

Приложение 1
к рекомендациям по проведению
добровольной инвентаризации
объема выбросов парниковых газов
в субъектах Российской Федерации

**Справочное руководство
по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов
парниковых газов в субъектах Российской Федерации**

Часть IV. Сельское хозяйство

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1 ВЫБРОСЫ ОТ СКОТА И В РЕЗУЛЬТАТЕ СБОРА И ХРАНЕНИЯ НАВОЗА И ПОМЕТА	5
1.1 ВВЕДЕНИЕ	5
1.2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПОГОЛОВЬЯ СКОТА И ПОТРЕБЛЕНИЯ КОРМОВ.....	6
1.2.1 Этапы определения категорий и подкатегорий скота.....	6
1.2.2 Выбор метода.....	6
1.3 Выбросы метана в результате внутренней ферментации	14
1.3.1 Выбор метода.....	15
1.3.2 Выбор коэффициентов выбросов.....	16
1.3.3 Выбор данных о деятельности	24
1.4 ВЫБРОСЫ МЕТАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ СБОРА И ХРАНЕНИЯ НАВОЗА И ПОМЕТА	24
1.4.1 Выбор метода.....	25
1.4.2 Выбор коэффициентов выбросов.....	26
1.4.3 Выбор данных о деятельности	39
1.5 ВЫБРОСЫ N ₂ O В РЕЗУЛЬТАТЕ СБОРА И ХРАНЕНИЯ НАВОЗА И ПОМЕТА ..	41
1.5.1 Выбор метода.....	42
1.5.2 Выбор коэффициентов выбросов.....	47
1.5.3 Выбор данных о деятельности	51
1.5.4 Согласованность с отчетностью по выбросам N ₂ O из обрабатываемых почв	52
Глава 2 ВЫБРОСЫ N ₂ O ИЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ.....	62
2.1 ПРЯМЫЕ ВЫБРОСЫ N ₂ O	62
2.1.1 Выбор метода.....	63
2.1.2 Выбор коэффициентов выбросов.....	67
2.2 КОСВЕННЫЕ ВЫБРОСЫ N ₂ O	76
2.2.1 Выбор метода.....	77
2.2.2 Выбор коэффициентов выбросов, долей улетучивания и вымывания.....	80
2.2.3 Выбор данных о деятельности	80
Глава 3 ВЫБРОСЫ МЕТАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫРАЩИВАНИЯ РИСА	82
3.1 ВЫБОР МЕТОДА.....	82
3.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ И МАСШТАБИРОВАНИЯ.....	85
3.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	89
Глава 4 ВЫБРОСЫ ИНЫХ, ЧЕМ CO ₂ , ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ ПРИ СЖИГАНИИ БИОМАССЫ.....	91
4.1 ВЫБОР МЕТОДА	91
4.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ.....	92
4.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	93
Глава 5 ВЫБРОСЫ CO ₂ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ.....	94
5.1 ВЫБОР МЕТОДА	94
5.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ.....	95
5.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	96
Глава 6 БАЛАНС ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ.....	97
6.1 ВЫБОР МЕТОДА.....	97
6.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ИЗМЕНЕНИЙ ЗАПАСОВ И ВЫБРОСОВ.....	104
6.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	105
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	106
ПРИЛОЖЕНИЕ. РАБОЧИЕ ФОРМУЛЯРЫ	107

ВВЕДЕНИЕ

В данной части методических рекомендаций содержатся рекомендации по проведению инвентаризации парниковых газов в секторе сельского хозяйства. Рассматриваются выбросы парниковых газов в животноводстве и растениеводстве. Выбросы, связанные с животноводством, включают выбросы метана (CH_4) от процессов внутренней ферментации сельскохозяйственных животных, а также выбросы CH_4 и закиси азота (N_2O) от систем сбора, хранения и использования навоза. К выбросам, происходящим в растениеводстве, относятся:

- выбросы N_2O от обрабатываемых почв;
- выбросы CH_4 от рисовых полей;
- выбросы парниковых газов при контролируемом сжигании остатков культурных растений, оставленных на полях;
- выбросы CO_2 при известковании почв.

Приведены методы различных уровней, применяемые для выполнения оценок выбросов парниковых газов. В целом, использование более высоких методических уровней повышает точность инвентаризации (снижает неопределенность оценок выбросов), однако при этом возрастают требования к данным и сложность выполняемых расчетов, а также увеличиваются затраты ресурсов на разработку инвентаризации.

Уровень 1. Методы этого уровня являются самыми простыми в использовании; соответствующие уравнения и значения параметров по умолчанию (в том числе коэффициенты выбросов) представлены в данных методических рекомендациях. Необходимы данные о деятельности на региональном уровне.

Уровень 2. В рамках этого уровня может использоваться тот же самый методологический подход, что и для уровня 1, но применяются коэффициенты выбросов, основанные на данных для конкретного региона, для наиболее важных категорий выбросов. В рамках уровня 2 по возможности используются более детализированные данные о деятельности с более высоким временным и пространственным разрешением.

Уровень 3. В рамках этого уровня используются методы более высокого порядка, как правило, основанные на математическом моделировании или на данных прямых экспериментальных измерений, адаптированные и верифицированные для условий конкретного региона. Для их реализации необходимы данные о деятельности высокого пространственного разрешения. Более подробно требования к разработке методов Уровня 3 и принципы их применения обсуждаются в общей части настоящих Методических рекомендаций.

При необходимости разработчики инвентаризации могут использовать сочетание методов различных уровней.

Обсуждение общего подхода к анализу ключевых категорий и методы такого анализа представлены в общей части настоящих Методических рекомендаций. Анализ

ключевых категорий позволяет разработчикам инвентаризации правильно распределить имеющиеся ресурсы для обеспечения максимальной точности и достоверности инвентаризации. К категориям выбросов, не являющимся ключевыми, можно применять методы уровня 1, в частности, в случаях, когда использование методов уровня 2 требует значительных затрат ресурсов и времени. В случае если ключевая категория включает в себя несколько подкатегорий, метод Уровня 2 должен применяться, по крайней мере, для подкатегорий с вкладом не менее 25-30% в общий выброс данной ключевой категории. Остальные подкатегории могут быть оценены с применением метода Уровня 1.

Вопросы оценки и контроля качества, полноты оценок выбросов, согласованности временных рядов, а также вопросы отчетности и документации рассмотрены в общей части настоящих Методических рекомендаций. Там же приведены методы выполнения оценок неопределенности выбросов.

Глава 1 ВЫБРОСЫ ОТ СКОТА И В РЕЗУЛЬТАТЕ СБОРА И ХРАНЕНИЯ НАВОЗА И ПОМЕТА

1.1 ВВЕДЕНИЕ

В данной главе 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. Выбросы CO_2 от скота не оцениваются, так как годовые результирующие выбросы CO_2 предполагаются равными нулю – CO_2 , связываемый растениями при фотосинтезе, возвращается в атмосферу при дыхании. Часть углерода возвращается в атмосферу в виде CH_4 , и поэтому CH_4 требует отдельного рассмотрения.

Животноводство приводит к выбросам метана (CH_4) в результате внутренней ферментации, а также к выбросам CH_4 и закиси азота (N_2O) от систем сбора и хранения навоза и помета. Во многих регионах крупный рогатый скот является важным источником CH_4 вследствие его огромного поголовья и высокой интенсивности выделения CH_4 в связи с особенностями пищеварительной системы жвачных животных. Выбросы метана в результате сбора и хранения навоза и помета менее значительны, чем выбросы при внутренней ферментации; при этом самые существенные выбросы связаны со стойловым содержанием животных, при котором навоз обрабатывается в системах жидкого хранения. Выбросы закиси азота в результате сбора и хранения навоза и помета существенно варьируют среди различных типов систем и могут также привести к косвенным выбросам, связанным с другими формами потерь азота из системы. Расчет потерь азота из систем сбора и хранения навоза и помета является также важным этапом в определении количества азота, которое будет в конечном итоге содержаться в навозе, вносимом в обрабатываемые почвы; соответствующие выбросы рассчитываются в главе 2, (Выбросы N_2O из обрабатываемых почв).

Методы для оценки выбросов CH_4 и N_2O от скота требуют определение подкатегорий скота, годового поголовья, а для методов более высоких уровней – определение потребления кормов и характеристик. Процедуры, используемые для определения подкатегорий скота, получения данных поголовья и данных по потреблению кормов, описаны в разделе 1.2 (Характеристика поголовья скота и потребления кормов). Приведены предлагаемые коэффициенты перевариваемости для различных категорий скота для помощи в оценке потребления энергии кормов при расчете выбросов от внутренней ферментации и навоза. Скоординированная характеристика поголовья скота в соответствии с разделом 1.2 должна использоваться для обеспечения согласованности по следующим категориям:

- Раздел 1.3 – Выбросы CH_4 в результате внутренней ферментации.
- Раздел 1.4 – Выбросы CH_4 в результате сбора и хранения навоза и помета.
- Раздел 1.5 – Выбросы N_2O в результате сбора и хранения навоза и помета (прямые и косвенные).
- Глава 2 – Выбросы N_2O из обрабатываемых почв (прямые и косвенные).

1.2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПОГОЛОВЬЯ СКОТА И ПОТРЕБЛЕНИЯ КОРМОВ

1.2.1 Этапы определения категорий и подкатегорий скота

Эффективная практика заключается в выявлении надлежащего метода для оценки выбросов для каждой категории выбросов с последующим обоснованием наиболее подробной характеристики, необходимой для каждого вида скота. При этом используются следующие этапы:

- Выявить виды скота, относящиеся к каждой категории выбросов: в первую очередь следует перечислить виды скота, которые вносят вклад в более, чем одну категорию выбросов. Обычно такими видами являются: коровы, другое поголовье крупного рогатого скота, овцы, козы, свиньи, лошади, верблюды, мулы/ослы и домашняя птица;
- Провести анализ методов оценки выбросов для каждой соответствующей категории выбросов: для категорий внутренней ферментации, а также сбора и хранения навоза и помета определить метод оценки выбросов для каждого вида скота. Например, следует в каждом случае отдельно рассматривать выбросы от крупного рогатого скота и овец в результате внутренней ферментации для оценки того, является ли уровень выбросов основанием для выбора метода уровня 2. Аналогичным образом следует рассматривать выбросы метана в результате сбора и хранения навоза и помета крупного рогатого скота, свиней и домашней птицы для определения целесообразности выбора метода уровня 2. Для проведения подобной оценки могут быть использованы существующие оценки. Если до настоящего времени никакие инвентаризации не проводились, то для проведения указанной оценки в качестве первоначальных данных должны быть использованы оценки выбросов с помощью методов уровня 1. См. общую часть настоящих Методических рекомендаций, рекомендации по методологическому выбору и определению ключевых категорий;
- Определить наиболее подробную характеристику, требуемую для каждого вида скота: исходя из оценок вклада выбросов от каждого источника и вида скота (птицы), определить наиболее подробную характеристику, необходимую для выполнения оценок выбросов. Как правило, «базовая» характеристика может быть использована при применении методов уровня 1. Если для внутренней ферментации или навоза используется метод уровня 2, то для оценки выбросов по всем соответствующим источникам следует применять «расширенную» характеристику.

1.2.2 Выбор метода

Уровень 1: базовая характеристика для поголовья скота

Базовая характеристика для уровня 1 представляется достаточной для большинства видов животных в большинстве регионов. Для данного подхода *эффективная практика* заключается в сборе следующих данных поголовья скота, необходимых для оценки выбросов:

Виды и категории скота и птицы: Должен быть подготовлен полный перечень всех поголовий скота и птицы со значениями коэффициентов выбросов по умолчанию (например, коровы, другое поголовье крупного рогатого скота (КРС), овцы, козы, верблюды, олени, лошади, кролики, мулы и ослы, свиньи и домашняя птица), если эти категории соответствуют региону. При наличии данных должны 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: Разработчики инвентаризации должны использовать, по возможности, данные о поголовье из официальной региональной статистики Росстата¹ 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. Таким образом, потребуется соответствующая корректировка годовой численности поголовья. Важно полностью задокументировать метод, применяемый для любых корректировок в исходные данные поголовья.

Как правило, в субъектах РФ виды скота, для которых требуется корректировка популяций, включают коров, другое поголовье КРС, свиней, овец и коз. Для остальных категорий сельскохозяйственных животных размножение не носит четко выраженного сезонного характера (например, птица, кролики) или не происходит забивки молодняка до 1 года (например, лошади, ослы, мулы, верблюды и др.), поэтому поголовье по состоянию на определенную дату года может быть принято соответствующим среднегодовому значению.

Корректировка может быть произведена на основе статистических данных Росстата по динамике поголовья скота в хозяйствах всех категорий в течение определенного года, где приведена информация по ежемесячным колебаниям поголовья отдельных видов скота.

В случае отсутствия доступных данных для оценки среднегодового поголовья, могут быть использованы средние поправочные коэффициенты для поголовья скота: для коров этот коэффициент в среднем в Российской Федерации составляет – 1,019; для крупного рогатого скота – 1,051; для свиней – 1,067 и для овец и коз поправочный коэффициент равен 1,091 (Российская, 2006–.....). Расчет выполняется по уравнению 1.1:

УРАВНЕНИЕ 1.1
СРЕДНЕГОДОВОЕ ПОГОЛОВЬЕ

$$AAP = P \cdot CC$$

где:

AAP – среднегодовое поголовье;

¹ Официальные публикации Росстата и базы данных размещены на сайте: <http://www.gks.ru>

Р – поголовье по состоянию на определенную дату;

СС – поправочный коэффициент.

Коровы и производство молока: Поголовье коров оценивается отдельно от остального поголовья КРС (см. таблицу 1.1). В некоторых регионах поголовье молочных коров включает в себя две категории: i) высокопродуктивные (также называются улучшенными) породы в коммерческих хозяйствах; и ii) низкопродуктивные коровы, управляемые с помощью традиционных методов. Эти две категории могут быть скомбинированы или оценены отдельно. При использовании метода уровня 1 низкопродуктивные коровы многоцелевого назначения (например, тяговая сила) должны рассматриваться в качестве другого поголовья КРС.

Требуются также данные по среднему производству молока молочными коровами. Данные производства молока используются при верификации выбора коэффициента выбросов для внутренней ферментации с применением метода уровня 1. Предпочтительны источники данных по конкретным регионам, однако, могут быть также использованы данные Росстата. Эти данные выражаются в кг свежего цельного молока за год в расчете на одну голову. Если определены две и более категории молочных коров, то для каждой категории требуются данные среднего производства молока в расчете на голову.

Типы и соотношение используемых систем сбора и хранения навоза и помета: Для каждой категории сельскохозяйственных животных и птицы следует определить типы систем сбора и хранения навоза и помета, которые применяются в тех или иных хозяйствах в регионе, а также получить данные по их среднему соотношению в регионе. Как правило, в Российской Федерации применяются системы сухого хранения или жидкого хранения (см. разделы 1.4 и 1.5 настоящего руководства). Необходимо также определить долю годового времени, которое животные проводят на пастбищах. Следует учитывать, что в некоторых регионах традиционно используется пастбищное содержание в течение всего года.

Уровень 2: расширенная характеристика для поголовья скота

Характеристика скота на уровне 2 требует следующую подробную информацию:

- определения для подкатегорий скота;
- данные поголовья скота по отдельным подкатегориям с учетом оценки среднегодового поголовья в соответствии с уровнем 1;
- оценки ежегодного потребления кормов типичными животными в каждой подкатегории;
- типы и соотношение используемых систем сбора и хранения навоза и помета для каждой подкатегории.

Подкатегории поголовья скота определяются для создания относительно однородных подгрупп животных. Путем подразделення поголовья на эти подкатегории

могут быть отражены вариации в возрастной структуре и показателях животных в конкретных регионах в рамках общего поголовья скота.

Оценки потребления кормов должны быть использованы в расчетах выброса метана в результате внутренней ферментации, и эти же оценки следует использовать для получения согласованных оценок количества экскретируемого азота животными для улучшения точности и согласованности выбросов CH_4 и N_2O в результате сбора и хранения навоза и помета.

Определения для подкатегорий скота

Эффективная практика состоит в классификации поголовья скота по подкатегориям для каждого вида в соответствии с возрастом, типом продукции и полом. Также возможно дальнейшее разбиение на подкатегории:

- Поголовье крупного рогатого скота должно классифицироваться, по крайней мере, по двум главным подкатегориям: коровы и остальное поголовье КРС. При наличии доступной информации, подразделение может осуществлять на взрослый молочный скот, прочий взрослый скот и молодняк. В зависимости от степени детализации метода оценки выбросов и доступности исходных данных, подкатегории могут быть разделены далее на основании характеристик животных или кормления. Например, выращиваемый / нагульный скот может быть далее разделен на скот, находящийся на рационе, основанном на зерне, с круглогодичным стойловым содержанием, и на скот, выращиваемый и откармливаемый только на пастбище.
- Подразделения аналогичные тем, которые используются для крупного рогатого скота, могут быть использованы для дальнейшего разбиения поголовья овец с целью создания подкатегорий с относительно однородными характеристиками. Например, выращиваемые ягнята могут быть далее разделены на ягнят, откормленных на пастбищах, и ягнят, откормленных на откормочной площадке. Этот же подход применим и к стадам коз.
- Подкатегории свиней могут быть далее подразделены на основании производственных условий. Например, свиньи могут быть далее подразделены в зависимости от интенсивности производства: высоко интенсивное производство, и свиньи, которые выращиваются в традиционных условиях.
- Подкатегории домашних птиц могут быть далее подразделены на основании производственных условий. Например, домашние птицы могут быть разделены по условиям содержания на птиц с безвыгульным содержанием и птиц со свободно-выгульным содержанием.

Для крупных регионов или регионов с явными региональными отличиями полезным может быть установление субрегионов с последующим определением категорий в рамках этих субрегионов. Региональные подразделения могут быть использованы для отражения различий, существующих в климате, системах кормления, рационе, а также в системах

сбора и хранении навоза и помета. Тем не менее, это последующее разделение полезно только при наличии соответствующих подробных данных по системам кормления, а также сбора и хранения навоза и помета, которые используются указанными категориями сельскохозяйственных животных.

Для каждой из определенных категорий репрезентативных животных требуется следующая информация:

- среднегодовое поголовье (численность скота или домашней птицы в соответствии с расчетами для уровня 1);
- среднесуточное потребление кормов (мегаджоули (МДж) в сутки и/или кг сухого вещества в сутки); и
- коэффициент преобразования метана (процент энергии кормов, преобразованной в метан).
- перевариваемость кормов (%).

В Российской Федерации собирается статистическая информация по среднегодовому потреблению кормов разными видами скота и птицы, включая оценки пастбищных кормов.

Для оценки выбросов уровня 2 требуются данные потребления кормов репрезентативными животными в каждой подкатегории. Потребление кормов обычно измеряется на основе валовой энергии (например, мегаджоули (МДж) в сутки) или сухого вещества (например, килограммов (кг) в сутки). В данном случае сухое вещество – это количество потребляемых кормов (кг) после корректировки с учетом содержания воды в полном рационе. Например, потребление 10 кг кормов, содержащих 70% сухого вещества, соответствует потреблению 7 кг сухого вещества. Для расчетов по внутренней ферментации с помощью метода уровня 2 для крупного рогатого скота и овец (см. раздел 1.3) ниже приводятся указания, содержащие подробные требования к данным и уравнения, позволяющие оценить потребление кормов.

Перевариваемость кормов (DE%): Доля содержащейся в корме валовой энергии, которая не выделяется с фекалиями, известна как показатель перевариваемости корма. Обычно выражается в виде процентной доли (%) валовой энергии (или общего количества перевариваемых питательных веществ). Доля кормов, которая не переваривается, представляет % часть потребления сухих веществ, выделяемую в виде фекалий. Рекомендуемые типовые значения перевариваемости для различных классов домашнего скота и видов кормов представлены в таблице 1.1. Для жвачных животных обычные пределы перевариваемости корма составляют 45-55% для побочных продуктов сельскохозяйственного производства и естественных пастбищ; 55-75% для хороших пастбищ, хорошо сохранных фуражей и рационов на основе фуража с добавкой зерна; и 75-85% для рациона на основе зерна при откорме на откормочных площадках. Варьирование в перевариваемости кормов приводит к большому разбросу в оценках количеств корма, отвечающих потребностям животных, и, следовательно, соответствующих выбросов метана и количеств выделяемого навоза.

Данные о перевариваемости должны быть основаны на измеренных значениях для основных кормов или фуража, потребляемых скотом, с учетом сезонных изменений. В

общем случае перевариваемость фуража снижается с взрослением и обычно имеет самое низкое значение в течение сухого сезона. В связи со значительным разбросом значений коэффициент перевариваемости должен быть по возможности получен из местных источников данных.

Таблица 1.1 - Репрезентативная перевариваемость разных видов кормов для различных категорий скота в Российской Федерации

Основные категории	Виды корма	Перевариваемость кормов (%):
Свиньи	• сочные корма • грубые корма • концентраты • комбикорма • животные корма	• 49,5± 19,1 • 40,3± 7,1 • 75,2± 7,8 • 79,4± 3,2 • 90,8± 3,3
Крупный рогатый скот и прочие жвачные	• сочные корма • грубые корма • концентраты • комбикорма • пастбищные корма	• 66,3± 8,9 • 61,7± 5,1 • 80,3± 5,0 • 84,4± 2,4 • 66,1± 5,3
Домашняя птица	• Бройлерные цыплята без выгула • Несушки – без выгула • Домашняя птица – свободный выгул • Индейки – без выгула • Гуси – без выгула	• 85 – 93 • 70 – 80 • 55 – 90 ¹ • 85 – 93 • 80 – 90

¹ Диапазон перевариваемости кормов домашней птицей при свободно-выгульном содержании чрезвычайно изменчив в связи с селективной природой этих рационов. Зачастую представляется, что количество навоза/помета, производимого этими категориями животных, ограничивается количеством доступного для потребления кормов, а не степенью их перевариваемости. В случаях, когда количество кормов неограниченно и источники высококачественных кормов легко доступны для потребления, расчеты с учетом перевариваемости дают значения, схожие с результатами измерений для условий безвыгульного содержания.

Расчеты валовой энергии

Данные о рационах животных используются для оценки потребления кормов, которое представляет собой количество энергии (МДж/сутки), необходимое животному для поддержания жизнедеятельности и выполнения основных функций (таких как рост, лактация и беременность). Для разработчиков инвентаризации, которые располагают хорошо документированными и признанными, а также конкретными для каждого региона методами оценки потребления энергии на основе статистических данных о потреблении кормов животными, *эффективная практика* заключается в использовании методов, специально предназначенных для данного региона. В нижеследующем разделе представлены методы для оценки валового потребления энергии для ключевых категорий жвачных животных: крупного рогатого скота и коров. Аналогичная методология может быть использована и для других жвачных животных, а также, например, свиней.

Расход разных видов кормов по категориям животных, TotalFod и Fod_i: В случае отсутствия данных и методов, предназначенных специально для данного региона, потребление следует рассчитывать с использованием подходов, описанных ниже, и статистических данных Росстата. Росстатом ежегодно собираются данные по расходу кормов в хозяйствах всех категорий Российской Федерации. В соответствующем отчете предоставляются сведения по расходу разных видов кормов по видам скота и птицы в хозяйствах всех категорий в целом по стране, а также среднее потребление кормов в расчете на 1 голову. Данные приведены в кормовых единицах. Рассматриваются следующие виды кормов: концентрированные корма², комбикорма, грубые корма, сочные корма. Дополнительно статистическая информация представляется по потреблению пастбищных кормов, однако, без подразделения по категориям животных. Региональные данные отчетности представлены по расходу кормов на разные виды скота и птицы в сельскохозяйственных предприятиях, а также относительная структура расхода кормов скоту и птице по видам кормов в хозяйствах всех категорий и структура расхода всех видов кормов по видам скота и птицы в хозяйствах всех категорий. На основе этих данных могут быть оценены величины потребления кормов по их видам для отдельных категорий жвачных животных (в частности, для коров и остального поголовья КРС) по всем видам хозяйств. Учитывая, что данные Росстата по расходу разных видов кормов в расчете по отдельным категориям животных, как правило, доступны только для сельскохозяйственных организаций в регионе, для целей проведения инвентаризации необходимо запросить оценки по всем видам хозяйств или самостоятельно выполнить соответствующую корректировку. При этом могут быть использованы относительные данные по структуре расхода кормов в сельскохозяйственных организациях и принято допущение о том, что такое же распределение соответствует расходу кормов в хозяйствах всех видов. Любой метод корректировки\досчета исходных данных должен быть детально задокументирован в докладе о кадастре.

Оценка потребления пастбищных кормов отдельными категориями животных может быть выполнена как разница между данными по общему потреблению всех видов кормов определенными животными за год и суммой потребления известных видов кормов (концентрированные корма, комбикорма, грубые корма, сочные корма). Для свиней аналогично может быть определено потребление животных кормов. Используемый метод расчета должен быть задокументирован в докладе о кадастре.

Расход разных видов кормов в расчете на одну голову, R_i: Следующим шагом является расчет потребления разных видов кормов на 1 голову репрезентативного животного в регионе (в кормовых единицах). Как правило, статистические данные включают только информацию по расходу всех видов кормов в сумме на 1 голову животного. Следует отметить, что данные Росстата включают информацию по расходу кормов в расчете на одну корову, на одну голову остального поголовья КРС (без коров) и в расчете на условную голову КРС. За условную голову КРС обычно принимается одна

² Как правило, статистические данные по концентрированным кормам включают также комбикорма. Поэтому во избежание двойного учета для корректной оценки потребления концентрированных кормов из их общей величины должен быть вычтен расход комбикормов.

молочная корова, однако коэффициент для перевода 1 головы взрослых быков в условную голову также составляет единицу. Поэтому при разработке инвентаризации данные в расчете на одну условную голову не используются.

Оценка потребления кормов каждого вида в расчете на одну голову производится на основе допущения о том, что соотношение расхода разных видов кормов всеми животными данной категории в регионе соответствует соотношению в расчете на одну голову. Таким образом, расчет может выполняться по уравнению 1.2.

УРАВНЕНИЕ 1.2
РАСХОД КОРМОВ В РАСЧЕТЕ НА 1 ГОЛОВУ

$$R_i = R \cdot (Fod_i / TotalFod)$$

где:

R_i – расход кормов определенного вида (i) в расчете на 1 голову скота данной категории в год, кормовые единицы;

R – суммарный расход всех видов кормов в расчете на 1 голову скота данной категории в год, кормовые единицы;

Fod_i – расход кормов на все поголовье скота данной категории за год в регионе, кормовых единиц;

$TotalFod$ – общее потребление кормов всех видов поголовьем скота данной категории за год в регионе, кормовых единиц;

переменная (i) – концентрированные корма, комбикорма, грубые корма, сочные корма, пастбищные (животные для свиней) корма.

