это оценка за ограниченный период времени, а не оценка за непрерывное время.

УРАВНЕНИЕ 5.1

$$\text{CH}_4, \text{ образовавшийся в год } t \text{ (Гг/год)}, = \sum_x [(A \cdot k \cdot \text{MSW}_T(x) \cdot \text{MSW}_F(x) \cdot L_0(x)) \cdot e^{-k(t-x)}]$$

x = начальный год для t ,

где:

t = год, учитываемый в кадастре,

x = годы, за которые необходимо добавить входные данные,

$A = (1 - e^{-k}) / k$; нормализующий множитель, который корректирует суммирование,

k = постоянная темпов образования метана (1/год),

$MSW_T(x)$ = общее количество коммунальных твердых отходов (КТО), образовавшихся в год x (Гг/год),

$MSW_F(x)$ = доля КТО, помещенных на СТО в год x ,

$L_0(x)$ = потенциал образования метана [$MCF(x) \cdot DOC(x) \cdot DOC_F \cdot F \cdot 16 / 12$ (Гг CH_4 /Гг отходов)],

$MCF(x)$ = поправочный коэффициент для метана в год x (дробь),

$DOC(x)$ = способный разлагаться органический углерод (DOC) в год x (дробь) (Гг С/Гг отходов),

DOC_F = доля разложившегося DOC,

F = Доля CH_4 по объему в газах со свалки,

$16 / 12$ = преобразование С в CH_4 .

Суммируем полученные результаты за все годы (x).

УРАВНЕНИЕ 5.2

$$CH_4, \text{ выброшенный в год } t \text{ (Гг/год)}, = [CH_4, \text{ образовавшийся в год } t, - R(t)], \cdot (1 - OX),$$

где:

$R(t)$ = рекуперированный CH_4 в учитываемом в кадастре году t (Гг/год),

OX = коэффициент окисления (дробь).

Следует иметь в виду, что рекуперированный CH_4 , т.е. ($R(t)$) должен вычитаться из образовавшегося количества до применения коэффициента окисления, поскольку только тот выбрасываемый со свалок газ, который не поглощен, подвергается окислению в верхнем слое свалки. Кроме того, единица для потенциально образующегося метана должна выражаться по весу (Гг CH_4 /Гг отходов), а не по объему (m^3 /Мг отходов), как это на сегодняшний день записано в *Руководящих принципах МГЭИК*, с тем чтобы обеспечить согласованность результатов метода по умолчанию и метода ЗПП.

Постоянная темпов образования метана k , которая фигурирует в методе ЗПП, относится ко времени, которое необходимо, для того чтобы DOC в отходах разложился до половины своей первоначальной массы ("период полураспада" или $t_{1/2}$), и выражается следующим образом:

$$k = \ln 2 / t_{1/2}$$

Для работы по методу ЗПП необходимы исторические данные об образовании отходов и о практике обращения с ними. В том что касается национальных кадастров, как правило, для получения приемлемых точных результатов необходимо включать данные за 3-5 "периодов полураспада". Кроме того, при компиляции исторических данных во внимание следует принимать также изменения в практике обращения с отходами (например, ограждение/покрытие свалки, улучшение дренажной системы выщелачивания, прессование отходов и запрещение захоронения опасных отходов вместе с коммунальными твердыми отходами (MSW)).

Значение k , применимое к той или иной отдельной СТО, определяется большим рядом факторов, связанных с составом отходов и условиями на конкретной свалке. Согласно измерениям, проведенным на СТО в Соединенных Штатах Америки, в Соединенном Королевстве и Нидерландах, значение k находится в диапазоне от 0,03 до 0,2 в год (Oonk and Boom, 1995). Наиболее быстрые темпы образования метана ($k = 0,2$, или "период полураспада" равен примерно 3 годам) связаны с условиями высокой влажности и быстро разлагающимися материалами, такими как пищевые отходы. Более медленные темпы разложения ($k = 0,03$, или "период полураспада" равен, примерно, 23 годам) связаны с сухими условиями на свалке и медленно разлагающимися отходами, такими как древесина или бумага. Составляющим кадастры учреждениям настоятельно рекомендуется устанавливать самим значение k или использовать их собственные значения k , если таковые имеются и задокументированы. Для установления значений k составляющим кадастр учреждениям следует определять состав отходов, помещаемых в ходе времени на СТО, и изучать условия на этих свалках. В том случае, если никаких данных о видах отходов не имеется, предлагается в качестве значения по умолчанию использовать значение k , равное 0,05 ("период полураспада" равен, примерно, 14 годам).

Составляющие кадастр учреждения могут оценивать исторические данные об удалении отходов и об их составе, сделав допущение, что они пропорциональны количеству населения, или количеству городского населения в тех случаях, когда не происходило никакого организованного сбора или удаления отходов в сельских районах. Составляющие кадастр учреждения могут использовать и другие зависимости, если они лучше обоснованы, сообщив при этом причины своего выбора.

Метод по умолчанию – уровень 1

Метод по умолчанию основан на следующем уравнении:

УРАВНЕНИЕ 5.3

$$\text{Выбросы } \text{CH}_4 \text{ (Гг/год)} = [(\text{MSW}_T \cdot \text{MSW}_F \cdot L_0) - R] \cdot (1 - \text{OX}),$$

где:

MSW_T = общее количество образовавшихся коммунальных твердых отходов (MSW) (Гг/год),

MSW_F = доля MSW, помещенных на СТО,

L_0 = потенциал образования метана [$\text{MCF} \cdot \text{DOC} \cdot \text{DOC}_F \cdot F \cdot 16 / 12$ (Гг CH_4 /Гг отходов)],

MCF = поправочный коэффициент метана (дробь),

DOC = способный к разложению органический углерод [дробь (Гг С/Гг MSW)],

DOC_F = доля разложившегося DOC,

F = доля CH_4 в газе со свалок по объему,

R = рекуперированный CH_4 (Гг/год),

OX = коэффициент окисления (дробь).

Следует иметь в виду, что все указанные параметры модели могут изменяться в ходе времени в зависимости от тенденций удаления отходов и практики обращения с отходами. Ниже описана *эффективная практика* для каждого из указанных выше параметров модели.

Общее количество коммунальных твердых отходов (MSW_T) и доля MSW, помещенных на СТО (MSW_F)

Использование понятия "коммунальные твердые отходы (MSW)" необязательно точно охватывает те виды отходов, которые помещаются на СТО. Составляющим кадастр учреждениям следует оценивать выбросы из всех видов веществ, входящих в твердые отходы, включая промышленные отходы, отстой сточных вод, строительный мусор и коммунальные отходы, помещаемые на СТО. Получить данные о промышленных отходах во многих странах довольно трудно, но все же необходимо предпринимать усилия для их получения (примерами промышленных отходов, из которых при их помещении на свалку могут происходить выбросы CH_4 , являются агропищевые промышленные отходы¹, целлюлозно-бумажные отходы и отстой сточных вод, а также отходы от обработки древесины). Во многих странах могут иметься в наличии национальные оценочные данные об общем количестве удаленных отходов. Предпочтительно использовать именно национальные данные при условии, что составляющие кадастр учреждения документируют применяемый для сбора данных метод, включая количество находящихся под наблюдением свалок и тип проводимых наблюдений. При отсутствии национальных данных составляющие кадастр учреждения могут рассчитать данные, используя предположения по умолчанию, изложенные в таблице 6-1, Справочное наставление, *Руководящие принципы МГЭИК*. В этой таблице представлены данные о темпах образования и удаления MSW для многих регионов и стран. В случае отсутствия значения по умолчанию составляющие кадастр учреждения могут использовать для определения этих параметров заключение экспертов с использованием значений для стран с аналогичными условиями. (Элементами для сравнения, которые составляющие кадастр учреждения могут рассматривать в таком случае, являются географическое положение, плотность населения, национальный доход и вид и объем промышленного производства).

¹ Следует избегать двойного учета одновременно с сельскохозяйственным сектором.

Поправочный коэффициент для метана (MCF)²

Поправочный коэффициент для метана (MCF) применяется в связи с тем фактом, что неконтролируемые СТО выбрасывают в атмосферу меньше CH₄ из какого-либо определенного количества отходов, чем контролируемые СТО, поскольку более крупная доля отходов разлагается аэробным способом в верхних слоях неконтролируемых СТО. MCF в отношении контроля за твердыми отходами является специфичным именно для этой области и должен интерпретироваться как "поправочный коэффициент с учетом контроля за отходами", что отражает охватываемый им аспект контроля за отходами. Понятие "поправочный коэффициент для метана (MCF)" в этом контексте не следует путать с понятием "коэффициент преобразования метана (MCF)", упоминаемым в *Руководящих принципах МГЭИК*, в связи с выбросами при обработке сточных вод и при работе с органическими удобрениями.

В *Руководящих принципах МГЭИК* указаны значения по умолчанию для MCF, которые представлены в настоящем документе в таблице 5.1 ниже.

ТАБЛИЦА 5.1 Классификация СТО и поправочные коэффициенты для метана	
Тип свалки	Поправочный коэффициент для метана (MCF) Значения по умолчанию
Контролируемая ^a	1,0
Неконтролируемая – глубокая (≥5 м отходов)	0,8
Неконтролируемая – неглубокая (<5 м отходов)	0,4
СТО вне категории ^b	0,6

^a Контролируемая СТО – это находящееся под контролем место для удаления отходов (т.е. отходы направляются на специально подготовленные площадки, на которых в той или иной мере имеется контролируемая "продувка" отходов и контролируемая защита от возгорания), и при этом должны соблюдаться некоторые из следующих условий: отходы чем-либо покрываются, осуществляется их механическое спрессование или отходы укладываются послойно.

^b Значение по умолчанию в 0,6 для СТО вне категории может оказаться неподходящим для развивающихся стран с высокой процентной долей неконтролируемых неглубоких свалок, поскольку такое значение, вероятно, приведет к завышенной оценке выбросов. Соответственно, составляющим кадастры учреждениям в развивающихся странах настоятельно рекомендуется использовать значение в 0,4 для их MCF, если только они не обладают задокументированными данными, которые свидетельствуют о практике контролируемых свалок в их стране.

Источник: Справочное наставление, *Руководящие принципы МГЭИК*.

Способный к разложению органический углерод (DOC)

Способный к разложению органический углерод – это органический углерод, который подвержен биохимическому разложению и который следует выражать в виде Гг С на Гг отходов. Его оценка основывается на составе отходов и его количество может быть рассчитано по средней взвешенной содержания углерода в различных компонентах общего потока отходов. Оценка DOC проводится по приведенному ниже уравнению, представленному в *Руководящих принципах МГЭИК*, с использованием значений содержания углерода по умолчанию:

$$\text{DOC} = (0.4 \cdot A) + (0.17 \cdot B) + (0.15 \cdot C) + (0.3 \cdot D),$$

где:

A = доля MSW в виде бумаги и текстиля,

B = доля MSW в виде отходов садово-парковых работ или других непищевых органических материалов, способных к разложению в анаэробных условиях,

C = доля MSW в виде пищевых отходов,

² Неконтролируемые СТО создают серьезные проблемы на местном уровне для окружающей среды и здоровья человека, такие как пожары и взрывы, загрязнение окружающей атмосферы и водных объектов, массовое появление вредителей и вспышки инфекционных болезней. Однако в *Руководящих принципах МГЭИК* и в настоящем докладе под названием "*Руководящие указания МГЭИК по эффективной практике и учет факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов (Доклад об эффективной практике)*" рассматриваются только аспекты парниковых газов.

D = доля MSW в виде древесины или соломы.

Значения содержания углерода по умолчанию для этих долей можно найти в *Руководящих принципах МГЭИК* (таблица 6-3, Справочное наставление).³ При наличии необходимых данных рекомендуется использовать национальные значения. Национальные значения можно получить благодаря проведению исследований образования отходов и взятию проб с различных СТО внутри страны. В случае использования национальных значений следует заносить в отчеты даты проведения исследований и результаты взятия проб. Кроме того, важно, чтобы составляющие кадастр учреждения не учитывали лигнин при своих расчетах DOC, если используется значение для DOC_F по умолчанию (0,77), как это описывается ниже.

Фактически разложившаяся доля способного к разложению органического углерода (DOC_F)

DOC_F – это оценочное значение той доли углерода, которая фактически разложилась и высвободилась из СТО; в этой оценке находит отражение тот факт, что некоторая часть органического углерода, помещенного на СТО, не разлагается или разлагается очень медленно. В *Руководящих принципах МГЭИК* указано соответствующее значение для DOC_F по умолчанию, равное 0,77. На основе обзора современной литературы можно сделать вывод о том, что это значение по умолчанию может быть завышенным. Его следует использовать только в случае, когда из значения DOC исключен лигнин С. Например, в Нидерландах (Oonk and Boom, 1995) были использованы экспериментальные значения порядка 0,5-0,6 (включая лигнин С) и при этом были получены надежные оценочные значения газа, образовавшегося на свалках и рекуперированного в Нидерландах. *Эффективная практика* также заключается в использовании значения в 0,5-0,6 (включая лигнин С) в качестве значения по умолчанию. Для DOC_F можно также использовать национальные значения или значения из стран с аналогичными условиями, однако, они должны быть основаны на хорошо задокументированных научных исследованиях.

