

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ДОБРОВОЛЬНОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ОБЪЕМА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВВЕДЕНИЕ.

1. Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации (далее – методические рекомендации) разработаны в целях реализации пункта 4 плана мероприятий по обеспечению к 2020 году сокращения объема выбросов парниковых газов до уровня не более 75 процентов объема указанных выбросов в 1990 году, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 02.04.2014 № 504-р¹.

2. Настоящие методические рекомендации предназначены для использования уполномоченными органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Рекомендуется проводить инвентаризацию объема выбросов парниковых газов (далее – инвентаризация) один раз в год.

3. Настоящие методические рекомендации включают оценки выбросов парниковых газов² только для тех категорий источников выбросов (видов деятельности), которые будут вносить наибольший вклад в совокупный выброс для большинства субъектов Российской Федерации.

4. Настоящие методические рекомендации включают оценки выбросов парниковых газов для секторов «Энергетика» (раздел I), «Промышленные процессы и использование продукции» (ППИП) (раздел II), «Сельское хозяйство» (раздел III) и «Отходы» (раздел IV).

5. Выбросы парниковых газов выражаются в единицах массы, как правило, в гигаграммах (Гг = 1000 тонн). Совокупные выбросы различных парниковых газов, например, совокупный региональный выброс, выражаются в Гг СО₂-эквивалента. Для пересчета массовых выбросов индивидуальных газов в СО₂-эквивалент используют специальные пересчетные коэффициенты, отражающие сравнительную интенсивность парникового эффекта,

¹ Собрание законодательства Российской Федерации, 2014, № 15, ст. 1778.

² Перечень парниковых газов и их потенциалы глобального потепления приведены в таблице 1 Приложения 2. Инвентаризации подлежат только антропогенные (связанные с человеческой деятельностью) выбросы парниковых газов.

создаваемого этими газами в атмосфере Земли – потенциалы глобального потепления.

I. Энергетика

К сектору «Энергетика» относятся выбросы парниковых газов от сжигания углеродосодержащего топлива в энергетических целях, т.е. для получения энергии – тепловой, электрической или механической, вне зависимости от того, в каких отраслях экономики и на каких предприятиях это сжигание происходит. К данному сектору также относятся выбросы парниковых газов, происходящие в результате технологических выбросов и утечек в атмосферу, включая испарение топлива (фугитивные выбросы), а также выбросы от сжигания топлива в тех случаях, когда энергия, выделяющаяся при сжигании, не используется. Такие выбросы сопровождают процессы добычи, хранения, первичной переработки, транспортировки и потребления нефти, угля и газа. Пошаговая процедура расчета объема выбросов парниковых газов содержится в рабочих формулярах к Справочному руководству по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации к методическим рекомендациям, приведенному в приложении 1 к методическим рекомендациям (далее – Справочное руководство). В целях недопущения при проведении инвентаризации двойного учета или недоучета выбросов парниковых газов целесообразно согласовать инвентаризации в секторах «Энергетика», «Промышленные процессы и использование продукции» и «Отходы».

I.1. Стационарное сжигание топлива

При проведении инвентаризации выбросы парниковых газов от сжигания различных видов топлива стационарными источниками рассчитываются по видам экономической деятельности (таблица 1.1³). Выбросы от производства тепла и энергии для собственных нужд следует относить к той категории источников выбросов, к которой относится основной вид продукции, производимой на предприятии. Учитывая сложность производственных процессов, не всегда можно провести четкое разделение между сжиганием топлива в целях производства тепла и энергии для собственных нужд и потреблением топлива для основной производственной деятельности. Поэтому наибольшее значение имеет полнота учета сжигаемого топлива и, соответственно, полнота расчета выбросов, а сами выбросы могут быть отражены в наиболее подходящих для этого категориях источников.

Для определения объема выбросов парниковых газов рекомендуется использовать методологию, основанную на характеристиках сжигаемого топлива. Выбросы парниковых газов из всех источников горения могут быть рассчитаны на основе данных о количествах и видах сожженного топлива и

³ Все таблицы приведены в приложении 2 к методическим рекомендациям

соответствующих коэффициентов выбросов. Расчет выбросов парниковых газов выполняется по формуле 1:

$$E_i = A_i \times EF_i \quad (\text{формула 1}),$$

где:

E_i = выброс в атмосферу i -ого газа;

A_i = данные о деятельности (количественная характеристика деятельности, приводящей к выбросу за определенный период, обычно за год);

EF_i = коэффициент выброса (удельный выброс i -ого парникового газа на единицу деятельности);

R_i = количество газа, уловленного (собранного) с целью дальнейшего использования, уничтожения или захоронения.

Совокупный объем выбросов парниковых газов от сектора в целом определяется суммированием величин выбросов парниковых газов по категориям источников, видам газов и типам топлива. Для ключевых категорий источников и, если возможно, для других категорий рекомендуется использование более точных методов расчета, описание которых дано в Справочном руководстве и Руководящих принципах МГЭИК⁴. Разделение на группы - жидкие, твердые и газообразные производится не на основе агрегатного состояния вторичных видов топлива, а исходя из того, из какого первичного топлива они произведены. Торф рассматривается как ископаемое топливо, и выбросы от его сжигания включаются в совокупный выброс региона.

Для обеспечения прозрачности и сопоставимости расчетов и их результатов, необходимо использовать единые подходы к классификации и учету топливно-энергетических ресурсов, единиц измерения, источников данных о деятельности, а так же обеспечить согласованность временного ряда⁵.

Список видов топлива, учитываемых при определении объема выбросов парниковых газов, приведен в таблице 1.2.

Данные о количестве и видах сожженного топлива могут быть получены в территориальных органах Росстата, в Минэнерго России, от предприятий и компаний, поставщиков (продавцов) топлива, а также из статистических данных о продаже топлива. При работе с данными о потреблении топлива рекомендуется использовать, где это возможно, данные о количестве

⁴ Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 2006 г. Подготовлены Программой МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. Под ред. С. Игглестона, Л.Буэндиа, К.Мива, Т.Нгара и К.Танабе. Т.1-5. - ИГЕС, Япония, 2006. (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html>)).

⁵ Подробные разъяснения и определения видов топлива приведены в Справочном руководстве, Руководящих принципах МГЭИК и справочнике МЭА (Международное энергетическое агентство. Организация экономического сотрудничества и развития. Руководство по энергетической статистике. - Париж, ОЭСР/МЭА, 2007).

фактически сожженного топлива, а не топлива, поставленного потребителю, проводить проверку полноты и сопоставимости данных, полученных из разных источников. Более подробные рекомендации по источникам данных о деятельности приведены в Справочном руководстве.

Различные виды топлива используются не только в качестве энергетического сырья, но и в качестве сырья, смазочных материалов, растворителей и др. Выбросы парниковых газов, происходящие при неэнергетическом использовании ископаемых углеводородов, относятся к сектору «Промышленные процессы и использование продукции». Использование статистических данных по сжиганию различных видов топлива, а не данных по их поставкам, позволяет избежать двойного учета при оценке выбросов в секторах «Энергетика», «Промышленные процессы и использование продукции» или «Отходы».

Выбросы парниковых газов от использования кокса в черной металлургии учитываются в секторе «Промышленные процессы и использование продукции», (черная металлургия).

В российской статистике потребление кокса в черной металлургии, обычно, относится к топливному использованию, поэтому, для того, чтобы избежать двойного учета, рекомендуется исключить данные о неэнергетическом использовании кокса из сектора «Энергетика» и проводить перекрестную проверку данных с сектором «Промышленные процессы и использование продукции», избегая двойного учета.

Выбросы диоксида углерода (CO_2), относящиеся к использованию доменного газа, учитываются в секторе «Промышленные процессы и использование продукции» (черная металлургия), поэтому, для того, чтобы избежать двойного учета, рекомендуется исключить доменный газ из расчетов в категории «Сжигание топлива». Однако, выбросы метана (CH_4) и закиси азота (N_2O) от сжигания доменного газа должны быть включены в сектор «Энергетика».

При сжигании отходов в установках, где тепло, выделяемое при сгорании, используется в качестве энергии, отходы рассматриваются в качестве топлива и выбросы парниковых газов должны быть отнесены к энергетическому сектору. В общий (совокупный) региональный выброс включается только выбросы CO_2 , образующиеся при сжигании отходов ископаемого топлива, а CO_2 , образующийся из углерода биогенного происхождения, в совокупный региональный выброс не включается, но фиксируются отдельно, как справочные данные. Методология оценки выбросов при сжигании отходов приведена в разделе «Отходы», а более подробное описание мер предотвращения двойного учета выбросов - в Справочном руководстве и Руководящих принципах МГЭИК⁶.

В энергетической статистике не всегда можно разделить топливо, сжигаемое мобильными и стационарными источниками. В некоторых

⁶ Разработчик инвентаризации должен позаботиться о предотвращении двойного учета и пропусков при комбинировании данных из разных источников.