Валовая энергия, GE: Как показано в уравнении 1.3, значение требуемой GE получают на основе перевода данных о количестве кормовых единиц в единицы сухого вещества и далее в единицы энергии (МДж). В отличие от методов, предложенных в (Межправительственная, 2006), данный метод оценки валовой энергии представляет оценку потребностей в GE для животных, а действительное потребление энергии в течение года. Это метод согласуется с национальной методикой (Российская, 2006 –).

УРАВНЕНИЕ 1.3
ВАЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ ЖИВОТНЫХ

$$GE = \sum_i (R_i \cdot FU_i \cdot 18,45) / 365$$

где:

GE – валовая энергия, МДж/сутки;

FU_i – содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества корма определенного вида (i), доля;

18,45 – коэффициент преобразования сухого вещества кормов в МДж, МДж/кг сухого вещества.

Величины FU_i могут определены на основании данных исследований в регионе или по справочным данным (например, по кормовым нормам, утвержденным в регионе).

При отсутствии более точных региональных данных по содержанию кормовых единиц в 1 кг сухого вещества кормов, могут быть использованы следующие средние величины: для крупного рогатого скота и других жвачных животных: $1,13 \pm 0,27$ для концентратов, $0,98 \pm 0,35$ для комбикормов, $0,55 \pm 0,14$ для грубых кормов, $0,81 \pm 0,18$ для сочных кормов и $0,84 \pm 0,13$ для пастбищных видов кормов; и для нежвачных и свиней: $1,16 \pm 0,25$ для концентратов, $1,12 \pm 0,17$ для комбикормов, $0,58 \pm 0,14$ для грубых кормов, $0,86 \pm 0,19$ для сочных кормов и $1,70 \pm 0,46$ для животных видов кормов.

Для проверки качества полученных данных могут быть оценены величины потребления кормов в килограммах сухого вещества в сутки (кг/сутки). Для этого в уравнении 1.3 не следует применять коэффициент 18,45 МДж/кг сухого вещества. Итоговое суточное потребление сухого вещества должно быть порядка 2-3% от живой массы взрослого животного или молодняка. В случае высокопродуктивных молочных коров потребление кормов может превышать 4% живой массы.

1.3 ВЫБРОСЫ МЕТАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВНУТРЕННЕЙ ФЕРМЕНТАЦИИ

Метан производится, прежде всего, жвачными животными в качестве побочного продукта внутренней ферментации, т.е. пищеварительного процесса, в ходе которого микроорганизмы расщепляют углеводы на простые молекулы для их последующего впитывания в кровоток. Количество высвобождаемого метана зависит от типа пищеварительного тракта, возраста и массы животного, а также качества и количества потребляемого корма. Жвачные животные (например, крупный рогатый скот, овцы) являются основным источником метана; небольшое количество выбросов метана производится нежвачным скотом (например, свиньями, лошадьми). Строение кишечника жвачных животных способствует экстенсивной внутренней ферментации потребляемого корма.

Пищеварительная система

Тип пищеварительной системы оказывает значительное влияние на темпы выброса метана. У жвачного скота имеется растяжимая камера, рубец, в первой части пищеварительного тракта; который поддерживает интенсивную микробиологическую ферментацию потребляемого корма. Это обеспечивает ряд связанных с питанием преимуществ, включая способность к перевариванию целлюлозы в составе кормов. К основному жвачному скоту относятся крупный рогатый скот, козы, овцы, олени и верблюды. Нежвачный скот (лошади, мулы, ослы) и моногастрический скот (свиньи) характеризуются относительно низким уровнем выбросов метана, так как в их пищеварительных системах происходит гораздо меньше ферментации в производстве метана.

Потребление кормов

Метан вырабатывается в результате ферментации кормов в пищеварительной системе животных. В общем случае, чем больше потребление кормов, тем больше выброс метана. Хотя количество производимого метана может зависеть также от состава рациона.

Потребление кормов прямо пропорционально размеру животного, темпам роста и продуктивности (например, надой молока, рост шерсти, беременность).

Для представления изменчивости в интенсивностях выбросов среди различных видов животных следует разделить поголовье животных на репрезентативные категории и подкатегории и оценить интенсивность выбросов в расчете на одно животное для каждой из них. Типы категории и подкатегории поголовья обсуждены в разделе 1.2 (Характеристика поголовья скота и потребления кормов). Количество метана, выделяемого каждой подкатегорией поголовья, рассчитывается путем умножения интенсивности выбросов для одного животного на число животных в подгруппе.

Дикие жвачные не учитываются при выводе оценок выбросов в масштабе региона. Выбросы должны учитываться только от одомашненных животных (например, содержащиеся на фермах олени, лоси).

1.3.1 Выбор метода

Эффективная практика заключается в выборе метода для оценки выбросов метана в результате внутренней ферментации. Оценка выбросов метана в результате внутренней ферментации требует три основных этапа.

Этап 1: Разделить поголовье скота на категории и подкатегории и охарактеризовать каждую подкатеорию в соответствии с разделом 1.2. Рекомендуется, чтобы эксперты по разработке инвентаризации использовали среднегодовые оценки популяций с учетом воздействия производственных циклов и сезонных изменений на численность поголовья.

Этап 2: Оценить коэффициенты выбросов для каждой категории и подкатегории в килограммах метана на одно животное за год.

Этап 3: Умножить коэффициенты выбросов для каждой категории и подкатегории на их поголовье для оценки выбросов от отдельных категорий и подкатегорий и просуммировать результаты по всем категориям для оценки суммарных выбросов.

Для существенных категорий и подкатегорий животных (т.е. если на ее долю приходится 25-30% или более выбросов в данной категории) должны применяться усложненные методы расчета (например, метод уровня 2).

Указанные три этапа могут проводиться с различными уровнями детализации и сложности. В настоящей главе представлены следующие два подхода:

Уровень 1

Упрощенный подход, использующий коэффициенты выбросов по умолчанию, которые берутся из литературы или рассчитываются с помощью более подробной методологии уровня 2. Метод уровня 1, по-видимому, подходит для большинства видов животных в регионах, в которых внутренняя ферментация не является ключевой категорией или для которых нет данных расширенной характеристики.

Уровень 2

Более сложный подход, требующий подробных данных по конкретному региону в отношении потребления валовой энергии и коэффициентов преобразования метана по конкретным категориям скота и птицы. Метод уровня 2 следует использовать в том случае, если внутренняя ферментация является ключевой категорией выбросов и в

отношении тех категорий/подкатегорий животных, которые представляют существенную долю общерегиональных выбросов (т.е. 25-30% и более).

Регионам с крупным поголовьем домашних видов животных, по которым отсутствуют какие-либо коэффициенты выбросов по умолчанию, установленные в настоящему руководстве (например, ламы и альпаки), предлагается разработать региональные методы, которые являются аналогичными методу уровня 2 и основаны на результатах хорошо документированного исследования (если установлено, что выбросы от этого скота имеют существенное значение). Методологические подходы к разработке коэффициентов для таких животных представлены в (Межправительственная, 2006), ссылка приведена в разделе 1.2.4 выше.

В таблице 1.2 представлена сводка предлагаемых подходов для выбросов от скота, включенных в данные методические рекомендации.

1.3.2 Выбор коэффициентов выбросов

Подход уровня 1 к выбросам метана в результате внутренней ферментации

Данный метод уровня 1 является упрощенным и для оценки выбросов с помощью этого метода необходимы лишь легко доступные данные о поголовье животных. Представлены коэффициенты выбросов по умолчанию для каждой из рекомендуемых категорий животных. Каждый их этапов обсуждается поочередно.

Этап 1: Поголовье животных

Данные о поголовье животных должны быть получены с использованием описанного в разделе 1.2 подхода.

Этап 2: Коэффициенты выбросов

Целью данного этапа является выбор коэффициентов выбросов, которые более всего подходят для характеристики скота в данном регионе. Коэффициенты выбросов по умолчанию для внутренней ферментации, полученные из предыдущих исследований, систематизируются по регионам для удобства пользования.

Таблица 1.2 - Предлагаемые методы для оценки выброса метана при внутренней ферментации

Категории животных и птицы	Предлагаемые методы
Коровы	Уровень 2 ^a
Остальное поголовье КРС	Уровень 2 ^a
Овцы	Уровень 1/Уровень 2
Козы	Уровень 1
Верблюды	Уровень 1
Лошади	Уровень 1
Мулы и ослы	Уровень 1
Свины	Уровень 1
Домашняя птица	Не разработаны
Прочий скот (лампы, альпаки и олени)	Уровень 1

^a Метод уровня 2 рекомендуется для регионов с крупными поголовьями скота. Внедрение метода уровня 2 для дополнительных подкатегорий скота может оказаться желательным, если выбросы для данной категории представляют существенную долю региональных выбросов метана.

В таблице 1.3 показаны коэффициенты выбросов в результате внутренней ферментации для каждого вида животного, кроме крупного рогатого скота.

В таблице 1.4 представлены региональные коэффициенты выбросов в результате внутренней ферментации для коров и остального поголовья КРС, разработанные в (Российская, 2006 –). Как видно из таблицы, коэффициенты выбросов для коров различаются более чем в четыре раза в расчете на голову, разброс коэффициентов для остального поголовья КРС между регионами составляет 2,5 раза. Это объясняется значительной разницей в условиях содержания и кормления животных в северных и южных регионах, временем пастбищного содержания, а также соотношением крупных сельскохозяйственных организаций и частных хозяйств в регионе: крупные хозяйства, как правило, закупают больше комбикормов и концентратов, в то время как в небольших хозяйствах практикуется кормление пастбищными, сочными и грубыми кормами с низкой степенью перевариваемости и более высоким коэффициентом выброса CH_4 . Кроме того, структура стада также может различаться между регионами страны.

Таблица 1.3 - Коэффициенты выбросов в результате внутренней ферментации для метода 1 уровня 1 (кг CH_4 /год в расчете на голову)

Категории животных и птицы	Среднее по территории РФ	Живая масса (среднее по сельскохозяйственным предприятиям РФ)
Овцы	8	38 кг ¹
Козы	5	38 кг ¹
Верблюды	46	217 кг
Лошади	18	327 кг ¹
Мулы и ослы	10	130 кг
Олени	20	120 кг
Альпаки	8	65 кг
Свиньи	1,3 ²	55 кг ¹
Домашняя птица	Недостаточно данных для расчета	
Прочий скот (например, ламы)	Подлежит определению ³	

Уровень неопределенности для всех оценок составляет +30-50%.

¹ по данным Росстата;

² по данным (Российская, 2006 –);

³ Один из подходов для разработки приближенных коэффициентов выбросов состоит в использовании коэффициента выбросов уровня 1 для животных с аналогичной системой пищеварения и пропорциональном пересчете коэффициента выбросов с использованием соотношения масс животных, возведенного в степень 0,75. Для этой цели включены значения живой массы. Коэффициенты выбросов должны выводиться на основе характеристик интересующего скота и кормления и не должны ограничиваться исключительно региональными характеристиками. Более подробно методика определения коэффициентов выбросов для видов скота, по которым не приведено коэффициентов по умолчанию, описывается в Руководящих принципах МГЭИК (Межправительственная, 2006).

В то время как приведенные в таблице 1.4 коэффициенты выбросов по умолчанию являются ориентировочным представлением интенсивностей выбросов в каждом из представленных регионов, коэффициенты выбросов варьируют в пределах этих регионов.

Размер животного и производство молока являются важными факторами, определяющими интенсивность выбросов для молочных коров. Размер животного и структура поголовья являются важными факторами, определяющими интенсивность выбросов для остального поголовья КРС.

Для помощи в выборе коэффициентов выбросов для молочных коров следует воспользоваться собранными данными по среднегодовому производству молока молочными коровами. При необходимости следует выполнить коррекцию показанных в таблице коэффициентов выбросов для молочных коров, используя данные, собранные о среднегодовом производстве молока в расчете на голову и зависимость, представленную на рисунке 1.1.

Необходимо отметить, что использование одних и тех же коэффициентов выбросов уровня 1 при разработке инвентаризации в течение ряда последовательных лет означает отсутствие учета показателей изменяющейся продуктивности скота, таких как увеличение выхода молока или тенденций в отношении живой массы. Если учет тренд выбросов метана, обусловленных тенденциями в продуктивности скота, является важным, то должны использоваться расчеты уровня 2.

Этап 3: Суммарные выбросы

Для оценки суммарных выбросов установленные коэффициенты выбросов умножаются на соответствующие значения поголовья животных (уравнение 1.4) и результаты суммируются (уравнение 1.5).

УРАВНЕНИЕ 1.4

ВЫБРОСЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВНУТРЕННЕЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ОТ СКОТА ЗАДАННОЙ КАТЕГОРИИ

$$\text{Выбросы} = EF_{(T)} \cdot \frac{N_{(T)}}{10^6}$$

где:

Выбросы – выбросы метана в результате внутренней ферментации, Гг СН₄/год;

EF_(T) – коэффициент выбросов для установленного поголовья скота, кг СН₄/голова в год;

N_(T) – количество голов вида/категории скота Т в регионе;

Т – вид/категория скота.

УРАВНЕНИЕ 1.5

СУММАРНЫЕ ВЫБРОСЫ ОТ СКОТА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВНУТРЕННЕЙ ФЕРМЕНТАЦИИ

$$\text{Суммарный СН}_{4\text{Энтер.}} = \sum_i E_i$$

где:

Суммарный СН_{4Энтер.} – суммарные выбросы метана в результате внутренней ферментации, Гг СН₄/год;

E_i – выбросы для *i* категорий и подкатегорий скота.

Таблица 1.4 - Коэффициенты выбросов¹ в результате внутренней ферментации для крупного рогатого скота (уровень 1)

Регионы	Коэффициент выбросов (кг СН ₄ / голова * год) для коров	Коэффициент выбросов (кг СН ₄ /голова*год) для остального поголовья КРС
Белгородская область	142	59
Брянская область	108	57
Владимирская область	147	57
Воронежская область	116	51
Ивановская область	128	48
Калужская область	130	56
Костромская область	114	50
Курская область	108	55
Липецкая область	107	59
Московская область	174	67
Орловская область	111	56
Рязанская область	126	56
Смоленская область	107	58
Тамбовская область	121	94
Тверская область	120	56
Тульская область	115	58
Ярославская область	142	67
Республика Карелия	115	47
Республика Коми	122	72
Архангельская область	117	54
Вологодская область	122	51
Калининградская область	154	64
Ленинградская область	147	60
Мурманская область	129	45
Новгородская область	125	60
Псковская область	124	56
Республика Адыгея	65	51
Республика Дагестан	54	66
Ингушская Республика	135	79
Кабардино-Балкарская Республика	124	60
Республика Калмыкия	40	48
Карачаево-Черкесская Республика	95	43
Республика Северная Осетия	89	53
Чеченская Республика	53	52

Продолжение таблицы 1.4

Краснодарский край	151	64
Ставропольский край	145	60
Астраханская область	114	79
Волгоградская область	88	56
Ростовская область	122	52
Республика Башкортостан	81	43
Республика Марий-Эл.	124	71
Республика Мордовия.	116	52
Республика Татарстан	142	66
Удмуртская Республика	118	49
Чувашская Республика	124	60
Пермский край	131	60
Кировская область	142	56
Нижегородская область	136	57
Оренбургская область	79	48
Пензенская область	111	65
Самарская область	134	73
Саратовская область	84	49
Ульяновская область	74	50
Курганская область	130	68
Свердловская область	137	59
Тюменская область	120	70
Челябинская область	96	54
Республика Алтай	77	52
Республика Бурятия	48	39
Республика Тыва	97	47
Республика Хакасия	90	51
Алтайский край	89	52
Красноярский край	116	67
Иркутская область	63	45
Кемеровская область	139	73
Новосибирская область	126	62
Омская область	141	66
Томская область	144	71
Забайкальский край (Читинская область)	96	59
Республика Саха (Якутия)	96	63
Камчатский край	145	85
Приморский край	96	59
Хабаровский край	103	52

Продолжение таблицы 1.4

Амурская область	67	42
Магаданская область	88	49
Сахалинская область	138	63
Еврейская автономная обл.	134	72
Чукотский автономный округ	51	40
Среднее:	109	57

¹ Существующие значения рассчитаны с помощью метода уровня 2 по данным (Российская, 2006 –).

При использовании коэффициентов по умолчанию из таблицы 1.4 рекомендуется соотнести конкретные данные производства молока в регионе в данный год и предложенный коэффициент. Величина коэффициента выбросов при внутренней ферментации у коров находится почти в прямой зависимости от величины надоя молока (см. рис. 1.1). При выборе коэффициента выброса от внутренней ферментации по умолчанию из таблицы 1.4 следует верифицировать значение коэффициента со средним производством молока в регионе в расчете на одну голову и, в случае необходимости, произвести коррекцию коэффициента, используя уравнение линейной регрессии, представленное на рисунке 1.1.

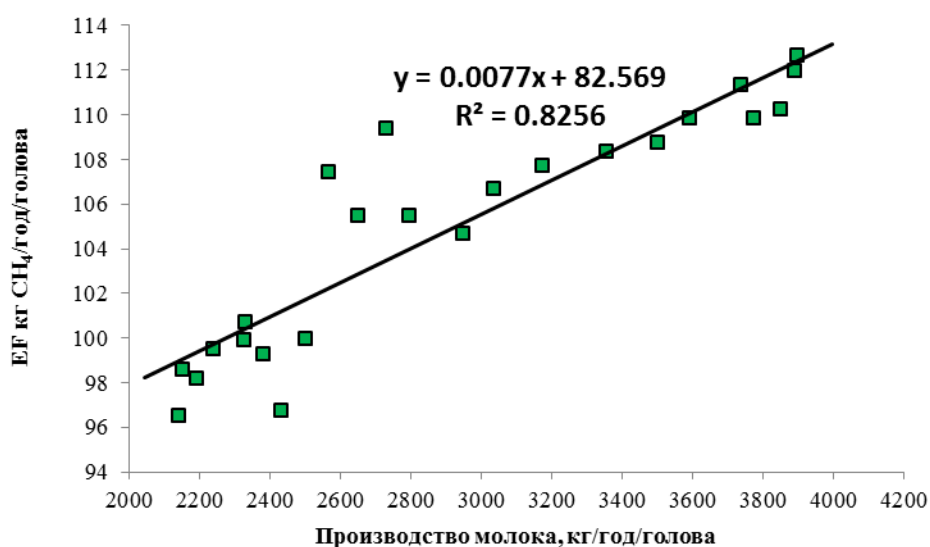


Рисунок 1.1 - Зависимость коэффициентов выброса метана при внутренней ферментации у коров от производства молока в расчете на одну голову.

Подход уровня 2 к выбросам метана в результате внутренней ферментации

Метод уровня 2 применяется к менее обобщенным категориям поголовья скота и используется для расчета коэффициентов выбросов в отличие от значений по умолчанию. Ключевыми моментами для метода уровня 2 являются выведение коэффициентов выбросов и сбор подробных данных о деятельности.

Этап 1: Поголовье скота

Данные о поголовье животных и соответствующие данные о деятельности должны быть получены с использованием описанного в разделе 1.2 подхода.

Этап 2: Коэффициенты выбросов

В тех случаях, когда используется метод уровня 2, коэффициенты выбросов оцениваются для каждой категории/ подкатегории животных при помощи подробных данных, полученных на этапе 1.

Коэффициенты выбросов для каждой категории/подкатегории скота оцениваются на основе данных валовой потребляемой энергии и коэффициентов преобразования метана по этим категориям. Данные валовой потребляемой энергии должны быть получены с использованием описанного в разделе 1.2 подхода. Для расчета коэффициентов выбросов по методу уровня 2 необходимы следующие два подэтапа:

Получение коэффициента преобразования метана (Y_m)

Степень, в которой энергия корма преобразуется в CH_4 , зависит от нескольких взаимодействующих факторов корма и вида животных. Если исследования по конкретным регионам не дают соответствующих коэффициентов преобразования CH_4 , для крупного рогатого скота могут быть использованы значения, показанные в таблице 1.5 (Коэффициенты преобразования CH_4 для крупного рогатого скота). Эти общие оценки являются приблизительным ориентиром, основанным на общих характеристиках корма и производственной практике, существующих во многих развитых и развивающихся регионах. При наличии хорошего корма (т.е. высокая усвояемость и высокая энергетическая ценность) следует использовать нижние граничные значения. При более бедных кормах (такие, как грубые корма) более подходящими являются верхние граничные значения. Для всех молодых особей, питающихся только молоком (т.е. ягнята и телята, питающиеся молоком), коэффициент преобразования CH_4 принимается равным нулю.

Таблица 1.5 - Коэффициенты преобразования CH_4 для крупного рогатого скота

Категория скота	Y_m^b
Крупный рогатый скот, откармливаемый на кормовой площадке ^a	3,0% $\pm$ 1,0%
Молочные коровы (крупный рогатый скот) и их молодняк	6,5% $\pm$ 1,0%
Прочий крупный рогатый скот, который кормят в первую очередь низкокачественными растительными остатками и побочными продуктами	6,5% $\pm$ 1,0%
Прочий крупный рогатый скот – выпас	6,5% $\pm$ 1,0%

^a Когда кормовые рационы содержат 90 или более процентов концентратов.

^b Значения $\pm$ представляют диапазон.

Региональные оценки производства внутреннего метана опираются на мелкомасштабные определения как Y_m , так и влияния характеристик корма и животных на Y_m . Традиционные методы измерения Y_m включают использование биокалориметров, куда помещают отдельных животных. Индикаторный метод с использованием SF_6

позволяет оценить выбросы метана от отдельных животных в разных условиях содержания, как в помещениях, так и на выпасе.

В таблице 1.6 представлено общее значение Y_m для всех взрослых овец независимо от качества кормов; отдельные значения приводятся только для взрослых и молодых овец (в возрасте <1 года). Медианное значение подходит для большинства рационов, однако для низкокачественных кормов верхние граничные значения могут оказаться более подходящими, а для высокоусвояемых, высококалорийных кормов могут использоваться нижние граничные значения.

Таблица 1.6 - Коэффициенты преобразования CH_4 для овец (Y_m)

Категория	Y_m^a
Ягнята (<1 года)	4,5% ± 1,0%
Взрослые овцы	6,5% ± 1,0%

^a Значения ± представляют диапазон.

Следует заметить, что в некоторых случаях для отдельных видов скота может не оказаться коэффициента преобразования CH_4 . В таких случаях может использоваться коэффициент преобразования CH_4 для наиболее близкого вида скота среди тех, которые уже учтены в отчетности. Например, для оценки коэффициента выбросов для верблюдов могут использоваться коэффициенты преобразования CH_4 для прочего КРС. Для свиней и других нежвачных животных может быть использовано значение Y_m равное 0,6%± 0,1%.

Вывод коэффициента выбросов

Коэффициент выбросов для каждой категории/подкатегории животных следует выводить в соответствии с уравнением 1.6:

УРАВНЕНИЕ 1.6

КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЫБРОСОВ CH_4 ДЛЯ ВНУТРЕННЕЙ ФЕРМЕНТАЦИИ ОТ СКОТА ЗАДАННОЙ КАТЕГОРИИ

$$EF = \left[\frac{GE \cdot \left(\frac{Y_m}{100} \right) \cdot 365}{55,65} \right]$$

где:

EF – коэффициент выбросов, кг CH_4 / голова × год;

GE – валовое потребление энергии, МДж/ голова × сутки;

Y_m – коэффициент преобразования метана, процентная доля валовой энергии в корме, преобразованная в метан;

Коэффициент 55,65 (МДж/ кг CH_4) представляет собой энергосодержание метана.

Это уравнение коэффициента выбросов предполагает, что коэффициенты выбросов выводятся для категории скота на весь год (365 суток). Хотя обычно используется

коэффициент выбросов для полного года, при некоторых обстоятельствах категория животных может определяться на более короткий период (например, на определенный сезон года или на 150-суточный период откорма на кормовой площадке). В этом случае коэффициент выбросов будет оцениваться для конкретного периода (например, 90 дней каждого сезона), а 365 суток будут заменены количеством суток в данном периоде. Определение периода, к которому применяется коэффициент выбросов, описано в разделе 1.2.

Этап 3: Суммарные выбросы

Для оценки суммарных выбросов установленные коэффициенты выбросов умножаются на соответствующие значения поголовья животных и результаты суммируются. Как описано выше для уровня 1, оценки выбросов должны сообщаться в отчетности в гигаграммах (Гг).

1.3.3 Выбор данных о деятельности

Данные о поголовье скота должны быть получены с использованием описанного в разделе 1.2 подхода. В случае использования коэффициентов выбросов при внутренней ферментации по умолчанию для скота (таблицы 1.3 и 1.4) для оценки достаточна базовая (уровень 1) характеристика поголовья скота. Для оценки выбросов при внутренней ферментации от скота с использованием оценки валовой потребляемой энергии (уравнения 1.2, 1.3 и 1.6) необходима характеристика уровня 2. Как отмечалось в разделе 1.2, *эффективная практика* для характеристики поголовья скота, заключается в подготовке единой информации, содержащей данные о деятельности для всех категорий выбросов, которые зависят от данных о поголовье скота.

1.4 ВЫБРОСЫ МЕТАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ СБОРА И ХРАНЕНИЯ НАВОЗА И ПОМЕТА

В этом разделе представлена методика оценки выброса CH_4 , который образуется во время сбора и хранения навоза и от навоза, оставленного животными на пастбищах. Термин «навоз» используется в данном случае в общем смысле и включает как навоз/помет, так и мочу (т.е. сухие и жидкие вещества), которые выделяются скотом. Разложение навоза в анаэробных условиях (т.е. в отсутствии кислорода) в процессе хранения или обработки приводит к образованию CH_4 . Как правило, такие условия создаются при хранении, когда значительное количество животных содержится на ограниченной площади (например, свиноводческие и откормочные площадки для мясных пород скота), и там, где навоз утилизируется в жидкостных системах. Выбросы CH_4 , связанные с обработкой и хранением навоза, сообщаются в разделе отчетности «Сбор и хранение навоза и помета».