Доля CH_4 в газе со свалок (F)

Газ со свалок состоит в основном из CH_4 и двуокиси углерода (CO_2). Доля CH_4 - F принимается, как правило, за 0,5, однако, может варьироваться между 0,4 и 0,6, в зависимости от нескольких факторов, включая состав отходов (например, углеводы и целлюлоза). Концентрация CH_4 в рекуперированном газе со свалок может быть более низкой, чем указанное значение, в связи с потенциальным уменьшением концентрации за счет воздуха и, таким образом, значения F, рассчитанные этим способом, необязательно будут репрезентативными.

Рекуперация метана (R)

Рекуперированное количество метана – это количество CH_4 , образовавшееся на СТО, затем рекуперированное и сожженное в факеле или в установке для получения энергии. Рекуперированный и затем удаленный CH_4 не следует вычитать из общих выбросов. Значение по умолчанию для рекуперированного метана равняется нулю. Это значение по умолчанию следует изменять лишь в том случае, когда имеются справочные данные, документально отражающие количество рекуперированного метана. Рекуперированные объемы газа следует сообщать в виде CH_4 , а не в виде газа со свалок, поскольку газ со свалок лишь частично состоит из CH_4 .⁴ *Эффективной практике* соответствует подготовка отчетности, основанной на измерении всего газа, рекуперированного для получения энергии и сжигания в факелах. Использование незадокументированных оценочных значений потенциала рекуперации газа со свалок является неприемлемым, поскольку такие оценки, как правило, дают завышенное представление о величине рекуперации.

Коэффициент окисления (OX)

Коэффициент окисления (OX) отражает количество CH_4 , образовавшееся на СТО, которое окисляется в почве или в другом материале, покрывающем отходы. Если коэффициент окисления равен нулю, это значит, что не происходит никакого окисления, если же OX равен 1, то тогда окисляются все 100% CH_4 . Исследования показывают, что на контролируемых свалках наблюдается более высокая степень окисления, чем на неконтролируемых свалках. Например, коэффициент окисления на свалках, покрытых толстым и хорошо проветриваемым материалом, может в значительной степени отличаться от

³ Из работы Бингемера и Крутзена (1987 г.).

⁴ Выбросы CO_2 при сжигании рекуперированного газа со свалок имеют биогенный характер и не должны включаться в национальные итоговые величины.

коэффициента на свалках, не имеющих никакого покрытия, или на свалках, где большие количества CH_4 просачиваются через трещины в покрытии.

Указанный в *Руководящих принципах МГЭИК* коэффициент окисления по умолчанию равен нулю. Результаты полевых и лабораторных исследований свидетельствуют о широком диапазоне, однако значения, более высокие, чем 0,1, вероятно, слишком высоки для национальных кадастров. Результаты полевых и лабораторных измерений концентраций и потоков выбросов CH_4 и CO_2 не следует использовать напрямую. В целом эти результаты полевых и лабораторных экспериментов определяют окисление CH_4 из единообразных и однородных слоев почвы. В реальной действительности только часть образовавшегося CH_4 диффундирует сквозь такой однородных слой. Другая часть просачивается через трещины или диффундирует в боковых направлениях без окисления. Соответственно, результаты полевых и лабораторных исследований могут приводить к завышенным оценкам окисления в почвенном покрытии свалок.

В последнее время большинство индустриально развитых стран с хорошо контролируемыми СТО используют для ОХ значение в 0,1, что является оправданным допущением, основанным на имеющейся информации. В развивающихся странах с менее развитой практикой контроля за свалками среднее значение, вероятно, является более близким к нулю. Использование коэффициента окисления в 0,1 оправданно для хорошо контролируемых свалок, в иных случаях использование значения окисления, отличного от нуля, следует четко документировать и обосновывать справочными данными.

Важно помнить о том, что любые количества CH_4 , которые были рекуперированы, должны вычитаться из общего образовавшегося количества до того, как будет применен коэффициент окисления.

5.1.1.3 Полнота

Составляющим кадастр учреждениям следует предпринимать усилия, направленные на включение выбросов с иных, чем предназначенные для MSW, свалок твердых отходов. Сюда входят свалки промышленных отходов, места для удаления отстоя сточных вод, а также свалки для строительного мусора. Как и в случае со свалками для MSW, необходимо оценить DOC, с тем чтобы определить потенциальную значимость соответствующей подкатегории источников. Может оказаться трудным получить данные об образовании промышленных отходов или об их удалении, поскольку они могут носить конфиденциальный характер или вообще не сообщаться. В целом, с иных, чем предназначенные для MSW, свалок твердых отходов, в общие национальные выбросы CH_4 поступают менее значимые количества этого газа, чем со свалок для MSW.

В том что касается закрытых СТО, вопрос о полноте охвата не должен возникать, поскольку как для метода ЗПП, так и для метода по умолчанию, используются годовые данные о помещенных на свалку отходах. Соответственно, те отходы, которые присутствуют на закрытых свалках, также принимаются во внимание при учете.

5.1.1.4 ФОРМИРОВАНИЕ СОГЛАСОВАННОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА

Учитывая различия в подходе и в ожидаемых результатах при использовании метода ЗПП и метода по умолчанию, необходимо, при создании временного ряда, использовать соответствующий метод (т.е., эти два метода не следует смешивать). Таким образом, если составляющее кадастр учреждение принимает решение о переходе от метода по умолчанию к методу ЗПП, оно должно провести пересчет базового года и всего временного ряда с использованием нового подхода. В таком случае, составляющему кадастр учреждению необходимо для поддержки подхода ЗПП рассчитать временной ряд исторических данных об удалении отходов. Метод такого расчета и количество охваченных при этом лет следует описать подробным образом. Для обеспечения согласованности по времени *эффективная практика* заключается в пересчете оценочных значения выбросов с использованием как прошлого, так и вновь принятого метода, что позволит гарантировать, что любые тенденции в выбросах являются действительными, а не вызванными изменениями в методологии оценки. Такие пересчеты следует осуществлять в соответствии с руководящими указаниями, изложенными в главе 7 – Методологический выбор и пересчет, раздел 7.3.2.2 – Альтернативные методы пересчета.

Учитывая значение этой категории источников во многих национальных кадастрах, а также ограничения метода по умолчанию, составляющим кадастр учреждениям следует собирать и сохранять как можно больше исторических данных, с тем чтобы обеспечить возможность для пересчетов в будущем с использованием более точных методов. Составляющим кадастр учреждениям следует также учитывать наличие временной зависимости нескольких параметров, связанных с составом отходов и структурой свалок.

5.1.1.5 ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

Оценочные значения неопределенностей для MSW_T и MSW_F , а также для параметров модели по умолчанию приведены в таблице 5.2 ниже. Эти оценочные значения основаны на заключении экспертов. Если составляющее кадастр учреждение использует национальные значения для этих факторов, ему следует проводить оценку неопределенностей этих значений в соответствии с инструкциями, изложенными в главе 6 – Количественная оценка неопределенностей на практике.

Некоторая информация о неопределенности имеется в отношении потенциала образования метана (L_0), которая равняется $MCF \cdot DOC \cdot DOC_F \cdot F \cdot 16 / 12$ и выглядит как один из множителей в уравнениях как для метода по умолчанию, так и для метода ЗПП. В Нидерландах, где имеются высококачественные данные, неопределенность для образования CH_4 на тонну отходов оценивается, приблизительно, в $\pm 15\%$ (Oonk and Boom, 1995). В странах, где имеются данные аналогичного качества, неопределенности в количествах CH_4 , образующихся в расчете на тонну отходов, как ожидается, будут величинами такого же порядка. В странах, где данные об образовании CH_4 в расчете на тонну отходов имеют низкое качество, соответствующие неопределенности могут составлять порядка $\pm 50\%$. Обоснование для оценки неопределенности должно быть хорошо задокументировано.

Данные, приведенные в таблице 5.2 – Оценочные значения неопределенностей, связанных с параметрами по умолчанию, используемыми в методе МГЭИК по умолчанию и в методе ЗПП для выбросов CH_4 со СТО – показывают, что общая неопределенность, связанная с оценкой выбросов CH_4 со СТО, по всей вероятности, является весьма значительной, возможно, определяется множителем, равным двум, даже если национальные данные хорошо охарактеризованы. По мере возможности следует использовать национальные данные. В главе 6 – Количественная оценка неопределенностей на практике – представлены рекомендации о количественной оценке неопределенностей на практике. Сюда входит получение и использование заключений экспертов, которые в сочетании с эмпирическими данными могут обеспечить оценочное значение общей неопределенности.

ТАБЛИЦА 5.2 ОЦЕНОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ПАРАМЕТРАМИ ПО УМОЛЧАНИЮ, ИСПОЛЬЗУЕМЫМИ В МЕТОДЕ МГЭИК ПО УМОЛЧАНИЮ И В МЕТОДЕ ЗПП ДЛЯ ВЫБРОСОВ CH₄ СО СТО^a	
Параметр	Диапазон неопределенности
Общее количество коммунальных твердых отходов (MSW _T) и доля MSW, помещенных на СТО (MSW _F)	Конкретно для каждой страны: >±10% (<-10%, >+10%. Абсолютное значение диапазона неопределенности больше 10%.) для стран с данными высокого качества (например, со взвешиванием по всем СТО) Для стран с данными низкого качества: больше чем в два раза.
Способный к разложению органический углерод (DOC) = 0,21 (максимальное значение по умолчанию в <i>Руководящих принципах МГЭИК</i>)	-50%, +20%
Доля фактически разложившегося способного к разложению органического углерода (DOC _F) = 0,77	-30%, +0%
Поправочный коэффициент для метана (MCF) = 1 = 0,4 = 0,6	-10%, +0% -30%, +30% -50%, +60%
Доля CH ₄ в газе со свалок (F) = 0,5	-0%, +20%
Рекуперация метана (R)	Диапазон неопределенности будет зависеть от того, как оцениваются количества рекуперированного CH ₄ , сожженного в факелах или использованного; при этом, однако, неопределенность, по всей вероятности, будет относительно небольшой по сравнению с другими неопределенностями, если измерения будут проводиться непосредственно на месте.
Коэффициент окисления (OX)	Включить OX в анализ неопределенности, если для самого OX используется значение, иное, чем нуль. В этом случае в обоснование использования иного чем нуль значения следует включить соображения о неопределенностях, как это указано в разделе 5.1.1.2 – Выбор коэффициентов выбросов и данных о деятельности.
Постоянная темпов образования метана (k) = 0.05	-40%, +300%
^a Оценки действительны только для значений по умолчанию, приведенных в <i>Руководящих принципах МГЭИК</i> , или в настоящей таблице, и основаны на заключении экспертов. ^b Если оценка дополнительных данных о параметрах обеспечивает данные для пересмотра значений по умолчанию, диапазон неопределенности также должен быть изменен. При использовании значений, характерных для конкретной страны, они должны сопровождаться соответствующими значениями неопределенности. Источник: Заключение группы экспертов (см. Сопредседатели, редакторы и эксперты; Выбросы CH ₄ со свалок твердых отходов).	

5.1.2 Отчетность и документация

Эффективная практика заключается в документировании и архивации всей информации, необходимой для получения оценок для национального кадастра выбросов, как это описано в главе 8 – Обеспечение качества и контроль качества, раздел 8.10.1 – Внутренняя документация и архивация. Ниже приведены некоторые примеры конкретной документации и отчетности, относящихся к этой категории источников.

- В случае использования метода ЗПП, следует документировать используемые исторические данные и значения k.
- Распределение отходов между контролируемыми и неконтролируемыми свалками для целей определения MCF также следует документировать вместе со вспомогательной информацией.

-
- Если сообщается о рекуперации метана, желательно прилагать перечень известных средств для его рекуперации. Сведения о сжигании метана в факелах и для получения энергии следует документировать отдельно друг от друга.
 - Изменения в параметрах по годам должны быть четко объяснены с указанием справочной информации.

Включать всю документацию в национальный кадастр нецелесообразно. Тем не менее в кадастр следует включать краткие описания использованных методов и ссылки на источники данных, с тем чтобы обеспечить прозрачность сообщаемых оценочных значений выбросов и возможность проследить за действиями при их расчетах.

5.1.3 Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК) кадастра

Эффективная практика заключается в проведении проверок контроля качества, как это описано в главе 8 – Обеспечение качества и контроль качества, таблица 8.1 - Уровень 1: Общие процедуры КК на уровне кадастра – а также в осуществлении экспертного исследования оценок выбросов. Могут также проводиться дополнительные проверки контроля качества, как это описано в процедурах уровня 2 в главе 8, а также могут применяться процедуры обеспечения качества, особенно в случае, если для определения выбросов из этой категории источников используются методы более высокого уровня. Составляющим кадастр учреждениям настоятельно рекомендуется использовать для *ключевых категорий источников* процедуры ОК/КК более высокого уровня, как это определено в главе 7 – Методологический выбор и пересчет.