категориях источников (например, сжигание в сельском хозяйстве) могут возникнуть затруднения при отделении топлива, используемого в стационарном оборудовании, от топлива, используемого в мобильной технике. Учитывая различные коэффициенты выбросов для иных, чем CO_2 газов по этим двум источникам, эффективная практика⁷ заключается в получении доли энергии каждого из этих источников с использованием косвенных данных (например, число насосов, средний расход, потребности для перекачки воды и т.д.). В случаях, когда провести границу между мобильным и стационарным сжиганием не представляется возможным, выбросы могут быть отнесены к той категории источников, которая дает большую часть выбросов.

В секторе «Энергетика» учитывается только та часть биомассы, которая сжигается в целях получения энергии. При этом выбросы CO_2 не включаются в совокупный региональный выброс, а фиксируются как справочные данные. Выбросы CH_4 и N_2O от сжигания биомассы оцениваются и включаются в суммарные выбросы по сектору «Энергетика» и в совокупный региональный выброс.

Единицей энергии в системе СИ является джоуль (Дж). В российской статистике исходные данные о потреблении топливных ресурсов представляются в физических единицах (тыс. т., млн. m^3 и др.) или в унифицированных энергетических единицах – тоннах условного топлива (т.у.т.). Для преобразования этих данных в энергетические единицы используются значения низшей теплотворной способности топлива (калорийные эквиваленты), взятые с учетом свойств отечественных видов топлива. Справочная информация о калорийных эквивалентах топлив приведена в столбце 3 таблицы 1.2.

Если исходные данные о потреблении топлива приведены в тысячах тонн условного топлива, то для перевода в ТДж используется коэффициент перевода, равный 29,3076 ТДж/тыс. тонны условного топлива (т.у.т.). Перевод физических единиц в энергетические производится по формуле 2:

$$AD_i (\text{ТДж}) = AD_i (\text{ед}) \times C_i (\text{ТДж} / \text{ед}), \quad (2)$$

где: $AD_i (\text{ТДж})$ – потребление топлива в ТДж;

$AD_i (\text{ед})$ – потребление топлива в физических единицах;

$C_i (\text{ТДж} / \text{ед})$ – коэффициент пересчета, приведенный в столбце 4 таблицы 1.2.

Поскольку объемы выбросов других парниковых газов, кроме CO_2 , существенно зависят от применяемых технологий сжигания топлива, то для

⁷ Под эффективной практикой понимается комплекс организационно-технических и методических мероприятий по подготовке высококачественной инвентаризации парниковых газов, в которой их выбросы не являются ни переоцененными (завышенными), ни недооцененными (заниженными), насколько можно судить по использованным методам и подходам, и в которой неопределенности оценок уменьшены настолько, насколько это практически возможно.

получения точных оценок выбросов требуются достаточно подробные данные по технологиям сжигания. Эффективная практика заключается в сборе данных в единицах использованного топлива и их детализации, насколько это возможно, чтобы разделить сжигаемые топлива по основным типам используемых технологий.

–Коэффициенты выбросов (CO_2) сильно зависят от содержания углерода в топливе. Условия сжигания (эффективность сжигания, превращение углерода в шлак и золу и т.д.) имеют сравнительно небольшое значение. Коэффициенты выбросов CH_4 и N_2O зависят от технологии сжигания и условий функционирования оборудования и могут существенно различаться между отдельными установками для сжигания, а в некоторых случаях и от года к году. Для всех категорий стационарных источников и видов топлива в таблице 1.2 приведены рекомендуемые значения коэффициентов выбросов для постоянных и оптимальных условий без учета влияний запусков, отключений или сжигания при частичной загрузке. Часть параметров являются национальными. Они разработаны для Ежегодного Национального доклада о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом»⁸, с учетом состава топлив, применяемых в Российской Федерации, и рекомендуются к использованию субъектами Российской Федерации при отсутствии региональных данных о составе и свойствах топлив.

Коэффициенты выбросов CO_2 отражают полное содержание углерода при условии, что потери на неокисленный углерод равны нулю. Для некоторых твердых видов топлива (в частности, угля), доля неокисленного углерода не обязательно ничтожна, поэтому при наличии информации о коэффициенте недожога топлива следует вносить поправку в рекомендуемые коэффициенты выбросов.

Угли разных марок и видов отличаются друг от друга по характеристикам и особенностям добычи. В российской статистике исходные данные о потреблении угля по видам деятельности доступны только в целом для каменных углей и для бурого угля, либо с разделением углей по бассейнам и месторождениям, поэтому при разработке инвентаризации рекомендуется использовать статистику по потреблению углей различных месторождений и применять коэффициенты выбросов по месторождениям (таблица 1.2), или рассчитать средний региональный коэффициент по методике, приведенной в Справочном руководстве.

I.2 Выбросы от транспорта (сжигание топлива мобильными источниками)

⁸ Российская Федерация. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом. – М., 2006-2014. (http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/3734.php)

При использовании топлива транспортными средствами происходят выбросы CO_2 , CH_4 и N_2O . Структура источников, учитываемых в категории «Транспорт» сектора «Энергетика» приводится в таблице 1.3.

I.2.1 Дорожный транспорт

В категорию источников «Дорожный транспорт» включены следующие типы автотранспортных средств: легковые автомобили, грузовые автомобили малой грузоподъемности и большой грузоподъемности, автобусы, а также мотоциклы (включая мопеды, скутеры и мотоциклы с коляской), работающие на разных видах жидкого и газообразного топлива. Оценки выбросов парниковых газов от дорожного транспорта могут основываться на двух независимых массивах данных: данных о потреблении топлива или данных о расстоянии, пройденном транспортным средством.

Расчет выбросов CO_2 для всех автотранспортных средств (далее - АТС) рекомендуется выполнять на основе данных о потреблении (продаже) различных видов топлива. По возможности, рекомендуется учитывать разделение топлива по экологическим классам. Методика расчета представляет собой произведение количества сожженного топлива определенного вида (в пересчете на тепловые единицы) и соответствующего коэффициента выбросов CO_2 (формула 1). Результаты расчетов по отдельным видам топлива затем суммируются для оценки выброса CO_2 по субъекту в целом.

Выбросы CH_4 и N_2O гораздо сложнее оценить, чем выбросы CO_2 , потому что коэффициенты выбросов зависят от технологии сжигания топлива, используемой транспортным средством, вида топлива и эксплуатационных характеристик автотранспортного средства. Расчет выбросов CH_4 и N_2O целесообразно производить по данным о расстоянии, пройденном автотранспортными средствами каждого класса. Но можно использовать и альтернативные подходы оценки выбросов – по количеству топлива (в тепловых единицах), сожженного автотранспортными средствами без или с разбиением их на классы. Подробное описание методологии расчета выбросов приведено в Справочном руководстве и Руководящих принципах МГЭИК.

В российской национальной статистике к моторным топливам относятся только три вида топлива: бензин, дизельное топливо и другие виды моторного топлива. Для расчета выбросов парниковых газов некоторые другие топлива так же должны быть отнесены к моторным: в категориях водного и железнодорожного транспорта – это мазут, а в категории дорожного транспорта – сжиженный газ. При определении объемов выбросов парниковых газов можно распределять потребление моторного топлива между транспортом и стационарными источниками в зависимости от имеющейся у них информации. При перемещении через границы регионов транспортные средства могут перевозить часть топлива, проданного в одном регионе, для использования в другом регионе. Выбросы от дорожного транспорта следует

учитывать там, где было продано топливо, т.е. данные о деятельности должны отражать топливо, проданное на территории региона.

Большая часть исходных данных, необходимых для расчета выбросов парниковых газов, может быть получена у Федеральной службы государственной статистики (Росстат), например, информация о продаже бензина и дизельного топлива входит в отчетность по форме «1-автобензин (торг)» – сведения о продаже и запасах автомобильного бензина. Данные о производстве и поставках на рынок автомобильного бензина и дизельного могут быть получены в Министерстве энергетики Российской Федерации, а о продажах моторного топлива – в Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации. Следует собрать данные о других видах топлива, используемых в регионе, менее распространенных и, обычно, не входящих в статистику продаж (например, сжиженный нефтяной газ, компримированный природный газ или биотопливо).

При отсутствии или недостаточности данных о продажах топлива, следует использовать данные о его потреблении автотранспортными средствами в различных отраслях экономики. Первичные данные от субъектов хозяйственной деятельности поступают в Росстат (форма №4-ТЭР, 11-ТЭР), где обобщаются и анализируются по отраслевому принципу.

Следует помнить, что обязательной статистической отчетности подлежат только юридические лица (за исключением субъектов малого предпринимательства), в то время как большая часть парка принадлежит физическим лицам, не представляющим статистическую отчетность.

Информация по проданному топливу тоже может отсутствовать или быть ненадежной, т.к. дает ограниченную информацию о его потреблении на транспорте, особенно, автомобильном. В этом случае оценки использования топлива должны проводиться на основании данных о размере и структуре парка автотранспортных средств, зарегистрированных в регионе. Если доступны массивы данных и о потреблении топлива, и о пройденном расстоянии, важно проверить их согласованность, иначе оценки выбросов парниковых газов могут быть противоречивыми. Эффективная практика при использовании данных о продажах топлива заключается в том, что бы убедиться, что они не включают топливо, используемое для внедорожных перевозок и для работы прочих механизмов, а также использование топлива в сельскохозяйственных целях. Важно проверить, используется ли топливо, проданное населению, в иных целях (например, как топливо для стационарных бойлерных) и уточнить, как регистрируется использование смазок в качестве присадок в двухтактных двигателях.