Основными факторами, влияющими на выбросы CH_4 , являются общее количество произведенного навоза и доля навоза, которая подвергается анаэробному разложению. Первый из указанных факторов зависит от темпов производства отходов в расчете на одно животное и количества животных, а второй – от того, как осуществляется сбор и хранение навоза и помета. В случае, когда навоз хранится и обрабатывается как жидкость (например, в отстойниках, прудах, резервуарах или ямах), он разлагается анаэробно и

может образовать значительное количество CH_4 . Температура и время удерживания в накопителе сильно влияют на количество производимого метана. В случаях, когда навоз обрабатывается в твердом виде (например, в штабелях или кучах), или, когда навоз оставляется на пастбищах и выпасах животными, разложение происходит в аэробных условиях и выброс CH_4 меньше.

1.4.1 Выбор метода

Существуют два уровня для оценки выбросов CH_4 из навоза. *Эффективной практикой* является использование метода уровня 2 при наличии соответствующих исходных данных и коэффициентов, а также, если данная категория/подкатегория скота и птицы вносят существенный вклад в общий выброс от данного источника (более 25-30%).

Уровень 1

Упрощенный метод, при котором для оценки выбросов требуются лишь данные о поголовье скота с разбиением по видам/категориям/подкатегориям животных, климатическим регионам или температурным условиям в сочетании с коэффициентами выбросов по умолчанию. В связи с тем, что некоторые выбросы от систем сбора и хранения навоза и помета сильно зависят от температуры, *эффективная практика* заключается в оценке среднегодовой температуры в местностях, где производится сбор и хранение навоза и помета.

Уровень 2

Более сложный метод оценки выбросов CH_4 в результате сбора и хранения навоза и помета, который должен использоваться в случаях, когда какой-либо конкретный вид/категория или подкатегория скота, или птицы представляет существенную часть выбросов в регионе³. Этот метод требует наличия подробной информации о характеристиках животных, а также о практиках сбора и хранения навоза и помета; указанная информация используется для вывода коэффициентов выбросов для конкретных условий регионов.

Независимо от выбранного метода необходимо в первую очередь разделить поголовье скота на категории и подкатегории, как это описано в разделе 1.2, в соответствии с данными по количеству навоза, производимого в расчете на одно животное.

Для оценки выбросов CH_4 в результате сбора и хранения навоза и помета используются следующие четыре этапа:

Этап 1: Собрать данные о поголовье скота на основании характеристики поголовья скота (см. раздел 1.2).

Этап 2: Использовать значения по умолчанию или вывести коэффициенты выбросов по конкретному региону для каждой подкатегории скота в килограммах метана в расчете на одно животное за год.

Этап 3: Умножить коэффициенты выбросов для подкатегории скота на соответствующее поголовье данной подкатегории для оценки выбросов от подкатегорий и

³ Согласно эмпирическому правилу, вид скота будет иметь существенное значение, если на его долю приходится 25-30% или более выбросов в данной категории.

просуммировать результаты по всем подкатегориям для оценки суммарных выбросов от каждого вида скота.

Этап 4: Просуммировать выбросы от всех установленных видов скота для определения выбросов в региональном масштабе.

Уравнение 1.7 показывает каким образом рассчитывать выбросы CH_4 в результате сбора и хранения навоза и помета:

УРАВНЕНИЕ 1.7
ВЫБРОСЫ CH_4 В РЕЗУЛЬТАТЕ СБОРА И ХРАНЕНИЯ НАВОЗА И ПОМЕТА

$$\text{CH}_{4\text{Навоз}} = \sum_{(T)} \frac{(EF_{(T)} \cdot N_{(T)})}{10^6}$$

где:

$\text{CH}_{4\text{Навоз}}$ – Выбросы CH_4 в результате сбора и хранения навоза и помета для всех установленных видов скота и птицы в Гг CH_4 / год,

$EF_{(T)}$ – коэффициент выбросов для каждой категории/подкатегории скота и птицы, кг CH_4 /голова x год;

$N_{(T)}$ – количество голов категории/подкатегории скота и птицы T в регионе;

T – вид/категория / подкатегория скота и птицы.

1.4.2 Выбор коэффициентов выбросов

Лучшим способом для определения коэффициентов выбросов является проведение экспериментальных измерений выбросов в фактических системах, представляющих используемые в регионе системы сбора и хранения. Эти результаты могут быть использованы для разработки моделей по оценке коэффициентов выбросов (уровень 3). Подобные измерения провести нелегко, и для этого требуются значительные ресурсы, квалификация и оборудование, которые могут отсутствовать. В этой связи, несмотря на рекомендацию применения подобного подхода для повышения точности, он не требуется для *эффективной практики*. В данном разделе представлены две альтернативные возможности для вывода коэффициентов выбросов; при этом выбор коэффициентов выбросов зависит от выбранного для оценки выбросов метода (т.е. уровень 1 или уровень 2).

Уровень 1

При использовании метода уровня 1 применяются коэффициенты выбросов метана по категориям или подкатегориям скота. В таблицах 1.7, 1.8 и 1.9 представлены коэффициенты выбросов для различных среднегодовых температур и для каждой из рекомендуемых подкатегорий поголовья. Эти коэффициенты выбросов представляют диапазон содержания летучих твердых веществ в навозе и используемых в каждом регионе практик сбора и хранения навоза и помета, а также различия в выбросах в зависимости от температур.

В таблице 1.7 показаны коэффициенты выбросов по умолчанию для крупного рогатого скота и свиней для каждого региона и температурной классификации.

Коэффициенты выбросов приводятся для указанных среднегодовых температур и климатических зон, в условиях которых производится сбор и хранение навоза и помета. Температурные данные должны основываться на региональной метеорологической статистике, если она имеется. Регионы должны оценить процентную долю поголовья животных в различных температурных зонах и рассчитать средневзвешенное значение коэффициента выбросов. Если это не представляется возможным, то может использоваться среднегодовая температура для всего региона, однако при этом оценки для выбросов, которые сильно зависят от изменений температуры (например, системы с жидким навозом/навозной жижей), не будут точными. Для диапазона между среднегодовыми температурами $-5,5^{\circ}\text{C}$ и 10°C коэффициенты могут быть получены методом интерполяции крайних значений, представленных в таблице 1.7.

В таблицах 1.8 и 1.9 представлены коэффициенты выбросов по умолчанию при сборе, хранении и использовании навоза других видов животных. Исключая категорию «несушки (влажный)», указанные коэффициенты выбросов отражают тот факт, что практически весь навоз от этих животных обрабатывается в системах уборки, хранения и использования «сухого» навоза, включая пастбища и выпасы, загоны для кормления и суточное разбрасывание на полях.

Таблица 1.7 - Коэффициенты выбросов метана в результате сбора и хранения навоза и помета крупного рогатого скота (КРС) и свиней для различных температур (кг СН₄ / голова * год)

Региональные характеристики	Виды животных	Коэффициенты выбросов СН ₄ для различных среднегодовых температур (°С) и климатических условий												
		Холодный							Умеренный					
		-5,5 ¹	...	< 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
РФ: Для большей части навоза используются системы обработки сухого навоза. Примерно третья часть навоза скота обрабатывается в жидкостных системах.	Молочные коровы	4,8	...	11	12	13	14	15	20	21	22	23	25	27
	Остальное поголовье КРС	3,0	...	6	6	7	7	8	9	10	11	11	12	13
	Товарные свиньи	3	...	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5
	Племенные свиньи	3	...	4	5	5	5	5	6	7	7	7	8	8

Неопределенность для этих коэффициентов выбросов составляет ±30 %.

¹данные в среднем по территории РФ. Для диапазона между среднегодовыми температурами -5,5°С и 10°С коэффициенты могут быть получены методом интерполяции крайних значений.

Таблица 1.8 - Коэффициенты выбросов метана в результате сбора и хранения навоза овец, коз, верблюдов, лошадей, мулов и ослов, а также помета домашних птиц для различных температурных условий (кг СН₄ / голова * год)

Виды животных	Коэффициенты выбросов СН ₄ для различных среднегодовых температур (°C) и климатических условий	
	Холодный (<15°C)	Умеренный (15 – 25°C)
Овцы	0,19	0,28
Козы	0,13	0,20
Верблюды	1,58	2,37
Лошади	1,56	2,34
Мулы и ослы	0,76	1,10
Домашняя птица		
Несушки (сухой) ^a	0,03	0,03
Несушки (влажный) ^b	1,2	1,4
Бройлеры	0,02	0,02
Индийки	0,09	0,09
Утки	0,02	0,03

Неопределенность для этих коэффициентов выбросов составляет ±30%.

^a Птицеводческие хозяйства, практикующие обработку сухого навоза.

^b Птицеводческие хозяйства, практикующие обработку навоза как жидкости, например, хранящейся в анаэробном отстойнике.

Таблица 1.9 - Коэффициенты выбросов метана в результате сбора и хранения навоза и помета оленей, северных оленей, кроликов и пушных зверей

Виды животных	Коэффициент выбросов СН ₄ (кг СН ₄ / голова * год)
Олени	0,22
Северные олени	0,36
Кролики	0,08
Пушные звери (например, лисы, норки)	0,68

Неопределенность для этих коэффициентов выбросов составляет ±30 %.

Уровень 2

Метод уровня 2 применим в том случае, когда сбор и хранение навоза и помета являются ключевой категорией, или, когда данные, использованные для разработки значений по умолчанию, не согласуются надлежащим образом с существующими в регионе поголовьем скота и условиями сбора и хранения навоза и помета. Так как характеристики крупного рогатого скота и свиней и системы сбора и хранения навоза и помета могут значительно варьировать по различным регионам, то регионы с большими поголовьями этих животных должны рассмотреть возможность использования метода уровня 2 для оценки выбросов метана от навоза КРС и свиней. Метод уровня 2 опирается на два основных типа поступлений, которые влияют на расчет коэффициентов выбросов метана из навоза:

Характеристики навоза. Включают количество летучих твердых веществ (VS), содержащихся в навозе, и максимальное количество метана, которое может быть выработано из данного навоза (B₀). Производство VS навоза может быть оценено на основе значений потребления и перевариваемости кормов, которые являются

переменными, используемыми также для вывода на уровне 2 коэффициентов выбросов в результате внутренней ферментации. В качестве альтернативы темпы производства VS могут основываться на лабораторных измерениях, проводимых на навозе скота. V_0 варьирует для разных видов/категорий животных и режимов кормления и представляет собой теоретически возможный выброс метана на основе данных по количеству VS в навозе. Подстилка (солома, опилки, щепа и т.д.) не включается в моделирование VS в рамках метода уровня 2. Вклад этих материалов не приводит к существенному увеличению общего выброса метана, так как их использование обычно связано с системами хранения сухих отходов.

Характеристики систем сбора и хранения навоза и помета. Включают тип систем, используемых для сбора и хранения навоза и помета, и коэффициент преобразования метана (MCF) по каждой конкретной системе, который отражает достигнутую долю V_0 . Для оценки части навоза, которая обрабатывается в каждой из систем сбора, используются региональные оценки систем сбора и хранения навоза и помета. В таблице 1.10 приводится описание систем сбора и хранения навоза и помета. MCF систем варьирует в зависимости от системы, в которой производится сбор и хранение навоза и помета, а также климата и теоретически может изменяться от 0 до 100%. Как температура, так и время удерживания в накопителе играют важную роль в расчете MCF. Обработка навоза в течение продолжительного времени как жидкости при теплых условиях способствует образованию метана. Такие условия сбора и хранения навоза и помета могут характеризоваться высокими значениями MCF на уровне от 65 до 80%. Навоз, обрабатываемый в виде сухого вещества в условиях холодного климата, производит лишь небольшое количество метана и поэтому имеет MCF порядка 1%.

В таблице 1.10 приведено соотношение систем сбора и хранения навоза и помета в целом по Российской Федерации согласно данным (Российская, 2006 –). Эти соотношения могут быть использованы в качестве данных по умолчанию, если более точные региональные значения недоступны.

Таблица 1.10 - Соотношение основных типов систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета для разных категорий сельскохозяйственных животных и птицы в России, %

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Тип системы сбора и хранения навоза (помета)		
	Жидкое хранение (с естественной поверхностной коркой) ¹	Сухое хранение	Пастбища и выпасы ²
Коровы	0,0	79,9	20,1
КРС (без коров)	14,1	58,6	27,3
Птица	0,0	93,5	6,5
Овцы	0,0	81,6	18,4
Козы	0,0	81,6	18,4
Свиньи	67,7	32,3	0,0
Лошади	0,0	81,6	18,4
Верблюды	0,0	81,6	18,4
Мулы	0,0	81,6	18,4
Ослы	0,0	81,6	18,4
Северные олени	0,0	81,6	18,4

Продолжение таблицы 1.10

Кролики	0,0	100	0,0
Пушные звери (лисицы, песцы, норки)	0,0	100	0,0
Нутрии	100	0,0	0,0

¹ доля систем жидкого хранения может быть определена на основе соотношения поголовья молодняка, находящегося на откорме, и общей популяции каждой категории/подкатегории животных.

² доля годового времени, проводимого животными на пастбищах, может быть принята равной доле пастбищных кормов в годовом рационе данной категории/подкатегории животных.

Вывод коэффициентов выбросов уровня 2 включает в себя определение средневзвешенного значения MCF с использованием оценок навоза, обрабатываемого в каждой из систем утилизации отходов в пределах каждого климатического региона. Среднее значение MCF затем умножается на темпы выделения VS и на B_0 для категорий скота и птицы. Оценка производится с помощью следующего уравнения:

УРАВНЕНИЕ 1.8

КОЭФФИЦИЕНТ ВЫБРОСОВ CH_4 В РЕЗУЛЬТАТЕ СБОРА И ХРАНЕНИЯ НАВОЗА И ПОМЕТА

$$EF_{(T)} = (VS_{(T)} \cdot 365) \cdot \left[B_{o(T)} \cdot 0.67 \text{ kg} / \text{m}^3 \cdot \sum_{S,k} \frac{MCF_{S,k}}{100} \cdot MS_{(T,S,k)} \right]$$

где:

$EF_{(T)}$ – коэффициент годовых выбросов CH_4 для заданной категории/подкатегории T скота и птицы, $\text{kg CH}_4 / \text{животное} \cdot \text{год}$;

$VS_{(T)}$ – суточное выделение летучего твердого вещества для заданной категории/подкатегории T скота и птицы, $\text{kg сух. в-ва} / \text{животное} \cdot \text{год}$;

365 – основа для расчета годового производства VS, сутки/год.

$B_{o(T)}$ – максимальная метанопродуцирующая способность для навоза скота (помета птицы) категории/ подкатегории T , $\text{m}^3 \text{CH}_4 / \text{kg выделенных VS}$;

0,67 – коэффициент преобразования $\text{m}^3 \text{CH}_4$ в килограммы CH_4 ;

$MCF_{(S,k)}$ – коэффициенты преобразования метана для каждой системы S сбора и хранения навоза и помета по климатическому региону k , %;

$MS_{(T,S,k)}$ – доля навоза (помета птицы) от категории/подкатегории T скота, которая обрабатывается с использованием определенной системы S сбора и хранения навоза и помета в климатическом регионе k , не имеет размерности.

В целях улучшения основы для выполнения оценок могут использоваться программы измерений. В частности, измерения выбросов от систем сбора и хранения навоза и помета при полевых условиях являются полезными для подтверждения MCF.

Поскольку выбросы могут в значительной мере отличаться друг от друга в зависимости от региона и вида/категории скота, оценки выбросов должны отражать разнообразие поголовья животных и диапазон их рационов и практику в области сбора и хранения навоза и помета в регионе. Для этого может потребоваться подготовка отдельных оценок по отдельным районам. Коэффициенты выбросов следует периодически обновлять для учета изменений в характеристиках навоза и в практике

сбора и хранения навоза и помета. Эти пересмотры должны быть основаны на надежных данных, прошедших научную проверку.

Темпы выделения VS

Летучие твердые вещества (VS) представляют собой органические вещества в составе навоза скота и состоят как из биоразлагаемых, так и небiorазлагаемых фракций. Для уравнения 1.9 требуются суммарные VS (как биоразлагаемые, так и небiorазлагаемые фракции), выделяемые каждым видом животных, так как значения V_0 основываются на суммарных VS, поступающих в системы. Наилучшим способом получения среднесуточных темпов выделения VS является использование данных из региональных опубликованных источников или справочных данных. В случае отсутствия этих данных среднесуточные темпы выделения VS по конкретным регионам можно оценить по объемам потребления кормов. Потребление кормов для крупного рогатого скота может быть оценено с использованием метода «расширенной» характеристики, описанного в разделе 1.2. Это также обеспечит согласованность данных, лежащих в основе оценок выбросов. Для оценки потребления кормов свиньями могут потребоваться данные по свиноводству в конкретном регионе.

Содержание VS в навозе равно неперевариваемой доле потребленного корма, выделяющейся в виде фекального материала, который в комбинации с мочеисделениями образует навоз. В процессе оценки внутренних выбросов метана регионы должны оценить валовую потребляемую энергию (GE) (раздел 1.2, уравнение 1.3) и ее фракционную перевариваемость (DE).

УРАВНЕНИЕ 1.9 ТЕМПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ЛЕТУЧИХ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ

$$VS = \left[GE \cdot \left(1 - \frac{DE\%}{100} \right) + (UE \cdot GE) \right] \cdot \left[\left(\frac{1 - ASH}{18.45} \right) \right]$$

где:

VS – выделение летучих твердых веществ в сутки на основе массы сухого органического вещества, кг VS /сутки;

GE – валовая потребляемая энергия, МДж/сутки;

DE% – перевариваемость корма, в процентах (например, 60%);

(UE • GE) – энергия, теряемая с мочой (энергия мочи), выраженная в виде доли GE. Для большинства жвачных в общем случае можно принять, что теряемая с мочой энергия равна 0,04GE (с уменьшением до 0,02 для жвачных, в рационе которых содержится 85% и более зерна или для свиней). Использовать значения по конкретному региону там, где это возможно.

ASH – содержание золы в навозе, рассчитанное в виде доли потребляемого сухого вещества корма (например, 0,08 для крупного рогатого скота). Использовать значения по конкретному региону там, где это возможно.

18,45 – коэффициент преобразования GE в расчет на кг сухого вещества (МДж/кг). Эта величина является относительно постоянной для широкого диапазона фуража и кормов на основе зерновых, обычно потребляемых скотом.

Репрезентативные значения DE% для различных категорий скота представлены в таблице 1.1, в разделе 1.2 настоящего руководства. Содержание золы для различных видов скота может варьировать в широком диапазоне и должно отражать региональные условия.

Значения B_o

Максимальная метанопродуцирующая способность навоза (B_o) варьирует по видам животных и рационам.

Предпочтительный метод получения значений измерения B_o заключается в использовании данных из опубликованных источников по конкретным регионам, полученных путем измерения стандартизированным методом. Важно стандартизировать измерение B_o , включая метод выборки, и подтвердить, основаны ли значения на суммарных выделяемых VS или биоразлагаемых VS, так как расчеты уровня 2 основываются на суммарных выделяемых VS. В случае отсутствия значений B_o , полученных путем измерений в конкретных регионах, можно использовать значения по умолчанию, приведенные в таблице 1.11.

Таблица 1.11 - Значения B_o для навоза разных категорий скота и птицы ($\text{м}^3 \text{CH}_4 / \text{кг VS}$)

Категории животных и птицы	Значения B_o
Коровы	0,24
Остальное поголовье КРС	0,17
Свиньи	0,45
Овцы	0,19
Козы	0,18
Верблюды	0,26
Лошади	0,30
Мулы и ослы	0,33
Домашняя птица	
Несушки (сухой) ^a	0,39
Несушки (влажный) ^b	0,39
Бройлеры	0,36
Индейки	0,36
Утки	0,36
Северные олени	0,19
Кролики	0,32
Пушные звери	0,25
Страусы	0,25

MCF

В таблице 1.12 представлены значения коэффициентов преобразования метана (MCF) по умолчанию для различных систем сбора и хранения навоза и помета, а также среднегодовых температур. Значения MCF определяются для конкретной системы сбора и хранения навоза и помета и представляют степень реализации B_0 . На количество метана, произведенного конкретной системой сбора и хранения навоза и помета, влияет степень имеющихся анаэробных условий, температура системы и время удерживания органического материала в системе. Представленные в таблице 1.12 значения по умолчанию MCF для отстойников учитывают влияние продолжительного времени удерживания и, поэтому являются более высокими, чем для обычных в большинстве случаев условий.

Так как жидкостные системы очень чувствительны к воздействию температуры, то по возможности значения MCF по умолчанию для этих систем приводятся в таблице 1.12 для различных конкретных среднегодовых температур. Для зон с чрезвычайно низкими среднегодовыми температурами, ниже 10°C , должны использоваться граничные (т.е. для 10°C) значения или проводиться исследования значений для конкретных регионов.

Эти значения по умолчанию не могут охватить потенциально широкий разброс значений в рамках определенных категорий указанных систем. В этой связи следует по возможности разрабатывать MCF для конкретных регионов, которые отражают конкретные системы сбора и хранения навоза и помета, применяемые в конкретных регионах. Это имеет особенно важно для регионов со значительным поголовьем скота или с большим разбросом среднегодовых температур. В подобных случаях, по возможности, следует проводить на местах измерения для каждого климатического района, с тем, чтобы заменить значения MCF по умолчанию. Измерения должны включать следующие факторы:

- время хранения/применения;
- характеристики кормления и животных по месту измерений (см. раздел 1.2 о типе подходящих данных);
- продолжительность хранения;
- характеристики навоза (например, концентрации VS в притоках и стоках для жидкостных систем);
- определение количества навоза, оставленного в хранилище;
- время и температурные условия для хранения в помещении и на открытом воздухе;
- колебание суточной температуры;
- сезонное изменение температуры.

Таблица 1.12 - Значения MCF для систем сбора и хранения навоза и помета при различных температурах

Система ^a		Значения MCF для различных среднегодовых температур (°C) и климатических условий											Примечания
		Холодный					Умеренный						
		< 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Пастбище/выпас/загон		1,0%					1,5%						
Суточный разброс		0,1%					0,5%						
Сухое хранение		2,0%					4,0%						Выбросы находятся в среднем на уровне примерно 2% зимой и 4% летом.
Загон для кормления		1,0%					1,5%						
Жидкий навоз /жижа	С естественной поверхностной коркой	10%	11%	13%	14%	15%	17%	18%	20%	22%	24%	26%	Оцениваемое снижение при образовании поверхностной корки (40%) представляет собой среднегодовое значение, основанное на ограниченном наборе данных и может варьировать в широких пределах в зависимости от температуры, количества осадков и состава. Если резервуары для навозной жижи используются в качестве систем хранения / сбраживания, то MCF следует рассчитывать в соответствии с формулой 1 ниже.
	Без естественной поверхностной корки	17%	19%	20%	22%	25%	27%	29%	32%	35%	39%	42%	Если резервуары для навозной жижи используются в качестве систем хранения / сбраживания, то MCF следует рассчитывать в соответствии с формулой 1 ниже.

Продолжение таблицы 1.12

Система ^a		Значения MCF для различных среднегодовых температур (°C) и климатических условий											Примечания
		Холодный					Умеренный						
		< 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Открытый анаэробный отстойник		66%	68%	70%	71%	73%	74%	75%	76%	77%	77%	78%	MCF для открытых отстойников варьирует в зависимости от нескольких факторов, в том числе от температуры, времени удерживания и потерь летучих твердых веществ из системы (через удаление стоков и/или твердого вещества)
Хранение в ямах под стойлами животных	<1 месяца	3%					3%						Для определения климатических условий необходимо учитывать температуру внешней среды, а не температуру в стойле. При использовании ям в качестве систем хранения / сбраживания навоза MCF следует рассчитывать в соответствии с формулой 1 ниже.
	>1 месяца	17%	19%	20%	22%	25%	27%	29%	32%	35%	39%	42%	Для определения климатических условий необходимо учитывать температуру внешней среды, а не температуру в стойле. При использовании ям в качестве систем хранения / сбраживания навоза MCF следует рассчитывать в соответствии с формулой 1 ниже.

Продолжение таблицы 1.12

Система ^a		Значения MCF для различных среднегодовых температур (°C) и климатических условий											Примечания
		Холодный					Умеренный						
		< 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Установка для анаэробного сбраживания		0-100%					0-100%						Следует подразделить на разные категории в зависимости используемого объема биогаза, его сжигания в факеле и хранения после сбраживания. Расчет при помощи формулы 1 ниже.
Глубокая подстилка для крупного рогатого скота и свиней	<1 месяца	3%					3%						Выбросы ожидаются схожими и, возможно, большими, чем при хранении в ямах, в зависимости от органического содержания и влажности.
	>1 месяца	17%	19%	20%	22%	25%	27%	29%	32%	35%	39%	42%	
Компостирование – в емкостях ^b		0,5%					0,5%						Значения MCF составляют менее половины соответствующих значений для хранения сухого навоза. Нет температурной зависимости.
Компостирование – в статических кучах ^b		0,5%					0,5%						Значения MCF составляют менее половины соответствующих значений для хранения сухого навоза. Нет температурной зависимости.
Компостирование – в компостных рядах с интенсивной аэрацией ^b		0,5%					1,0%						Значения MCF несколько меньше соответствующих значений для хранения сухого навоза. Меньшая зависимость от температуры.
Компостирование – в компостных рядах с неинтенсивной (пассивной) аэрацией ^b		0,5%					1,0%						Значения MCF несколько меньше соответствующих значений для хранения сухого навоза. Меньшая зависимость от температуры.

Система ^a	Значения MCF для различных среднегодовых температур (°C) и климатических условий		Примечания
	Холодный	Умеренный	
	< 10 11 12 13 14	15 16 17 18 19 20	
Помет домашней птицы с подстилкой	1,5%	1,5%	Значения MCF аналогичны соответствующим значениям для хранения сухого помета, но, обычно, при постоянных теплых условиях.
Помет домашней птицы без подстилки	1,5%	1,5%	Значения MCF аналогичны соответствующим значениям для откормочной площадки.
Аэробная обработка	0%	0%	Значения MCF близки к нулю. Аэробная обработка может привести к накоплению осадка, который может обрабатываться в других системах. Осадок необходимо удалять, и он характеризуется большими значениями VS. Важно определить последующий процесс работы с осадком и оценить выбросы, возникающие в результате этого, если они являются

Формула 1 (временные рамки для поступлений навоза должны соответствовать периоду работы установки сбраживания):

$$MCF = \{[CH_4 \text{ произв.} - CH_4 \text{ исп.} - CH_4 \text{ сжиг.} + (MCF_{\text{хранение}} / 100 * Bo * VS_{\text{хранение}} * 0,67)] / (Bo * VS_{\text{хранение}} * 0,67)\} * 100, \text{ где:}$$

$CH_4 \text{ произв.}$ = производство метана в установке сбраживания, (кг CH_4). Примечание: В случае использования газонепроницаемой крышки для хранилища сброженного навоза следует учитывать образование газа при его хранении.