Далее можно увеличить прозрачность путем предоставления четкой документации и объяснений работы, проделанной в следующих областях:

Оценка выбросов с использованием разных подходов

- Если выбросы оценены с использованием метода ЗПП, составляющим кадастр учреждениям следует также оценить их с использованием метода по умолчанию МГЭИК. Полученные результаты можно использовать для перекрестного сравнения с данными других стран. Составляющим кадастр учреждениям следует регистрировать результаты таких сравнений для внутренней документации, а также исследовать все возникшие расхождения.

Обзор коэффициентов выбросов

- Составляющим кадастр учреждениям следует проводить перекрестную проверку конкретных для стран значений, используемых для оценки, с имеющимися значениями МГЭИК. Цель такого сравнения заключается в том, чтобы определить являются ли используемые национальные параметры приемлемыми в сравнении со значениями по умолчанию МГЭИК, с учетом сходства или различий между национальными категориями источников и источниками выбросов, представленными по умолчанию.

Обзор данных о деятельности

- Составляющим кадастр учреждениям следует сравнивать конкретные для стран данные со значениями по умолчанию МГЭИК по следующим параметрам на уровне деятельности: MSW_T , MSW_F , и DOC. Им следует определить, являются ли их национальные параметры приемлемыми и убедиться в том, что в расчетах не допущены ошибки. Если соответствующие значения сильно отличаются друг от друга, то составляющим кадастр учреждениям следует характеризовать коммунальные твердые расходы отдельно от промышленных твердых отходов.
- В случаях использования для определения национальных значений данных о деятельности в области твердых отходов данных исследований и отбора проб, процедуры ОК должны включать следующее:
 - i) рассмотрение методов сбора данных исследований и проверку данных, с тем чтобы убедиться в правильности их сбора и обобщения. Составляющим кадастр учреждениям следует проводить перекрестную проверку данных с данными за предыдущие годы, с тем чтобы убедиться в их приемлемости;
 - ii) оценку источников вторичных данных и снабжение справочными ссылками деятельности ОК/КК, связанной с подготовкой вторичных данных. Это особенно важно для данных о твердых отходах, поскольку большая часть этих данных первоначально подготавливается для целей, иных, чем кадастры парниковых газов.

Участие в обзоре экспертов со стороны промышленности и правительства

- Составляющим кадастр учреждениям следует предоставлять экспертам возможность участвовать в рассмотрении входных параметров. Например, специалистам, обладающим знаниями и опытом в практике обращения с твердыми отходами в стране, следует проводить обзор характеристик потока твердых отходов и их удаления. Другим экспертам следует проводить обзор поправочных коэффициентов для выбросов метана.

Проверка достоверности данных о выбросах

- Составляющим кадастры учреждениям следует сопоставлять показатели национальных выбросов с показателями из схожих с ними стран, обладающих сопоставимыми демографическими и

экономическими характеристиками. Такое сопоставление следует проводить с показателями тех стран, составляющие кадастр учреждения которых используют тот же самый метод оценки выбросов CH_4 со свалок. Составляющим кадастр учреждениям следует исследовать существующие значительные расхождения, с тем чтобы определить, представляют ли они собой ошибки в расчетах, или это действительные расхождения.

5.2 ВЫБРОСЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

При обработке бытовых и промышленных сточных вод в анаэробных условиях образуется CH_4 .⁵ В настоящем документе методологические вопросы, относящиеся к выбросам CH_4 из систем обработки бытовых и промышленных сточных вод, рассматриваются отдельно, поскольку виды данных о деятельности и коэффициенты выбросов, необходимые для каждой подкатегории источников, являются различными. Обе системы обработки сточных вод рассматриваются вместе в разделе 5.2.2 – Отчетность и документация, и в разделе 5.2.3 – Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК) кадастра.

5.2.1 Методологические вопросы

5.2.1.1 БЫТОВЫЕ СТОЧНЫЕ ВОДЫ

В развитых странах большая часть бытовых сточных вод обрабатывается в аэробных очистных сооружениях и прудах. В развивающихся странах лишь небольшая часть бытовых сточных вод собирается в системах канализации, а остальная часть – накапливается в сточных ямах или отхожих местах.

Некоторая часть промышленных сточных вод может сбрасываться в коммунальную канализационную систему, где они соединяются с бытовыми сточными водами.

ВЫБОР МЕТОДА

В *Руководящих принципах МГЭИК* описывается простой метод расчета выбросов CH_4 при обработке бытовых сточных вод. Выбросы являются функцией количества образовавшихся отходов и коэффициента выбросов, который характеризует степень, в которой эти отходы образуют CH_4 . Любые количества CH_4 , которые рекуперированы и сожжены в факелах или использованы для получения энергии, следует вычитать из общих выбросов. При этом упрощенное уравнение общего вида представляет собой следующее:

УРАВНЕНИЕ 5.5

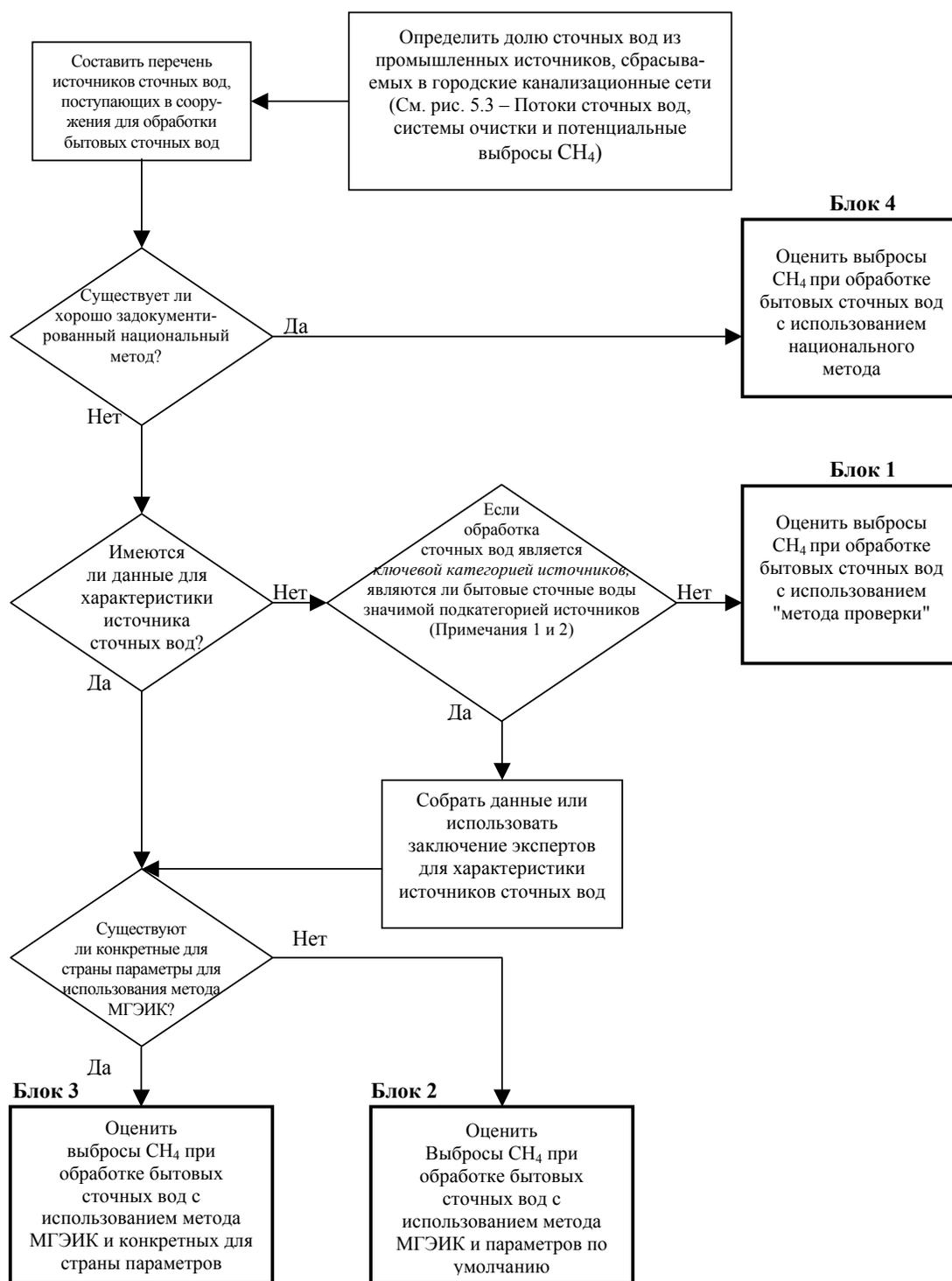
$$\text{Выбросы} = (\text{Общее количество органических отходов} \cdot \text{Коэффициент выбросов}) - \text{Рекуперированный метан}$$

В зависимости от имеющихся данных о деятельности и коэффициентов выбросов, этот метод может применяться на различных уровнях разукрупнения. Схема решений на рис. 5.2 – Схема принятия решений относительно выбросов CH_4 при обработке бытовых сточных вод, дает представление о том, каким образом следует определять надлежащий уровень разукрупнения при применении метода МГЭИК. Независимо от степени разукрупнения, этапы *эффективной практики* при подготовке кадастра выбросов CH_4 из сточных вод, заключаются в следующем:

- i) охарактеризовать системы сточных вод в конкретной стране;
- ii) выбрать наиболее подходящие параметры;
- iii) применить метод МГЭИК.

⁵ Методы *эффективной практики* для оценки непрямых выбросов закиси азота (N_2O) из сбросов сточных вод описаны наряду с другими источниками непрямых выбросов N_2O в главе 4 – Сельское хозяйство, раздел 4.8 – Непрямые выбросы N_2O в результате применения азота в сельском хозяйстве. Учитывая современное состояние наличия данных, *эффективную практику* представляет весьма упрощенный метод, описанный в *Руководящих принципах МГЭИК* для прямых выбросов N_2O из сбросов сточных вод. Однако это та область, где необходима дальнейшая работа, с тем чтобы обеспечить уровень подробностей, равнозначный описываемому в соответствующих частях раздела, посвященного сельскохозяйственному сектору.

Рисунок 5.2 Схема принятия решений относительно выбросов CH_4 при обработке бытовых сточных вод



Примечание 1: *Ключевая категория источников* – это такая категория, которая имеет приоритет в рамках системы национального кадастра, поскольку ее оценка оказывает существенное влияние на общий национальный кадастр выбросов парниковых газов в исчислении абсолютного уровня выбросов, тенденции выбросов или и того, и другого. (См. главу 7 – Методологический выбор и пересчет, раздел 7.2 – Определение национальных ключевых категорий источников).

Примечание 2: В качестве эмпирического определения подкатегория источников является значимой, если на ее долю приходится 25-30% выбросов из соответствующей категории источников.

Блок 5.1
МЕТОД ПРОВЕРКИ

Приведенное ниже уравнение 5.6 представляет собой быстрый метод проверки национальных оценочных значений. Для обеспечения расчета образца включены значения параметров по умолчанию.

УРАВНЕНИЕ 5.6

$$WM = P \cdot D \cdot SBF \cdot EF \cdot FTA \cdot 365 \cdot 10^{-12}$$

где:

WM = годовые выбросы CH₄ от бытовых сточных вод в расчете на страну (Тг),

P = население страны или городское население для некоторых развивающихся стран (количество человек),

D = органическая нагрузка в биохимической потребности в кислороде на человека (г БПК/человек/день), общее значение по умолчанию = 60 г БПК/человек/день,

SBF = доля БПК, которая легко осаждается, значение по умолчанию = 0,5,

EF = коэффициент выбросов (г CH₄/г БПК), значение по умолчанию = 0,6,

FTA = доля БПК в отстое, который разлагается в анаэробных условиях, значение по умолчанию = 0,8.

Более 50% БПК в бытовых сточных водах связано с нерастворимыми твердыми веществами, большая часть из которых быстро осаждается при широком диапазоне условий. Например, в обычном резервуаре-отстойнике устраняется, как правило, 33% взвешенных твердых частиц, в то время как более подходящей для многих длительных процессов, таких как происходящее в очистных прудах, септических резервуарах, отхожих местах и канализационных системах низкого качества, является цифра в 50%. Это – SBF в приведенном выше уравнении. Более того, считается, что во многих странах очень большая доля этого способного к осаждению БПК разлагается в анаэробных условиях, приводя в результате к высокой FTA (0,8). Остальные параметры являются такими, как это определено в *Руководящих принципах МГЭИК*.