Рекомендуемые коэффициенты выбросов CO_2 , CH_4 и N_2O приведены в таблице 1.4. Коэффициенты выбросов CO_2 основываются на содержании в топливе углерода и предполагают его 100-процентное окисление в процессе сжигания или непосредственно после него и последующую эмиссию в атмосферу в форме CO_2 , CH_4 , оксид углерода (CO), ЛНОС и твердых частиц. Рекомендуемые коэффициенты выбросов CH_4 и N_2O имеют высокую

неопределенность, поскольку в значительной степени зависит от технологий сжигания топлива и ограничения выбросов выхлопных газов, применяемых в транспортных средствах. Если выбросы CH_4 и N_2O от автотранспортных средств настолько велики, что являются ключевыми категориями, следует использовать коэффициенты выбросов, детализированные по классам АТС и применяемой технологии контроля выбросов. Методика проведения детализированных расчетов выбросов на основе сожженного топлива или пройденного расстояния приведена в Справочном руководстве и Руководящих принципах МГЭИК.

1.2.2. Внедорожный транспорт

Внедорожный транспорт включает транспортные средства, используемые в сельском хозяйстве, строительстве и техобслуживании, обеспечении промышленных предприятий и в жилом секторе. К этой категории относятся средства наземного обеспечения в аэропортах, сельскохозяйственные тракторы и другие машины, бензопилы, погрузчики и снегоходы.

Расчет выбросов парниковых газов от внедорожных транспортных средств аналогичен расчету для дорожного транспорта. Методологии оценки выбросов по данным о потреблении топлива с детализацией по видам топлива и категориям внедорожных транспортных средств и по данным о деятельности внедорожных транспортных средств (количестве часов использования оборудования и зависящих от оборудования параметрах, таких, как номинальная мощность, коэффициент загрузки) приведены в Справочном руководстве и Руководящих принципах МГЭИК.

Статистические данные о потреблении топлива внедорожными транспортными средствами часто отсутствуют. Форма статистической отчетности Росстата о дорожно-строительной технике «Сведения о наличии основных строительных машин» (форма №12-строительство) представляется юридическими лицами и их подразделениями (кроме субъектов малого предпринимательства). В ней отражена информация о структуре и количестве эксплуатируемой дорожной и строительной техники. Данные о деятельности внедорожного транспорта могут быть включены в статистику продаж или потребления моторных топлив. Для уточнения доли топлива, использованного внедорожными транспортными средствами, рекомендуется проводить специальные исследования и сравнительные оценки, описание которых приводится в Справочном руководстве и Руководящих принципах МГЭИК. Рекомендуемые коэффициенты выбросов CO_2 , CH_4 и N_2O для внедорожной транспортной техники приведены в таблице 1.4.

1.2.3 Железнодорожный транспорт

Основные выбросы парниковых газов на железнодорожном транспорте связаны с эксплуатацией локомотивов. Существует три типа

железнодорожных локомотивов: дизельные, электрические или паровые. Электрические локомотивы работают на электроэнергии, производимой стационарными электростанциями, и другими источниками. Выбросы, связанные с производством электроэнергии стационарными электростанциями рассматриваются в разделе «Сжигание топлива стационарными источниками». Паровые локомотивы используются очень ограниченно, их вклад в общий объем выбросов парниковых газов незначителен, и выбросами можно пренебречь. При необходимости, такие выбросы могут быть оценены с помощью подхода, для оценки выбросов от обычных парогенераторов, который приведен в разделе «Сжигание топлива стационарными источниками».

Оценка выбросов CO_2 , CH_4 , и N_2O от железнодорожного транспорта может быть выполнена по потребленному топливу с использованием рекомендуемых коэффициентов выбросов с допущением, что все топливо одного вида потреблено локомотивами одного типа и по потребленному топливу с учетом региональных коэффициентов выбросов. Расчет аналогичен расчету, применяемому для дорожных транспортных средств (формула 1).

Для оценки выбросов парниковых газов необходимы данные о потреблении топлива на уровне субъекта Российской Федерации. Железнодорожные компании могут предоставить данные о потреблении топлива локомотивами при линейных перевозках и маневрах. Методика оценки потребления топлива маневровыми локомотивами приведена в Справочном руководстве и Руководящих принципах МГЭИК.

Дизельное топливо – наиболее часто используемый вид топлива на железных дорогах, однако необходимо не допустить пропуска или двойного учета других видов топлива, которые могут использоваться в дизельных локомотивах: в некоторых типах двигателей локомотивов дизтопливо может использоваться в смеси с топочным мазутом, горючими маслами или другими дистиллятами и синтетическим топливом. Дизельные локомотивы могут также сжигать природный газ или уголь. Необходимо избегать недоучета или двойного учета выбросов от топлива, используемого для отопления вагонов на железных дорогах. Хотя эти источники выбросов формально относятся к мобильным, методы оценки выбросов от сжигания топлива для обогрева описываются в разделе «Сжигание топлива стационарными источниками». Дизельные локомотивы также потребляют значительные количества смазочных масел. Выбросы парниковых газов, связанные с потреблением смазочных масел, отнесены к разделу «Производственные процессы и использование продукции». Если невозможно разделить данные об эксплуатации локомотивов от других видов использования топлива на железнодорожном транспорте, следует отметить это.

В таблице 1.5 приведены рекомендуемые коэффициенты выбросов CO_2 , CH_4 и N_2O для оценки выбросов парниковых газов от железнодорожного транспорта [3].

I.2.4 Водный транспорт

Выбросы парниковых газов CO_2 , CH_4 , N_2O от внутренних и международных рейсов рекомендуется, по возможности, рассчитывать отдельно. Разделение на международные и внутренние (каботажные) перевозки необходимо проводить на основании порта отбытия и порта прибытия, а не по национальной принадлежности и флагу судна. Выбросы от международных рейсов охватывают грузопассажирские перевозки с территории Российской Федерации за рубеж, независимо от национальной юрисдикции судна. Не подлежат учету выбросы парниковых газов от грузовых и пассажирских перевозок из зарубежных стран в Российскую Федерацию. Выбросы от внутренних рейсов охватывают грузовые и пассажирские перевозки в пределах территории России независимо от национальной юрисдикции судна. Данные о выбросах от топлив, использованных в международных морских и речных перевозках, не включаются в общие объемы выбросов субъектов Российской Федерации, и представляются в качестве справочной информации. Все выбросы от топлива, заправленного в выполняющие внутрироссийские перевозки морские и речные суда, следует считать происходящими в том регионе, где осуществлялась заправка топливом.

Расчет выбросов парниковых газов производится по формуле 1 на основе региональных данных об использованном топливе при внутренних/международных морских и речных перевозках, коэффициентов пересчета и рекомендуемых МГЭИК коэффициентов выбросов. Данные о деятельности водного транспорта могут быть получены из: администрации морских портов, территориальных органов Федеральной таможенной службы, Ространснадзора, государственной статистики (Росстат), годовых отчетов судоходных компаний, поставщиков топлива, рыболовецких компаний. Для полного охвата судоходной деятельности нужно комбинировать различные источники данных.

Коэффициенты пересчета исходных данных в энергетические единицы по видам топлива представлены в столбце 4 таблицы 1.2. Рекомендуемые МГЭИК коэффициенты выбросов для CO_2 , CH_4 , N_2O (при окислении углерода 100%) в зависимости от вида топлива приведены в таблице 1.6.

I.2.5 Гражданская авиация

Выбросы парниковых газов CO_2 , CH_4 , N_2O от внутренних и международных авиаперевозок должны, по возможности, рассчитываться отдельно. Разделение на международные и внутренние полеты необходимо производить на основе мест взлета и посадки для каждого этапа полета, а не по национальной принадлежности авиакомпании или воздушного судна. Выбросы парниковых газов в результате деятельности внутренней гражданской авиации, охватывают все полеты между двумя аэропортами в

пределах территории России, независимо от национальной принадлежности перевозчика.

Выбросы от международной авиации охватывают все полеты, выполняемые с территории Российской Федерации за рубеж, независимо от национальной принадлежности перевозчика. Данное правило применяется и к отдельным этапам полетов с более чем одним взлетом и посадкой. При этом выбросы, образующиеся в результате авиаперевозок из зарубежных стран в Российскую Федерацию, учету не подлежат. Данные о выбросах от топлива, использованного в международных авиационных перевозках, не включаются в общие объемы выбросов субъектов Российской Федерации и представляются в качестве справочной информации. Все выбросы от топлива, заправленного в выполняющие внутрироссийские перевозки воздушные суда, следует считать происходящими в том регионе, где осуществлялась заправка топливом.