$CH_4 \text{ исп.}$ = количество метана, используемого для энергетических целей, (кг CH_4).

$CH_4 \text{ сжиг.}$ = количество метана, сжигаемого в факеле, (кг CH_4)

$MCF_{\text{хранение}}$ = MCF для CH_4 , выбрасываемого во время хранения сброженного навоза (%).

$VS_{\text{хранение}}$ = количество выделяемого VS, которое поступает в хранилище до сбраживания, (кг VS)

В случае использования газонепроницаемого хранилища: $MCF_{\text{хранение}} = 0$; в противном случае $MCF_{\text{хранение}}$ = значение MCF для жидкого хранения.

^a В таблице 1.13 приводятся определения для систем сбора и хранения навоза и помета.

^b Компостирование представляет собой биологическое окисление твердых отходов, включающих навоз, обычно с подстилкой, или другой источник органического углерода, как правило, при термофильных температурных условиях, создаваемых за счет вырабатываемого микробами тепла.

1.4.3 Выбор данных о деятельности

Существуют два основных типа данных о деятельности для оценки выбросов CH_4 в результате сбора и хранения навоза и помета: 1) данные о поголовье животных и 2) данные о применении систем сбора и хранения навоза и помета.

Данные о поголовье животных должны быть получены с использованием описанного в разделе 1.2 подхода. Как отмечалось в разделе 1.2, *эффективная практика* заключается в подготовке единой характеристики скота и птицы, которая будет содержать данные о деятельности для всех категорий/подкатегорий выбросов на основе данных о поголовье скота. Важно отметить, однако, что уровень детализации данных о поголовье скота, необходимый для оценки выбросов в результате сбора и хранения навоза и помета, может отличаться от уровней, используемых для других категорий, таких как внутренняя ферментация. Например, для некоторых видов/категорий поголовья скота, таких как крупный рогатый скот, расширенная характеристика, необходимая для оценки внутренней ферментации по методу уровня 2, может быть обобщена до более широких категорий, которые являются достаточными для этой категории. Для других видов скота, таких как свиньи, может оказаться предпочтительным иметь большую степень разукрупнения весовых категорий для расчетов, связанных со сбором, хранением и использованием навоза, чем для расчетов, связанных с внутренней ферментацией. Тем не менее, по всему кадастру (инвентаризации) должна поддерживаться согласованность в суммарных категориях скота.

Проводящим инвентаризацию учреждениям в регионах с различными климатическими зонами предлагается получить данные о поголовье для каждой основной климатической зоны. Кроме того, для местностей, где навоз скота обрабатывается в системах жидкого хранения (например, в ямах, резервуарах или отстойниках), необходимо получить данные по среднегодовым температурам. Это позволит осуществить более конкретный выбор коэффициентов по умолчанию или значений MCF для систем, отличающихся большей чувствительностью к изменениям температур. В идеальном варианте разбивка поголовья по зонам может быть получена на основе зональной статистики по животноводству, а температурные данные могут быть получены из региональной метеорологической статистики. В случае отсутствия данных по зонам следует провести консультации с экспертами относительно зональных распределений производства (например, молока, мяса и шерсти) или распределении земель; на основании этого может быть получена информация, необходимая для оценки распределения животных по климатическим зонам.

Для внедрения метода уровня 2 необходимо также собрать данные о доле навоза, обрабатываемой в каждой из систем сбора и хранения навоза и помета, для каждого репрезентативного вида животных. В таблице 1.13 кратко описаны основные типы систем сбора и хранения навоза и помета. Для определения того, считается ли данная система предназначенной для хранения сухого или жидкого навоза/навозной жижи, следует пользоваться количественными данными. В качестве граничного значения, разделяющего сухие и жидкие отходы, может быть принято 20% содержание сухого вещества. Следует

заметить, что в некоторых случаях навоз может обрабатываться в нескольких типах систем сбора и хранения навоза и помета. Например, навоз, смываемый в анаэробный отстойник из коровника с беспривязным содержанием скота, может сначала пройти через сепаратор, в котором происходит отделение некоторой части твердых частиц, обрабатываемых далее отдельно. Поэтому, важно аккуратно учитывать фракцию навоза, которая обрабатывается в каждом типе системы.

Учитывая, что регулярно публикуемая региональная статистика по данным о распределении систем сбора и хранения навоза и помета в Российской Федерации отсутствует, предпочтительным альтернативным вариантом является проведение независимого обследования того, каким образом используются системы сбора и хранения навоза и помета. При отсутствии ресурсов для проведения обследования следует провести консультации с экспертами для получения заключения о распределении систем. В общей части настоящих Методических рекомендаций дается описание того, каким образом можно получить экспертную оценку при сборе исходных данных. Аналогичные составленные экспертами протоколы могут быть использованы для получения данных о распределении вышеуказанных систем.

Таблица 1.13 - Определения систем сбора и хранения навоза и помета

Система	Определение
Пастбище/выпас/загон	Навоз/помет от животных и птицы, которые пасутся на пастбище и выпасе, остается неубранным там, где его оставили животные, и не обрабатывается.
Суточное разбрасывание ^a	Навоз регулярно убирается из помещений, где содержится скот, и вносится в возделываемые земли или пастбища в течение 24 часов после выделения.
Сухое хранение	Хранение навоза, обычно в течение нескольких месяцев, в кучах или штабелях вне помещений. Навоз можно штабелировать благодаря присутствию достаточного количества подстилочного материала или потерь влаги через испарение.
Загон для кормления	Мощенная или не мощенная открытая площадка для без выгульного содержания без какого-либо существенного растительного покрова, с которой накапливающийся навоз может периодически убираться.
Жидкий навоз /жижа	Навоз хранится в том виде, в каком он был выделен животными, или с некоторой минимальной добавкой воды в резервуарах или земляных прудах за пределами мест содержания, обычно в течение срока менее одного года.
Открытый анаэробный отстойник	Один из типов системы жидкого хранения, разработанный и используемый для сочетания стабилизации и хранения отходов. Надосадочная жидкость в отстойниках обычно используется для перемещения навоза из помещений, где содержится скот, в отстойники. Анаэробные отстойники предназначены для хранения в течение различных сроков (до 1 года и больше) в зависимости от климатического региона; показателя нагрузки, связанного с летучими твердыми веществами, и других рабочих параметров. Вода из этого отстойника может повторно использоваться для смыва или применяться для ирригации и удобрения полей.
Хранение в ямах под стойлами животных	Сбор и хранение навоза, обычно с небольшой добавкой воды или без нее, обычно под решетчатым полом в закрытых помещениях для содержания скота, обычно на протяжении срока менее одного года.
Установка для анаэробного сбраживания	Выделения животных с соломой или без соломы собираются и подвергаются анаэробному сбраживанию в большой в герметично закрытой емкости или в отстойнике с закрытой крышкой. Установки для сбраживания предназначены для стабилизации отходов путем микробного восстановления сложных органических соединений до CO ₂ и CH ₄ , который улавливается и сжигается в факелах или используется в качестве топлива.
Глубокая подстилка крупного рогатого скота и свиней	По мере накопления навоза производится непрерывное добавление подстилки для абсорбции влаги в процессе производственного цикла, обычно на протяжении 6 -12 месяцев. Эта система сбора и хранения навоза и помета известна также как система с подстилочным узлом и может использоваться в сочетании с загонem для кормления или пастбищем.
Компостирование – в емкостях ^b	Компостирование обычно производится в закрытых канавах с принудительной аэрацией и непрерывным перемешиванием.

Продолжение таблицы 1.13

Компостирование – в статических кучах ^b	Компостирование в кучах с принудительной аэрацией, но без перемешивания.
Компостирование – в компостных рядах с интенсивной аэрацией	Компостирование в компостных рядах с регулярным (по крайней мере, ежедневно) перемешиванием для обеспечения аэрации.
Компостирование – в компостных рядах с пассивной аэрацией	Компостирование в компостных рядах с нечастым перемешиванием для обеспечения аэрации.
Помет домашней птицы с подстилкой	Аналогия с глубокой подстилкой для крупного рогатого скота и свиней, но обычно не сочетается с загоном для кормления и пастбищем. Обычно применяется для всех племенных стад домашней птицы, а также для производства мясных цыплят-бройлеров и прочей домашней птицы.
Помет домашней птицы без подстилки	Эта система может быть аналогичной открытым ямам в помещениях для содержания скота или может разрабатываться и использоваться для высушивания помета по мере его накопления. Последняя система известна как система сбора и хранения навоза и помета с высокоподнятым птичником и является формой пассивного компостирования в компостных рядах при надлежащей разработке и эксплуатации.
Аэробная обработка	Биологическое окисление навоза, собранного в жидком виде, с использованием принудительной или естественной аэрации. Естественная аэрация ограничивается аэробными или аэробно-анаэробными прудами-накопителями, а также системами водно-болотных угодий и в основном обусловлена фотосинтезом. Поэтому эти системы обычно становятся анаэробными во время периодов отсутствия солнечного света.

^a Как правило, суточное разбрасывание в Российской Федерации не применяется ввиду необходимости предварительного обеззараживания навоза и помета в результате хранения (в среднем около 6 месяцев).

^b Компостирование представляет собой биологическое окисление твердых отходов, включающих навоз, обычно с подстилкой, или другой источник органического углерода, как правило, при термофильных температурных условиях, создаваемых за счет вырабатываемого микробами тепла.

1.5 ВЫБРОСЫ N₂O В РЕЗУЛЬТАТЕ СБОРА И ХРАНЕНИЯ НАВОЗА И ПОМЕТА

В данном разделе представлена методика оценки выброса N₂O, производимого в результате прямого или косвенного процесса во время хранения и обработки навоза до его внесения в почву или иного использования в кормах, в качестве топлива и в строительстве. Термин «навоз» используется в данном случае в общем смысле и включает как навоз/помет, так и мочу (т.е. сухие и жидкие вещества), которые выделяются скотом. Выбросы N₂O от навоза в системе «пастбища, выпасы и загоны», происходят прямо и косвенно из почвы, поэтому в данных методических рекомендациях они рассматриваются в рамках категории «выбросы N₂O из обрабатываемых почв» (см. главу 2). Выбросы, связанные со сжиганием навоза/помета в качестве топлива, должны сообщаться в рамках категории «Сжигание топлива» (сектор «Энергетика») или в разделе «Сжигание отходов» (сектор «Отходы»), если сжигание производится без использования энергии.

Прямые выбросы N₂O происходят в ходе комбинированной нитрификации-денитрификации содержащегося в навозе азота. Выброс N₂O из навоза во время хранения и обработки зависит от содержания азота и углерода в навозе, а также от продолжительности хранения и типа обработки. Нитрификация (окисление аммонийного азота до нитрата азота) является необходимой предпосылкой для выброса N₂O из навоза при хранении. Нитрификация может происходить в навозе при условии достаточного поступления кислорода. При анаэробных условиях нитрификация не происходит. Нитриты и нитраты трансформируются в N₂O и молекулярный азот (N₂) во время процесса денитрификации, который является анаэробным процессом. В научной

литературе установлена общая зависимость, что отношение N_2O к N_2 возрастает с увеличением кислотности, концентрации нитратов и в условиях сниженной влажности. Таким образом, производство и выбросы N_2O из обрабатываемого навоза требуют присутствия либо нитритов, либо нитратов в анаэробной среде при предшествующих аэробных условиях, необходимых для образования этих окисленных форм азота. Кроме того, должны соблюдаться условия, препятствующие восстановлению N_2O до N_2 , такие как низкая рН или ограниченная влажность.

Косвенные выбросы происходят в результате потерь летучего азота, главным образом в форме аммиака и NO_x . Часть выделяемого органического азота, которая минерализуется до аммонийного азота в процессе сбора и хранения навоза, зависит в основном от времени и в меньшей степени от температуры. Простые формы органического азота, такие как мочевина (млекопитающие) и мочевая кислота (домашняя птица), быстро минерализуются до аммонийного азота, который отличается высокой летучестью и легко диффундирует в окружающий воздух. Потери азота начинаются с момента выделения в месте содержания животных и в других зонах животноводческого производства (например, доильный зал) и продолжаются на всем протяжении сбора и обработки (т.е. в системах сбора и хранения навоза и помета). Азот также теряется через стоки и вымывание в почву из мест сухого хранения навоза вне помещений, на откормочных площадках и в местах выпаса животных на пастбищах. Потери на пастбищах рассматриваются отдельно в главе 2 (*Выбросы N_2O из обрабатываемых почв*) в качестве выбросов азотных соединений от пасущихся животных.

В связи со значительными прямыми и косвенными потерями азота в системах сбора и хранения навоза и помета важно оценить оставшееся количество азота в навозе, который может быть использован для внесения в почву или использован в качестве корма, топлива или в строительных целях. Именно это значение используется для расчета выбросов N_2O из обрабатываемых почв (см. главу 2). Методология для оценки количества азота, которое будет в конечном итоге содержаться в навозе, вносимом в обрабатываемые почвы или используемом в качестве корма, топлива или в строительстве; описывается в настоящей главе в разделе 1.5.4. (Согласованность с отчетностью по выбросам N_2O из обрабатываемых почв).

1.5.1 Выбор метода

Выбираемый метод и уровень детализации оценки выбросов N_2O из систем сбора и хранения навоза и помета будет зависеть от условий в данном регионе. *Эффективной практикой* является использование метода уровня 2 при наличии соответствующих исходных данных и коэффициентов, а также, если данная категория/подкатегория скота и птицы вносят существенный вклад в общий выброс от данной категории (более 25-30%).

Прямые выбросы N_2O в результате сбора и хранения навоза и помета

Уровень 1

Метод уровня 1 предполагает умножение общего количества выделенного азота (всеми видами/категориями животных) в каждой системе сбора и хранения навоза и

помета на коэффициент выбросов для данного типа системы сбора и хранения навоза и помета (см. уравнение 1.10). После этого производится суммирование выбросов по всем упомянутым системам. Метод уровня 1 применяется с использованием предоставленных в данном руководстве коэффициентов выбросов N_2O по умолчанию, данных по выделению (экскреции) азота по умолчанию и данных по умолчанию для системы сбора и хранения навоза и помета (см. таблицу 1.10 для распределений по умолчанию систем сбора и хранения навоза и помета).

Уровень 2

В методе уровня 2 расчеты производятся по тому же уравнению, что и для уровня 1, но при этом используются данные по конкретному региону для некоторых или всех переменных. Например, использование конкретных для региона темпов выделения азота для категорий скота предполагает методологию уровня 2.

Для оценки выбросов от систем сбора и хранения навоза и помета необходимо в первую очередь разделить поголовье скота на категории и подкатегории в соответствии с количеством навоза, которое производится в расчете на одно животное, а также по способу обработки этого навоза. Это разделение навоза по типу системы должно быть таким же, как разделение, использовавшееся для характеристики выбросов метана в результате сбора и хранения навоза и помета (см. раздел 1.4). Например, если для расчета выбросов CH_4 используются коэффициенты выбросов по умолчанию уровня 1, то должны применяться данные по применению систем сбора и хранения навоза и помета, приведенные в таблице 1.10. Подобная информация о том, каким образом характеризовать поголовье скота для этой категории, приводится в разделе 1.2.

Для оценки прямых выбросов N_2O в результате сбора и хранения навоза и помета используются следующие пять этапов:

Этап 1: Собрать данные о поголовье скота и птицы из характеристики поголовья скота и птицы.

Этап 2: Использовать значения по умолчанию или оценить среднегодовые темпы выделения азота животными/птицей в расчете на одну голову ($N_{ex(T)}$) для каждого определенного вида/категории и подкатегории скота Т.

Этап 3: Использовать значения по умолчанию или определить долю суммарного годового выделения азота животными и птицей для каждого вида/категории/подкатегории скота Т, которая обрабатывается в каждой системе уборки, хранения и использования S ($MS_{(TS)}$).

Этап 4: Использовать значения по умолчанию или вывести коэффициенты выбросов N_2O для каждой системы сбора и хранения навоза и помета S ($EF_{3(S)}$).

Этап 5: Для каждой системы сбора и хранения навоза и помета типа S необходимо умножить ее коэффициент выбросов ($EF_{3(S)}$) на общее количество обрабатываемого азота (от всех видов/категорий/подкатегорий скота и птицы) в данной системе, с тем, чтобы оценить выбросы N_2O из этой системы сбора и хранения навоза и помета. После этого необходимо просуммировать данные всех систем сбора и хранения навоза и помета.

В некоторых случаях азот навоза может обрабатываться в нескольких типах систем сбора, хранения и использования навоза. Например, навоз, смываемый из коровника с

беспривязным содержанием скота в анаэробный отстойник, может сначала пройти через сепаратор, в котором происходит отделение некоторой части азота. Поэтому важно аккуратно учитывать долю азота в навозе, которая обрабатывается в каждом типе системы.

Расчет выбросов N_2O в результате сбора и хранения навоза и помета основан на следующем уравнении:

УРАВНЕНИЕ 1.10

ПРЯМЫЕ ВЫБРОСЫ N_2O В РЕЗУЛЬТАТЕ СБОРА И ХРАНЕНИЯ НАВОЗА И ПОМЕТА

$$N_2O_{D(mm)} = \left[\sum_S \left[\sum_T \left(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)} \right) \cdot EF_{3(S)} \right] \right] \cdot \frac{44}{28}$$

где:

$N_2O_{D(mm)}$ – прямые выбросы N_2O в результате сбора и хранения навоза и помета в регионе, кг N_2O /год;

$N_{(T)}$ – количество голов вида/категории/подкатегории скота и птицы T в регионе;

$Nex_{(T)}$ – среднегодовое выделение азота на одну голову скота вида/категории/подкатегории T в регионе, кг N / животное $\times$ год;

$MS_{(TS)}$ – доля суммарного годового выделения азота для каждого вида/категории/подкатегории скота и птицы T , которая обрабатывается в рамках системы S сбора и хранения навоза и помета в данном регионе, не имеет размерности;

$EF_{3(S)}$ – коэффициент выбросов для прямых выбросов N_2O от системы сбора и хранения навоза и помета S в регионе, кг N_2O-N /кг N в системе S ;

S – система сбора и хранения навоза и помета;

T – вид/категория/подкатегория скота и птицы;

$44/28$ – коэффициент преобразования выбросов из единиц азота (N_2O-N) в выбросы N_2O .

В процессе сбора и хранения навоза и помета возможны потери азота и в других формах (например, в форме аммиака и NO_x). Азот в форме летучего аммиака может переноситься с ветром и осаждаться в других местах и, таким образом, вносить вклад в косвенные выбросы N_2O (см. ниже). Оценка количества азота в навозе, которое непосредственно вносится в обрабатываемые почвы или доступно для использования с навозом в качестве корма, топлива или в строительстве, описывается в разделе 1.5.4 (Согласованность с отчетностью по выбросам N_2O из обрабатываемых почв). Процедуры расчета выбросов N_2O , которые связаны с азотом обработанного навоза, вносимым в почву, приводятся в главе 2.

Косвенные выбросы N_2O в результате сбора и хранения навоза и помета

Уровень 1

Расчет улетучивания азота в форме NH_3 и NO_x из систем сбора и хранения навоза и помета по методу уровня 1 основан на умножении количества азота, выделенного всеми видами/категориями/подкатегориями животных и птицы и обработанного в каждой из систем сбора и хранения навоза и помета, на соответствующую долю улетучившегося азота

(см. уравнение 1.11). После этого производится суммирование потерь азота по всем упомянутым системам. Метод уровня 1 применяется с использованием данных по умолчанию по количеству выделения азота, данных по умолчанию для соотношения систем сбора и хранения навоза и помета (см. таблицу 1.10) и долей потерь азота по умолчанию из систем сбора и хранения навоза и помета в связи с улетучиванием (см. таблицу 1.18):

УРАВНЕНИЕ 1.11

ПОТЕРИ АЗОТА ЧЕРЕЗ УЛЕТУЧИВАНИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ СБОРА И ХРАНЕНИЯ НАВОЗА И ПОМЕТА

$$N_{\text{улетучивание-MMS}} = \sum_S \left[\sum_T \left[\left(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)} \right) \cdot \left(\frac{Frac_{\text{ГазMS}}}{100} \right)_{(T,S)} \right] \right]$$

где:

$N_{\text{улетучивание-MMS}}$ – количество азота, которое теряется из навоза через улетучивание NH_3 и NO_x , кг N /год;

$N_{(T)}$ – количество голов вида/категории/подкатегории скота и птицы T в регионе;

$Nex_{(T)}$ – среднегодовое выделение азота на одну голову скота вида/категории/подкатегории T в регионе, кг N / животное x год;

$MS_{(T,S)}$ – доля суммарного годового выделения азота для каждого вида/категории/подкатегории скота и птицы T , которая обрабатывается в рамках определенной системы S сбора и хранения навоза и помета в данном регионе, не имеет размерности;

$Frac_{\text{ГазMS}}$ – процентная доля азота в обработанном навозе скота и птицы категории/подкатегории T , которая улетучивается в виде NH_3 и NO_x в данной системе сбора и хранения навоза и помета S , %

Косвенные выбросы N_2O в результате улетучивания азота в форме NH_3 и NO_x оцениваются с использованием уравнения 1.12:

УРАВНЕНИЕ 1.12

КОСВЕННЫЕ ВЫБРОСЫ N_2O , СВЯЗАННЫЕ С УЛЕТУЧИВАНИЕМ АЗОТА В РЕЗУЛЬТАТЕ СБОРА И ХРАНЕНИЯ НАВОЗА И ПОМЕТА

$$N_2O_{G(mm)} = \left(N_{\text{улетучивание-MMS}} \cdot EF_4 \right) \cdot \frac{44}{28}$$

где:

$N_2O_{G(mm)}$ – косвенные выбросы N_2O , связанные с улетучиванием азота в результате сбора и хранения навоза и помета в регионе, кг N_2O /год;

EF_4 – коэффициент выбросов N_2O в результате осаждения азота из атмосферы на почву и водные поверхности, кг $\text{N}_2\text{O-N}$ / кг улетучившихся $\text{NH}_3\text{-N} + \text{NO}_x\text{-N}$, значение по умолчанию составляет 0,01 кг $\text{N}_2\text{O-N}$ / кг улетучившихся $\text{NH}_3\text{-N} + \text{NO}_x\text{-N}$ приводится в таблице 2.3 главы 2.

Уровень 2

Регионы могут пожелать разработать методологию уровня 2 для лучшего учета региональных условий и максимально возможного снижения неопределенности оценок.

Что касается прямых выбросов N_2O в результате сбора и хранения навоза и помета, то в методе уровня 2 расчеты производятся по тому же уравнению, что и на уровне 1, но при этом используются данные по конкретному региону для некоторых или всех переменных. Например, использование конкретных для региона темпов выделения азота для категорий скота предполагает метод уровня 2. Метод уровня 2 требует более детальную характеристику потока азота по всем местам содержания животных и системам сбора и хранения навоза и помета, используемым в рассматриваемом регионе. Следует избегать двойного учета выбросов, связанных с применением обработанного навоза, а также с навозом, оставляемым животными на пастбищах и выпасах; в последнем случае расчеты и отчетность должны вестись в соответствии с главой 2 (Выбросы N_2O из обрабатываемых почв).

Данные по потерям азота навоза вследствие вымывания и стока из различных систем сбора и хранения навоза и помета весьма скудные. Самые большие потери азота в связи со стоком и вымыванием обычно происходят в загонах для кормления. При более сухом климате потери со стоком меньше, чем в более увлажненных регионах, и оцениваются в диапазоне от 3 до 6% от выделенного азота. В некоторых исследованиях потери азота со стоком составили 5 – 19% от выделенного азота, а потери азота с вымыванием в почву – до 10 – 16%. В то же время другие данные показывают относительно низкие потери азота в результате вымывания при сухом хранении навоза (менее 5% выделенного азота). В этой области необходимы дальнейшие исследования, поэтому уравнение 1.13 должно использоваться только при наличии конкретной для региона информации о доле потерь азота в результате вымывания и стока из систем сбора, и хранения навоза и помета. Следовательно, оценка потерь азота в результате вымывания и стока при сборе, хранении и использовании навоза должна считаться частью метода уровня 2.

Количество азота, которое вымывается в почву и/или стекает при сухом хранении навоза вне помещений или с откормочных площадок, рассчитывается по следующему уравнению:

УРАВНЕНИЕ 1.13

ПОТЕРИ АЗОТА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫМЫВАНИЯ ИЗ СИСТЕМ СБОРА И ХРАНЕНИЯ НАВОЗА И ПОМЕТА

$$N_{\text{вымывание-MMS}} = \sum_S \left[\sum_T \left[\left(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)} \right) \cdot \left(\frac{Frac_{\text{вымыв. MS}}}{100} \right)_{(T,S)} \right] \right]$$

где:

$N_{\text{вымывание-MMS}}$ – количество азота, которое вымывается из систем сбора и хранения навоза и помета, кг N /год;

$N_{(T)}$ – количество голов вида/категории/подкатегории скота и птицы T в регионе;

$Nex_{(T)}$ – среднегодовое выделение азота на одну голову скота вида/категории/подкатегории T в регионе, кг N / животное x год;

$MS_{(TS)}$ – доля суммарного годового выделения азота для каждого вида/категории/подкатегории скота T , которая обрабатывается в рамках системы S сбора и хранения навоза и помета в данном регионе, не имеет размерности;

$Frac_{\text{Вымыв. MS}}$ – процентная доля потерь азота обрабатываемого навоза скота категории/подкатегории T в результате стока и вымывания при твердом и жидком хранении навоза (обычно в диапазоне 1 – 20%).

Косвенные выбросы N_2O в результате вымывания и стока азота из систем сбора, и хранения навоза и помета ($N_2O_{L(mm)}$) оцениваются с использованием уравнения 1.14:

УРАВНЕНИЕ 1.14

КОСВЕННЫЕ ВЫБРОСЫ N_2O В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫМЫВАНИЯ ПРИ УБОРКЕ, ХРАНЕНИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАВОЗА

$$N_2O_{L(mm)} = (N_{\text{вымывание-MMS}} \cdot EF_5) \cdot \frac{44}{28}$$

где:

$N_2O_{L(mm)}$ – косвенные выбросы N_2O в результате вымывания и стока при сборе, хранении и использовании навоза и помета в данном регионе, кг N_2O /год;

EF_5 – коэффициент выбросов N_2O в результате вымывания и стока азота, кг N_2O-N / кг вымываемого азота (по умолчанию составляет 0,0075 кг N_2O-N / кг вымываемого азота), приводится в таблице 2.3 главы 2.