В тех странах, которые обладают хорошо развитыми канализационно-очистными системами, в которых применяют исключительно аэробные процессы и отстой в которых обрабатывается путем процедур, не образующих CH₄, или путем анаэробного сбраживания со сжиганием CH₄, FTA будет значительно ниже или равной нулю. В этих случаях более точным окажется полный метод, представленный в *Руководящих принципах МГЭИК*. В тех странах, где отсутствуют данные, позволяющие определить процентную долю населения, связанную с различными используемыми видами очистки сточных вод, или, более конкретно, когда значительная доля населения вообще не обслуживается канализационно-очистными системами, при осуществлении полной процедуры МГЭИК могут быть не учтены значительные выбросы, и ее результаты необходимо будет пересматривать путем сопоставления с результатами метода проверки.

Этот метод может быть использован для получения приблизительной оценки глобальных выбросов CH₄ при обработке бытовых сточных вод. Принимая население земного шара P за 6 миллиардов человек, а EF равным 0,6, получаем в результате общее количество WM в 32 Тг/год. Это значение находится в том же самом диапазоне, что и глобальная оценка в 29 Тг/год, приведенная в работе Доорна и Лильса (1999 г.).

ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ

Коэффициент выбросов для каждого вида отходов – это функция максимальной способности образования метана каждого вида отходов (B₀) и взвешенного среднего коэффициента преобразования метана для различных систем обработки сточных вод, используемых в конкретной стране, как это показано в уравнении 5.7 ниже. MCF указывает на степень, в которой реализуется потенциал образования метана (B₀) в каждом виде метода очистки сточных вод.

УРАВНЕНИЕ 5.7

Коэффициент выбросов = $V_0 \cdot$ Взвешенная средняя MCF,

где:

V_0 = максимальная способность образования метана (кг CH_4 /кг БПК или кг CH_4 /кг ХПК),

MCF = коэффициент преобразования метана (дробь).

Определение каждого из членов этого уравнения описывается ниже.

Максимальная способность образования метана (V_0)

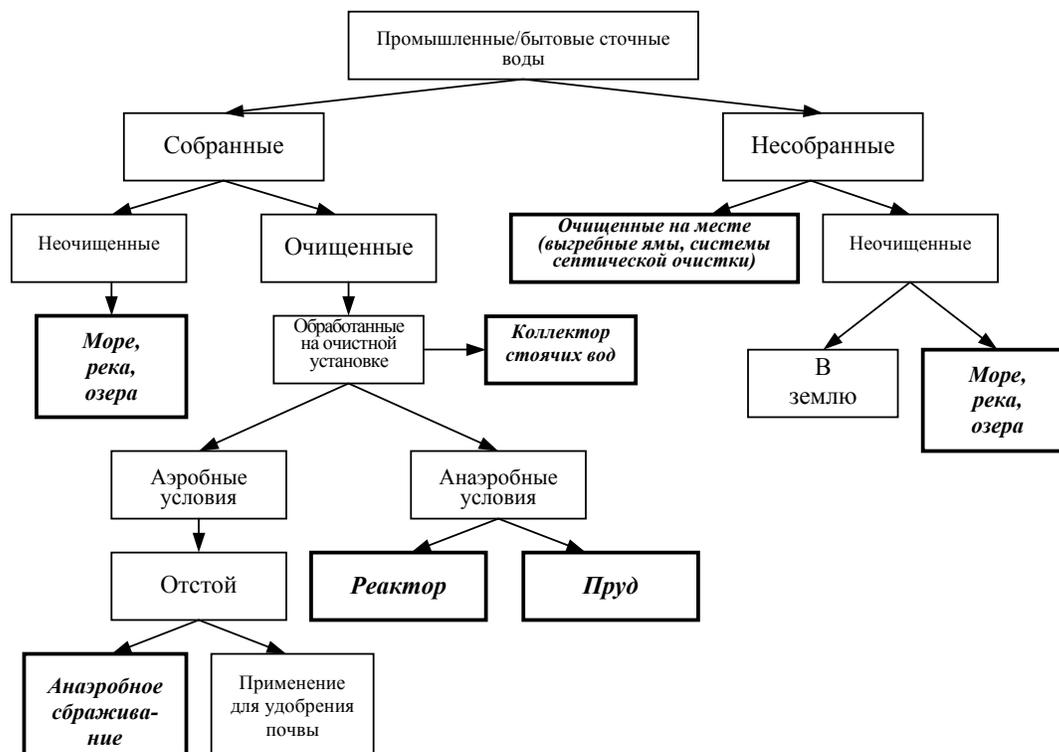
Эффективная практика заключается в использовании конкретных данных для страны данных для V_0 , выражаемой в кг $\text{CH}_4/\text{кг}$ удаленной БПК, в целях обеспечения согласованности с данными о деятельности. Если конкретных для страны данных не существует, можно использовать значение по умолчанию. В *Руководящих принципах* МГЭИК предлагается значение по умолчанию в 0,25 кг $\text{CH}_4/\text{кг}$ ХПК (химическая потребность в кислороде), основанное на теоретических расчетах. Данные комплексных полевых проверок (Doorn *et al.*, 1997)⁶ хорошо согласуются с этим значением по умолчанию.

Следует иметь в виду, что способный к разложению углерод в органических отходах может измеряться в исчислении либо БПК, либо ХПК. В том что касается типичных бытовых неочищенных сточных вод, то в них ХПК (мг/л) в 2-2,5 раза больше, чем БПК (мг/л). В связи с этим важно использовать коэффициенты выбросов, которые согласуются с используемой мерой способного к разложению углерода. В *Руководящих принципах* МГЭИК представлено только одно значение по умолчанию для V_0 , которое должно применяться и к ХПК, и к БПК. Однако это не согласуется с наблюдаемыми различиями в уровнях БПК и ХПК в неочищенных сточных водах. Существование различий в количествах БПК и ХПК в сточных водах может дать в результате разные оценочные значения уровней выбросов из одного и того же объема сточных вод в зависимости от того, какая будет использоваться мера. Для обеспечения того, чтобы результирующее оценочное значение выбросов из какого-либо заданного количества сточных вод было одним и тем же, независимо от используемой меры органического углерода, значение V_0 , основанное на ХПК, следует преобразовывать в значение, основанное на БПК, путем увеличения масштаба, благодаря использованию множителя по умолчанию, равного 2,5. Таким образом, *эффективная практика* заключается в использовании значения по умолчанию в 0,25 $\text{CH}_4/\text{кг}$ ХПК, или значения по умолчанию в 0,6 кг $\text{CH}_4/\text{кг}$ БПК.

Взвешенное среднее значение MCFs

MCF – это оценочное значение той доли БПК или ХПК, которая, в конечном итоге, разложится в анаэробных условиях. Первый этап в деле определения взвешенного MCF заключается в характеристике систем очистки сточных вод в конкретной стране путем составления перечня источников выбросов CH_4 . На рис. 5.3 ниже представлена полная картина потока бытовых и промышленных сточных вод с использованием различных вариантов очистки. Те варианты очистки, которые выделены жирным шрифтом, являются потенциальными источниками CH_4 .

Рисунок 5.3 Поток сточных вод, системы очистки и потенциальные выбросы CH_4



Примечание: Текст курсивом в блоках с выделенными рамками указывает на области с потенциалом для выбросов CH_4 .

⁶ В работе, на которую сделана эта ссылка, указано репрезентативное значение в 0,21 кг $\text{CH}_4/\text{кг}$ ХПК.

В *Руководящих принципах МГЭИК* взвешенное значение MCF определяется в соответствии с уравнением 5.8:

УРАВНЕНИЕ 5.8

$$\text{Взвешенный MCF}_i = \sum_x (\text{WS}_{ix} \cdot \text{MCF}_x),$$

где:

WS_{ix} = доля сточных вод типа i , очищаемых с помощью системы обработки сточных вод x ,

MCF_x = коэффициенты преобразования метана для каждой системы обработки сточных вод x .

В *Руководящих принципах МГЭИК* предлагается проводить отдельные расчеты для сточных вод и для отстоя, удаленного из сточных вод. Однако для большинства стран такое разделение является неприемлемым, поскольку отстойная масса редко собирается отдельно. Если отделение отстойной массы практикуется и в наличии имеются надлежащие статистические данные, то эти подкатегории источников следует разделять. Такое разделение не окажет влияния на общую оценку, если только не существует конкретных для данной страны данных измерений V_o для отстойной массы и для сточных вод. Обычно теоретические значения V_o по умолчанию для отстойной массы и сточных вод являются одинаковыми. Если используются коэффициенты по умолчанию, то выбросы из сточных вод и из отстойной массы могут оцениваться вместе. В этом случае становится ненужным суммирование по членам i . Когда отдельная оценка выбросов из отстойной массы сточных вод не проводится, взвешенная MCF для первичной очистки и анаэробной вторичной очистки, вероятно, должна быть больше нуля, отражая типичные пути обработки отстойной массы в этой стране. Независимо от того, каким образом очищается отстойная масса, важно, чтобы выбросы CH_4 из твердых веществ биологического происхождения (отстойной массы), удаленных на свалки или использованных в сельском хозяйстве, не включались в данный сектор.

Как упомянуто выше, характеристика сточных вод будет определять долю каждого типа сточных вод, очищаемую с помощью какой-либо конкретной системы. Для определения использования каждого вида очистных систем *эффективная практика* заключается в обращении к национальным статистическим данным (например, полученным от регламентирующих органов). Если такие данные отсутствуют, то за ними можно обратиться к ассоциациям по очистке сточных вод или к международным организациям, таким как Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), которые могут располагать данными об использовании соответствующих систем. В ином случае, могут помочь консультации со специалистами в области санитарии, а также может быть применено заключение экспертов (общие инструкции о получении заключения экспертов см. в главе 6 – Количественная оценка неопределенностей на практике). Полезным инструментом могут оказаться статистические данные об урбанизации (например, о размерах городов и распределении доходов), при допущении о том, что в большинстве стран населению в сельской местности очистные сооружения для сточных вод менее доступны.

В случае отсутствия национальных данных можно изменить уравнение 5.8, с тем чтобы ввести в него заключение экспертов со стороны инженеров санитарных сетей и других специалистов, следующим образом:

УРАВНЕНИЕ 5.9

$$\text{Взвешенный MCF} = \text{Доля БПК, которая, в конечном итоге, разложится в анаэробных условиях.}$$

Определение взвешенного MCF на основе заключения экспертов следует полностью задокументировать. В качестве основы для заключения экспертов можно использовать данные по умолчанию, представленные в *Руководящих принципах МГЭИК*.

ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Данными о деятельности для этой категории источников являются данные о количестве органических отходов в той или иной стране. Общее количество органических отходов (TOW) – это функция количества населения и образования отходов в расчете на человека, которое выражается в понятиях биохимической потребности в кислороде (кг БПК/год):

УРАВНЕНИЕ 5.10

$$TOW = P \cdot D_{dom}$$

где:

TOW = общее количество органических отходов (кг БПК/год),

P = количество населения (в тысячах человек),

D_{dom} = способный к разложению органический компонент (кг БПК/1000 человек/год).

Как указывалось ранее, способный к разложению углерод в органических отходах можно измерить либо как БПК, либо как ХПК, и значение, основанное на ХПК, следует преобразовывать в значение, основанное на БПК, путем умножения на множитель по умолчанию, равный 2,5.

В том что касается бытовых сточных вод, в наличии, вероятнее всего, будут данные о БПК. В *Руководящих принципах МГЭИК* представлены значения по умолчанию для БПК для различных регионов мира (см. таблицу 6-5, Справочное наставление, *Руководящие принципы МГЭИК*).

Статистические данные об общем количестве населения легко получить в национальных статистических учреждениях или в Организации Объединенных Наций. Если предполагается, что значительные количества отходов в сельских районах будут разлагаться в аэробных условиях, как это происходит в некоторых развивающихся странах, *эффективная практика* заключается в расчете соответствующего оценочного значения с использованием данных только о городском населении.

ПОЛНОТА

В *Руководящих принципах МГЭИК* представлены основные методы обработки сточных вод в развитых и развивающихся странах (см. таблицу 6-4, Справочное наставление, *Руководящие принципы МГЭИК*). В этой таблице указаны такие источники, как выгребные ямы, сбросы в реки, канализационные системы и септические резервуары, однако настоящий метод не позволяет включать их в расчеты. (См. информацию о выбросах из этих источников в работе Doorn and Liles, 1999). Диаграмма, такая как представленная на рисунке 5.3 – Поток сточных вод, системы очистки и потенциальные выбросы CH_4 , – может быть более полезной, чем таблица 6-4, Справочное наставление, *Руководящие принципы МГЭИК*.

ФОРМИРОВАНИЕ СОГЛАСОВАННОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА

Выбросы от переработки бытовых сточных вод следует рассчитывать, используя один и тот же метод и одни и те же комплекты данных для каждого года во временном ряду. В случаях отсутствия последовательных данных для использования одного и того же метода для каждого года во временном ряду, возникшие пробелы следует заполнять, проводя пересчет в соответствии с руководящими указаниями, изложенными в главе 7 – Методологический выбор и пересчет, раздел 7.3.2.2 – Альтернативные методы пересчета.

ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

В таблице 5.3 ниже представлены диапазоны неопределенностей, относящиеся к параметрам, рассмотренным в тексте выше.

ТАБЛИЦА 5.3 ДИАПАЗОНЫ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПО УМОЛЧАНИЮ ДЛЯ БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД	
Параметр	Диапазон неопределенности
Количество населения	-5%, +5%
БПК/человек	-30%, +30%
Максимальная способность образования метана (B_0)	-30%, +30%
Доля, очищаемая в анаэробных условиях	Диапазон неопределенности следует определять на основе заключения экспертов, учитывая, что это доля, и неопределенности не могут выходить за пределы диапазона от 0 до 1.
Источник: Заключение группы экспертов (см. Сопредседатели, редакторы и эксперты; Выбросы CH_4 и N_2O при обработке сточных вод).	

В главе 6 представлены рекомендации о количественной оценке неопределенностей на практике. В нее включены инструкции о получении и использовании заключений экспертов, которые в совокупности с эмпирическими данными могут обеспечить оценки общей неопределенности.

5.2.1.2 ПРОМЫШЛЕННЫЕ СТОЧНЫЕ ВОДЫ

Промышленные сточные воды могут проходить очистку на месте или сбрасываться в бытовые канализационные системы. Если они сбрасываются в бытовые канализационные системы, выбросы следует учитывать в относящемся к ним разделе. Рассмотрение этого вопроса в настоящем документе охватывает только оценку выбросов CH_4 при очистке промышленных сточных вод на месте.

ВЫБОР МЕТОДА

Метод для расчета выбросов из промышленных сточных вод, указанный в *Руководящих принципах МГЭИК*, аналогичен методу, используемому для бытовых сточных вод. Определение коэффициентов выбросов и данных о деятельности является более сложным, поскольку существует много видов сточных вод и необходимо проследить за многими различными видами промышленных производств.

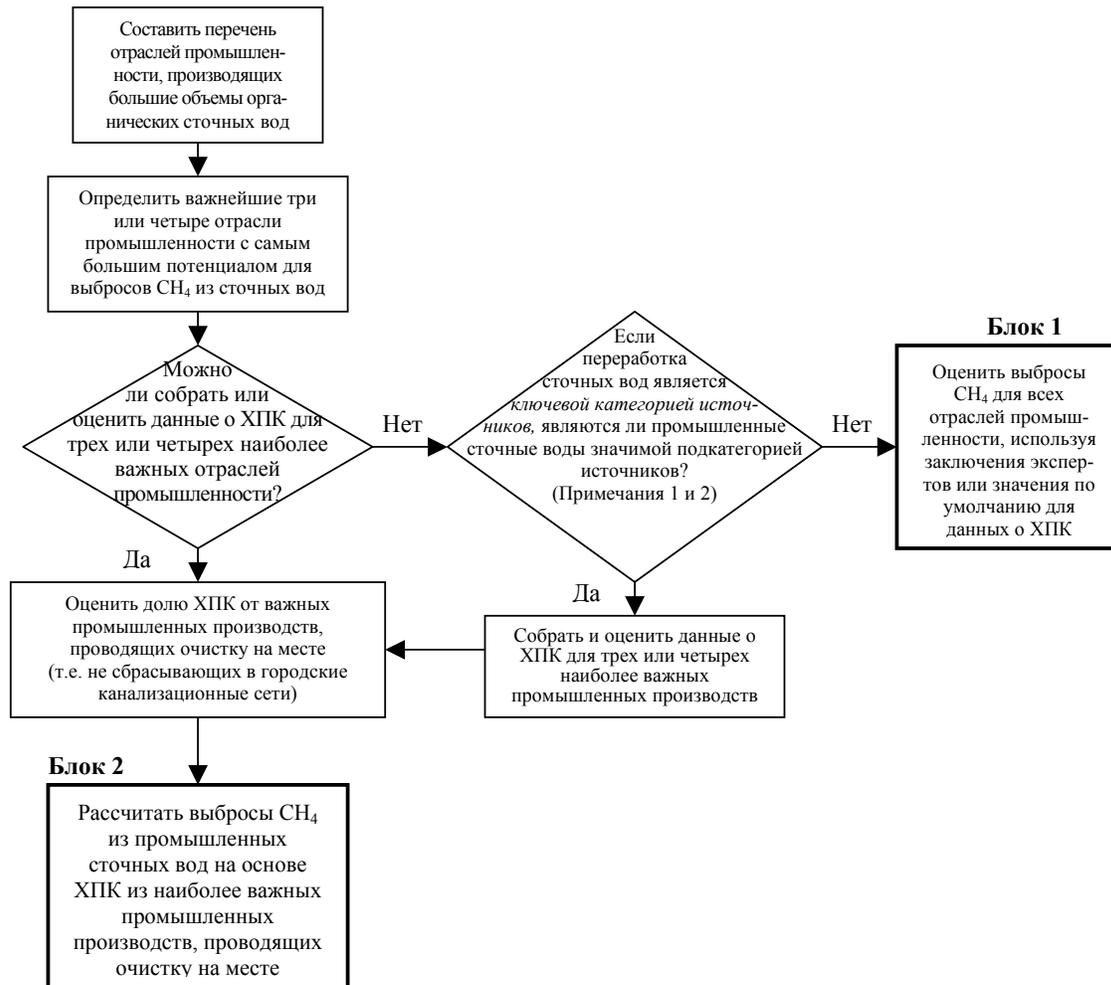
Наиболее точные оценки выбросов для этой категории источников основаны на данных измерений в точечном источнике. Вследствие высокой стоимости измерений и потенциально большого количества точечных источников, сбор всеобъемлющих данных измерений является очень трудным делом. Соответственно, составляющим кадастры учреждениям предлагается использовать модифицированный нисходящий подход, представленный в *Руководящих принципах МГЭИК*. Схема принятия решений на рисунке 5.4 дает представление об *эффективной практике* по адаптации представленных в *Руководящих принципах МГЭИК* методов к этим конкретным для каждой страны условиям.

ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ

Существуют значительные различия в потенциалах выбросов CH_4 от разных видов промышленных сточных вод. Необходимо в наибольшей возможной степени собирать данные для определения максимальной способности образования метана (V_0) и доли обрабатываемых в анаэробных условиях отходов (взвешенной MCF) для каждого вида промышленного производства. *Эффективная практика* заключается в использовании конкретных для страны и для промышленного сектора данных, которые можно получить в правительственных учреждениях, промышленных организациях или у специалистов в области промышленного производства. Однако в последнее время большинство составляющих кадастр учреждений обнаруживают, что подробные данные, конкретные для того или иного промышленного сектора, получить невозможно, или они являются неполными. При отсутствии каких-либо национальных данных *эффективная практика* заключается в использовании коэффициента ХПК по умолчанию МГЭИК для V_0 (0,25 кг CH_4 /кг ХПК).

При определении доли отходов, обрабатываемой в анаэробных условиях, следует использовать заключения экспертов, основанные на рекомендациях инженеров и других специалистов. Одним из полезных методов оценки этих данных является коллективное исследование экспертами разных видов практики очистки промышленных сточных вод. Такие исследования следует проводить довольно часто, с тем чтобы отслеживать основные тенденции в промышленной практике (т.е. каждые 3-5 лет). В главе 6 – Количественная оценка неопределенностей на практике, раздел 6.2.5 – Заключение экспертов, – описывается, каким образом можно получить заключение экспертов для диапазонов неопределенности. Аналогичные протоколы о заключениях экспертов можно использовать для получения необходимой информации в отношении других видов данных в случае, если не существует ни опубликованных, ни статистических данных.

Рисунок 5.4 Схема принятия решений относительно выбросов CH_4 при обработке промышленных сточных вод



Примечание 1: *Ключевая категория источников* – это такая категория, которая имеет приоритет в рамках системы национального кадастра, поскольку ее оценка оказывает существенное влияние на общий национальный кадастр прямых парниковых газов в исчислении абсолютного уровня выбросов, тенденции выбросов или и того, и другого. (См. главу 7 – Методологический выбор и пересчет, раздел 7.2 – Определение национальных ключевых категорий источников).

Примечание 2: В качестве эмпирического определения подкатегория источников является значимой, если на ее долю приходится 25-30% выбросов из соответствующей категории источников.

ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Первым шагом в оценке общего количества образующихся промышленных органических отходов является составление перечня тех промышленных секторов в конкретной стране, которые производят наибольшие объемы сточных вод с органическими отходами. Поскольку лишь ограниченное количество промышленных производств, по всей вероятности, производит наибольшую часть промышленных сточных вод (например, пищевая промышленность, целлюлозно-бумажная промышленность), *эффективная практика* заключается в сосредоточении внимания именно на этих промышленных секторах. Соответствующую информацию могут предоставлять национальные статистические учреждения, регламентирующие учреждения, ассоциации предприятий по очистке сточных вод или промышленные объединения.

Следующим шагом является количественное определение входных данных о ХПК в отношении определенных в качестве основных, трех или четырех промышленных секторов. При этом может потребоваться определенное заключение экспертов. В некоторых странах данные о ХПК и общем потреблении воды по секторам можно получить непосредственно от регламентирующего учреждения. Альтернативный вариант заключается в использовании литературы для получения данных о выпуске промышленной продукции и о количестве тонн ХПК на тонну этой продукции. В *Руководящих принципах МГЭИК* представлены типичные значения ХПК для некоторых отраслей промышленности. Однако эти значения были обновлены, что представлено ниже (таблица 5.4). Оба указанных источника данных согласуются с *эффективной практикой*, в зависимости от национальных условий. В том что касается остальных отраслей промышленности, следует определить для них общую совокупную величину ХПК. Данные о производстве можно получить из источников национальных статистических данных.

Значительная доля промышленных сточных вод может сбрасываться в коммунальные коллекторы для дальнейшей очистки или удаления вместе с бытовыми сточными водами. Эта доля, по всей вероятности, будет оцениваться на основе заключения экспертов и затем добавляться к нагрузке в виде бытовых сточных вод.

ТАБЛИЦА 5.4
ДАННЫЕ О ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ

Вид промышленного производства	Образование сточных вод (м ³ /Мг)	Диапазон образования сточных вод (м ³ /Мг)	БПК (г/л)	Диапазон БПК (г/л)	ХПК (г/л)	Диапазон ХПК (г/л)
Корма для животных	NA		NA		NA	
Перегонка спирта	24	16-32	NA	3-11	11	5-22
Пивоварение	6,3	5,0-9,0	1,5	1-4	2,9	2-7
Кофейное производство	NA		5,4	2-9	9	3-15
Производство кока-колы	1,5	1,3-1,7	NA	0,1	0,1	
Производство молочных продуктов	7	3-10	2,4	1-4	2,7	1,5-5,2
Лекарства и медикаменты	NA		0,9		5,1	1-10
Взрывчатые вещества	NA		NA		NA	
Рыбопереработка	NA	8-18	1,5		2,5	
Переработка мяса и птицы	13	8-18	2,5	2-3	4,1	2-7
Органические химические вещества	67	0-400	1,1	1-2	3	0,8-5
Краски	NA	1-10	NA		NA	1-10
Нефтеперегонка	0,6	0,3-1,2	0,4	1-8	1,0	0,4-1,6
Пластмассы и смолы	0,6	0,3-1,2	1,4	1-2	3,7	0,8-5
Целлюлоза и бумага (вместе)	162	85-240	0,4	0,3-8	9	1-15
Мыло и моющие средства	NA	1,0-5,0	NA	0,3-0,8	NA	0,5-1,2
Прохладительные напитки	NA	2,0	NA	1,0	NA	2,0
Производство крахмала	9	4-18	2,0	1-25	10	1,5-42
Очистка сахара	NA	4-18	NA	2-8	3,2	1-6
Текстиль (натуральный)	172	100-185	0,4	0,3-0,8	0,9	0,8-1,6
Растительные масла	3,1	1,0-5,0	0,5	0,3-0,8	NA	0,5-1,2
Овощи, фрукты и соки	20	7-35	1,0	0,5-2	5,0	2-10
Вина и уксус	23	11-46	0,7	0,2-1,4	1,5	0,7-3,0

Примечания: NA = Данные отсутствуют
В случаях, когда имеется мало точечных источников данных, диапазон, согласно предположениям, составляет от -50 до +100%.

Источник: Doorn *et al.* (1997).

ПОЛНОТА

Отрасли промышленности могут подготавливать кадастры, в которые включены данные о выбросах при переработке сточных вод на месте. *Эффективная практика* заключается в использовании этих оценок при условии, что они являются прозрачными и иным образом согласуются с принципами ОК/КК, изложенными в главе 8 – Обеспечение качества и контроль качества. Национальный метод оценки следует в достаточной степени разукрупнить, с тем чтобы обеспечить возможность для учета этих выбросов на отдельной основе и, тем самым, избежать их двойного учета.