Расчет выбросов парниковых газов производится по формуле 1 на основе региональных данных об израсходованном топливе при внутренних/международных авиаперевозках, коэффициентов пересчета и рекомендуемых МГЭИК коэффициентов выбросов. В случае отсутствия региональной статистической отчетности, потребление топлива российскими и иностранными авиаперевозчиками при внутренних и международных перелетах можно оценить с помощью методики на основе региональных данных о налете самолето-часов российскими и иностранными авиакомпаниями в пределах территории Российской Федерации и за рубежом. Более подробно эта методика рассмотрена в Справочном руководстве. Источники данных о деятельности воздушного транспорта могут включать авиакомпании; Федеральное агентство воздушного транспорта; территориальные органы государственной статистики. Коэффициенты пересчета исходных данных в энергетические единицы по видам топлива представлены в столбце 4 таблицы 1.2. Рекомендуемые МГЭИК коэффициенты выбросов для CO_2 , CH_4 , N_2O (при окислении углерода 100%) в зависимости от вида топлива приведены в таблице 1.7.

I.3 Фугитивные выбросы

I.3.1 Выбросы при добыче, обработке, хранении и транспортировке угля

Выбросы CH_4 и CO_2 происходят при добыче угля открытым и подземным способами, последующем обращении с углем, добытым подземным способом и, в отдельных случаях, при самовозгорании угля. Выбросы от сжигания шахтного метана, производимых в целях получения тепла и энергии, учитываются в разделе «Сжигание топлива стационарными источниками», и общее количество утилизированного шахтного метана вычитается из величины выбросов при добыче угля подземным способом. Закрытые подземные шахты не являются источниками CH_4 и CO_2 благодаря

применяемой технологии их консервации, и выбросы парниковых газов от них не оценивается.

В Методических рекомендациях приводится оценка выбросов наиболее значимого парникового газа CH_4 . Выбросы CO_2 могут оцениваться при наличии соответствующих данных. В расчет необходимо включить выбросы парниковых газов по всем угольным бассейнам, расположенным в пределах субъекта Российской Федерации. Расчеты выбросов метана выполняются по формуле 1 отдельно для подземного и открытого способов добычи угля с использованием коэффициента пересчета объемных долей CH_4 в массовые доли ($0,67 \times 10^{-6}$ Гг/ м^3 для $T = 20^\circ \text{C}$ и давления 1 атм.). Данные о добыче угля и утилизации шахтного метана собираются угледобывающими предприятиями и Федеральным государственным унитарным предприятием «Центральное диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса». В таблице 1.8 приведены значения коэффициентов выбросов CH_4 от угледобычи в отдельных федеральных округах и угольных бассейнах Российской Федерации. Значения выбросов от добычи подземным способом корректируются с учетом фактических объемов утилизации шахтного метана.

1.3.2 Выбросы парниковых газов от нефти и природного газа

Нефтегазовая отрасль представляет собой систему, связывающую объекты разведки, добычи, подготовки, транспорта и хранения, переработки, распределения и использования нефти и газа, а также перегонки нефти и распределения нефтепродуктов. Учету подлежат все выбросы, образующиеся при разведке (бурение и опробование скважин), добыче (включая обслуживание действующих скважин), первичной переработке/подготовке, транспортировке, хранении, переработке, распределении и использовании нефти и природного газа, а также перегонке нефти и распределении нефтепродуктов. Выбросы CO_2 , CH_4 и N_2O от категории источников (сегмента) нефтегазовой отрасли определяются как произведение соответствующих данных о деятельности (например, объема добычи нефти в субъекте Российской Федерации) на коэффициент выбросов (формула 1).

Выбросы по отрасли в целом вычисляются как сумма выбросов по всем подлежащим оценке категориям источников. Источники данных о деятельности могут включать: предприятия нефтегазовой отрасли, территориальные органы государственной статистики и Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор); Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральное диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса».

В российской статистике жидкие углеводороды учитываются не в объемных, а в массовых единицах. Также важно учитывать термодинамические условия (температура и давление). Для пересчета массовых единиц в объемные рекомендуется использовать средневзвешенные плотности углеводородов, рассчитанные по данным отдельных

месторождений в субъектах Российской Федерации или использовать национальные значения (таблица 1.10). Для приведения газообразных объемов к требуемым условиям необходимо умножить объем при исходных условиях на пересчетный коэффициент из таблицы 1.11.

Рекомендуемые МГЭИК коэффициенты выбросов для наиболее распространенных видов углеводородов и операций с ними представлены в таблице 1.9. Коэффициенты выбросов в таблице 1.9 предусматривают использование данных о деятельности в единицах объема. Соответственно данные о деятельности также рекомендуется собирать в исходных объемных единицах. Более полная информация о коэффициентах выбросов представлена в Справочном руководстве. Применяя коэффициенты выбросов, следует обращать внимание на порядок их величин и на размерности.

II. Промышленные процессы и использование продукции

В разделе «Промышленные процессы и использование продукции (ППИП)» рассмотрены выбросы, связанные с промышленными процессами, использованием парниковых газов в составе различной продукции и с неэнергетическим использованием ископаемого топливного углерода. Эти процессы сопровождаются выбросами различных парниковых газов: диоксида углерода (CO_2), метана (CH_4), диоксида азота (N_2O), гидрофторуглеродов (ГФУ) и перфтороуглеродов (ПФУ). Полный перечень источников выбросов парниковых газов в разделе ППИП представлен в таблице 2.1.

Трифторид азота (NF_3) в Российской Федерации не производится, применение его имеет весьма ограниченный характер (электронная промышленность, производство дисплеев), в связи с чем выбросы NF_3 в данном разделе не рассматриваются.

В данную главу включены методики расчета для наиболее существенных категорий источников выбросов в секторе ППИП, которые, как ожидается, будут вносить наибольший вклад в совокупные региональные выбросы для большинства регионов Российской Федерации. Методики для других категорий источников выбросов содержатся в Справочном руководстве и Руководящих принципах МГЭИК.

Неэнергетическое использование ископаемого топлива включает его применение в качестве исходного сырья, восстановителей и неэнергетических продуктов, но не с целью сжигания для получения энергии. В таблице 2.2 представлены примеры использования топлива в этих трёх категориях, выбросы от которых должны учитываться в секторе ППИП.

Распределение выбросов от ископаемого топлива между сектором энергетики и сектором ППИП может быть затруднительно. Применение топлива в качестве исходного сырья или восстановителя часто приводит к образованию газов, которые можно сжигать с целью получения энергии процесса. Равным образом часть исходного сырья может сжигаться для получения тепла. Это может стать причиной неопределённости и

неоднозначности в отчётах. Для того чтобы преодолеть это противоречие, в данных Методических рекомендациях рассмотрены практические рекомендации о том, в каких случаях выбросы CO₂ от сжигания топлива относить к категории «сжигание топлива» раздела «Энергетика», а в каких - к категории промышленных процессов. Более подробно критерии отнесения выбросов CO₂ от использования ископаемого топлива к секторам «Энергетика» или ППИП описаны в Справочном руководстве.

Сжигание топлива определяется по функциональному признаку как: преднамеренное окисление материалов в аппаратах, предназначенных для производства тепла или механической работы для процесса либо для использования вне аппарата.

Целью данного определения является отделение сжигание топлива с целью использования тепла или энергии от тепла или энергии, которые возникают при использовании углеводородов в химических реакциях промышленных процессов.

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

В этих видах деятельности выбросы парниковых газов могут быть связаны как со сжиганием топлива, так и с промышленными процессами. Следует отметить, что осуществление отдельных расчетов по этим двум типам выбросов зачастую бывает трудновыполнимо и невозможно. При выполнении расчетов следует применять следующее правило:

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

Два примера в качестве иллюстрации этого правила:

Если доменный газ полностью сжигается в границах сталелитейной промышленности (например, для нагрева воздуха дутья, энергетических нужд предприятия или для металлообработки), то выбросы относят к подкатегории 2С1 источника ППИП. Если часть газа транспортируют на электростанцию или в расположенный поблизости кирпичный завод для производства тепла, то выбросы относят к подкатегории источников (1А2 или 1А1).

Если избыток метана или водорода, выделяющийся при паровом крекинге нефти, сжигают внутри нефтехимического предприятия для проведения других процессов, то выбросы относят к ПШИП, категория 2В8. Напротив, если газы транспортируют в расположенный недалеко нефтеперегонный завод для использования в качестве топлива, то связанные с этим выбросы относят к подкатегории 1А1 (нефтеперегонка).

В категориях ПШИП - особенно в случаях крупных точечных источников выбросов выбросы могут улавливаться с целью извлечения и использования парниковых газов или с целью их разрушения. Эффективной практикой является учёт улавливаемых выбросов. Расчет выбросов в атмосферу в таких случаях производится по формуле 1а:

$$E_i = (A_i \cdot EF_i) - R_i \quad \text{(формула 1а),}$$

где:

E_i = выброс в атмосферу i -ого газа;

A_i = данные о деятельности (количественная характеристика деятельности, приводящей к выбросу за определенный период, обычно за год);

EF_i = коэффициент выброса (удельный выброс i -ого парникового газа на единицу деятельности);

R_i = количество газа, уловленного (собранного) с целью дальнейшего использования, уничтожения или захоронения.