1.5.2 Выбор коэффициентов выбросов

Среднегодовые показатели выделения азота, $N_{ex}(T)$

Уровень 1

Следует установить годовые показатели выделения азота для каждой категории животных, определенной в характеристике поголовья скота. Показатели по конкретному региону могут либо браться непосредственно из документов или отчетов, например, по сельскому хозяйству, и из научной литературы, либо выводиться на основе информации о поглощении и удержании азота животными (как это объясняется ниже). В некоторых ситуациях целесообразным может оказаться использование темпов выделения азота, выведенных другими регионами, в которых скот имеет аналогичные характеристики.

Если невозможно собрать или вывести данные по конкретному региону или невозможно получить подходящие данные из другого региона, то могут быть использованы данные по умолчанию о темпах выделения азота, представленные в таблице 1.14. Эти показатели представлены в единицах массы азота в расчете на 1000 кг массы животных в сутки. Эти показатели могут быть применены к подкатегориям животных различного возраста и стадий роста с использованием типичной средней массы (ТАМ) животных для данной подкатегории поголовья, как показано в уравнении 1.15.

УРАВНЕНИЕ 1.15

ГОДОВЫЕ ТЕМПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ АЗОТА

$$N_{ex(T)} = N_{rate(T)} \cdot \frac{TAM}{1000} \cdot 365$$

где:

$N_{ex(T)}$ = годовое выделение азота для заданной категории/подкатегории T скота и птицы, кг N / животное x год;

$N_{rate(T)}$ = темпы выделения азота по умолчанию, кг N / 1000 кг массы животных x сутки (см. таблицу 1.14);

$TAM(T)$ = типовая масса животных для заданной категории/подкатегории T скота и птицы, кг / животное.

Значения ТАМ по умолчанию представлены в таблице 1.14.

Таблица 1.14 - Темпы выделения азота по умолчанию и типовая живая масса животных.

Категория животного	$N_{rate}(T)$, кг N / 1000 кг массы животных x сутки	ТАМ, кг
Молочный крупный рогатый скот	0,35	485 ¹
Прочий крупный рогатый скот	0,35	355 ¹
Свиньи	0,74	55 ¹
Товарные	0,55	50
Племенные	0,46	180
Домашняя птица	0,82	1,213 ¹
Куры ≥ 1 год	0,82	1,8
Молодки	0,60	0,8
Прочие цыплята	0,82	0,8
Бройлеры	1,10	0,9
Индейки	0,74	6,8
Утки	0,83	2,7
Овцы	0,90	38 ¹
Козы	1,28	38 ¹
Лошади	0,30	327 ¹
Мулы и ослы	0,30	130
Верблюды	0,38	217
Норки и хорьки (кг N / голова x год) ¹	4,59	1,2
Кролики (кг N / голова x год)	8,10	1,6
Лисицы и еноты (кг N / голова x год)*	12,09	8,0

Неопределенность для этих оценок составляет +50%.

См. также таблицу 1.3 по живой массе животных.

¹ по данным Росстата для сельскохозяйственных предприятий

Учитывая чувствительность показателя выделения азота к различным весовым категориям предпочтительно собирать значения ТАМ по конкретному региону. Например, товарные свиньи могут варьировать от молочных поросят массой менее 30 кг до откормленных свиней массой свыше 90 кг. Составляя группы поголовья животных, которые отражают различные стадии роста товарных свиней, регионы смогут лучше оценивать общее количество азота, выделяемого их поголовьем свиней.

Уровень 2

Годовое количество азота, выделенного каждым видом/категорией/подкатегорией скота и птицы, зависит от суммарного годового поглощения азота и суммарного годового удержания азота этими животными. В этой связи, показатели выделения азота могут быть выведены из данных поглощения и удержания азота. Годовое поглощение азота (т.е. количество азота, потребляемого животным ежегодно) зависит от годового количества корма, усвоенного животным, а также от содержания протеина в этом корме. Суммарное потребление корма зависит от производственных показателей животного (например, темп роста, надой молока, тяговая сила). Годовое удержание азота (т.е. доля поглощения азота, которая задерживается животным для производства мяса, молока и шерсти) является мерой эффективности производства животным животного белка из кормового

белка. Данные о потреблении и удержании азота для конкретных видов/категорий/подкатегорий скота и птицы могут быть получены из региональной статистики или из справочной литературы. Значения по умолчанию удержания азота приводятся в таблице 1.15. Вывод показателей годового выделения азота для каждого вида/категории/подкатегории скота и птицы ($N_{ex(T)}$) осуществляется следующим образом:

УРАВНЕНИЕ 1.16
ГОДОВЫЕ ТЕМПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ АЗОТА (УРОВЕНЬ 2)

$$N_{ex(T)} = N_{\text{поглощ.}(T)} \bullet (1 - N_{\text{удерж.}(T)})$$

где:

$N_{ex(T)}$ – годовые темпы выделения азота, кг N / животное x год;

$N_{\text{поглощ.}(T)}$ – годовое поглощение азота в расчете на голову животного вида/категории/подкатегории T, кг N / животное x год;

$N_{\text{удерж.}(T)}$ – доля годового поглощения азота, которая удерживается животным вида/категории/подкатегории T, без размерности.

Пример метода уровня 2 для оценки выделения азота скотом

Выделение азота может быть рассчитано на основе тех же допущений по рациону, которые использовались при моделировании выбросов в результате внутренней ферментации (см. раздел 1.2). Количество азота, выделенное скотом, может оцениваться как разность между суммарным количеством азота, которое потребляется животным, и суммарным количеством азота, которое удерживается животным для роста и производства молока. Уравнение 1.17 может использоваться для расчета переменных величин поглощения азота в уравнении 1.16. Темпы поглощения суммарного азота выводятся следующим образом:

УРАВНЕНИЕ 1.17
ТЕМПЫ ПОГЛОЩЕНИЯ АЗОТА КРУПНЫМ РОГАТЫМ СКОТОМ

$$N_{\text{поглощ.}(T)} = \frac{GE}{18,45} \bullet \left(\frac{\frac{CP\%}{100}}{6,25} \right)$$

где:

$N_{\text{поглощ.}(T)}$ – суточное потребление азота в расчете на животное заданной категории/подкатегории T, кг N / животное x сутки;

GE – валовая энергия потребляемая животным, основанная на данных расхода кормов разных видов на одну голову категории/подкатегории скота и птицы, МДж животное * сутки;

18,45 – коэффициент преобразования GE рациона в расчет на кг сухого вещества, МДж/кг. Эта величина является относительно постоянной для широкого диапазона фуража и кормов на основе зерновых, обычно потребляемых скотом.

CP% – процентная доля сырого белка в рационе, %;

6,25 – коэффициент преобразования из кг белка рациона в кг азота рациона, кг кормового белка / кг N.

Содержание сырого белка в кормах разных видов представлено в таблице 1.16 ниже. Величина СР% в целом по категории/подкатегории скота может быть рассчитана как средневзвешенное содержание белка в зависимости от конкретного соотношения разных видов кормов в рационе животных (см. раздел 1.2).

Таблица 1.15 - Значения по умолчанию для удержанной доли азота, поступающего с кормами, в разбивке по разным видам/категориям скота (доля потребляемого азота, которая удерживается животными)

Категория скота	$N_{\text{удерж.}(T)}$ (кг удержанного N / животное * год) / (кг потребляемого N / животное * год)
Молочные коровы	0,20
Прочий крупный рогатый	0,07
Овцы	0,10
Козы	0,10
Верблюды	0,07
Свиньи	0,30
Лошади	0,07
Домашняя птица	0,30

Неопределенность для этих оценок составляет +50%.

Таблица 1.16 - Средневзвешенные значения содержания сырого протеина (СР%) в сухом веществе кормов КРС и свиней, %

Вид кормов	Категория скота	
	Коровы и остальное поголовье КРС	Свиньи
Пастбищные корма	16,12±4,9	—
Сочные корма	12,32±3,6	13,78±5,0
Грубые корма	13,83±5,1	13,83±5,1
Концентраты (без комбикормов)	11,61±4,4	23,51±12,3
Комбикорма	23,57±12,5	31,14±8,5
Животные корма	—	41,73±18,7
Средневзвешенное значение СР, % ¹	14,41±0,5	28,73±2,2

¹средневзвешенное значение в среднем по России может быть использовано по умолчанию при отсутствии конкретных данных по потреблению разных видов кормов категориями/подкатегориями животных в регионе.

Годовые данные выделения азота используются также для расчета прямых и косвенных выбросов N₂O из обрабатываемых почв (см. главу 2 «Выбросы N₂O из обрабатываемых почв»). Те же самые темпы выделения азота и методы расчета, которые используются для оценки выбросов N₂O в результате сбора и хранения навоза и помета, должны использоваться для оценки выбросов N₂O из обрабатываемых почв.

Коэффициенты для прямых выбросов N₂O в результате сбора и хранения навоза и помета

Наиболее точная оценка может быть получена при использовании коэффициентов выбросов по конкретному региону, которые прошли соответствующую верификацию и

опубликованы в рецензируемых публикациях. *Эффективная практика* заключается в использовании коэффициентов выбросов (измерение выбросов на единицу азота навоза) для конкретного региона, которые отражают фактическую продолжительность хранения и тип обработки навоза в каждой применяемой системе сбора и хранения навоза и помета. При определении типов обработки следует учитывать такие условия как аэрация и температура.

При отсутствии коэффициентов выбросов по конкретному региону проводящим инвентаризацию учреждениям рекомендуется использовать коэффициенты выбросов по умолчанию, представленные в таблице 1.17. В этой таблице приводятся коэффициенты выбросов для различных систем сбора и хранения навоза и помета. Следует отметить, что выбросы из систем с жидким навозом / навозной жижей без естественной поверхностной корки, анаэробных отстойников и установок анаэробного сбраживания считаются незначительными на основании отсутствия поступлений в эти системы окисленных форм азота наряду с низкой возможностью нитрификации и денитрификации в этих системах.

Коэффициенты выбросов для косвенных выбросов N_2O в результате сбора и хранения навоза и помета

Для оценки косвенных выбросов N_2O в результате сбора и хранения навоза и помета необходимы данные по двум составляющим потерь азота (вследствие улетучивания и вымывания/стока) и связанных с этими потерями двух коэффициентов косвенных выбросов N_2O (EF_4 и EF_5). Значения по умолчанию потерь азота, связанных с улетучиванием, представлены в таблице 1.18. Эти значения представляют средние темпы потерь азота в формах NH_3 и NO_x ; при этом большая часть потерь происходит в форме NH_3 . Указанные диапазоны отражают значения, которые встречаются в литературе. Эти значения представляют условия без каких-либо существенных мер против выбросов азота на месте. Регионам предлагается выводить эти значения конкретно для своих условий.

Доля азота навоза, которая вымывается из систем сбора и хранения навоза и помета $F_{рас\text{вымыв},MS}$, весьма неопределенная и должна выводиться как значение по конкретному региону, применяемое в методе уровня 2.

Значения по умолчанию для EF_4 (улетучивание и выпадение азота) и EF_5 (вымывание/сток азота) даются в главе 2, таблице 2.3 (Коэффициенты выбросов, улетучивания и вымывания по умолчанию для косвенных выбросов N_2O из почв).

1.5.3 Выбор данных о деятельности

Существуют два основных типа данных о деятельности для оценки выбросов N_2O из систем сбора и хранения навоза и помета: 1) данные о поголовье скота и 2) данные о применении системы сбора и хранения навоза и помета.

Данные о поголовье скота $N(T)$

Данные о поголовье животных должны быть получены с использованием описанного в разделе 1.2 подхода. В случае использования темпов выделения азота по умолчанию для оценки выбросов N_2O из систем сбора, хранения и использования навоза достаточной является характеристика поголовья скота уровня 1. Для оценки выбросов N_2O в результате сбора и хранения навоза и помета при помощи рассчитанных темпов

выделения азота должна быть подготовлена характеристика уровня 2. Как отмечалось в разделе 1.2, *эффективная практика*, связанная с характеристикой поголовья скота, заключается в подготовке единой характеристики, которая будет содержать данные о деятельности для всех категорий выбросов, которые зависят от данных о поголовье скота.

Данные о применении систем сбора и хранения навоза и помета $MS_{(T,S)}$

Данные о применении систем сбора и хранения навоза и помета, которые используются для оценки выбросов N_2O в результате сбора и хранения навоза и помета, должны быть такими же, что и данные, которые использовались для оценки выбросов CH_4 в результате указанных операций (описания основных типов систем сбора и хранения навоза и помета приведено в таблице 1.13). Необходимо собрать данные о доле навоза, обрабатываемой в каждой из систем сбора и хранения навоза и помета, для каждой репрезентативной категории/подкатегории скота и птицы. Следует заметить, что в некоторых случаях навоз может обрабатываться в нескольких типах систем сбора, хранения и использования навоза. Поэтому важно аккуратно учитывать фракцию навоза, которая обрабатывается в каждой системе.

Учитывая отсутствие регулярно публикуемой региональной статистики о распределении систем сбора и хранения навоза и помета, предпочтительным вариантом является проведение независимого обследования того, каким образом используются системы сбора и хранения навоза и помета в регионе. При отсутствии ресурсов для проведения обследования следует провести консультации с экспертами для получения заключения о распределении систем. В случае отсутствия данных о применении указанных систем в конкретном регионе следует использовать значения по умолчанию, которые приведены в таблице 1.10.

1.5.4 *Согласованность с отчетностью по выбросам N_2O из обрабатываемых почв*

После хранения или обработки в любой системе сбора и хранения навоза и помета почти весь навоз будет вноситься в землю. Выбросы, которые возникают впоследствии в результате внесения навоза в почву, должны сообщаться в рамках категории «*выбросы N_2O из обрабатываемых почв*». Методы оценки этих выбросов рассматриваются в главе 2. При оценке выбросов N_2O из обрабатываемых почв рассматривается количество азота в навозе, которое непосредственно вносится в почвы. При этом необходимо учесть доли азота навоза, который применяется в качестве корма, топлива или в строительстве. Следует отметить, что такие виды использования навоза в Российской Федерации крайне редки, и ими можно пренебречь при отсутствии более точных данных.

Значительная часть суммарного азота, выделяемого животными в управляемых системах (т.е. имеется в виду весь скот, за исключением той части, которая содержится в условиях пастбищ и выпасов), теряется до окончательного внесения в обрабатываемые почвы. Для оценки количества азота в навозе, непосредственно вносимом в почвы, или доступного для другого использования (т.е. значение, которое используется в уравнениях 2.1 или 2.2 главы 2), необходимо из суммарного количества азота, выделенного животными в управляемых системах, вычесть потери азота в результате улетучивания (т.е. NH_3 , N_2 и NO_x), преобразования в N_2O , а также вымывания и стока.

В случаях, когда используются органические формы подстилочного материала (солома, опилки, щепа и т.д.), дополнительный азот из подстилочного материала следует также учитывать, как часть азота обработанного навоза, вносимого в почвы, т.к. обычно подстилка собирается вместе с остающимся навозом в системах сбора и хранения. Следует отметить, что в связи с более медленным прохождением минерализации азотных соединений в подстилке по сравнению с навозом и незначительной концентрацией аммиака в органической подстилке, потери в процессе хранения подстилки в результате как улетучивания, так и вымывания принимаются равными нулю.

Таблица 1.17 - Коэффициенты прямых выбросов N₂O по умолчанию в результате сбора и хранения навоза и помета

Система	Определение		EF ₃ (кг N ₂ O-N / кг выделен- ного N)	Диапазоны неопределенно- сти EF ₃	Примечания
Пастбище/выпас/ загон	Навоз от животных, которые пасутся на пастбище или выпасе, остается неубранным и не обрабатывается.		Прямые и косвенные выбросы N ₂ O, связанные с навозом, оставленным на сельскохозяйственных почвах и пастбищах, выпасах и загонах, рассматриваются в главе 2.		
Суточное разбрасывание ^a	Навоз регулярно убирается из помещений, где содержатся животные, и вносится в обрабатываемые земли или пастбища в течение 24 часов после выделения. Выбросы N ₂ O в период хранения и обработки принимаются равными нулю. Выбросы N ₂ O в результате внесения в землю рассматриваются в категории обрабатываемых почв.		0	Не применяются	
Сухое хранение ^b	Хранение навоза обычно в течение периода нескольких месяцев в кучах или штабелях вне помещений. Навоз можно штабелировать благодаря присутствию достаточного количества подстилочного материала или потерь влаги через испарение.		0,005	2-х кратный	Выбросы находятся в пределах от 0,0027 до 0,01 кг N ₂ O-N / кг N.
Загон для кормления	Мощенная или немощенная открытая площадка для безвыгульного содержания без какого-либо существенного растительного покрова, с которой накапливающийся навоз может периодически убираться. Загоны для кормления обычно применяются в условиях сухого климата, но могут также применяться в условиях влажного климата.		0,02	2-х кратный	
	Навоз хранится в том виде, в каком он был выделен животными, или к нему добавляют некоторое минимальное количество воды для облегчения работ и хранят в резервуарах или земляных прудах.	С естественной поверхностной коркой	0,005	2-х кратный	

Продолжение таблицы 1.17

Жидкий навоз /жижа		Без естественной поверхностной корки	0	Не применяются	Выбросы считаются незначительными на основании отсутствия поступлений в эти системы окисленных форм азота наряду с низкой возможностью нитрификации и денитрификации в этих системах.
Открытый анаэробный отстойник	Анаэробные отстойники предназначены и используются для сочетания стабилизации и хранения отходов. Надосадочная жидкость в отстойниках обычно используется для перемещения навоза из помещений, где содержится скот, в отстойники. Анаэробные отстойники предназначены для хранения в течение различных сроков (до 1 года и больше) в зависимости от климатического региона; показателя нагрузки, связанного с летучими твердыми веществами, и других рабочих параметров. Вода из этого отстойника может повторно использоваться для смыва или применяться для ирригации и удобрения полей.		0	Не применяются	Выбросы считаются незначительными на основании отсутствия поступлений в эти системы окисленных форм азота наряду с низкой возможностью нитрификации и денитрификации в этих системах.
Хранение в ямах под стойлами животных	Сбор и хранение навоза обычно с небольшой добавкой воды или без нее, обычно под решетчатым полом в закрытых помещениях для содержания скота.		0,002	2-х кратный	
Установка для анаэробного сбраживания	Установки анаэробного сбраживания предназначены для стабилизации отходов путем микробного восстановления сложных органических соединений до CO ₂ и CH ₄ , который улавливается и сжигается в факелах или используется в качестве топлива.		0	Не применяются	Выбросы считаются незначительными на основании отсутствия поступлений в эти системы окисленных форм азота наряду с низкой возможностью нитрификации и денитрификации в этих системах.
Сжигание в качестве топлива или отходов	Навоз выделяется на полях. Образовавшийся под воздействием солнца кизяк используется в качестве топлива.		Выбросы, связанные с сжиганием навоза, сообщаются по категории «сжигание топлива», если навоз используется в качестве топлива, и по категории «сжигание отходов», если навоз сжигается без использования энергии.		
	Азот мочи, выделенной на пастбищах и загонах.		Прямые и косвенные выбросы N ₂ O, связанные с мочой, выделенной на сельскохозяйственных почвах и пастбищных, выпасных и загонных системах, рассматриваются в главе 2.		

Продолжение таблицы 1.17

Глубокая подстилка крупного рогатого скота и свиней	По мере накопления навоза производится непрерывное добавление подстилки для абсорбции навоза в процессе производственного цикла, обычно на протяжении 6 -12 месяцев. Эта система сбора и хранения навоза и помета известна также как система с подстилочным узлом и может использоваться в сочетании с загоном для кормления и пастбищем.	Без перемешивания	0,01	2-х кратный	
Глубокая подстилка крупного рогатого скота и свиней		Активное перемешивание	0,07	2-х кратный	В некоторых литературных источниках приводятся более высокие значения (до 20%) для хорошо поддерживаемого активного перемешивания, однако эти системы включали обработку для снижения выбросов аммиака, что нетипично.
Компостирование – в емкостях ^c	Компостирование обычно производится в закрытых канавах с принудительной аэрацией и непрерывным перемешиванием.		0,006	2-х кратный	Ожидается таким же, как для статических куч.
Компостирование – в статических кучах ^c	Компостирование в кучах с принудительной аэрацией, но без перемешивания.		0,006	2-х кратный	
Компостирование – в компостных рядах с интенсивной аэрацией ^c	Компостирование в компостных рядах с регулярным перемешиванием для обеспечения аэрации.		0,1	2-х кратный	Ожидается более высоким, чем при компостировании в компостных рядах с пассивной аэрацией и интенсивных процессах компостирования, так как выбросы зависят от частоты перемешиваний.

Продолжение таблицы 1.17

Компостирование – в компостных рядах с неинтенсивной (пассивной) аэрацией ^c	Компостирование в компостных рядах с нечастым перемешиванием для обеспечения аэрации.		0,01	2-х кратный	
Помет домашней птицы с подстилкой	Аналогично системам с глубокой подстилкой. Обычно применяется для всех племенных стад домашней птицы, а также для производства мясных цыплят-бройлеров и прочей домашней птицы.		0,001	2-х кратный	Оценка основана на высоких потерях аммиака из этих систем, что снижает количество доступного азота для нитрификации/денитрификации.
Помет домашней птицы без подстилки	Эта система может быть аналогичной открытым ямам в закрытых помещениях для содержания скота или может разрабатываться и использоваться для высушивания помета по мере его накопления. Последняя система известна как система сбора и хранения навоза и помета с высокоподнятым птичником и является формой пассивного компостирования в компостных рядах при надлежащей разработке и эксплуатации.		0,001	2-х кратный	Оценка основана на высоких потерях аммиака из этих систем, что снижает количество доступного азота для нитрификации/денитрификации.
Аэробная обработка	Биологическое окисление навоза, собранного в жидком виде, с использованием принудительной или естественной аэрации. Естественная аэрация ограничивается аэробными или аэробно-анаэробными прудами-накопителями, а также системами водно-болотных угодий и в основном обусловлена фотосинтезом. Поэтому эти системы обычно становятся анаэробными во время периодов отсутствия солнечного света.	Естественные системы аэрации	0,01	2-х кратный	Нитрификация-денитрификация широко используется для удаления азота в биологических системах обработки промышленно-бытовых сточных вод с незначительными выбросами N ₂ O. Ограниченное окисление может привести к увеличению выбросов по сравнению с системами принудительной аэрации.

Продолжение таблицы 1.17

		Системы принудительной аэрации	0,005	2-х кратный	Нитрификация-денитрификация широко используется для удаления азота в биологических системах обработки промышленно-бытовых сточных вод с незначительными выбросами N ₂ O.
--	--	--------------------------------	-------	-------------	---

^a Как правило, суточное разбрасывание в Российской Федерации не применяется ввиду необходимости предварительного обеззараживания навоза и помета в результате хранения (в среднем около 6 месяцев).

^b Для определения того, считается ли данная система предназначенной для хранения сухого или жидкого навоза / навозной жижи, следует пользоваться количественными данными. В качестве граничного значения, разделяющего сухие и жидкие отходы, может быть принято 20% содержание сухого вещества.

^c Компостирование представляет собой биологическое окисление твердых отходов, включающих навоз, обычно с подстилкой, или другой источник органического углерода, как правило, при термофильных температурных условиях, создаваемых за счет вырабатываемого микробами тепла.

Оценка количества азота в обработанном навозе, который вносится в обрабатываемые почвы или применяется в качестве корма, топлива или в строительстве, основывается на следующем уравнении:

УРАВНЕНИЕ 1.18

КОЛИЧЕСТВО АЗОТА В ОБРАБОТАННОМ НАВОЗЕ, КОТОРЫЙ ВНОСИТСЯ В ОБРАБАТЫВАЕМЫЕ ПОЧВЫ, ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В КАЧЕСТВЕ КОРМА, ТОПЛИВА ИЛИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

$$N_{MMS_Avb} = \sum_S \left\{ \sum_{(T)} \left[\frac{(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot MS_{(T,S)}) \cdot \left(1 - \frac{Frac_{ПотериMS}}{100}\right)}{[N_{(T)} \cdot MS_{(T,S)} \cdot N_{подстилкаMS}]} \right] + \right\}$$

ГДЕ:

N_{MMS_Avb} – количество азота в обработанном навозе, который вносится в обрабатываемые почвы, или используется в качестве корма, топлива или в строительстве, кг N /год;

$N_{(T)}$ – количество голов вида/категории/подкатегории скота и птицы Т в регионе;

$Nex_{(T)}$ – среднегодовое выделение азота на одну голову скота вида/категории/подкатегории Т в регионе, кг N / животное * год;

$MS_{(T,S)}$ – доля суммарного годового выделения азота для каждого вида/категории/подкатегории скота и птицы Т, которая обрабатывается в рамках системы S сбора и хранения навоза и помета в данном регионе, не имеет размерности;

$F_{\text{расПотериMS}}$ – количество азота в обработанном навозе скота категории/подкатегории Т, которое теряется в системе сбора и хранения навоза и помета S, % (см. таблицу 1.21);

$N_{\text{подстилкаMS}}$ – количество азота подстилки (применимо для сухого хранения или системы хранения на глубокой подстилке, если известно использование органической подстилки), кг N / животное * год;

S – система сбора и хранения навоза и помета;

T – вид/категория/подкатегория скота и птицы.