ФОРМИРОВАНИЕ СОГЛАСОВАННОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА

Выбросы при переработке промышленных сточных вод следует рассчитывать, используя один и тот же метод и одни и те же комплекты данных для каждого года во временном ряду. В случаях, когда последовательные данные для одного и того же метода для каждого года во временном ряду отсутствуют, следует заполнять эти пробелы, проводя пересчет в соответствии с руководящими указаниями, изложенными в главе 7 – Методологический выбор и пересчет, раздел 7.3.2.2 – Альтернативные методы пересчета.

ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

Представленные в таблице 5.5 диапазоны неопределенностей относятся к обсуждавшимся в тексте выше параметрам.

ТАБЛИЦА 5.5 ДИАПАЗОНЫ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПО УМОЛЧАНИЮ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД	
Параметр	Диапазон неопределенности
Промышленное производство	-25 %, +25%. Использовать заключение экспертов в отношении качества источника данных, с тем чтобы определить более точный диапазон неопределенности.
Сточные воды/единица продукции ХПК/единица сточных вод	Эти данные могут быть весьма неопределенными, поскольку в одном и том же секторе, но в разных странах, могут использоваться разные процедуры обработки отходов. Произведение параметров должно иметь меньшую неопределенность. Значение неопределенности может быть отнесено непосредственно на кг ХПК/тонна продукции. Предлагается: -50% +100%, т.е. множитель равный 2.
Максимальная способность образования метана (B_0)	-30%, +30%
Доля, обрабатываемая в анаэробных условиях	Диапазон неопределенности следует определять на основе заключения экспертов, помня при этом, что это доля и неопределенности не могут выходить за пределы диапазона от 0 до 1.
Источник: Заключение группы экспертов (см. Сопредседатели, редакторы и эксперты; Выбросы CH_4 и N_2O при обработке сточных вод).	

5.2.2 Отчетность и документация

Эффективная практика заключается в документировании и архивации всей информации, необходимой для получения оценок для национального кадастра выбросов, как это описано в главе 8 – Обеспечение качества и контроль качества, раздел 8.10.1 – Внутренняя документация и архивация. Ниже приведены некоторые примеры конкретной документации и отчетности, относящиеся к этой категории источников.

Существующие секторальные таблицы, сопровождаемые подробным отчетом для кадастра, обеспечивают надлежащую прозрачность для этой категории источников. В таблицах проводится разделение между очисткой промышленных и очисткой бытовых сточных вод. В отчете для кадастра должна быть представлена в виде текста остальная информация относительно данных о деятельности, сделанных предположениях и библиографии. Особенно важно документировать использование данных по умолчанию при определении значений параметров. Составляющее кадастр учреждение должно обеспечить в рабочем листе две дополнительные колонки: одну для замечаний, и другую – для ссылок, например, путем нумерации.

Включать всю документацию в национальный кадастр нецелесообразно. Тем не менее в кадастр следует включать краткие описания использованных методов и ссылки на источники данных, с тем чтобы обеспечить прозрачность сообщаемых оценочных значений выбросов и возможность проследить за действиями при их расчетах (в качестве примера можно назвать изменения в значениях по умолчанию для MCF).

5.2.3 Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК) кадастра

Эффективная практика заключается в проведении проверок в виде контроля качества, как это описано в главе 8 – Обеспечение качества и контроль качества, таблица 8.1 – Уровень 1: Общие процедуры КК на уровне кадастра, а также в осуществлении экспертного исследования оценок выбросов. Могут также проводиться дополнительные проверки контроля качества, как это описано в процедурах уровня 2 в главе 8, а также могут применяться процедуры обеспечения качества, особенно в случае, если для определения выбросов из этой категории источников используются методы более высокого уровня. Составляющим кадастр учреждениям настоятельно рекомендуется использовать для *ключевых категорий источников* процедуры ОК/КК более высокого уровня, как это определено в главе 7 – Методологический выбор и пересчет.

Далее можно увеличить прозрачность путем предоставления четкой документации и объяснений работы, проделанной в следующих областях:

Сравнение оценок выбросов, полученных с использованием разных подходов

- В том что касается бытовых сточных вод, составляющим кадастры учреждениям следует проводить перекрестную проверку национальной оценки, по мере целесообразности, с выбросами, определенными с использованием значений по умолчанию МГЭИК или "метода проверки". Эта перекрестная проверка должна представлять собой стандартную практику ОК во всех случаях использования в методе оценки параметров, иных чем параметры по умолчанию. Составляющим кадастр учреждениям следует регистрировать результаты таких сравнений для внутренней документации и исследовать все необъяснимые расхождения.

Обзор коэффициентов выбросов

- В том что касается бытовых сточных вод, составляющим кадастр учреждениям следует сравнивать конкретные для страны значения для V_0 со значениями по умолчанию МГЭИК (0,25 кг $\text{CH}_4/\text{кг}$ ХПК или 0,6 кг $\text{CH}_4/\text{кг}$ БПК). Несмотря на то, что не существует никаких значений по умолчанию МГЭИК для доли отходов, обрабатываемых в анаэробных условиях, составляющим кадастр учреждениям рекомендуется проводить перекрестную проверку значений для MCF в сопоставлении со значениями из других стран с аналогичными видами практики обработки сточных вод.
- Составляющим кадастры учреждениям следует подтверждать соответствие между единицами, используемыми для способного к разложению углерода в отходах, с единицами для V_0 . Для расчета выбросов оба эти параметра должны основываться на одних и тех же единицах (либо БПК, либо ХПК). То же самое соображение следует принимать во внимание при сравнении выбросов с результатами "метода проверки" или с выбросами другой страны.
- В том что касается промышленных сточных вод, составляющим кадастры учреждениям следует проводить перекрестную проверку значений для MCFs в сравнении с такими значениями из других национальных кадастров с аналогичными характеристиками промышленных сточных вод.

Обзор данных о деятельности

- В том что касается промышленных сточных вод, составляющим кадастры учреждениям следует проводить обзор комплектов вторичных данных (полученных, например, из национальных статистических учреждений, регламентирующих учреждений, ассоциаций по очистке сточных вод или промышленных ассоциаций), используемых для оценки и классификации объема промышленных отходов, выраженных в ХПК. В некоторых странах может существовать регламентирующий контроль над промышленными стоками, и в этих случаях уже могут осуществляться значимые протоколы ОК/КК для разработки характеристик сточных вод на промышленной основе.
- Составляющим кадастры учреждениям следует сравнивать конкретные для страны данные (БПК в бытовых сточных водах или объем промышленных отходов ХПК) со значениями по умолчанию МГЭИК. Если составляющие кадастр учреждения используют конкретные для страны значения, им следует задокументировать причину, по которой конкретные для страны значения или промышленные значения отличаются от этих значений по умолчанию.

Участие специалистов по промышленности в обзоре

- В некоторых странах очистка бытовых сточных вод находится под тщательным и строгим контролем (особенно в городских районах), и поэтому там существуют возможности для проведения независимого экспертного обзора входных данных, используемых в расчетах выбросов. В таком независимом обзоре должны участвовать эксперты, обладающие знаниями о конкретном входном параметре. Независимый экспертный обзор особенно важен для проверки значений MCF и других параметров, для которых не существует значений по умолчанию МГЭИК, необходимых для перекрестных проверок.
- В том что касается промышленных сточных вод, составляющим кадастр учреждениям следует привлекать к работе специалистов по промышленности, которые обладают знаниями о конкретных входных параметрах. Например, специалисты по промышленности должны провести обзор характеристик промышленных сточных вод и их очистки, используя свои знания и опыт в конкретных отраслях промышленности. Обзор независимыми экспертами особенно важен для проверки значений MCF и других параметров, для которых не существует значений по умолчанию МГЭИК, необходимых для перекрестных проверок.

5.3 ВЫБРОСЫ ПРИ СЖИГАНИИ ОТХОДОВ

5.3.1 Методологические вопросы

При сжигании отходов образуются выбросы CO₂, CH₄ и N₂O. Выбросы CH₄, по всей вероятности, не являются значительными из-за тех условий сжигания, которые существуют в печах для сжигания отходов (например, высокие температуры и большая длительность нахождения в печи). Обычно выбросы CO₂ из печей для сжигания отходов значительно больше чем выбросы N₂O. В настоящее время сжигание отходов более характерно для развитых стран, хотя и в развитых, и в развивающихся странах сжигают отходы медицинских учреждений.

Описываемая здесь методология применяется к сжиганию отходов как с целью получения энергии, так и без такой цели. Выбросы от сжигания отходов без получения энергии должны регистрироваться в разделе "Отходы", в то время как выбросы от сжигания отходов с получением энергии следует регистрировать в разделе "Энергетика".

В соответствии с *Руководящими принципами МГЭИК* в оценку выбросов следует включать только выбросы CO₂, образующиеся в результате сжигания углерода, находящегося в отходах ископаемого происхождения (например, пластмассы, определенные виды текстиля, резина, жидкие растворители и отработанные масла). Доли углерода, получаемого из биомассы (например, бумага, пищевые отходы и древесные материалы), включать не следует.

5.3.1.1 ВЫБОР МЕТОДА

Выбор метода *эффективной практики* будет зависеть от национальных условий. Схемы принятия решений, одна на рис. 5.5 – Схема принятия решений относительно выбросов CO₂ при сжигании отходов, и другая – на рис. 5.6 – Схема принятия решений относительно выбросов N₂O при сжигании отходов, – определяют *эффективную практику* в деле адаптации методов, изложенных в *Руководящих принципах МГЭИК*, к этим конкретным для страны условиям. На рисунках 5.5 и 5.6 проиллюстрирован выбор метода для оценки, соответственно, выбросов CO₂ и выбросов N₂O.

Наиболее точные оценки выбросов могут быть проведены благодаря определению выбросов, связанных с каждым видом отходов (например, коммунальные твердые отходы (MSW), отстой сточных вод, отходы медицинских учреждений и опасные отходы).

Методы оценки выбросов CO₂ и N₂O при сжигании отходов различаются, поскольку на уровни этих выбросов влияют разные факторы. По этой причине эти методы рассматриваются ниже отдельно друг от друга.

Оценка выбросов CO₂

В *Руководящих принципах МГЭИК* описывается один метод оценки выбросов CO₂ при сжигании отходов. Как показано в уравнении 5.11 ниже, данными о деятельности являются количества отходов, помещаемых в установки для сжигания отходов, а коэффициенты выбросов основаны на содержании углерода в отходах, причем только ископаемого происхождения. Наиболее точные оценки выбросов CO₂ получают при разукрупнении данных о деятельности с разбивкой по различным видам отходов (например, коммунальные твердые отходы, отстой сточных вод, отходы медицинских учреждений и опасные отходы). В расчеты следует также включать показатель полноты сгорания при сжигании отходов.

УРАВНЕНИЕ 5.11

$$\text{Выбросы CO}_2 \text{ (Гг/год)} = \sum_i (IW_i \cdot CCW_i \cdot FCF_i \cdot EF_i \cdot 44 / 12),$$

где:

- i = MSW: коммунальные твердые отходы,
- HW: опасные отходы,
- CW: отходы медицинских учреждений,
- SS: отстой сточных вод,