II.1 Источники данных для сектора ПШИП

Данные для расчета выбросов парниковых газов от сектора ПШИП должны быть получены из надежных источников, такими как:

– Федеральная служба государственной статистики (Росстат). На сайте Росстата (<http://www.gks.ru>) представлены электронные версии публикаций Росстата, откуда по ссылке можно перейти на сайт Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС), где представлены, в частности, данные о промышленном производстве в целом по Российской Федерации и по федеральным округам. На этом же сайте можно найти ссылки на сайты территориальных органов Росстата.

– Ежегодные Государственные доклады о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации, размещенные на сайте Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации в разделе «Государственные доклады и программы» (<http://www.mnr.gov.ru/regulatory/>).

– Данные органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

– Официальные сайты промышленных компаний и предприятий и представленные на них годовые отчеты для акционеров и инвесторов.

– Ежегодный Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом».

II.2 Производство минеральных материалов

В этом разделе рассмотрены методы оценки выбросов CO_2 от использования карбонатного сырья в производстве и от использования различных минеральных материалов. Главный процесс, приводящий к высвобождению CO_2 - это кальцинирование карбонатов, в ходе которого, при нагревании, образуется оксид металла и диоксид углерода.

Расчет выбросов CO_2 от производства минеральной продукции и использования карбонатов должен выполняться по формуле 1. Коэффициенты выбросов, а также данные о деятельности, необходимые для расчетов, представлены в таблицах 2.3-2.5.

II.3 Выбросы химической промышленности

Выбросы парниковых газов, происходящие в результате производства различных органических и неорганических веществ, вносят значительный вклад в национальные и региональные выбросы парниковых газов. В разделе «Химическая промышленность» Российской Федерации парниковые газы представлены: диоксидом углерода (CO_2), метаном (CH_4), оксидом азота (N_2O), гексафторидом серы (SF_6), гидрофторуглеродами (ГФУ) и перфторуглеродами (ПФУ).

Выбросы CO_2 , CH_4 , N_2O в разделе «Химическая промышленность» оцениваются по формуле 1. Коэффициенты выбросов и перечень данных о деятельности, необходимых для расчета выбросов, представлены в таблицах 2.6 - 2.8.

Выбросы ГФУ-23 от производства ГХФУ-22 должны оцениваться по формуле 1а, а выбросы от производства других фторсодержащих соединений - по формуле 1. В период 1990-2012 гг. на предприятиях России производились следующие фторсодержащие соединения, относящиеся к парниковым газам:

ГФУ - трифторметан (ГФУ-23), пentaфторэтан (ГФУ-125), дифторэтан (ГФУ-152а), гептафторпропан (ГФУ-227еа);

ПФУ - тетрафторметан (CF_4), октафторпропан (C_3F_8), октафторциклобутан ($\text{c-C}_4\text{F}_8$).

На двух химических комбинатах (ОАО «Галополимер Пермь» и ООО «Галополимер Кирово-Чепецк») производился гексафторид серы (SF_6). Коэффициенты выбросов и источники данных о деятельности, необходимые для выполнения расчетов выбросов ГФУ, ПФУ и SF_6 приведены в таблицах 2.9 и 2.10.

II.4 Выбросы металлургической промышленности

II.4.1 Выбросы черной металлургии

Источниками выбросов в черной металлургии являются:

- предприятия по производству агломерата и окатышей;
- интегрированные предприятия по производству чугуна и стали;

- вторичные предприятия по производству стали из стального лома;
- предприятия по производству железа прямого восстановления, в некоторых случаях интегрированные с предприятиями по производству стали;
- предприятия по производству доменного кокса;
- предприятия по производству ферросплавов.

Оценка выбросов CO_2 и CH_4 выполняется по формуле 1. Коэффициенты выбросов и перечень данных о деятельности, необходимых для оценки выбросов представлены в таблице 2.11.

Выбросы от производства доменного кокса следует относить к категории 1А раздела «Энергетика». Все остальные выбросы должны учитываться в секторе ПШИП.

Выбросы CO_2 от производства чугуна и агломерата связаны с использованием кокса, который имеет две функции в металлургическом процессе - в первую очередь это восстановитель в реакции восстановления оксидов железа до железа; он также является источником энергии, поскольку реакция углерода кокса и кислорода сопровождается выделением тепла.

Кроме того, железо можно получать в процессе прямого восстановления. Прямое восстановление заключается в восстановлении железной руды при температуре ниже $1\ 000^\circ\text{C}$ до металлического железа в твёрдом состоянии. Восстановителем в этом случае является углерод природного газа. В процессе прямого восстановления образуется твёрдый продукт, который называется железом прямого восстановления (ЖПВ). В российской статистике (до 2010 г.) ЖПВ учитывалось как металлизированные окатыши и горячебрикетированное железо.

При оценке выбросов от этой категории источников существует опасность двойного учёта или пропуска выбросов либо в секторе ПШИП, либо в секторе «Энергетика». В российской статистике использование кокса, природного газа и других видов топлива в качестве восстановителя в металлургии учитывается как топливное (не сырьевое) использование. Это необходимо иметь в виду и не допустить двойного учёта топлива в металлургии и в энергетике.

II.4.2. Выбросы цветной металлургии

Основными источниками выбросов парниковых газов в цветной металлургии являются производство первичного алюминия, производство свинца, производство цинка.

Производство первичного алюминия

Первичный алюминий производится по методу электролитического восстановления. Различают четыре типа технологии: центральное предварительное спекание (CWPB/PFPB), боковое предварительное спекание (SWPB), горизонтальный метод Содерберга (HSS) и вертикальный метод Содерберга(VSS). Наиболее значительными выбросами являются:

- выбросы CO_2 в результате реакции углерода углеродных анодов с оксидом алюминия с образованием металлического алюминия;

– выбросы ПФУ - выбросы CF_4 и C_2F_6 , происходящие в результате анодных эффектов.

Выбросы от производства первичного алюминия рассчитываются по формуле 1. Коэффициенты выбросов для различных технологий производства алюминия приводятся в таблице 2.12. Следует иметь в виду, что в настоящее время коэффициенты выбросов ПФУ от производства алюминия уменьшились более чем на 80% по сравнению с 1990 г. Для расчета необходимы данные об объемах производства первичного алюминия с использованием различных технологий, которые могут быть получены в ОК «РУСАЛ» или непосредственно на предприятиях-производителях.

Производство свинца

Выбросы CO_2 рассчитывают исходя из коэффициентов выбросов по умолчанию и объемов производства свинца в регионе по формуле 1. Выбросы CO_2 сопровождают как первичное, так и вторичное (из свинцового лома) производство свинца. В настоящее время в Российской Федерации свинец производится в основном из свинцового лома. Данные об объемах производства могут быть получены в промышленных компаниях и на предприятиях по производству свинца. Коэффициенты выбросов от производства первичного и вторичного свинца представлены в таблице 2.12.

Производство цинка

Электролитический процесс, который относится к гидрометаллургии, используется на двух работающих в настоящее время российских предприятиях-производителях цинка: ОАО «Челябинский Цинковый Завод» и ОАО «Электроцинк» (до 2003 г. производство цинка существовало также на ОАО «Беловский ЦЗ»). Электролитический процесс не даёт неэнергетических выбросов CO_2 . Однако неэнергетические выбросы CO_2 происходят в процессе вельцевания, которому подвергается 14-20% цинкового концентрата. Данные об объемах производства могут быть получены только в промышленных компаниях и на предприятиях. Расчеты выбросов выполняются по формуле 1. Коэффициенты выбросов от производства цинка с учетом российских условий представлены в таблице 2.12.

II.4.3. Выбросы от использования неэнергетической продукции произведенной из топливных продуктов

Выбросы от использования неэнергетической продукции произведенной из топливных продуктов подразумевают выбросы CO_2 от первого использования смазочных материалов и твёрдых парафинов. Выбросы от дальнейшего применения или утилизации продуктов после использования (например, сжигание отработанных масел и смазок) учитываются в разделе «Отходы», если они сжигаются без использования выделяющейся энергии, и в разделе «Энергетика», если энергию используют. Для расчета необходимы данные о количестве использованных в регионе смазочных материалов и твердых парафинов. Эти данные могут быть получены в территориальных

органах Росстата (рекомендации о статистическом учете топливных продуктов приведены в разделе «Энергетика»).

Выбросы CO₂ рассчитываются по формуле 1. Применяется единый коэффициент выбросов для всех смазочных материалов и для твердых парафинов: 0,59 тонн CO₂/ тонну использованных в регионе смазочных материалов или твердых парафинов.

III. Сельское хозяйство

III.1. Выбросы от скота и в результате сбора и хранения навоза и помета

В данном разделе представлены указания по методам оценки выбросов метана в результате внутренней ферментации у домашнего скота, а также метана и закиси азота в результате сбора и хранения навоза и помета.

Методологии оценки выброса от менее значительных сельскохозяйственных источников: CH₄ при выращивании риса, CO₂ при известковании почв, CH₄ и N₂O при сжигании растительных остатков, а также методика оценки баланса углерода в почвах обрабатываемых земель приведены в Справочном руководстве.