Таблица 1.18 - Значения по умолчанию для потерь азота с улетучиванием NH_3 и NO_x в результате сбора и хранения навоза и помета

Тип животных	Система сбора и хранения навоза и помета ^a	Потери азота из системы сбора и хранения навоза с улетучиванием N- NH_3 и N- NO_x (%)
		$F_{\text{расПотериMS}}$ (диапазон $F_{\text{расПотериMS}}$)
Свиньи	Анаэробный отстойник	40% (25 – 75)
	Хранение в ямах	25% (15 – 30)
	Глубокая подстилка	40% (10 – 60)
	Жидкий навоз/жижа	48% (15 – 60)
	Сухое хранение	45% (10 – 65)
Молочные коровы	Анаэробный отстойник	35% (20 – 80)
	Жидкий навоз/жижа	40% (15 – 45)
	Хранение в ямах	28% (10 – 40)
	Загон для кормления	20% (10 – 35)
	Сухое хранение	30% (10 – 40)
	Суточное разбрасывание	7% (5 – 60)
Домашняя птица	Домашняя птица без подстилки	55% (40 – 70)
	Анаэробный отстойник	40% (25 – 75)
	Домашняя птица с подстилкой	40% (10 – 60)
Прочий крупный рогатый скот	Загон для кормления	30% (20 – 50)
	Сухое хранение	45% (10 – 65)
	Глубокая подстилка	30% (20 – 40)
Прочие ^b	Глубокая подстилка	25% (10 – 30)
	Сухое хранение	12% (5 – 20)

^a Здесь система сбора и хранения навоза и помета включает сопутствующие потери азота в системах содержания животных в помещении и конечного хранения.

^b Прочие включают овец, лошадей и пушных зверей

Подстилки сильно варьируют, и разработчики инвентаризации должны вывести значения $N_{\text{подстилкаMS}}$ на основе характеристик подстилки, используемой в животноводстве их региона. Имеющиеся данные по нормам технологического проектирования предприятий животноводства показывают, что, как правило, в России применяют

подстилки в системах сухого хранения на основе соломы или торфа. Данные по количеству азота подстилки в соответствии с нормами в расчете на 1 голову животных в сутки или период содержания приведены в таблице 1.19 и для птицы – в таблице 1.20. Соответствующее количество азота подстилки в таблицах 1.19 и 1.20 рассчитано для соломы и принято равным 0,45%. Регионам рекомендуется разработать уточненные величины и тип использованной подстилки. Для оценки годового значения содержания азота в подстилке необходимо учесть количество дней в году, которое животные проводят в стойлах с применением систем сухого хранения.

Таблица 1.19 - Количество азота подстилки животных в системах сухого хранения¹

Категория сельскохозяйственных животных и птицы	Норма подстилки на сух. вещество, кг/гол.*сутки	Количество азота в подстилке ² , кг N/голову*сутки
Коровы	0,4	0,00191
КРС (без коров)	0,9	0,00383
Овцы	0,2	0,00079
Козы	0,2	0,00079
Свиньи	0,5	0,00216
Лошади	7,1	0,03188
Верблюды	4,7	0,02096
Мулы	2,8	0,01256
Ослы	2,8	0,01256
Северные олени	3,2	0,01451

¹ кролики и пушные звери, как правило, содержатся без подстилки.

² рассчитано при допущении, что в виде подстилки применяется солома с содержанием азота 0,45%.

Таблица 1.20 - Количество азота подстилки птиц в системах сухого хранения

Категории птицы	Норма подстилки на период содержания птицы, кг на 1 гол. на сух. в-во	Количество дней в периоде содержания, сутки	Количество азота в подстилке ¹ , кг N/голову * сутки
птица, среднее	10,8	109	0,00045
несушки	4,7	смена подстилки раз в год	0,02104
мясные	5,1	смена подстилки раз в год	0,02295
гуси (на год)	34,0	смена подстилки раз в год	0,15300
утки взрослые (от 22 до 29 недель)	17,0	49	0,00156
индейки (от 18 до 36 недель)	25,5	126	0,00091
цесарки (от 21 до 30 недель)	6,8	63	0,00049
молодняк кур	1,5	смена подстилки раз в год	0,00669
молодняк уток (от 1 до 22 недель)	9,2	154	0,00027
молодняк индеек (от 1 до 18 недель)	5,5	126	0,00020

Продолжение таблицы 1.20

молодняк гусей (от 1 до 30 недель)	7,8	210	0,00017
молодняк цесарок (от 1 до 20 недель)	2,1	140	0,00007

¹ рассчитано при допущении, что в виде подстилки применяется солома с содержанием азота 0,45%.

Для систем глубокой подстилки количества азота в подстилке может превышать примерно в два раза указанные в таблицах 1.19 и 1.20 значения.

В таблице 1.21 представлены значения по умолчанию для суммарных потерь азота из систем сбора и хранения навоза и помета. Эти значения по умолчанию включают потери, происходящие с момента выделения, в том числе потери из мест содержания животных, потери при хранении навоза и потери в результате вымывания и стока в системе хранения навоза там, где это применимо. Например, значения для систем анаэробных отстойников молочных ферм включают потери азота, происходящие в коровнике и доильном зале до сбора и обработки навоза, а также потери, происходящие из отстойников.

Суммарные потери азота из систем сбора и хранения навоза и помета сильно варьируют. Как показано в таблице 1.21, большая часть этих потерь обусловлена потерями с улетучиванием, главным образом, потерями аммиака, которые происходят вскоре после выделения навоза. Тем не менее, потери происходят также в форме NO_x, N₂O и N₂, а также в результате вымывания и стока, которые происходят при хранении навоза в кучах. Значения в таблице 1.21 отражают средние значения для типичных комбинаций мест содержания животных/условий хранения для каждой категории животных. Регионам предлагается выводить эти значения конкретно для своих условий, в частности, значения, связанные с потерями аммиака.

Регионы могут пожелать разработать альтернативный подход для лучшего учета региональных условий и максимально возможного снижения неопределенности оценок. Такой подход потребовал бы более детальной характеристики потока азота по всем компонентам мест содержания животных и систем сбора, и хранения навоза, и помета, используемых в рассматриваемом регионе, с учетом мер по уменьшению потерь (например, использование крышек для резервуаров навозной жижи) и местных практик, таких как принятый тип используемой подстилки.

Таблица 1.21 - Значения по умолчанию для суммарных потерь азота из систем сбора и хранения навоза и помета

Категория животных	Система сбора и хранения навоза и помета ^a	Суммарные потери N из систем сбора и хранения FracПотериMS (диапазон FracПотериMS) ^b
Свиньи	Анаэробный отстойник	78% (55 – 99)
	Хранение в ямах	25% (15 – 30)
	Глубокая подстилка	50% (10 – 60)
	Жидкий навоз /жижа	48% (15 – 60)
	Сухое хранение	50% (20 – 70)
Молочные коровы	Анаэробный отстойник	77% (55 – 99)
	Жидкий навоз /жижа	40% (15 – 45)
	Хранение в ямах	28% (10 – 40)
	Загон для кормления	30% (10 – 35)
	Сухое хранение	40% (10 – 65)

Продолжение таблицы 1.21

	Суточное разбрасывание	22% (15 – 60)
Домашняя птица	Домашняя птица без подстилки	55% (40 – 70)
	Анаэробный отстойник	77% (50 – 99)
	Домашняя птица с подстилкой	50% (20 – 80)
Прочий крупный рогатый скот	Загон для кормления	40% (20 – 50)
	Сухое хранение	50% (20 – 70)
	Глубокая подстилка	40% (10 – 50)
Прочие ^c	Глубокая подстилка	35% (15 – 40)
	Сухое хранение	15% (5 – 20)

^a Здесь система сбора и хранения навоза и помета включает сопутствующие потери азота в системах содержания животных в помещении и конечного хранения.

^b Эти данные включают потери в форме NH_3 , NO_x , N_2O и N_2 , а также в результате вымывания и стока из систем сухого хранения и загонов для кормления. Эти значения представляют средние показатели для типичных компонентов систем содержания животных в помещении и хранения без каких-либо существенных мер против выбросов азота на месте. Указанные диапазоны отражают значения, которые встречаются в литературе. В случае, если принимаются меры по ограничению потерь азота, должны быть разработаны альтернативные темпы, отражающие эти меры.

^c Прочие включают овец, лошадей и пушных зверей.

Глава 2 ВЫБРОСЫ N₂O ИЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ

В данном разделе представлены методы и уравнения для оценки суммарных региональных антропогенных выбросов N₂O (прямых и косвенных) из обрабатываемых почв.

Закись азота вырабатывается естественным образом в почвах через процессы нитрификации и денитрификации. Нитрификация – это аэробное микробное окисление аммония до нитрата, а денитрификация – это анаэробное микробное восстановление нитрата до газообразного азота (N₂). Закись азота относится к газообразным промежуточным продуктам в последовательности реакций денитрификации, а также является побочным продуктом нитрификации. Закись азота выделяется микробными клетками в почву и поступает, в конечном счете, в атмосферу. Одним из основных регулирующих факторов в этой реакции является наличие неорганического азота в почве. Таким образом, эта методология позволяет оценить выбросы N₂O, используя данные антропогенных результирующих величин внесения азота в почвы (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).

Выбросы N₂O 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: i) в результате улетучивания NH₃ и NO_x из обрабатываемых почв и последующим повторным депонированием этих газов и их продуктов NH₄⁺ и NO₃⁻ в почвах и водах; и ii) в результате вымывания и стока азота, в основном в виде NO₃⁻, из обрабатываемых почв. Эти основные пути показаны на рисунке 2.1.

Прямые и косвенные выбросы N₂O из обрабатываемых почв оцениваются отдельно, несмотря на использование общего набора данных о деятельности. Методологии уровня 1 не учитывают различные типы почв, климатические условия и практики управления (помимо вышеуказанного). Эти методологии не учитывают также какой-либо задержки для прямых выбросов из азота растительных остатков и относят эти выбросы к году, в котором эти остатки возвращаются в почву. Эти факторы не рассматриваются для прямых (или косвенных, по обстоятельствам) выбросов, вследствие ограниченного наличия данных для получения соответствующих коэффициентов выбросов. Если данные показывают, что коэффициенты по умолчанию не подходят для какого-либо региона, то эти регионы должны использовать уравнения уровня 2 и включить полное объяснение по использованным значениям.

2.1 ПРЯМЫЕ ВЫБРОСЫ N₂O

Увеличение количества доступного азота в почвах, как правило, повышает темпы нитрификации и денитрификации, что приводит затем к увеличению выброса N₂O.

Увеличение доступного количества азота может происходить через антропогенное добавление азота или в результате усиления скорости минерализации почвенного органического азота при изменении землепользования и/или практики управления почвами.

В методологию оценки прямых выбросов N_2O из обрабатываемых почв включены следующие источники азота:

- минеральные азотные удобрения (F_{SN});
- органические удобрения (например, навоз, компост, осадок сточных вод, отходы переработки непищевого животного сырья) (F_{ON});
- азот мочи и помета, оставленный на пастбище, выпасе и загоне жвачными животными (F_{PRP});
- азот растительных остатков (надземных и подземных), в том числе от азотфиксирующих культур⁴ и от кормовых культур в процессе обновления/восстановления пастбища и/или сенокоса⁵ (F_{CR});
- минерализация азота, связанная с потерей почвенного органического вещества в результате изменения землепользования или управления минеральными почвами (F_{SOM});
- осушение/обработка органогенных почв (т.е. торфянистых и торфяных почв (гистосолей))⁴ (F_{OS}).

2.1.1 Выбор метода

Выбор подходящего уровневого метода для оценки прямых выбросов N_2O зависит от наличия уточненных детализированных коэффициентов для метода уровня 2, а также от того, являются ли прямые выбросы ключевой категорией, и является ли каждая подкатегория существенной (составляет 25-30% от общих прямых выбросов N_2O от почв).

Уровень 1

В самом простом виде прямые выбросы N_2O из обрабатываемых почв оцениваются с помощью уравнения 2.1 следующим образом:

УРАВНЕНИЕ 2.1 ПРЯМЫЕ ВЫБРОСЫ N_2O ИЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ (УРОВЕНЬ 1)

$$N_2O_{\text{Прям.}-N} = N_2O-N_{N_{\text{поступл.}}} + N_2O-N_{OS} + N_2O-N_{PRP}$$

где:

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

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

⁴ Биологическая фиксация азота не считается прямым источником N_2O вследствие отсутствия доказательства значительных выбросов, происходящих в результате самой фиксации.

⁵ Азот в остатках многолетних кормовых культур учитывается только в течение периодического обновления пастбищ, т.е. не обязательно каждый год, как в случае с однолетними культурами.

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

где:

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

$N_2O-N_{Нпоступл.}$ – 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,

F_{ON} – годовое количество навоза, компоста и других органических азотсодержащих добавок, внесенных в почвы (примечание: учитывая, что в Российской Федерации внесение осадков сточных вод в пахотные почвы не производится ввиду их высокой токсичности и возможного загрязнения почв тяжелыми металлами и гельминтами, этот источник выбросов N_2O при инвентаризации сельского хозяйства не рассматривается), кг N /год;

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;

F_{SOM} – годовое количество азота в минеральных почвах, которое минерализуется в связи с потерей углерода из почвенного органического вещества в результате изменений в землепользовании или изменений в практике управления почвами, кг N /год;

F_{Os} – годовая площадь осушенных органогенных⁶ почв на пашнях и кормовых угодьях (сенокосы и пастбища), га (примечание: подстрочные индексы С, G относятся соответственно к обрабатываемым землям (пашням), пастбищам и сенокосам);

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));

EF_1 – коэффициент выбросов N_2O от антропогенного внесения азота в почвы, кг

⁶ Почвы являются органогенными, если удовлетворяют приведенным ниже требованиям 1 и 2 или 6 и 3 (FAO, 1998): 1. Толщина 10 см и более. Почвенный горизонт толщиной менее 20 см должен содержать 12% или более органического углерода при перемешивании до глубины 20 см; 2. Если почва насыщается водой единожды в течение нескольких дней и содержит более 20% (по массе) органического углерода (около 35% органического вещества); 3. 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 (FAO, 1998).

N_2O-N / кг поступающего N (таблица 2.1);

EF_{1FR} – коэффициент выбросов N_2O от антропогенного внесения азота на рисовые поля, кг N_2O-N / кг поступающего N (таблица 2.1);⁷

EF_2 – коэффициент выбросов для выбросов N_2O от осушенных органогенных почв на обрабатываемых землях и кормовых угодьях, кг N_2O-N / га * год (таблица 2.1) (примечание: подстрочные индексы С, 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 2.1) (примечание: нижние индексы CRR и SO относятся соответственно к крупному рогатому скоту, домашней птице и свиньям (CRR); и к овцам и прочим животным (SO);

⁷ При известном общем годовом количестве азота, внесенного под орошаемые рисовые поля, это поступление азота может быть умножено на уточненный для данной культуры коэффициент выбросов по умолчанию, EF_{1FR} (таблица 2.1) или на коэффициент выбросов по конкретному региону, если он известен. Несмотря на некоторые свидетельства того, что периодические затопления (как описано в главе 5.5) могут увеличивать выбросы N_2O , текущие научные данные показывают, что EF_{1FR} применим также к ситуациям с периодическим затоплением.

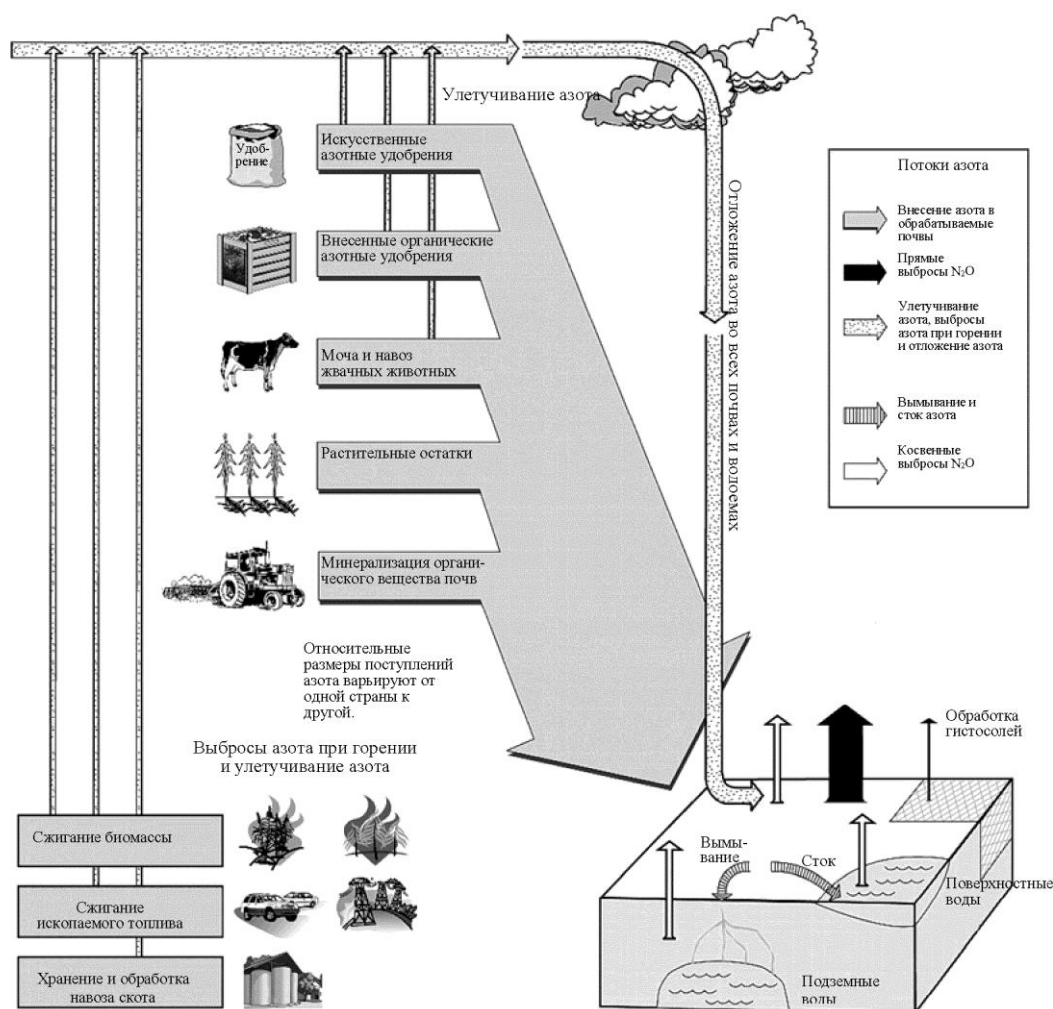


Рисунок 2.1 - Схема источников и путей азота, которые приводят к прямым и косвенным выбросам N_2O из почв и вод

Примечание: Источники внесенного в почвы или оставленного на почвах азота представлены стрелками с левой стороны схемы. Пути выбросов также показаны стрелками, включая различные пути улетучивания NH_3 и NO_x от сельскохозяйственных и несельскохозяйственных источников; депонирование этих газов и их продуктов NH_4^+ и NO_3^- и последующие косвенные выбросы N_2O также показаны. «Внесенные органические азотные удобрения» включают навоз, все виды компоста, осадки сточных вод (если используются) и т.д. «Остатки растений» включают надземные и подземные остатки всех сельскохозяйственных культур (неазотфиксирующих и азотфиксирующих), остатки при обновлении/восстановлении многолетних кормовых культур, сенокосов и пастбищ. В нижней правой части схемы показан вид в разрезе для типичной пахотной почвы; в частности, представлена обработка органогенных почв (гистосолой).

Уровень 2

Если имеются более подробные коэффициенты выбросов и соответствующие данные о деятельности для региона, чем это представлено в уравнении 2.1, то может быть проведено дальнейшее разукрупнение этих слагаемых. Например, если имеются коэффициенты выбросов и данные о деятельности для применения минеральных удобрений

и органического азота (F_{SN} и F_{ON}) при различных условиях i , уравнение 2.1 будет расширено следующим образом⁸:

УРАВНЕНИЕ 2.2
ПРЯМЫЕ ВЫБРОСЫ N_2O ИЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ (УРОВЕНЬ 2)

$$N_2O_{Прям.-N} = \sum_i (F_{SN} + F_{ON})_i \cdot EF_{1i} + (F_{CR} + F_{SOM}) \cdot EF_1 + N_2O-N_{OS} + N_2O-N_{PRP}$$

где:

EF_i – коэффициенты выбросов, разработанные для выбросов N_2O в результате внесения минеральных удобрений и органического азота при условиях i , кг N_2O-N / кг поступающего N;

$i = 1, \dots, n$.

Уравнение 2.2 может быть модифицировано различным образом для включения коэффициентов выбросов по любым комбинациям конкретных источников азота, типов культуры, управления, землепользования, климата, почвы и других конкретных условий, которые регион может получить для каждой отдельной переменной поступления азота (F_{SN} , F_{ON} , F_{CR} , F_{SOM} , F_{OS} , F_{PRP}).

Преобразование выбросов N_2O-N в выбросы N_2O для целей отчетности производится при помощи следующего уравнения:

$$N_2O = N_2O-N \bullet 44/28$$

2.1.2 Выбор коэффициентов выбросов

Уровни 1 и 2

Для оценки прямых выбросов N_2O из обрабатываемых почв требуются три коэффициента выбросов (EF). Представленные здесь значения по умолчанию могут быть использованы в уравнении уровня 1 или в уравнении уровня 2 в сочетании с коэффициентами выбросов по конкретному региону. Первый коэффициент (EF_1) относится к количеству N_2O , поступающего в атмосферу в результате внесения в почвы азота с различными минеральными и органическими удобрениями, с растительными остатками культурных растений, а также в результате минерализации органического углерода минеральных почв в связи с изменением землепользования или управления. Второй коэффициент (EF_2) относится к количеству N_2O , поступающего в атмосферу от площади осушенных органических почв на обрабатываемых землях и землях кормовых угодий, а третий коэффициент (EF_{3PRP}) оценивает количество N_2O , поступающего в атмосферу от азота мочи и помета, оставленных на пастбище, выпасе и в загоне пастбищными животными и птицей. Коэффициенты выбросов по умолчанию для метода уровня 1 сведены в таблицу 2.1.

⁸ Важно отметить, что уравнение 2.2 является всего лишь одним из многих возможных модификаций уравнения 2.1 при использовании метода уровня 2. Окончательная форма уравнения 2.2 зависит от наличия коэффициентов выбросов для конкретных условий и от уровня, до которого регион способен разукрупнить свои данные о деятельности.

Значение по умолчанию для EF_1 установлено на уровне 1% от азота, внесенного в почвы или высвобожденного в результате деятельности, которая приводит к минерализации органического вещества в минеральных почвах. При наличии соответствующих данных этот коэффициент может быть уточнен на основании 1) факторов окружающей среды (климат, содержание органического углерода в почве, текстура почвы, осушение и pH почвы); и 2) факторов, связанных с управлением (темпы поступления азота по каждому типу удобрения, тип культуры с различиями между бобовыми, небобовыми возделываемыми культурами и травами). Регионы, которые способны разукрупнить свои данные о деятельности на основании всех или части этих факторов, могут выбрать вариант использования разукрупненных коэффициентов выбросов с подходом уровня 2, в частности, применять коэффициенты EF_1 для черноземов и дерново-подзолистых почв (см. раздел 2.1.3 ниже).

Таблица 2.1 - Коэффициенты прямых выбросов N_2O по умолчанию из обрабатываемых почв

Коэффициент выбросов	Значение по умолчанию	Диапазон неопределенности
EF_1 для добавлений азота от минеральных удобрений, органических удобрений и растительных остатков и для минерализованного азота из минеральных почв в результате потери почвенного углерода в черноземы, кг N_2O-N / кг N^1	0,0126 ²	0,0006 – 0,0189
EF_1 для добавлений азота от минеральных удобрений, органических удобрений и растительных остатков и для минерализованного азота из минеральных почв в результате потери почвенного углерода в дерново-подзолистые, кг N_2O-N / кг N^1	0,0238 ²	0,0012 – 0,0357
EF_1 для добавлений азота от минеральных удобрений, органических удобрений и растительных остатков и для минерализованного азота из минеральных почв в результате потери почвенного углерода в остальные типы почв, кг N_2O-N / кг N	0,01	0,003 – 0,03
EF_{1FR} для добавлений азота в затопляемые рисовые поля, кг N_2O-N / кг N	0,003	0,000 – 0,006
EF_{2C} для осушенных органогенных почв обрабатываемых земель, кг N_2O-N / га	7 ²	5 – 9
EF_{2G} для осушенных органогенных почв сенокосов и пастбищ, кг N_2O-N / га	9,5 ³	4,6 – 14
$EF_{3PRP, CRR}$ для крупного рогатого скота (молочного и немолочного и буйволов), домашней птицы и свиней, кг N_2O-N / кг N	0,02	0,007 – 0,06
$EF_{3PRP, SO}$ для овец и «прочих животных», кг N_2O-N / кг N	0,01	0,003 – 0,03

¹ для метода уровня 2 при наличии соответствующих исходных данных

² по данным (Российская, 2006 –)

³ по данным (IPCC, 2014)

Уровни 1 и 2

В данном разделе описаны общие методы оценки количества различных внесений

азота в почвы (F_{SN} , F_{ON} , F_{PRP} , F_{CR} , F_{SOM} , F_{OS}), которые необходимы для методологий уровней 1 и 2 (уравнения 2.1 и 2.2).

Внесенные минеральные удобрения (F_{SN}).

Слагаемое F_{SN} обозначает годовое количество минерального азотного удобрения, вносимого в почвы. Оно оценивается на основании данных суммарного количества ежегодно вносимых в почвы минеральных удобрений. Данные о годовом внесении удобрений могут быть получены из официальных региональных статистических данных Росстата. При наличии достаточной информации можно детализировать данные об удобрениях по их типу, виду культуры и климатическому режиму для основных культур. Следует отметить, что данные по внесению минеральных азотных удобрений в почвы должны включать также внесение и на лесных площадях, и в поселениях, и на прочих землях.

В таблице 2.1 приведены специфичные коэффициенты для вносимых минеральных азотных удобрений в черноземы и дерново-подзолистые почвы, разработанные в (Российская, 2006 –), которые могут быть использованы для метода уровня 2 при наличии соответствующих исходных данных. Для метода уровня 1 и для остальных типов почв может применяться коэффициент по умолчанию 0,01 кг N_2O-N / кг N (Межправительственная, 2006).

При выполнении расчетов как по методу уровня 1, так и по уровню 2, необходимо, в первую очередь, вычленив часть вносимых азотных удобрений под рисовые поля. При использовании метода уровня 2 оставшуюся величину вносимых удобрений необходимо распределить по типам почв в регионе соответственно их процентному соотношению на пахотных землях. В среднем по территории Российской Федерации соотношение черноземы: дерново-подзолистые почвы: остальные типы почв на пашне примерно соответствует 64,1%: 14,7%: 21,2% (Российская, 2006 –). *Эффективной практикой* является регулярное обновление этого соотношения в зависимости от изменения площадей пахотных земель в регионе.

Внесенные органические азотные удобрения (F_{ON}).