IW_i = количество сожженных отходов вида i (Гг/год),

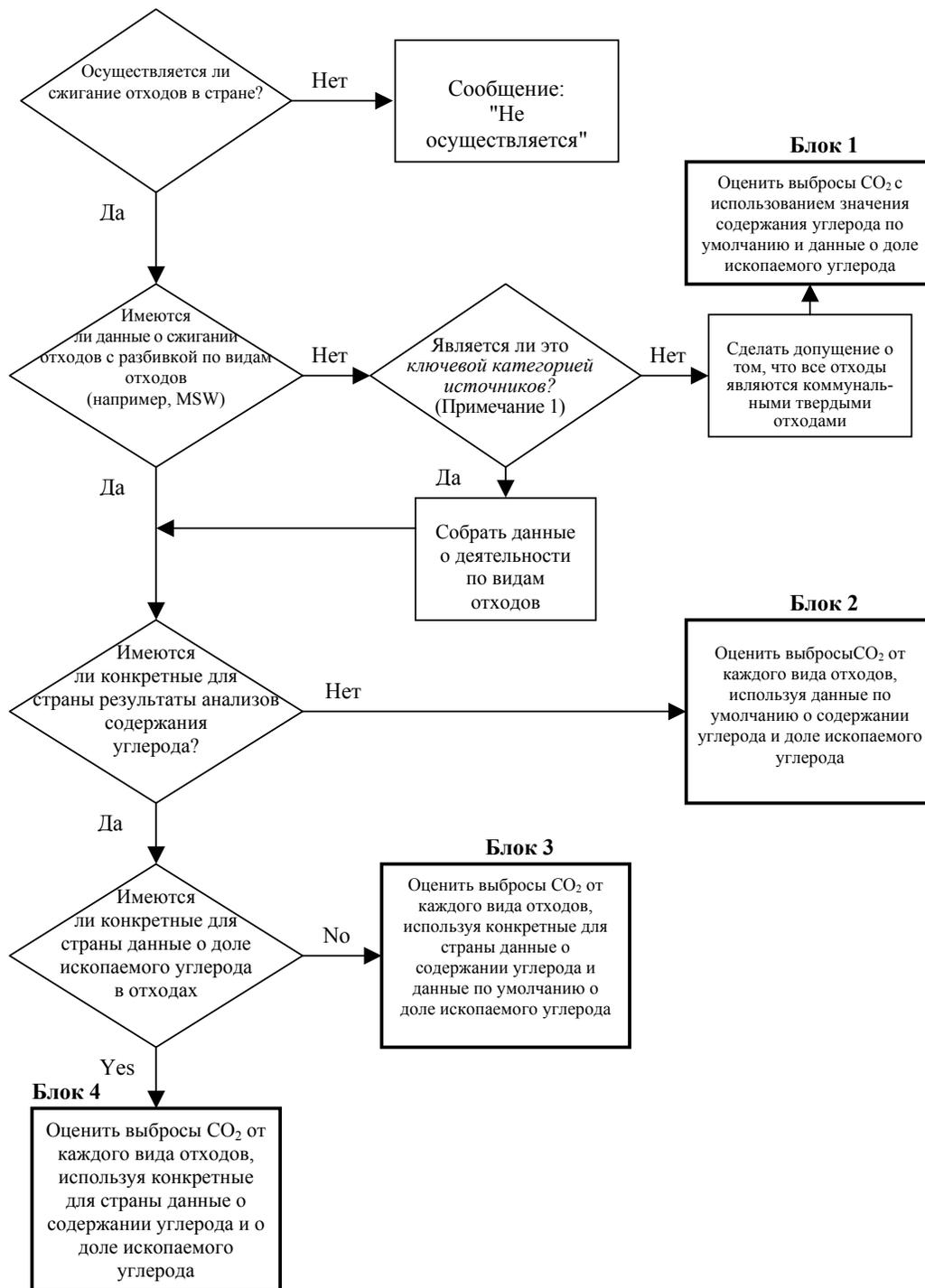
CCW_i = доля содержания углерода в отходах вида i,

FCF_i = доля ископаемого углерода в отходах вида i,

EF_i = полнота сгорания при сжигании отходов вида i в установках для сжигания отходов (дробь),

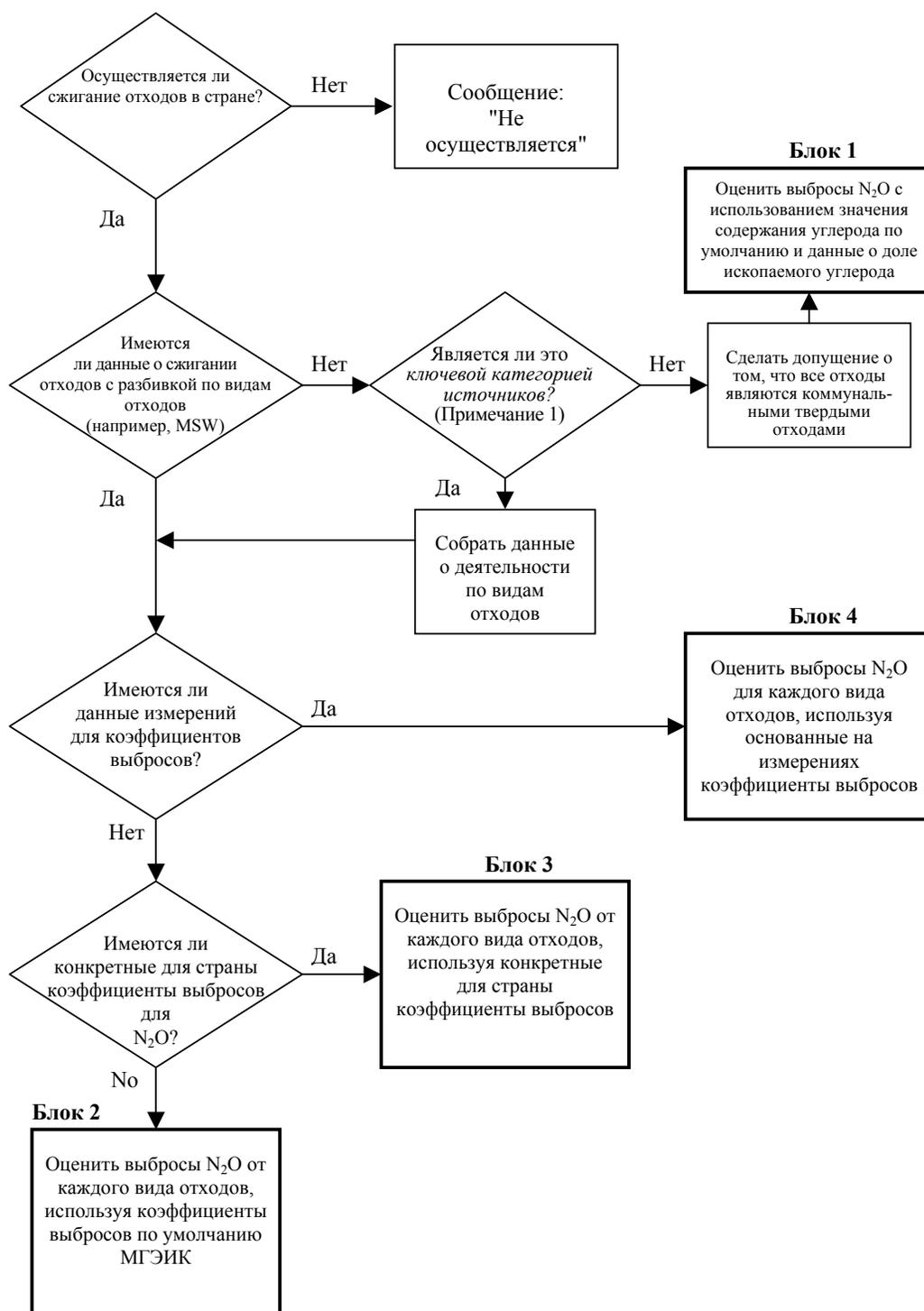
44 / 12 = превращение C в CO₂.

Рисунок 5.5 Схема принятия решений относительно выбросов CO₂ при сжигании отходов



Примечание 1: *Ключевая категория источников* – это такая категория, которая имеет приоритет в рамках системы национального кадастра, поскольку ее оценка оказывает существенное влияние на общий национальный кадастр прямых парниковых газов в исчислении абсолютного уровня выбросов, тенденции выбросов или и того, и другого. (См. главу 7 – Методологический выбор и пересчет, раздел 7.2 – Определение национальных ключевых категорий источников).

Рисунок 5.6 Схема принятия решений относительно выбросов N_2O при сжигании отходов



Примечание 1: *Ключевая категория источников* – это такая категория, которая имеет приоритет в рамках системы национального кадастра, поскольку ее оценка оказывает существенное влияние на общий национальный кадастр прямых парниковых газов в исчислении абсолютного уровня выбросов, тенденции выбросов или и того, и другого. (См. главу 7 – Методологический выбор и пересчет, раздел 7.2 – Определение национальных ключевых категорий источников).

Схема принятия решений на рисунке 5.5 может быть использована для оценки выбросов CO₂ с каждой установки для сжигания отходов, также как и для оценки выбросов со всех установок. Наилучшие результаты будут получены, если значение выбросов определить для каждой установки, а затем все их суммировать.

Оценка выбросов N₂O

Расчет выбросов N₂O основывается на количествах отходов, вводимых в установки для сжигания отходов, и на коэффициенте выбросов:

УРАВНЕНИЕ 5.12

$$\text{Выбросы N}_2\text{O (Гг/год)} = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6},$$

где:

IW_i = количество сожженных отходов вида i (Гг/год),

EF_i = Агрегированный коэффициент выбросов N₂O для отходов вида i (кг N₂O/Гг).

Или

УРАВНЕНИЕ 5.13

$$\text{Выбросы N}_2\text{O (Гг/год)} = \sum_i (IW_i \cdot EC_i \cdot FGV_i) \cdot 10^{-9},$$

где:

IW_i = количество сожженных отходов вида i (Гг/год),

EC_i = концентрация выбросов N₂O в исходящем газе от отходов вида i (мг N₂O/м³),

FGV_i = объем исходящего газа на количество сожженных отходов вида i (м³/Мг).

На рисунке 5.6 представлена общая схема принятия решений для оценки выбросов N₂O при сжигании отходов. Эту схему принятия решений можно также использовать для оценки других газов (например, NO_x). Наилучшие результаты будут получены, если выбросы N₂O определить для каждой установки на основе данных мониторинга конкретных установок, и затем все их суммировать.

5.3.1.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ И ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Выбросы CO₂

Непосредственный мониторинг содержания CO₂ в исходящих газах обычно не проводится. Его можно рассчитать на основе общего содержания углерода в отходах. В большинстве стран, как правило, применяется именно этот метод. Выбросы CO₂ могут быть также оценены путем использования данных по умолчанию о содержании углерода (см. таблицу 5.6 – Данные по умолчанию для оценки выбросов CO₂ при сжигании отходов). Однако в тех случаях, когда значения содержания углерода в отходах не известны, а составляющее кадастр учреждение имеет хорошо задокументированные данные измерений выбросов CO₂ при сжигании отходов, оно может использовать эти данные для получения конкретного для страны содержания углерода в отходах.

Бывает трудно провести различие между биогенной долей отходов и ископаемой долей отходов, поступающих для сжигания. Данные для определения этих долей могут быть получены от результатов анализов отходов, имеющихся во многих странах. Однако реальные данные о происхождении отходов зачастую отсутствуют или могут быть устаревшими.

Доли ископаемого и биогенного углерода, по всей вероятности, в будущем значительно изменятся вследствие принятия в последнее время законодательных актов об отходах во многих странах (например, в Японии, Норвегии и США). Эти законодательные акты окажут большое влияние на общее количество сжигаемых отходов, а также на содержание ископаемого углерода в сжигаемых отходах. Пока еще не ясно, каким образом новое законодательство повлияет на содержание ископаемого углерода, поскольку имеются лишь ограниченные данные относительно происходящих изменений.

Доля ископаемого углерода различна в разных видах отходов. Углерод в MSW и отходах медицинских учреждений имеет как биогенное, так и ископаемое происхождение (данные по умолчанию

представлены в таблице 5.6). Содержание ископаемого углерода в отстое сточных вод, как правило, может быть проигнорировано (только следы моющих средств и другие химические вещества). Углерод в опасных отходах, как правило, имеет ископаемое происхождение (данные по умолчанию представлены в таблице 5.6).

Согласно *эффективной практике*, следует сделать допущение о том, что состав сжигаемых MSW является таким же, как и состав всех MSW, образующихся в конкретной стране. Однако если определенная доля MSW сжигается отдельно, следует специально определять содержание углерода в таких потоках.

ТАБЛИЦА 5.6 ДАННЫЕ ПО УМОЛЧАНИЮ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ CO ₂ ПРИ СЖИГАНИИ ОТХОДОВ				
	MSW	Отстой сточных вод	Отходы медицинских учреждений	Опасные отходы
Содержание С в отходах	33-50% отходов (влажных) значение по умолчанию: 40%	10-40% отстоя (сухое вещество) значение по умолчанию: 30%	50-70% отходов (сухое вещество) ^a значение по умолчанию: 60%	1-95% отходов (влажных) значение по умолчанию: 50%
Ископаемый углерод как % от общего количества углерода	30-50% значение по умолчанию: 40%	0%	30-50% значение по умолчанию: 40% требуется дополнительная информация	90-100% ^b значение по умолчанию: 90%
Полнота сгорания ^c	95-99% значение по умолчанию: 95%	95%	50-99% значение по умолчанию: 95%	95-99% значение по умолчанию: 99,5%
^a Отходы медицинских учреждений состоят в основном из бумаги и пластмасс. Содержание углерода может быть оценено на основе следующих показателей: содержание С в бумаге: 50% и содержание С в пластмассах: 75%-85%. ^b Ископаемый углерод может быть уменьшен, если он включает углерод из упаковочных материалов и аналогичных материалов ^c Зависит от конструкции установок для сжигания отходов, их эксплуатации и срока службы Источник: Заключение группы экспертов (см. Сопредседатели, редакторы и эксперты; Выбросы от сжигания отходов).				

Выбросы N₂O

Коэффициенты выбросов N₂O, там где это реализуемо на практике, следует рассчитывать на основе измерений выбросов. Постоянный мониторинг выбросов технически возможен, однако, с точки зрения *эффективной практики*, не обязателен. Периодические измерения следует проводить довольно часто, с тем чтобы учесть изменчивость образования N₂O (т.е. изменчивость из-за изменения состава отходов), и различные виды условий в режиме работы установок для сжигания отходов (например, температуру горения). В главе 8 – Обеспечение качества и контроль качества, раздел 8.7.1.3 – Прямые измерения выбросов, –представлены дополнительные рекомендации об обеспечении репрезентативности. В случае отсутствия данных измерений следует использовать другие надежные средства для определения коэффициентов выбросов (см. рисунок 5.6 – Схема принятия решений относительно выбросов N₂O при сжигании отходов).