Виды и категории скота и птицы: Должен быть подготовлен полный перечень всех поголовий скота и птицы, для которых имеются коэффициенты выбросов (например, коровы, остальное поголовье крупного рогатого скота (далее - КРС), овцы, козы, верблюды, олени, лошади, кролики, мулы и ослы, свиньи и домашняя птица), если эти категории соответствуют региону. При наличии данных могут использоваться более подробные категории. Например, можно более точно оценить выбросы, если провести дальнейшее подразделение поголовья домашней птицы (например, несушки, цыплята, индейки, утки и прочая домашняя птица), так как характеристики выбросов по этим поголовьям значительно варьируют.

Среднегодовое поголовье: Желательно использовать данные о поголовье из официальной статистики Росстата или отраслевых источников. Учитывая, что статистические данные Росстата представляют поголовье по состоянию на определенную дату года (например, 31 декабря), а в течение года могут наблюдаться колебания поголовья скота, эти данные могут быть не репрезентативны в качестве среднегодовой популяции. Для соответствующей корректировки годовой численности поголовья могут быть использованы средние поправочные коэффициенты для поголовья скота: для коров этот коэффициент в среднем в стране составляет 1,019; для остального поголовья КРС – 1,051; для свиней – 1,067 и для овец и коз поправочный коэффициент равен 1,091 [2]. Эти величины должны быть умножены на соответствующие данные по общей численности поголовья по состоянию на определенную дату (по данным Росстата).

Приведенный ниже метод уровня 1 для оценки выбросов от животноводства является упрощенным. Расчеты по данному методу не позволяют учесть какие-либо эффекты сокращения выбросов парниковых газов от источников в сельском хозяйстве за исключением изменения в данных о деятельности. Для учета изменений в коэффициентах выбросов или других параметрах кормления и содержания животных следует использовать методологии, представленные в Справочном руководстве. В таблице 3.1 представлены постоянные коэффициенты выбросов, используемые по умолчанию для расчета по каждой из категорий животных вне зависимости от условий их содержания. Расчеты выполняются поочередно по соответствующим этапам.

Этап 1: Поголовье животных:

Данные о среднегодовом поголовье животных должны быть получены с использованием описанного выше подхода.

Этап 2: Расчет выбросов:

В таблице 3.1 показаны коэффициенты выбросов метана в результате внутренней ферментации ($EF_{\text{ФЕРМ}}$), выбросов метана ($EF_{\text{CH}_4\text{-MMS}}$) и закиси азота (прямой ($EF_{\text{N}_2\text{Odir-MMS}}$) и косвенный⁹ ($EF_{\text{N}_2\text{Oindir-MMS}}$) выбросы) от систем сбора и хранения навоза для каждого вида животных и птицы. Расчет выполняется по формуле 1 для каждого вида.

Этап 3: Суммирование выбросов:

Полученные результаты суммируются.

После хранения или обработки почти весь навоз будет вноситься в почву. Выбросы, которые возникают в результате внесения навоза в почву, должны учитываться в рамках категории «выбросы N_2O из обрабатываемых почв». Поэтому, аналогично приведенным выше этапам, следует рассчитать количество азота в навозе, которое вносится в обрабатываемые почвы (F_{ON}), и количество азота в навозе и помете, оставленных на пастбищах и огороженных выгулах (F_{PRP}). Величина F_{PRP} должна оцениваться в качестве двух сумм: 1. по коровам, остальному поголовью КРС, домашней птице и свиньям (СРР); 2. по овцам и прочим животным (SO). Полученные данные будут использованы в разделе 4.2 «Выбросы N_2O из обрабатываемых почв».

III.2. Выбросы N_2O из обрабатываемых почв

В данном разделе представлены методы и уравнения для оценки суммарных региональных антропогенных выбросов N_2O (прямых и косвенных) из обрабатываемых почв.

Представленная методология позволяет оценить выбросы N_2O , используя данные результирующих величин внесения азота в почвы

⁹ Косвенные выбросы происходят в результате улетучивания NH_3 и NO_x из систем сбора и хранения навоза и помета и последующим повторным выпадением их продуктов NH_4^+ и NO_3^- в почвы и воду.

(например, минеральные или органические удобрения; навоз, оставленный животными на пастбищах; растительные остатки) или минерализации азота в почвенном органическом веществе в результате осушения/обработки органогенных почв и в результате культивирования/ изменения землепользования на минеральных почвах (например, лесные площади / пастбища / поселения, переустроенные в обрабатываемые земли).

Необходимо иметь в виду, что выбросы N_2O в результате антропогенных поступлений азота или минерализации азота происходят как прямым путем (т.е. непосредственно от почв, в которые поступает азот), так и по двум косвенным путям: в результате улетучивания NH_3 и NO_x из обрабатываемых почв и последующим повторным выпадением их продуктов NH_4^+ и NO_3^- в почву и воду, и в результате вымывания и стока азота, в основном в виде NO_3^- , из обрабатываемых почв.

Как указывалось выше, данная методология не позволяет учесть какие-либо эффекты сокращения выбросов парниковых газов за исключением изменений в данных о деятельности. Для учета изменений в коэффициентах выбросов, типах почв, урожайности культурных растений, баланса почвенного углерода в почвах пашен или других параметров следует использовать методологии, представленные в Справочном руководстве.

В самом простом виде **прямые** выбросы N_2O из обрабатываемых почв оцениваются с помощью формулы:

$$N_2O_{Прям. -N} = N_2O-N_{N_{поступл.}} + N_2O-N_{OS} + N_2O-N_{PRP} \quad (3)$$

где:

$$N_2O-N_{N_{поступл.}} = \left[\left[(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) \cdot EF_1 \right] + \left[(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM})_{FR} \cdot EF_{1FR} \right] \right]$$

$$N_2O-N_{OS} = \sum_{C,G} (F_{OSC,G} \cdot EF_{2C,G})$$

$$N_2O-N_{PRP} = \left[(F_{PRP, CPP} \cdot EF_{3PRP, CPP}) + (F_{PRP, SO} \cdot EF_{3PRP, SO}) \right]$$

где:

$N_2O_{Прям. -N}$ = годовые прямые выбросы N_2O-N из обрабатываемых почв, кг N_2O-N /год;

$N_2O-N_{N_{поступл.}}$ = годовые прямые выбросы N_2O-N в результате антропогенного внесения азота в обрабатываемые почвы, кг N_2O-N /год;

N_2O-N_{OS} = годовые прямые выбросы N_2O-N из органогенных почв пашен и кормовых угодий, кг N_2O-N /год;

N_2O-N_{PRP} = годовые прямые выбросы N_2O-N в результате поступлений мочи и помета в почвы на пастбищах, кг N_2O-N /год;

F_{SN} = годовое количество азота минеральных удобрений, внесенных в почвы, кг N /год (количество внесенных азотных удобрений под рис оценивается отдельно). Данные о годовом внесении удобрений могут быть получены из официальных региональных статистических данных Росстата;

F_{ON} = годовое количество азота навоза, внесенного в почвы, кг N /год (см. табл. 4.1), (при наличии данных количество внесенного навоза под рис оценивается отдельно);

F_{CR} = годовое количество азота в растительных остатках (надземных и подземных) культурных растений, в том числе от азотфиксирующих культур и от обновления/восстановления кормовых культур, пастбищ и сенокосов, возвращаемое в почвы, кг N /год, (количество растительных остатков риса, вносимых в почвы оценивается отдельно);

F_{SOM} = годовое количество азота в минеральных почвах, которое минерализуется в связи с потерей углерода из почвенного органического вещества в обрабатываемых почвах, кг N/год, (при наличии данных количество минерализованного азота в почвах под рисом оценивается отдельно) - см. Справочное руководство. По умолчанию коэффициент для всех полей может быть принят равным 30 кг N/га;

F_{OS} = годовая площадь осушенных органогенных¹⁰ почв на пашнях и кормовых угодьях (сенокосы и пастбища), га (примечание: подстрочные индексы C, G относятся соответственно к обрабатываемым землям (пашням) и кормовым угодьям);

F_{PRP} = годовое количество азота мочи и помета, оставленное на пастбище, выпасе и в загоне пастбищными животными и птицей, кг N /год (примечание: нижние индексы CPP и SO относятся соответственно к коровам, крупному рогатому скоту, домашней птице и свиньям (CPP); и к овцам и прочим животным (SO) (см. табл. 4.1);

EF_1 = коэффициент выбросов N_2O от антропогенного внесения азота в почвы, кг N_2O-N / кг поступающего N (таблица 3.2);

EF_{IFR} = коэффициент выбросов N_2O от антропогенного внесения азота на рисовые поля, кг N_2O-N / кг поступающего N (таблица 3.2);

EF_2 = коэффициент выбросов для выбросов N_2O от осушенных органогенных почв на обрабатываемых землях и кормовых угодьях, кг N_2O-N / га x год (таблица 3.2) (примечание: подстрочные индексы C, G относятся соответственно к обрабатываемым землям, сенокосам и пастбищам);

EF_{3PRP} = коэффициент выбросов N_2O от азота мочи и помета, оставленного на пастбище, выпасе и в загоне пастбищными животными и птицей, кг N_2O-N / кг поступающего N (таблица 3.2) (примечание: нижние индексы CPP и SO относятся соответственно к крупному рогатому скоту, домашней птице и свиньям (CPP); и к овцам и прочим животным (SO).