Слагаемое «внесенное органическое азотное удобрение» (F_{ON}) обозначает количество вносимого в почвы органического азота, кроме оставляемого животными и птицей на пастбищах, и рассчитывается с помощью уравнения 2.3. Сюда входят вносимые в почву навоз, компост, а также другие органические удобрения, имеющие региональное значение для сельского хозяйства (например, отходы переработки непищевого животного сырья, отходы пивоварения и т.д.).

УРАВНЕНИЕ 2.3

КОЛИЧЕСТВО АЗОТА, ВНОСИМОЕ В ПОЧВЫ С ОРГАНИЧЕСКИМИ АЗОТНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ
(УРОВЕНЬ 1)

$$F_{ON} = F_{AM} + F_{COM} + F_{OOA}$$

где:

F_{ON} – суммарное годовое количество внесенного в почвы органического азотного

удобрения, кроме оставляемого животными и птицей на пастбищах, кг N/год;

F_{AM} – годовое количество азота в навозе, внесенном в почвы, кг N/год;

F_{COMP} – годовое суммарное количество азота в компосте, который вносится в почвы (обратить внимание, чтобы не было двойного учета азота в навозе, используемом для приготовления компоста), кг N /год;

F_{OOA} – годовое количество других органических улучшающих добавок, использованных в качестве удобрения (например, отходы переработки непищевого животного сырья, отходы пивоварения и т.д.), кг N/год;

Слагаемое F_{AM} определяется путем корректировки имеющегося количества азота в навозе (N_{MMS_Avb} ; см. уравнение 1.18 в главе 1) с учетом количества обработанного навоза, используемого для кормления ($F_{раскорм}$), сжигания в качестве топлива ($F_{растопл.}$) или строительства ($F_{расстроит.}$), как показано в уравнении 2.4. Как правило, в Российской Федерации использование навоза в качестве топлива, для кормления или строительства не производится. Поэтому при отсутствии дополнительной уточненной информации величину N_{MMS_Avb} следует использовать в качестве F_{AM} без корректировки для учета $F_{растопл.}$, $F_{раскорм}$, $F_{расстроит.}$.

УРАВНЕНИЕ 2.4

КОЛИЧЕСТВО АЗОТА, ВНОСИМОЕ В ПОЧВЫ С НАВОЗОМ (УРОВЕНЬ 1)

$$F_{AM} = N_{MMS\ Avb} \cdot \left[1 - (Frac_{КОРМ} + Frac_{ТОПЛ.} + Frac_{СТРОИТ.}) \right]$$

где:

F_{AM} – годовое количество азота в навозе, внесенном в почвы, кг N/год;

$N_{MMS\ Avb}$ – количество азота в обработанном навозе, который вносится в почву, используется для кормления, в качестве топлива или в строительстве, кг N /год (см. уравнение 1.18 в главе 1);

$F_{раскорм}$ – часть обработанного навоза, используемая для кормления (по умолчанию принимается равной нулю);

$F_{растопл.}$ – часть обработанного навоза, используемая как топливо (по умолчанию принимается равной нулю);

$F_{расстроит.}$ – часть обработанного навоза, используемая для строительства (по умолчанию принимается равной нулю).

Как и в случае с минеральными азотными удобрениями, разработчикам инвентаризации следует в первую очередь вычленив часть органических удобрений, вносимых под рисовые поля, и оценить соответствующий прямой выброс N_2O с помощью коэффициента EF_{1FR} . Оставшаяся часть органических удобрений должна оцениваться с коэффициентами EF_1 в соответствии с типами почв.

Моча и навоз, оставленные животными и птицей на пастбищах (F_{PRP}).

Слагаемое F_{PRP} обозначает годовое количество азота, оставляемого на пастбище, выпасе и загоне пастбищными животными и птицей. Важно отметить, что азот навоза из систем сбора и хранения (за исключением пастбищ и выпасов) включается в слагаемое F_{AM} , входящее в состав F_{ON} . Слагаемое F_{PRP} оценивается с помощью уравнения 2.5 на основании числа животных в каждом виде / каждой категории скота T ($N_{(T)}$), среднегодового количества азота, выделяемого каждым видом / каждой категорией скота T ($N_{ex(T)}$) и части этого количества азота, оставляемого на выпасе, пастбище и в загоне каждым видом /каждой категорией скота T ($MS_{(TPRP)}$). Необходимые для этого уравнения данные могут

быть получены из главы 1 (см. раздел 1.5).

УРАВНЕНИЕ 2.5

КОЛИЧЕСТВО АЗОТА, ОСТАВЛЯЕМОЕ НА ПАСТБИЩЕ, ВЫПАСЕ И В ЗАГОНЕ ЖИВОТНЫМИ И ПТИЦЕЙ С МОЧОЙ И НАВОЗОМ/ПОМЕТОМ (УРОВЕНЬ 1)

$$F_{PRP} = \sum_T [(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)}) \cdot MS_{(T,PRP)}]$$

где:

F_{PRP} – годовое количество азота мочи и навоза/помета, оставленное на выпасе, пастбище и в загоне животными и птицей, кг N /год;

$N_{(T)}$ – количество голов скота вида/категории/подкатегории T в регионе (см. раздел 1.2, глава 1);

$Nex_{(T)}$ – среднегодовое выделение азота на одну голову скота и птицы вида/категории/подкатегории T в регионе, кг N / животное x год, (см. раздел 1.5, глава 1);

$MS_{(T,PRP)}$ – часть суммарного количества азота, выделенного каждым видом / каждой категорией или подкатегорией T скота и птицы, которая оставляется на пастбище, выпасе и в загоне¹² (см. раздел 1.5, глава 1).

Азот возвращаемых в почвы растительных остатков, в том числе от азотфиксирующих культур и от обновляемых/восстанавливаемых кормовых культур, сенокосов и пастбищ (F_{CR}).

Слагаемое F_{CR} обозначает количество азота в растительных остатках (надземных и подземных), в том числе от азотфиксирующих культур, ежегодно возвращаемого в почвы. Оно также включает азот от азотфиксирующих и неазотфиксирующих кормовых растений, минерализованный в процессе обновления/восстановления кормовых культур, сенокосов или пастбищ.

Данные по этому азоту получают оценкой на основе статистики по урожайности и посевным площадям всех культурных растений, включая однолетние и многолетние травы. Количество азота растительных остатков, поступающего в сельскохозяйственные почвы аграрного сектора, оценивается в соответствии с национальной методикой (Российская, 2006 –.....) на основе анализа данных литературы по оценке баланса питательных веществ в севооборотах. Соответствующие уравнения регрессии и коэффициенты для определения массы азота, поступающего в почвы при минерализации растительных остатков (см. табл. 2.2), учитывают летнее поступление отмирающей биомассы растений, которое по некоторым оценкам составляет от 60 до 80% общего количества не утилизируемой мортмассы.

Расчет массы азота, поступающей в почву с поверхностными и корневыми остатками, выполняется по уравнению 2.6.

УРАВНЕНИЕ 2.6

КОЛИЧЕСТВО АЗОТА, ПОСТУПАЮЩЕЕ В ПОЧВУ С ОСТАТКАМИ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

$$F_{CR} = Ab + Un$$

$$Ab = \sum_i [(a_{iAb}Y_i + b_{iAb}) \cdot N_{iAb} / 100 \cdot (S_i - S_{iBЫЖ} \cdot Cf)] \cdot 100$$

$$Un = \sum_i [(a_{iUn}Y_i + b_{iUn}) \cdot N_{iUn} / 100 \cdot S_i] \cdot 100$$

где:

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;

A_b – масса азота, поступающего в почву при разложении поверхностных остатков культурных растений определенного вида i , кг N;

U_n – масса азота, поступающего в почву при разложении корневых остатков культурных растений определенного вида i , кг N;

Y_i – урожайность основной продукции данной культуры, рассчитываемая как частное от деления величины валового сбора и посевной площади, ц сух. в-ва/га;

a_{iAb} и b_{iAb} (a_{iUn} и b_{iUn}) – соответствующие коэффициенты для расчета массы поверхностных (корневых) остатков данной сельскохозяйственной культуры при определенном уровне урожайности (табл. 2.2);

N_{iAb} (N_{iUn}) – содержание азота в поверхностных (корневых) остатках данной культуры, % сух. массы (табл. 2.2);

S_i – посевная площадь данного вида растений, га в год. Для посевов многолетних трав учитывается период их обновления. Для регионов, в которых пастбища обновляются в среднем через каждые X лет;

S_i – площадь посевов по статистическим данным/ X ;

$S_{iВЫЖ}$ – площадь выжигания надземных остатков данного вида растений, га в год;

C_f – коэффициент сгорания (не имеет размерности) (см. таблицу 4.2 в главе 4).

Азот в остатках многолетних кормовых культур учитывается только в течение периодического обновления пастбищ, т.е. не обязательно каждый год, как в случае с однолетними культурами. Период обновления посевов многолетних трав в Российской Федерации по умолчанию может быть принят равным 3 годам. Однако учитывая, что посевы могут не обновляться в течение 7-10 лет, рекомендуется получить уточненные региональные значения по частоте обновления посевов многолетних трав.

Таблица 2.2 - Уравнения для расчета количества азота, поступающего в почвы с растительными остатками

Культура	Урожайность, ц/га Y_i	Масса поверхностных остатков, ц/га a_{iAb} и b_{iAb}	Содержание азота в надземных остатках, % N_{iAb}	Масса корневых остатков, ц/га a_{iUn} и b_{iUn}	Содержание азота в подземных остатках, % N_{iUn}	Содержание углерода в надземных и подземных остатках*, % C_i
озимая рожь	10-25 26-40	$= (0,3 \cdot Y + 3,2)$ $= (0,2 \cdot Y + 6,3)$	0,45	$= (0,6 \cdot Y + 8,9)$ $= (0,6 \cdot Y + 13,9)$	0,75	45,00
озимая пшеница	10-25 26-40	$= (0,4 \cdot Y + 2,6)$ $= (0,1 \cdot Y + 8,9)$	0,45	$= (0,9 \cdot Y + 5,8)$ $= (0,7 \cdot Y + 10)$	0,75	48,53
яровая пшеница	10-20 21-30	$= (0,4 \cdot Y + 1,8)$ $= (0,2 \cdot Y + 5,4)$	0,65	$= (0,7 \cdot Y + 10,2)$ $= (0,8 \cdot Y + 6)$	0,8	48,53
ячмень	10-20 21-35	$= (0,4 \cdot Y + 1,8)$ $= (0,09 \cdot Y + 7,6)$	0,5	$= (0,8 \cdot Y + 6,5)$ $= (0,4 \cdot Y + 13,45)$	1,2	45,67
овес	10-20 21-35	$= (0,3 \cdot Y + 3,2)$ $= (0,15 \cdot Y + 6,12)$	0,6	$= (1 \cdot Y + 2)$ $= (0,4 \cdot Y + 16)$	0,75	45,00
просо	5-20 21-30	$= (0,2 \cdot Y + 5)$ $= (0,3 \cdot Y + 3,3)$	0,5	$= (0,8 \cdot Y + 7)$ $= (0,56 \cdot Y + 11,2)$	0,75	46,87
Кукуруза на зерно	10-35	$= (0,23 \cdot Y + 3,5)$	0,75	$= (0,8 \cdot Y + 5,8)$	1	45,00

Продолжение таблицы 2.2

горох	5-20 21-30	$= (0,14 \cdot Y + 3,5)$ $= (0,2 \cdot Y + 1,7)$	1,25	$= (0,66 \cdot Y + 7,5)$ $= (0,37 \cdot Y + 12,9)$	1,7	45,00
гречиха	5-15 16-30	$= (0,25 \cdot Y + 4,3)$ $= (0,2 \cdot Y + 5,2)$	0,8	$= (1,1 \cdot Y + 5,3)$ $= (0,54 \cdot Y + 14,1)$	0,85	45,00
подсолнечник	8-30	$= (0,4 \cdot Y + 3,1)$	1,4	$= (1 \cdot Y + 6,6)$	1,2	45,00
картофель	50-200 201-350	$= (0,04 \cdot Y + 1)$ $= (0,03 \cdot Y + 4,1)$	1,8	$= (0,08 \cdot Y + 4)$ $= (0,06 \cdot Y + 8,6)$	1,2	42,26
сахарная свекла	100-200 201-400	$= (0,003 \cdot Y + 2,5)$ $= (0,02 \cdot Y + 0,8)$	1,4	$= (0,06 \cdot Y + 5,45)$ $= (0,07 \cdot Y + 3,5)$	1,2	40,72
овощи	50-200 201-400	$= (0,02 \cdot Y + 1,5)$ $= (0,006 \cdot Y + 3,6)$	0,35	$= (0,06 \cdot Y + 5)$ $= (0,04 \cdot Y + 6)$	1	45,00
кормовые корнеплоды	50-200 201-400	$= (0,003 \cdot Y + 2,4)$ $= (0,01 \cdot Y + 1)$	1,3	$= (0,05 \cdot Y + 5,2)$ $= (0,05 \cdot Y + 5,5)$	1	40,72
лен	3-10	$= (1,3 \cdot Y + 9,4)$			0,8	45,00
конопля	3-10	$= (2,2 \cdot Y + 9,1)$			0,5	45,00
силосные	100-200	$= (0,03 \cdot Y + 3,6)$	0,8	$= (0,12 \cdot Y + 8,7)$	1,2	45,00
кукуруза на силос	100-200 201-350	$= (0,03 \cdot Y + 3,6)$ $= (0,02 \cdot Y + 5)$	0,8	$= (0,12 \cdot Y + 8,7)$ $= (0,08 \cdot Y + 16,2)$	1,2	45,00
однолетние травы	10-40	$= (0,13 \cdot Y + 6)$	1,1	$= (0,7 \cdot Y + 7,5)$	1,2	45,00
многолетние травы	10-35 36-60	$= (0,2 \cdot Y + 6)$ $= (0,1 \cdot Y + 10)$	1,9	$= (0,8 \cdot Y + 11)$ $= (1 \cdot Y + 15)$	2,1	45,00

Точность расчетов по этим данным составляет $\pm 10\%$.

*используется в главе 6 при оценке количества углерода, поступающего в обрабатываемые почвы с растительными остатками

Исходные данные по урожайности и посевным площадям культурных растений могут быть получены из региональной статистики, включая статистические издания Росстата. Следует отметить, что иногда статистические данные представляются в расчете на зеленую массу, например, сбор кормовых трав на силос, зеленый корм, сенаж и травяную муку. Пересчет в массу сухого вещества может быть выполнен с помощью поправочного коэффициента 4,6 по уравнению 2.7.

УРАВНЕНИЕ 2.7

ПЕРЕВОД ДАННЫХ УРОЖАЙНОСТИ К СУХОЙ МАССЕ

$$Y_i = \text{Зел.масса}_i \cdot \text{DRY}$$

где:

Y_i = собранный урожай культуры i в расчете на сухое вещество, кг с.в. /га;

Зел.масса _{i} = собранный урожай культуры i (масса свежей продукции), кг зеленой массы /га;

DRY = доля сухого вещества в собранном урожае i , кг с.в. / кг зеленой массы. По умолчанию равен 4,6.

Для тех культурных растений, по которым не разработано видоспецифичных уравнений регрессии и коэффициентов (табл. 2.2), должны быть использованы параметры наиболее биологически сходных видов. Так, растительные остатки риса и сорго могут быть рассчитаны по просу, масличных культур (рапса, горчицы, сои и прочих масличных) – по гороху, остатки бахчевых рассчитаны по овощным культурам, а прочих технических

культур – по конопле. Растительные остатки тритикале (гибрид пшеницы и ржи) могут быть рассчитаны по уравнениям для озимой пшеницы.

Суммарная добавка азота, F_{CR} , представляет собой суммарное содержание азота в надземных и подземных остатках. Разработчикам инвентаризации следует отдельно вычислить прямой выброс N_2O от рисовых полей с помощью коэффициента EF_{1FR} .

Минерализованный азот, получающийся в результате потери почвенных органических запасов углерода в минеральных почвах при изменении землепользования или практики управления (F_{SOM}).

Слагаемое F_{SOM} обозначает количество азота, минерализованного в результате потерь в почвенном органическом углероде в минеральных почвах при изменении землепользования или практики управления обрабатываемых почв. Изменение землепользования и различные практики управления могут оказывать значительное воздействие на запас почвенного органического углерода. Органический углерод и азот тесно связаны в почвенном органическом веществе. При потере углерода через окисление в результате изменения землепользования или практики управления на обрабатываемых почвах эта потеря сопровождается одновременной минерализацией азота.

В случае если происходят потери почвенного углерода, ассоциированный минерализованный азот рассматривается как дополнительный источник азота, доступного для превращения в N_2O . Точно также становится источником, например, минеральный азот, высвобождающийся в результате разложения растительных остатков. К минерализованному азоту, который получается в результате потерь почвенного органического вещества, применяется тот же коэффициент выбросов по умолчанию (EF_1), что и для прямых выбросов, происходящих от внесений минеральных и органических удобрений. Это связано с тем, что аммоний и нитрат, получающиеся в результате минерализации почвенного органического вещества, одинаково ценны в качестве субстрата для микроорганизмов, продуцирующих N_2O путем нитрификации и денитрификации, независимо от того, что именно является источником минерального азота – потеря почвенного органического вещества вследствие изменения землепользования или практики управления, разложение растительных остатков, минеральные удобрения или органические удобрения. (Примечание: процесс, обратный минерализации, при котором неорганический азот связывается во вновь образованном почвенном органическом веществе (SOM) (т.е. иммобилизация азота), не учитывается при расчете источника азота для минерализации. Это объясняется различной динамикой разложения и образования SOM, а также тем, что поверхностная обработка в некоторых случаях может привести к увеличению как SOM, так и выбросов N_2O .⁹)

Методы уровней 1 и 2 для расчета высвобождения азота посредством минерализации для всех случаев, при которых происходят потери углерода, в частности в почвах обрабатываемых земель (см. главу 6), показаны ниже:

Этапы расчета для оценки изменений в поступлении азота в результате

⁹ Иммобилизация азота и соответствующая корректировка прямых выбросов N_2O от обрабатываемых почв может быть выполнена разработчиками инвентаризации только при наличии соответствующих уточненных данных и коэффициентов, и рассматривается как часть подхода уровня 2.

минерализации:

Этап 1: Оценить среднегодовой баланс почвенного углерода ($\text{Баланс}_{(T)}$) для рассматриваемой площади обрабатываемых земель за год, используя уравнение 6.1 в главе 6. Если полученное значение показывает потери почвенного углерода (баланс отрицательный), то следует переходить к следующему этапу (этапу 2). Если баланс положительный, то прямые выбросы N_2O от минерализации почвенного органического вещества не оцениваются.

Этап 2: Оценить количество азота, минерализованного в результате этой потери почвенного углерода (F_{SOM}), используя уравнение 2.8.

УРАВНЕНИЕ 2.8

КОЛИЧЕСТВО АЗОТА, МИНЕРАЛИЗУЕМОГО В МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВАХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОТЕРЬ ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ В ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ ИЛИ УПРАВЛЕНИИ (УРОВЕНЬ 1 И 2)

$$F_{\text{SOM}} = (\text{Баланс}_{(T)} \cdot 1/R) \cdot 1000$$

где:

F_{SOM} – итоговое годовое количество азота, минерализуемого в минеральных почвах в результате потерь почвенного углерода при изменении в землепользовании или практики управления обрабатываемых земель, кг N;

$\text{Баланс}_{(T)}$ – среднегодовые потери почвенного углерода в почвах обрабатываемых земель (при наличии данных могут быть оценены и для других типов землепользования) по уравнению 6.1, тонны C.

R – C:N отношение для почвенного органического вещества. В ситуациях, включающих изменение землепользования от лесных площадей или пастбищ в обрабатываемые земли, для отношения C:N может использоваться значение по умолчанию, равное 15, если отсутствуют более конкретные данные для этой площади. В ситуациях, включающих изменения управления на *постоянных обрабатываемых землях*, может использоваться значение по умолчанию, равное 10. Отношение C:N может изменяться со временем, с изменением землепользования или практики управления. Если регион может документировать изменения в отношении C:N, то тогда по временному ряду, землепользованиям или практикам управления могут использоваться различные значения для этого отношения.

T – год проведения инвентаризации.

Этап 3: На уровне 1 значение для F_{SOM} рассчитывается за один этап. На уровне 2 F_{SOM} рассчитывается суммированием по разным подтипам обрабатываемых почв (например, для рисовых полей и остальных почв), которые были выделены в конкретном регионе.

Учитывая, что распашка целинных земель (т.е. изменение землепользования) в Российской Федерации в настоящее время не производится, при проведении инвентаризации достаточно выполнить оценку прямого выброса N_2O при минерализации почвенного органического вещества на постоянных обрабатываемых землях. Соответствующая методика для оценки изменений запасов почвенного углерода на территории пахотных земель приведена в главе 6 настоящего руководства.

Регионы, которые не могут оценить общие изменения в углероде минеральных почв, создают тем самым отклонение в оценке N_2O , и *эффективная практика* заключается в подтверждении соответствующих предельных значений в отчетной документации.

Эффективная практика заключается также в использовании конкретных отношений C:N для разукрупненных земельных площадей, если такие данные доступны, в сочетании с данными для изменений в углероде.

Учитывая, что для рисовых полей предлагается отдельный коэффициент прямого выброса N_2O EF_{1FR} , при использовании метода уровня 2 разработчикам инвентаризации следует рассчитать отдельно баланс почвенного углерода и соответствующую минерализацию азота на рисовых полях.

Площадь осушенных органогенных почв (F_{OS}) на территории обрабатываемых земель и кормовых угодий.

Слагаемое F_{OS} обозначает общую годовую площадь (га) осушенных органогенных почв с подразделением на осушенные земли обрабатываемых земель и земель кормовых угодий (см. определение в сноске 5). Это определение применяется как к методам уровня 1, так и к методам уровня 2.

Данные о площади осушенных органогенных почв (F_{OS}) на территории пахотных земель и кормовых угодий могут быть получены из официальной статистики Росреестра или по региональным данным. В качестве альтернативы для оценки осушенных/обрабатываемых площадей может быть использовано экспертное заключение.

2.2 КОСВЕННЫЕ ВЫБРОСЫ N_2O

Помимо прямых выбросов N_2O из обрабатываемых почв, которые происходят непосредственно из почв, к которым поступает азот, выбросы N_2O происходят также по двум косвенным путям.

Первый из этих путей – это улетучивание азота в виде NH_3 и окисей азота (NO_x) и депонирование этих газов и их продуктов NH_4^+ и NO_3^- на почвах и поверхности озер и прочих водоемов. Второй путь состоит в вымывании и стоке с земель азота, входящего в состав минеральных и органических удобрений и растительных остатков, минерализации азота, связанного с потерями почвенного углерода в минеральных и осушенных/обрабатываемых органогенных почвах в результате изменения землепользования или практики управления, а также от мочи и навоза пастбищных животных. Часть неорганического азота в почве или на ней, главным образом в форме NO_3^- , может обойти биологические механизмы удержания в почвенно-растительной системе путем транспорта с поверхностным потоком воды (сток) и/или потоком через почвенные макропоры или трубчатую дренажную систему. В процессах нитрификации и денитрификации, описанных в начале данной главы, происходит трансформация некоторой части NH_4^+ и NO_3^- в N_2O . Это может происходить в подземных водах под землей, куда добавлялся азот, или в прибрежной зоне, куда стекают дренажные или сточные воды, или в канавах, потоках, реках и эстуариях (и в их осадочных отложениях), куда, в конечном счете, поступает дренажный сток.

В методологии, представленной в настоящей главе, рассматриваются следующие источники азота для косвенных выбросов N_2O из обрабатываемых почв:

- минеральные азотные удобрения (F_{SN});

- органический азот, внесенный в качестве удобрения (например, навоз¹⁰, компост, отходы переработки непищевого животного сырья и другие органические удобрения) (F_{ON});
- азот мочи и навоза (помета), оставленный на пастбище, выпасе и загоне пастбищными животными и птицей (F_{PRP});
- возвращаемый в почвы азот растительных остатков (надземных и подземных), в том числе от азотфиксирующих культур и от обновления/восстановления кормовых культур, сенокосов и пастбищ (F_{CR})¹¹;
- минерализация азота, связанная с потерей почвенного органического вещества в результате изменения землепользования или управления на минеральных почвах обрабатываемых земель (F_{SOM})⁹.

Описанные ниже общие методы уровней 1 и 2 могут использоваться для оценки обобщенных суммарных косвенных выбросов N_2O от сельскохозяйственных источников азота в регионе. Если регион оценивает свои прямые выбросы N_2O из обрабатываемых почв с разделением по подкатегориям этих земель, то косвенные выбросы N_2O могут также оцениваться с тем же разукрупнением по подкатегориям, используя представленные ниже уравнения с данными о деятельности, долями разбиений и/или коэффициентами выбросов, конкретными для каждой подкатегории.

2.2.1 Выбор метода

Выбор подходящего уровневого метода для оценки косвенных выбросов N_2O зависит от наличия уточненных детализированных коэффициентов или долей потерь азота при улетучивании и вымывании для метода уровня 2, а также от того, являются ли данные косвенные выбросы ключевой категорией, и является ли каждая подкатегория существенной (составляет 25-30% от косвенных выбросов N_2O в результате улетучивания или вымывания).

Уровень 1

Улетучивание, $N_2O_{(ATD)}$

Выбросы N_2O в результате осаждения из атмосферы азота, улетучившегося из обрабатываемых почв, оцениваются с помощью уравнения 2.9:

УРАВНЕНИЕ 2.9

ВЫБРОСЫ N_2O В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСАЖДЕНИЯ ИЗ АТМОСФЕРЫ АЗОТА, УЛЕТУЧИВШЕГОСЯ ИЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ (УРОВЕНЬ 1)

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

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;

¹⁰ Улетучивание и последующее депонирование азота от навоза в системах его сбора, хранения и использования рассматривается в главе 1 настоящего руководства, в разделе о выбросах N_2O в системах сбора и хранения навоза (помета).

¹¹ Азот из этих компонентов включается только в компонент косвенных выбросов N_2O , связанных с вымыванием/стоком.