Коэффициенты выбросов N₂O различаются в зависимости от вида установки для сжигания отходов и вида самих отходов. Коэффициенты выбросов из установок с псевдооживленным слоем являются более высокими, чем из установок с системами колосниковых решеток. Коэффициенты выбросов от MSW ниже, чем от отстоя сточных вод. Диапазоны коэффициентов выбросов N₂O отражают влияние методов борьбы с загрязнением (впрыскивание аммиака или мочевины, как это используется в некоторых технологиях по борьбе с NO_x, может увеличить выбросы N₂O), температуру горения и время нахождения отходов в установке для сжигания отходов.

В случае отсутствия конкретных для данного места коэффициентов выбросов N₂O можно использовать коэффициенты по умолчанию (см. таблицу 5.7 – Коэффициенты выбросов N₂O при сжигании отходов).

Многие страны, в которых проводится сжигание отходов, должны иметь конкретные для каждой установки данные о количестве сожженных отходов.

В том что касается опасных отходов и отходов медицинских учреждений, может оказаться, что соответствующие данные о деятельности получить трудно, поскольку отходы, сжигаемые в некоторых из этих установок (например, в установках на местах в химической и фармацевтической промышленности), могут не включаться в общие статистические данные об отходах. Для этих видов отходов может не оказаться конкретных для установок данных, однако, у контролирующих отходы учреждений могут быть данные об общем количестве сожженных отходов.

Классификация видов отходов является различной в разных странах (например, в Японии отстой сточных вод включается в промышленные отходы), а также внутри самих стран (например, на муниципальном или региональном уровне). В связи с этим, сравнение видов отходов может оказаться довольно трудным. Там, где это возможно, отходы следует классифицировать, как указано выше, с тем чтобы облегчить их согласованное представление и проведение сопоставлений.

5.3.1.3 ПОЛНОТА

Полнота охвата зависит от учета видов отходов и их сжигаемых количеств. В случае, когда метод применяется на уровне установок, а затем осуществляется суммирование результатов, *эффективная практика* заключается в обеспечении того, чтобы были включены данные со всех установок для сжигания отходов. Составляющим кадастр учреждениям следует принять меры к тому, чтобы учитывать все виды отходов, образующиеся в их стране.

Следует отметить, что возможен двойной учет выбросов CO₂, поскольку отходы часто сжигаются в установках, снабженных средствами для рекуперации энергии. Кроме того, отходы могут использоваться в качестве замещающего топлива в промышленных установках, иных, чем установки для сжигания отходов (например, в доменных печах и печах для обжига кирпича). Для того чтобы избежать такого двойного учета, следует выбросы от таких процессов регистрировать под рубрикой "Другие виды топлива" в разделе "Энергетика", а не в категории источников "Удаление отходов".

ТАБЛИЦА 5.7 КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЫБРОСОВ N ₂ O ПРИ СЖИГАНИИ ОТХОДОВ				
Вид установки для сжигания отходов	MSW кг N ₂ O/Гг отходов (сухих)	Отстой сточных вод кг ₂ O/Гг отстоя сточных вод (сухое вещество)	Отходы медицинских учреждений кг N ₂ O/Гг отходов (сухих)	Опасные отходы кг ₂ O/Гг отходов (сухих)
Подовая печь или печь с колосниковыми решетками	5,5-66 (Германия) среднее 5,5-11 наивысшее значение 30 (СК) 40-150 (Япония: влажные)	400 (Япония: влажные)	NA	NA
Карусельная печь	NA	NA	NA	210-240 (Германия)
Установка с псевдоожиженным слоем	240-660 (Япония: влажные)	800 (Германия) 100-1500 (СК) 300-1530(Япония: влажные)	NA	NA
Примечание: NA = нет данных Источник: Германия: Johnke (1999), Соединенное Королевство: Агентство по охране окружающей среды (1999 г.), Япония: Yasuda (1993).				

5.3.1.4 ФОРМИРОВАНИЕ СОГЛАСОВАННОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА

Выбросы при сжигании отходов следует рассчитывать, используя один и тот же метод и одни и те же комплекты данных для каждого года во временном ряду. В случаях, когда последовательные данные для одного и того же метода для каждого года во временном ряду отсутствуют, следует заполнять эти пробелы, проводя пересчет в соответствии с руководящими указаниями, изложенными в главе 7 – Методологический выбор и пересчет, раздел 7.3.2.2 – Альтернативные методы пересчета.

5.3.1.5 ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

В таблицах 5.6 и 5.7 представлены диапазоны по умолчанию для оценок выбросов CO₂ и N₂O, однако, составляющим кадастр учреждениям следует указывать конкретные для их стран неопределенности для коэффициентов выбросов, особенно, если они используют данные мониторинга.

В информации последнего времени неопределенность будет ниже, поскольку в ней отражены изменяющиеся виды практики, технические достижения или изменения в долях (биогенной и ископаемой) сжигаемых отходов. Во многих развитых странах неопределенности, связанные с количеством сжигаемых отходов, оцениваются, примерно, в 5%, однако, эта неопределенность может быть выше для некоторых видов отходов, например для отходов медицинских учреждений.

Основная неопределенность для CO₂ связана с оценкой доли ископаемого углерода. Существует высокий уровень неопределенности, связанной с разделением долей биогенного углерода и ископаемого углерода.

Данные прямых измерений или мониторинга выброса N₂O имеют меньшую неопределенность. При постоянном и периодическом мониторинге выбросов неопределенность зависит от точности измерительных приборов. При периодических измерениях неопределенность будет зависеть также от частоты взятия проб.

В случае использования значений по умолчанию для коэффициентов выбросов N₂O, диапазоны неопределенности были оценены вплоть до 100%.

В главе 6 представлены рекомендации о количественной оценке неопределенности на практике. Сюда входит получение и использование заключений экспертов, которые в сочетании с эмпирическими данными могут обеспечить оценочное значение общей неопределенности.

5.3.2 Отчетность и документация

Эффективная практика заключается в документировании и архивации всей информации, необходимой для получения оценок для национального кадастра выбросов, как это описано в главе 8 – Обеспечение качества и контроль качества, раздел 8.10.1 – Внутренняя документация и архивация. Ниже приведены некоторые примеры конкретной документации и отчетности, относящиеся к этой категории источников.

Включать всю документацию в национальный кадастр целесообразно. Тем не менее в кадастр следует включать краткие описания использованных методов и ссылки на источники данных, с тем чтобы обеспечить прозрачность сообщаемых оценочных значений выбросов и возможность проследить за действиями при их расчетах.

В некоторых странах используются отличные от других схемы классификации для отходов на местном или региональном уровне. В таком случае, составляющему кадастр учреждению, следует изучить соответствие их схемы схеме классификации МГЭИК и представить логическое обоснование того, каким образом оно преобразовало соответствующие данные, с тем чтобы они соответствовали категориям МГЭИК. Составляющим кадастр учреждениям следует четко указывать виды отходов, включенные в оценочные значения отходов.

Составляющим кадастр учреждениям следует также включать информацию о том, каким образом они получили данные о содержании углерода, доли ископаемого углерода и коэффициенты выбросов N₂O.

Многие установки для сжигания отходов вырабатывают электроэнергию и тепло. Сжигание отходов для целей получения энергии следует указывать в разделе "Энергетика" *Руководящих принципов МГЭИК* (CO₂ при стационарном сжигании топлива). Отходы следует регистрировать в рубрике "другие виды топлива" в разделе "Энергетика". Эти выбросы не следует регистрировать в разделе "Отходы" *Руководящих принципов МГЭИК*, с тем чтобы избежать двойного учета.

Иногда газ, нефть или другие виды топлива используются в качестве дополнительного топлива для начала процесса сжигания или для поддержания температуры. Потребление дополнительного топлива для этой цели не следует регистрировать в разделе "Сжигание отходов", а следует включать в раздел "Энергетика". На долю дополнительных видов топлива обычно приходится менее 3% от общего теплообразующего вводимого компонента, однако, они могут играть более важную роль при сжигании опасных отходов.

5.3.3 Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК) кадастра

Эффективная практика заключается в проведении проверок контроля качества, как это описано в главе 8 – Обеспечение качества и контроль качества, таблица 8.1 – Уровень 1: Общие процедуры КК на уровне кадастра, – а также в осуществлении экспертного исследования оценок выбросов. Могут также проводиться дополнительные проверки контроля качества, как это описано в процедурах уровня 2 в главе 8, а также могут применяться процедуры обеспечения качества, особенно в случае, если для определения выбросов из этой категории источников используются методы более высокого уровня. Составляющим кадастр учреждениям настоятельно рекомендуется использовать для *ключевых категорий источников* процедуры ОК/КК более высокого уровня, как это определено в главе 7 – Методологический выбор и пересчет.

Далее можно увеличить прозрачность путем предоставления четкой документации и объяснений работы, проделанной в следующих областях:

Обзор прямых измерений выбросов

- В случае наличия данных прямых измерений составляющим кадастры учреждениям следует подтвердить, что для этих измерений использовались признанные на международном уровне стандартные методы. Если практика измерений не соответствует этому критерию, следует проводить тщательную оценку использования этих данных о выбросах.
- В случае прямых измерений выбросов составляющим кадастр учреждениям следует проводить сравнения коэффициентов на уровне отдельных установок между собой, а также со значениями по умолчанию МГЭИК. Им следует изучать любые значительные расхождения между этими коэффициентами.

Обзор коэффициентов выбросов

- Составляющим кадастр учреждениям следует проводить сравнения конкретных для страны или конкретных для установок значений содержания углерода в отходах, доли ископаемого углерода в общем количестве углерода и полноты сгорания в установках для сжигания отходов со значениями по умолчанию, приведенными в таблице 5.6.
- Составляющим кадастр учреждениям следует проводить обзор процедур КК, связанных с данными и анализом сжигания отходов, используемых для разработки конкретных для данного места коэффициентов выбросов. Если КК является недостаточным, следует оценить неопределенность национальных оценочных значений и, возможно, использование этих данных.

Участие экспертов в независимом обзоре

- Независимый экспертный обзор должен быть направлен на характеристику отходов, как топлива и на те ситуации, когда данные по умолчанию не используются. Это особенно важно для опасных отходов и отходов медицинских учреждений, поскольку эти отходы часто не оцениваются в количественном выражении для каждой установки отдельно и могут значительно различаться на разных таких установках.

БИБЛИОГРАФИЯ

ВЫБРОСЫ МЕТАНА СО СВАЛОК ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

- Bingemer, H.G. and P.J. Crutzen (1987). 'The production of methane from solid wastes.' *Journal of Geophysical Research*, 92 (D2), pp. 2181-2187.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1997). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 3 Reference Manual*. J.T. Houghton et al., IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- Oonk, H. and T. Boom (1995). *Landfill gas formation, recovery and emissions*, TNO-report R95-203, TNO, Apeldoorn, The Netherlands.

ВЫБРОСЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

- Doorn, M.R.J., R. Strait, W. Barnard, and B. Eklund (1997). *Estimate of Global Greenhouse Gas Emissions from Industrial and Domestic Wastewater Treatment*, Final Report, EPA-600/R-97-091, Prepared for United States Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, USA.
- Doorn, M.R.J. and D. Liles (1999). *Global Methane, Quantification of Methane Emissions and Discussion of Nitrous Oxide, and Ammonia Emissions from Septic Tanks, Latrines, and Stagnant Open Sewers in the World*. EPA-600/R-99-089, Prepared for U.S. EPA, Research Triangle Park, NC, USA.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1997). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 3 Reference Manual*. J.T. Houghton et al., IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- Lexmond, M.J. and G. Zeeman (1995). *Potential of controlled anaerobic wastewater treatment in order to reduce the global emissions of the greenhouse gases methane and carbon dioxide*. Report No. 95-1, Department of Environmental Technology, Agricultural University of Wageningen, P.O. Box 8129, 6700 EV Wageningen, The Netherlands.

ВЫБРОСЫ ПРИ СЖИГАНИИ ОТХОДОВ

- Environment Agency of the United Kingdom (1999). Environment Agency's Technical Guidance Notes, *Environment Agency's Pollution Inventory (1998 Data)*, UK.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1997). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 3 Reference Manual*. J.T. Houghton et al., IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- Johnke, B. (1999). 'Emissions from waste incineration'. Background paper for *Expert meeting on good practice in inventory preparation : emissions from waste*. IPCC/OECD/IEA National Greenhouse Gas Inventories Programme, (Unpublished – TSU, Japan)
- Yasuda, K. (1993). *Emissions of Greenhouse Gases from Waste Incineration*. Report of Kanagawa Environmental Research Center, vol. 16, pp. 49-53, Kanagawa Environmental Research Center, Kanagawa, Japan.