Данные по слагаемому F_{CR} получают на основе статистики Росстата по посевным площадям всех культурных растений, включая однолетние и многолетние травы, в данном регионе. Следует отметить, что иногда статистические данные представляются в расчете на зеленую массу. Пересчет в массу сухого вещества может быть выполнен с помощью коэффициента 4,6. Количество азота растительных остатков, поступающего в почвы аграрного сектора, определяется умножением площадей культурных растений на соответствующие коэффициенты из таблицы 3.3. Для отсутствующих в таблице 3.3 видов растений могут быть использованы коэффициенты сходных видов. В целом по региону результаты суммируются. Составителям кадастров следует отдельно вычислить F_{CR} для рисовых полей.

Слагаемое F_{SOM} обозначает количество азота, минерализованного в результате потерь в почвенном органическом углероде в обрабатываемых почвах. Для расчетов по умолчанию может быть использован коэффициент 30 кг N/га, который следует умножить на общую площадь пахотных земель в

¹⁰ Почвы являются органогенными, если удовлетворяют приведенным ниже требованиям:

- толщина 10 см и более. Почвенный горизонт толщиной менее 20 см должен содержать 12% или более органического углерода при перемешивании до глубины 20 см;
- если почва насыщается водой единожды в течение нескольких дней и содержит более 20% (по массе) органического углерода (около 35% органического вещества);
- если почва эпизодически насыщается водой и содержит: i) по крайней мере, 12% (по массе) органического углерода (около 20% органического вещества), и она не содержит глины; или ii) по крайней мере, 18% (по массе) органического углерода (около 30% органического вещества) и она имеет 60% или более глины; или iii) промежуточное, пропорциональное количество органического углерода для промежуточных количеств глины.

регионе по данным региональной статистики Росстата и/или Росреестра. Методика более точных расчетов приведена в Справочном руководстве.

Слагаемое FOS обозначает общую годовую площадь (га) осушенных органогенных почв с подразделением на осушенные земли обрабатываемых земель и земель кормовых угодий. Данные о площади осушенных органогенных почв (FOS) на территории пахотных земель и кормовых угодий могут быть получены из официальной статистики Росреестра или по региональным данным. При отсутствии точных данных для оценки площади осушенных/обрабатываемых площадей может быть использовано экспертное заключение.

Косвенные выбросы N_2O из обрабатываемых почв оцениваются по формулам 4 и 5. Выбросы N_2O в результате осаждения из атмосферы азота, улетучившегося из обрабатываемых почв, рассчитываются как:

$$N_2O_{(ATD)}-N = [(F_{SN} \cdot Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) \cdot Frac_{GASM})] \cdot EF_4 \quad (4)$$

где:

$N_2O_{(ATD)}-N$ = годовое количество N_2O-N , которое образуется в результате осаждения из атмосферы азота, улетучившегося из обрабатываемых почв, кг N_2O-N /год;

$Frac_{GASF}$ = часть азота минеральных удобрений, которая улетучивается в виде NH_3 и NO_x , кг улетучившегося N / кг внесенного N (таблица 3.2);

$Frac_{GASM}$ = часть азота внесенных органических азотных удобрений (F_{ON}), а также азота мочи и навоза (помета), оставленных пастбищными животными, (F_{PRP}), которая улетучивается в виде NH_3 и NO_x , кг улетучившегося N / кг внесенного или оставленного N (таблица 3.2);

EF_4 = коэффициент косвенных выбросов N_2O в результате осаждения азота из атмосферы на почву и водные поверхности, кг $N-N_2O$ / кг улетучившихся NH_3-N + NO_x-N (таблица 3.2).

Выбросы N_2O в результате вымывания и стока азота из обрабатываемых почв рассчитываются по формуле:

$$N_2O_{(L)}-N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) \cdot Frac_{LEACH-(H)} \cdot EF_5 \quad (5)$$

где:

$N_2O_{(L)}-N$ = годовое количество N_2O-N , образующееся в результате вымывания и стока антропогенных азотных соединений в обрабатываемые почвы, кг N_2O-N /год;

$Frac_{Leach-(H)}$ = часть всего добавленного к обрабатываемым почвам или минерализованного в обрабатываемых почвах азота, которая теряется через вымывание и сток, кг N / кг добавок N (таблица 3.2);

EF_5 = коэффициент косвенных выбросов N_2O от вымывания и стока азота, кг N_2O-N /кг вымываемого и стекающего N (таблица 3.2).

Преобразование выбросов N_2O-N в выбросы N_2O для целей отчетности производится при помощи формулы 6:

$$N_2O = N_2O-N \cdot 44/28 \quad (6)$$

IV. Отходы

В данном разделе приводятся методы оценки выбросов двуокиси углерода (CO_2), метана (CH_4) и закиси азота (N_2O), происходящие при захоронении и сжигании твердых отходов. Методы оценки менее существенных выбросов, связанных с биологической переработкой

(компостированием) твердых отходов, а также с очисткой и сбросом сточных вод описаны в Справочном руководстве.

Необходимо иметь в виду, что выбросы CO_2 , связанные с захоронением твердых отходов, а так же со сжиганием биологических отходов содержат только углерод органического происхождения. Такие выбросы не учитываются в секторе «Отходы» и не включаются в совокупный региональный выброс парниковых газов. Разработчикам инвентаризации следует также обратить внимание на то, что все выбросы от сжигания отходов, происходящие с использованием выделяющейся при сжигании энергии, учитываются в секторе «Энергетика».

Выбросы от вторичного использования отходов и стоков в качестве топлива и сырья в сектор «Отходы» не включаются, а относятся к секторам «Энергетика» или ППИП. Выбросы, источниками которых являются не сами отходы, а деятельность по обращению с ними (например, использование топлива при их транспортировке и переработке) так же следует относить к соответствующим секторам.

IV.1 Методологические вопросы выбора данных о деятельности

Обращение с отходами включает деятельность по сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов. Деятельность по обезвреживанию отходов включает, в том числе, сжигание отходов, а размещение – хранение (складирование отходов в специализированных объектах сроком более чем одиннадцать месяцев в целях утилизации, обезвреживания, захоронения) и захоронение отходов (изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду).

Выбросы, образующиеся от отходов во время проведения других операций (сбора и предварительной подготовки, сортировки, транспортировки, стабилизации и т.д.), считаются незначительными и в оценку выбросов не включаются.

Различные виды отходов обычно объединяют в категории по их происхождению и особенностям учета: **твердые бытовые (коммунальные) отходы (ТБО), отстой сточных вод, промышленные и некоторые другие.** Эффективная практика заключается в учете всех этих категорий отходов в кадастре парниковых газов с разбиением их по категориям источников выбросов, при этом необходимо избегать как недоучета, так и двойного учета отходов. Значения отдельных характеристик состава для различных категорий/типов отходов, рекомендуемые для расчета выбросов как CO_2 , так и CH_4 , приведены в таблице 4.1.

Значения, приведенные в таблице 4.1 в процентах при выполнении расчетов, следует перевести в доли (путем деления на 100). Региональный элементный состав отдельных видов отходов и компонентный состав категорий (например, ТБО) являются важными факторами, оказывающими влияние на выбросы парниковых газов. При наличии региональных данных

можно провести более точную оценку выбросов согласно методикам, приведенным в Справочном руководстве.

Эффективная практика заключается в использовании при расчетах региональных данных (ежегодных или периодически полученных) по образованию, составу и управлению отходами (по возможности, с учетом ввоза и вывоза отходов с территории региона). Данные могут быть получены из статистической отчетности по обращению с отходами, отчетов (в т.ч. различных региональных органов власти и компаний, ответственных за сбор и утилизацию отходов, промышленных предприятий и ассоциаций по обращению с отходами), утвержденных региональных документов по управлению отходами (нормативов, схем санитарной очистки и др.)

Для оценки количества отходов, образующихся у населения, не охваченного централизованными системами сбора отходов, могут быть использованы усредненные показатели образования ТБО на душу населения, приведенные в таблице 4.2. При отсутствии отдельных данных по городским и сельским населенным пунктам о количестве такого населения, рекомендуется использовать данные таблицы 4.2 для сельского населения.

В зависимости от наличия исходных данных учет образования и утилизации промышленных отходов можно проводить как по отдельным видам отходов, так и по видам промышленности. Для промышленных отходов показатели переработки/повторного использования зачастую являются высокими, поэтому эффективной практикой является использование данных по фактическому захоронению и сжиганию отходов. При этом лишь те виды отходов, которые могут содержать способный к разложению органический или ископаемый углерод, включают в оценку выбросов парниковых газов. Некоторые виды отходов ввиду специфики их происхождения, состава и управления ими иногда выделяются в отдельные подкатегории, данные о которых могут включаться как в промышленные отходы (чаще всего), так и в ТБО, а также рассматриваться отдельно. К таким отходам относятся отходы медицинских учреждений (опасные отходы подвергаются сжиганию), сельскохозяйственные отходы (за исключением обращения с навозом, выбросы от которого относятся к разделу «Сельское хозяйство»), отстой сточных вод (осадок и ил, удаляемый из водоочистных сооружений).

При необходимости, данные о количестве отходов должны быть пересчитаны из объемных в массовые (используя данные о плотности) и из влажного веса в сухой (используя данные о влажности отходов).

IV.2 Выбросы CH_4 от захоронения твердых отходов

Оценка выбросов CH_4 от анаэробного биологического разложения твердых органических отходов, размещенных на полигонах захоронения и свалках (далее - СТО), включает выбросы от следующих категорий отходов:

- твердые бытовые отходы;
- отстой сточных вод;
- промышленные и сельскохозяйственные твердые отходы.

Выбросы CO₂, связанные на СТО, главным образом, с разложением органического материала биологического происхождения (например, древесины, бумаги, картона) при проведении региональной инвентаризации не оцениваются и не учитываются. Не учитываются, ввиду их малости, также выбросы парниковых газов, происходящие при сжигании собираемого на СТО биогаза (если сбор и сжигание предусмотрены технологией работы СТО).

Выбросы CH₄ от захоронения твердых отходов на СТО рассчитываются по формуле:

$$\text{Выброс } CH_4 = \sum_{ij} [(W_{ij} \cdot DOC_i \cdot DOC_f \cdot MCF_j \cdot F \cdot 16/12) - R_j], \quad (7)$$

где:

Выброс CH₄ = масса поступившего в атмосферу CH₄, Гг;

W_{ij} = масса отходов категории/вида *i*, захороненных на СТО типа *j*, Гг;

DOC_i = доля способного к разложению органического углерода в отходах категории/вида *i*;

DOC_f = доля DOC, способного к разложению;

MCF_j = поправочный коэффициент CH₄ для СТО типа *j*;

i = категория/вид отходов;

j = тип СТО;

F = объемная доля CH₄ в образованном на свалках газе;

16/12 = соотношение молекулярных весов CH₄ и C;

R_j = масса собранного (рекуперированного) CH₄, Гг.

Данные о захоронении ТБО на СТО могут быть получены из статистической отчетности по управлению отходами и вывозе ТБО. При отсутствии региональных данных по захоронению ТБО рекомендуется принять, что все образующиеся в регионе ТБО размещаются на региональных СТО. Данные о захоронении промышленных и прочих отходов также могут быть получены из статистической отчетности. Данные по образованию таких отходов могут быть использованы только при наличии информации о доле отходов, утилизируемых путем захоронения.

Способный к разложению органический углерод (DOC) – это углерод биологического происхождения в составе отходов, который способен к биохимическому разложению в анаэробных условиях на СТО. Его содержание измеряется в ГгС/Гг отходов, выражаемое в расчетах в массовых долях. При наличии данных рекомендуется использовать региональные значения DOC для каждой категории/вида размещаемых отходов. Значения рекомендуемого для расчета содержания DOC в разных категориях/типов отходов приведены в таблице 4.1.

Доля фактически разложившегося органического углерода (DOC_f) – учитывает, что часть органического углерода на СТО не разлагается или разлагается очень медленно. Рекомендуемое значение для DOC_f составляет 0,5.

Поправочный коэффициент для CH_4 (MCF) - отражает влияние структуры свалки и практики управления отходами на условия разложения отходов и образование CH_4 . *Эффективная практика* предполагает, использование отдельных данных для количества отходов, захороненных на СТО различных категорий. Рекомендованные значения MCF приведены в таблице 4.3. Рекомендуется принимать, что ТБО, образующиеся у населения, не охваченного централизованными системами сбора и удаления отходов, захораниваются на неуправляемых неглубоких СТО.

Доля CH_4 в газе, образованном на свалках (F), является показателем содержания CH_4 в свалочном газе (биогазе). Рекомендуемое значение F равно 0,5.

Количество рекуперированного метана (R) – это масса CH_4 , извлеченного в составе биогаза из СТО для утилизации или сжигания в факелах. Рекомендуемое значение R равно нулю, если сбор свалочного газа не применяется на СТО региона (что является типичной ситуацией для большинства регионов РФ в настоящее время).

Приведенная выше методика расчета является упрощенной: в ней условно принимается, что все выбросы CH_4 от захоронения отходов происходят в год захоронения, а также не учитываются выбросы от закрытых в предыдущие годы СТО. Более совершенная и сложная методика, для реализации которой требуются данные о захоронении отходов за период не менее 30 лет (метод затухания первого порядка) описан в Справочном руководстве и Руководящих принципах МГЭИК.

IV.3 Выбросы от сжигания отходов

Сжигание (инсинерация) отходов является одним из методов их обезвреживания и утилизации, а также одним из способов получения энергии. Ниже приводится методика оценки выбросов CO_2 и N_2O от сжигания на мусоросжигающих заводах и в специальных установках отходов следующих категорий:

- бытовые твердые отходы;
- отстой сточных вод;
- промышленные отходы.

Следует учитывать, что все выбросы, образующиеся при сжигании отходов с использованием выделившейся энергии (в том числе тепла), учитываются не в секторе «Отходы», а в секторе «Энергетика», а выбросы CO_2 от сжигания отходов, содержащих углерод биологического происхождения, не включаются ни в выбросы в секторе «Отходы», ни в совокупный региональный выброс, а приводятся в виде справочной информации. Выбросы от сжигания газа, нефти или других видов топлива, используемых в качестве топлива в процессе инсинерации отходов, рассматриваются в секторе «Энергетика».

Расчет выбросов CO₂ при сжигании отходов основывается на оценке количества ископаемого углерода в сожженных отходах и эффективности процесса его окисления по формуле 8:

$$\text{Выброс } CO_2 = \sum_i (IW_i \times FCF_i \times OF_i) \times 44/12, \quad (8)$$

где:

Выброс CO₂ = выбросы CO₂ в атмосферу, Гг/год;

IW_i = масса сожженных отходов категории/вида *i* (вес влажного вещества), Гг/год;

FCF_i = доля ископаемого углерода (во влажном веществе) сжигаемых отходов категории/вида;

OF_i = коэффициент окисления;

44/12 = коэффициент перехода от C к CO₂;

i = категория/виды отходов, подвергаемых сжиганию.

По формуле (8) можно также производить расчет выбросов CO₂ от отходов, содержащих органический углерод (данные о таких выбросах приводятся в региональном кадастре в качестве справочных). Такой расчет выполняется только в случае, если сжигание происходит с использованием выделяющейся энергии. При этом вместо доли ископаемого углерода (FCF) в расчете следует использовать долю биогенного углерода в сжигаемых отходах.

Расчет выбросов N₂O производится по формуле 9:

$$\text{Выброс } N_2O = \sum_i (IW_i \times EF_i) \times 10^{-6} \quad (9)$$

где:

Выброс N₂O = выброс N₂O в атмосферу, Гг/год;

IW_i = масса сожженных отходов категории/вида *i* (вес влажного вещества), Гг/год;

EF_i = коэффициент выбросов N₂O (кг N₂O/Гг отходов) для отходов категории/вида *i*;

10⁻⁶ = коэффициент для перевода килограммов в гигаграммы;

i = категория/вид отходов, подвергаемых сжиганию.

Эффективной практикой является разделение сжигаемых отходов на отдельные категории/виды в зависимости от их состава. При сборе данных следует учитывать, что разные виды промышленных отходов часто утилизируются раздельно. При отсутствии прямых данных о количестве сжигаемых отходов использование данных об образовании отходов в соответствующих категориях возможно только при наличии информации о доле сжигаемых отходов. Данные по сжиганию отходов могут быть получены из статистической отчетности по обращению с отходами, также можно использовать данные промышленных организаций – источников таких отходов и организаций, специализирующихся на их утилизации путем

сжигания. При необходимости, вес сжигаемых отходов должен быть пересчитан соответствующим образом во влажный или сухой вес.

Доля ископаемого углерода (FCF) – определяет количество ископаемого углерода в разных категориях/видах отходов для оценки выбросов CO_2 от сжигания отходов, содержащих углерод ископаемого происхождения. При отсутствии данных о компонентном и/или элементном составе сжигаемых отходов, следует использовать рекомендуемые данные из таблицы 4.1. При наличии данных о региональном компонентном составе ТБО (а так же об элементном составе этих компонентов) можно использовать более точную методологию расчетов, приведенную в Справочном руководстве.

Коэффициент окисления углерода (OF) – показывает, какая часть углерода в сжигаемых отходах окисляется до CO_2 . Рекомендуемое значение OF для всех категорий отходов составляет 1, при отсутствии дополнительной информации. В Справочном руководстве представлены данные и методология для возможного учета применяемых в регионе разных технологий сжигания.

Коэффициент выбросов N_2O (EF). Величина выбросов N_2O при сжигании отходов зависит от их состава, использованных технологий и методов сокращения выбросов NO_x . При отсутствии региональных данных для EF рекомендуется использовать данные таблицы 4.4. Более подробно этот вопрос изложен в Справочном руководстве.