F_{SN} – годовое количество азота минеральных удобрений, внесенного в почвы, кг N /год;

$Frac_{GASF}$ – часть азота минеральных удобрений, которая улетучивается в виде NH_3 и NO_x , кг улетучившегося N / кг внесенного N (таблица 2.3);

F_{ON} – годовое количество азота в составе надлежащим образом подготовленных и внесенных в почву навоза, компоста (без добавки навоза) и других органических азотсодержащих добавок, кг N/год;

F_{PRP} – годовое количество азота мочи и навоза (помета), оставленное на пастбище, выпасе и загоне животными и птицей, кг N /год;

$Frac_{GASM}$ – 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 2.3);

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 2.3);

Преобразование выбросов $N_2O_{(ATD)}$ -N в выбросы N_2O для целей отчетности производится при помощи следующего уравнения:

$$N_2O_{(ATD)} = N_2O_{(ATD)} - N \bullet 44/28$$

Вымывание/сток, $N_2O_{(L)}$

Выбросы N_2O в результате вымывания и стока оцениваются с помощью уравнения 2.10:

УРАВНЕНИЕ 2.10

ВЫБРОСЫ N_2O В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫМЫВАНИЯ И СТОКА АЗОТА ИЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ В РЕГИОНАХ, ГДЕ ПРОИСХОДИТ ВЫМЫВАНИЕ И СТОК (УРОВЕНЬ 1)

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

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;

F_{SN} – годовое количество азота внесенных в почву минеральных удобрений, кг N/год,

F_{ON} – годовое количество азота в надлежащим образом подготовленных и внесенных в почву навоза, компоста (без добавления навоза) и других органических азотсодержащих добавках, кг N/год;

F_{PRP} – годовое количество азота мочи и навоза (помета), оставленных пастбищными животными и птицей, кг N /год (из уравнения 2.5);

F_{CR} – годовое количество возвращаемого в почвы азота в растительных остатках (надземных и подземных), в том числе от азотфиксирующих культур и обновления/восстановления кормовых культур, сенокосов и пастбищ, кг N /год;

F_{SOM} – годовое количество азота, минерализованного в минеральных почвах в связи с потерей почвенного углерода из почвенного органического вещества в результате изменений в землепользовании или управлении обрабатываемых земель, кг N /год (из уравнения 2.8);

$Frac_{Leach-(H)}$ – часть всего добавленного к обрабатываемым почвам или минерализованного в обрабатываемых почвах азота, которая теряется через вымывание и сток, кг N / кг добавок N (таблица 2.3);

EF_5 – коэффициент косвенных выбросов N_2O от вымывания и стока азота, кг N_2O-N / кг вымываемого и стекаемого N (таблица 2.3);

Примечание: Если регион может оценить количество минерализованного азота из органических почв, то следует учесть это в виде дополнительного поступления в уравнении 2.10.

Преобразование выбросов $N_2O_{(L)}-N$ в выбросы N_2O для целей отчетности производится при помощи следующего уравнения:

$$N_2O_{(L)} = N_2O_{(L)}-N \bullet 44/28$$

Уровень 2

Если имеются более подробные коэффициенты выбросов, улетучивания и вымывания по какому-либо региону или его части, чем представленные в таблице 2.3, то может быть проведено также дальнейшее разукрупнение слагаемых уравнения. Например, если имеются конкретные коэффициенты улетучивания для применения минеральных удобрений (F_{SN}) при различных условиях i , уравнение 2.9 будет расширено следующим образом:

УРАВНЕНИЕ 2.11

ВЫБРОСЫ N_2O В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСАЖДЕНИЯ ИЗ АТМОСФЕРЫ АЗОТА, УЛЕТУЧИВШЕГОСЯ ИЗ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ПОЧВ (УРОВЕНЬ 2)

$$N_2O_{(ATD)}-N = \left\{ \sum_i (F_{SN_i} \bullet Frac_{GASF_i}) + [(F_{ON} + F_{PRP}) \bullet Frac_{GASM}] \right\} \bullet EF_4$$

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;

F_{SNi} – годовое количество азота минеральных удобрений, внесенного в почвы при различных условиях i , кг N/год;

$Frac_{GASF_i}$ – часть азота минеральных удобрений, которая улетучивается в виде NH_3 и NO_x при различных условиях i , кг улетучившегося N / кг внесенного N;

F_{ON} – годовое количество азота в составе надлежащим образом подготовленных и внесенных в почву навоза, компоста (без добавления навоза) и других органических азотсодержащих добавках, кг N /год;

F_{PRP} – годовое количество азота мочи и навоза (помета), оставленных пастбищными животными и птицей, кг N /год;

$Frac_{GASM}$ – часть азота внесенных органических азотных удобрений (F_{ON}), а также азота мочи и навоза (помета), оставленных пастбищными животными и птицей, (F_{PRP}), которая улетучивается в виде NH_3 и NO_x , кг улетучившегося N / кг внесенного или оставленного N (таблица 2.3);

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 2.3);

Примечание: Если регион может оценить количество азота, минерализованного в результате осушения/обработки органических почв, то следует включить его как одно из поступлений азота в модификацию уравнения 2.10 для уровня 2.

2.2.2 Выбор коэффициентов выбросов, долей улетучивания и вымывания

Метод оценки косвенных выбросов N_2O включает два коэффициента выбросов: первый связан с улетучившимся и повторно осажденным азотом (EF_4), а второй – с азотом, утраченным в результате вымывания и стока (EF_5). Для этого метода также требуются значения для части азота, которая утрачивается в результате улетучивания ($Frac_{GASF}$ и $Frac_{GASM}$) или вымывания/стока ($Frac_{LEACH-(H)}$). В таблице 2.3 представлены значения по умолчанию всех этих коэффициентов.

Следует обратить внимание на то, что в методе уровня 1 для влажных регионов или засушливых регионов, где используется орошение (кроме капельного орошения), значение по умолчанию для $Frac_{LEACH-(H)}$ составляет 0,30. Для засушливых регионов, где количество осадков ниже эвапотранспирации на протяжении большей части года и возможность вымывания маловероятна, $Frac_{LEACH}$ принимается по умолчанию равным нулю. Необходимо пользоваться приведенным в таблице 2.3 методом расчета, который позволяет определить возможность принятия $Frac_{LEACH-(H)} = 0,30$.

Значения для EF_4 по конкретным регионам следует использовать с большой осторожностью из-за особой сложности трансграничного атмосферного переноса. Хотя разработчики инвентаризации могут располагать конкретными данными измерений осаждения азота и соответствующего потока N_2O , во многих случаях источник осажденного азота может находиться в другом регионе. Аналогичным образом, часть азота, которая улетучивается в их регионе, может переноситься и осаждаться в другом регионе, где могут преобладать иные условия, которые влияют на долю азота, которая выбрасывается в виде N_2O . По этим причинам значение EF_4 очень трудно определить, и метод, представленный в настоящем руководстве, относит все косвенные выбросы N_2O , происходящие от поступлений в обрабатываемые почвы, к регионам происхождения атмосферного NO_x и NH_3 , а не к регионам, в которые атмосферный NO_x и NH_3 мог переноситься.

2.2.3 Выбор данных о деятельности

Для оценки косвенных выбросов N_2O от различных источников внесения азота в обрабатываемые почвы необходимо определить параметры F_{SN} , F_{ON} , F_{PRP} , F_{CR} , F_{SOM} .

Внесенные минеральные удобрения (F_{SN})

Слагаемое F_{SN} обозначает годовое количество вносимого в почву азота минеральных удобрений. См. раздел 2.1.3 «Выбор данных о деятельности» для прямых выбросов N_2O из обрабатываемых почв, чтобы получить значение для F_{SN} .

Внесенные органические азотные удобрения (F_{ON})

Слагаемое F_{ON} обозначает количество вносимых в почву органических азотных удобрений. См. раздел 2.1.3 «Выбор данных о деятельности» для прямых выбросов N_2O из обрабатываемых почв, чтобы получить значение для F_{ON} .

Моча и навоз/помет пастбищных животных и птицы (F_{PRP})

Слагаемое F_{PRP} обозначает количество азота, оставляемого на пастбище, выпасе и в загоне пастбищными животными и птицей. См. раздел 2.1.3 «Выбор данных о деятельности» для прямых выбросов N_2O из обрабатываемых почв, чтобы получить значение для F_{PRP} .

Азот возвращаемых в почвы растительных остатков, в том числе от азотфиксирующих культур и от обновляемых/восстанавливаемых кормовых культур, сенокосов и пастбищ (F_{CR}).

Слагаемое F_{CR} обозначает количество азота в растительных остатках (надземных и подземных), в том числе от азотфиксирующих культур, ежегодно возвращаемого в почвы. Оно также включает азот от азотфиксирующих и неазотфиксирующих кормовых растений, минерализованный в процессе обновления/восстановления кормовых культур, сенокосов и пастбищ. См. раздел 2.1.3 «Выбор данных о деятельности» для прямых выбросов N_2O из обрабатываемых почв, чтобы получить значение для F_{CR} .

Минерализованный азот, получающийся в результате потери почвенных органических запасов углерода в минеральных почвах (F_{SOM})

Слагаемое F_{SOM} обозначает количество азота, минерализованного в результате потерь почвенного органического углерода в минеральных почвах при изменении землепользования или практики управления на обрабатываемых почвах (F_{SOM}). См. раздел 2.1.3 «Выбор данных о деятельности» для прямых выбросов N_2O из обрабатываемых почв, чтобы получить значение для F_{SOM} .

Таблица 2.3 - Коэффициенты выбросов, улетучивания и вымывания по умолчанию для косвенных выбросов N_2O из почв

Коэффициент	Значение по умолчанию	Диапазон неопределенности
EF_4 [улетучивание и повторное осаждение азота], кг N_2O-N /(кг улетучившегося $NH_3-N + NO_x-N$)	0,010	0,002 – 0,05
EF_5 [вымывание/сток], кг N_2O-N /(кг N для вымывания/стока) ¹²	0,0075	0,0005 – 0,025
$Frac_{GASF}$ [улетучивание от минерального удобрения], (кг $NH_3-N + NO_x-N$)/кг внесенного N)	0,10	0,03 – 0,3
$Frac_{GASM}$ [улетучивание от всех внесенных органических азотных удобрений, а также навоза/помета и мочи, оставленных пастбищными животными], (кг $NH_3-N + NO_x-N$)/(кг азота, внесенного или оставленного)	0,20	0,05 – 0,5
$Frac_{LEACH-(H)}$ [потери азота с вымыванием/стоком для регионов, где суммарные годовые осадки превышают величину потенциального испарения], кг N/(кг внесенного или оставленного на пастбищах азота)	0,30	0,1 – 0,8
Примечание: $Frac_{LEACH}$ применимо только к регионам, в которых суммарные годовые осадки превышают величину потенциального испарения и происходит вымывание/сток воды (гумидный климат). Для прочих регионов (аридный климат) значение $Frac_{LEACH}$ по умолчанию принимается равным нулю.		

¹² Данный коэффициент выбросов включает в себя три компонента: EF_{5g} , EF_{5r} и EF_{5e} , которые представляют собой коэффициенты выбросов для осушения подземных и поверхностных вод, для рек и эстуариев, соответственно.

Глава 3 ВЫБРОСЫ МЕТАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫРАЩИВАНИЯ РИСА

Анаэробное разложение органического материала на затопляемых рисовых полях приводит к выделению метана, который поступает в атмосферу главным образом посредством транспорта через растения риса. Годовое количество выбросов CH_4 от определенной площади рисовых полей зависит от числа урожаев и продолжительности выращивания культур, водных режимов до и во время периода культивации, а также применения органических и неорганических удобрений. Тип почвы, температура и сорт риса также влияют на выбросы CH_4 .

Предлагаемая ниже методика по расчету выбросов CH_4 включает в себя оценку суточных коэффициентов выбросов, обеспечивающих большую гибкость в разделении вегетационных периодов и периодов парования, чем сезонные коэффициенты, оценку коэффициентов масштабирования для водного режима до вегетационного периода и во время его, а также выбор времени добавления соломы.

3.1 ВЫБОР МЕТОДА

Приведенное ниже уравнение 3.1 является основным для оценки выбросов CH_4 в результате выращивания риса. Выбросы CH_4 оцениваются путем умножения суточных коэффициентов выбросов на период¹³ выращивания риса и годовую площадь сбора урожая¹⁴. В своей простейшей форме данное уравнение применяется с использованием региональных данных о деятельности (т.е. регионального среднего периода выращивания риса и площади сбора урожая) и единого коэффициента выбросов. Тем не менее, природные условия и сельскохозяйственное управление производством риса могут сильно варьировать в пределах региона. *Эффективная практика* заключается в учете этой вариативности путем разделения общей площади сбора урожая на подкатегории (например, уборочные площади с различными водными режимами). Площадь сбора урожая для каждой подкатегории умножается на соответствующий период выращивания и коэффициент выбросов, которые представляют условия, характеризующие подкатегорию. При подобном разукрупненном подходе общегодовые выбросы равны сумме выбросов из каждой подкатегории.

УРАВНЕНИЕ 3.1 ВЫБРОСЫ МЕТАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫРАЩИВАНИЯ РИСА

$$\text{CH}_4 \text{ Рис} = \sum_{i,j,k} (EF_{i,j,k} \cdot t_{i,j,k} \cdot A_{i,j,k} \cdot 10^{-6})$$

где:

$\text{CH}_4 \text{ Рис}$ – годовые выбросы метана в результате выращивания риса, Гг CH_4 /год;

$EF_{i,j,k}$ – суточный коэффициент выбросов для условий i, j и k , кг CH_4 / га * сутки;

$t_{i,j,k}$ – период выращивания риса для условий i, j и k , сутки;

$A_{i,j,k}$ – годовая уборочная площадь под рисом для условий i, j и k , га/год;

¹³ В случае повторной культуры «период выращивания» должен быть продлен на соответствующее число дней.

¹⁴ В случае сбора нескольких урожаев в течение одного года «площадь сбора урожая» равна сумме площадей, культивируемых для каждого сбора урожая.

i, j и k – представляют разные экосистемы, водные режимы, тип и количество органических удобрений и прочие условия, влияющие на выбросы CH_4 в результате производства риса.

К числу разных условий, которые необходимо учитывать, относятся тип экосистемы риса, схема затопления до и в течение периода выращивания, а также тип и количество органических удобрений. Разукрупнение может производиться и по другим условиям, как, например, по типу почвы и сорту риса, если имеется информация по конкретному региону о связи между этими условиями и выбросами CH_4 . Типы экосистем риса и водные режимы на протяжении периода выращивания риса перечислены в таблице 3.2. Если региональное производство риса можно подразделить по практикам управления (например, по схемам затопления), то уравнение 3.1 следует применить к каждой такой подкатегории отдельно. Кроме того, если в течение года собирается более одного урожая, то выбросы следует оценивать для каждого сезона вегетации, учитывая возможные различия в практике выращивания (например, использование органических удобрений, схема затопления до и на протяжении периода выращивания).

Выбор подходящего уровневого метода для оценки выбросов CH_4 зависит от наличия данных о деятельности и коэффициентов выбросов для метода уровня 2, а также от вклада рисоводства в общие региональные выбросы парниковых газов (т.е. является ли данная категория выбросов ключевой).

Уровень 1

Уровень 1 применяется к регионам, в которых либо выбросы CH_4 в результате выращивания риса не являются ключевой категорией, либо отсутствуют уточненные коэффициенты выбросов для этих конкретных регионов. Необходимо провести разукрупнение годовой площади сбора урожая риса, по крайней мере, для трех базовых водных режимов, включая орошаемый, суходольный и горный. Рекомендуется включать максимально возможное количество условий (i, j, k и т.д.), влияющих на выбросы CH_4 (краткая сводка представлена в Блоке ниже). Выбросы для каждой подкатегории корректируются путем умножения базового коэффициента выбросов по умолчанию (для полей без затопления менее, чем за 180 дней до выращивания риса, и непрерывно затопляемых полей без органических удобрений, EF_c) на различные коэффициенты масштабирования, как показано в уравнении 3.2. Расчеты проводятся для каждого водного режима и органического удобрения отдельно, как показано в уравнении 3.1.

Следует отметить, что традиционная агротехника выращивания риса в Российской Федерации включает в себя постоянное затопление в течение периода вегетации и отсутствие затопления в период до посадки риса в течение более 180 дней.

БЛОК УСЛОВИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБРОСЫ МЕТАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫРАЩИВАНИЯ РИСА

При расчете выбросов CH_4 , а также при выводе коэффициентов выбросов следует учитывать следующие особенности выращивания риса:

Региональные различия в практике рисоводства: Если регион является крупным и имеет отличные друг от друга сельскохозяйственные подрегионы с различными системами производства (например, по схемам затопления), то для каждого из этих подрегионов следует проводить отдельный набор расчетов.

Несколько урожаев: Если в течение года на данном участке земли снимается более одного урожая, а условия вегетации отличаются между сезонами выращивания, то расчеты следует проводить для каждого сезона.

Водный режим: В контексте данной главы водный режим определяется как комбинация i) типа экосистемы и ii) схемы затопления.

Тип экосистемы: Как минимум для каждой рисовой экосистемы должны проводиться отдельные расчеты (т.е. производство риса на орошаемых, суходольных полях и полях с высоким уровнем воды).

Схема затопления: Схема затопления рисовых полей оказывает значительное влияние на выбросы CH_4 . Рисовые экосистемы могут далее разделяться на непрерывно и периодически затопляемые (орошаемый рис), регулярно поливаемые дождем, подверженные засухе и с высоким уровнем воды (затопляемые дождем) в соответствии со схемой затопления в течение периода выращивания. Также должна учитываться схема затопления до периода культивирования.

Внесение органических удобрений в почву: Внесение органического материала в почву рисовых полей увеличивает выбросы CH_4 . Воздействие органических удобрений на выбросы CH_4 зависит от типа и количества добавляемого материала, что может быть описано кривой зависимости от дозы. Вносимый в почву органический материал может быть эндогенного (солома, зеленое удобрение и т.д.) или экзогенного происхождения (компост, стойловый навоз и т.д.). В расчетах выбросов должно учитываться влияние органических удобрений.

Прочие условия: Известно, что другие факторы, такие как тип, сорт риса, сульфатные удобрения и т.д. могут существенно влиять на выбросы CH_4 . Учреждениям, проводящим инвентаризацию, предлагается учитывать эти условия при наличии соответствующей информации по конкретному региону о связи между этими условиями и выбросами CH_4 .

УРАВНЕНИЕ 3.2

СКОРРЕКТИРОВАННЫЙ СУТОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ВЫБРОСОВ

$$EF_i = EF_c \bullet SF_w \bullet SF_p \bullet SF_o \bullet SF_{s,r}$$

где:

EF_i – скорректированный суточный коэффициент выбросов для конкретной площади уборки урожая, $\text{кг CH}_4 / \text{га} \cdot \text{сутки}$;

EF_c – базовый коэффициент выбросов для постоянно затопленных полей без органических удобрений, $\text{кг CH}_4 / \text{га} \cdot \text{сутки}$;

SF_w – коэффициент масштабирования для учета различий водных режимов в течение периода выращивания (из таблицы 3.2);

SF_p – коэффициент масштабирования для учета различий в водном режиме перед сезоном, до периода выращивания (из таблицы 3.3);

SF_o – коэффициент масштабирования должен варьировать как для типов, так и для количества внесенного органического удобрения (из уравнения 3.3 и таблицы 3.4);

$SF_{s,r}$ – коэффициент масштабирования для типа почвы, сорта риса и т.д., если имеются соответствующие данные.

Уровень 2

На уровне 2 применяется такой же методологический подход, как и на уровне 1, но при этом должны использоваться коэффициенты выбросов и/или коэффициенты масштабирования по конкретному региону. Указанные коэффициенты по конкретному региону должны отражать местное воздействие условий (i, j, k и т.д.), которые влияют на выбросы CH_4 , и, предпочтительно, быть разработаны на основе экспериментальных данных. Как и в случае подхода уровня 1, рекомендуется внедрять метод с наибольшим уровнем разукрупнения и включать совокупность условий (i, j, k и т.д.), влияющих на выбросы CH_4 .

3.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ И МАСШТАБИРОВАНИЯ

Уровень 1

В качестве исходной величины используется базовый коэффициент выбросов для полей без затопления менее чем за 180 дней до выращивания риса, и непрерывно затопляемых в течение периода выращивания риса без внесения органических удобрений (EF_c). Значение по умолчанию для EF_c равно 1,30 кг CH_4 / га × сутки.

Для корректировки EF_c с целью учета различных условий используются коэффициенты масштабирования и в результате получают скорректированные суточные коэффициенты выбросов (EF_i) для конкретных подкатегорий разукрупненной площади сбора урожая в соответствии с уравнением 3.2. Самые важные коэффициенты масштабирования, а именно для водного режима в течение периода выращивания и перед ним и для органических удобрений, представлены соответственно в таблицах 3.2, 3.3 и 3.4 через значения по умолчанию. Коэффициенты масштабирования по конкретному региону должны использоваться только в том случае, если они основаны на хорошо исследованных и документированных данных измерений. Рекомендуется учитывать тип почвы, сорт риса и другие факторы при наличии соответствующих данных.

Таблица 3.1 - Базовый коэффициент выбросов CH_4 по умолчанию при отсутствии затопления менее чем за 180 дней до выращивания риса, и непрерывного затопления в течение периода выращивания риса без органических удобрений

Выбросы CH_4 (кг CH_4 / га × сутки)	Коэффициент выбросов
	1,30

Водный режим на протяжении периода культивирования (SF_w): В таблице 3.2 представлены коэффициенты масштабирования по умолчанию и диапазоны ошибки для различных водных режимов. Обобщенный вариант относится к ситуации, когда данные о деятельности имеются только для рисовых экосистем, но не для схем затопления (см. Блок). В детализированном варианте схемы затопления могут быть выделены в форме трех подкатегорий, как показано в таблице 3.2. *Эффективная практика* заключается в сборе более детальных данных о деятельности и применении по возможности более детализированного варианта для SF_w .

Таблица 3.2 - Коэффициенты масштабирования выбросов CH_4 по умолчанию для водных режимов в течение периода культивирования по отношению к непрерывно затопляемым полям

Водный режим		Обобщенный вариант	Детализированный вариант
		Коэффициент масштабирования (SF_w)	Коэффициент масштабирования (SF_w)
Горный ^a		0	0
Орошаемый ^b	Постоянно затопленный	0,78	1
	Периодически затопляемый – однократная аэрация		0,60
	Периодически затопляемый – многократная аэрация		0,52
Суходольный и с высоким уровнем воды с	Регулярно поливаемый дождем	0,27	0,28
	Подверженный засухе		0,25
	С высоким уровнем воды		0,31

^a Поля никогда не затоплялись в течение значительного периода времени.

^b Поля затопляются в течение значительного периода времени и водный режим полностью контролируется.

- Постоянно затопленный: На полях стоячая вода, на всем протяжении сезона выращивания риса, и они осушаются только для уборки урожая (осушение в конце сезона).
- Периодический затопляемый: в течение вегетационного периода на полях происходит, по крайней мере, один цикл аэрации продолжительностью более 3 дней.
- Однократная аэрация: в течение вегетационного периода на полях происходит однократный цикл аэрации на любой фазе роста (исключая осушение в конце сезона).
- Неоднократная аэрация: в течение вегетационного периода на полях происходит более, чем один цикл аэрации (исключая осушение в конце сезона).

^c Поля затопляются в течение значительного периода времени и водный режим зависит только от осадков.

- Регулярно поливаемый дождем: Уровень воды в течение вегетационного периода может подняться до 50 см.
- Подверженный засухе: На протяжении каждого вегетационного периода происходят периоды засухи.
- Рис на полях с высоким уровнем воды: в течение значительного времени на протяжении вегетационного периода уровень паводковых вод держится выше 50 см.

Примечание: Другие категории рисовых экосистем, такие как болота и внутренние, засоленные или расположенные в приливно-отливной зоне побережья заболоченные земли, могут разграничиваться в рамках каждой подкатегории.

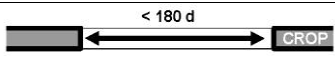
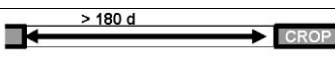
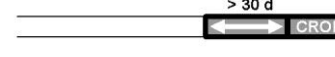
Водный режим до периода культивирования (SF_p). В таблице 3.3 приводятся

коэффициенты масштабирования по умолчанию для водного режима перед периодом культивирования, которые могут быть использованы при отсутствии данных по конкретному региону. В этой таблице выделены три различных водных режима перед выращиванием риса, а именно:

1. Без затоплений в течение <180 дней перед сезоном, часто имеет место при двух урожаях риса в год;
2. Без затоплений в течение >180 дней перед сезоном, например, при одном урожае риса в год с последующим периодом сухого пара; и
3. С затоплениями перед сезоном с минимальным интервалом 30 дней, т.е. затопления с более коротким интервалом перед сезоном (обычно производятся для подготовки почвы к пахоте) не включаются в данную категорию.

Учитывая, что согласно условиям возделывания риса в России, рисовые чеки затопляют только при появлении у посевов 2-3 листьев, при отсутствии данных о деятельности для водного статуса перед сезоном регионы могут использовать коэффициенты режима без затоплений в течение >180 дней перед сезоном. В случае если известно применение разных практик выращивания риса, может быть использован коэффициент обобщенного варианта. *Эффективная практика* заключается в сборе более детальных данных о деятельности и применении по возможности разукрупненного варианта для SF_p . Коэффициенты масштабирования для дополнительных водных режимов могут применяться в случае, если имеются данные по конкретному региону.

Таблица 3.3 - Коэффициенты масштабирования выбросов CH_4 по умолчанию для водных режимов перед периодом выращивания риса

Водный режим перед выращиванием риса (на схеме период затопления показан затемненной областью)	Обобщенный вариант	Детализированный вариант
	Коэффициент масштабирования (SF_p)	Коэффициент масштабирования (SF_p)
Без затоплений 	1,22	1
Без затоплений 		0,68
С затоплениями 		1,90

Короткие предсезонные периоды затопления продолжительностью менее 30 суток не учитываются при выборе SF_p .

Органические удобрения (SF_o): *Эффективная практика* заключается в выводе коэффициентов масштабирования, которые включают информацию о типе и количестве применяемых органических удобрений (компост, стойловый навоз, зеленое удобрение и рисовая солома). Если исходить из принципа равной массы, то большее количество CH_4 выбрасывается из удобрений, содержащих большее количество легко разлагаемого углерода, и, кроме того, выбросы увеличиваются с внесением большего количества каждого органического удобрения. В уравнении 3.3 и таблице 3.4 представлен метод расчета коэффициента масштабирования в соответствии с количеством различных типов

внесенного удобрения. После уборки урожая в почву часто запахиваются пожнивные остатки риса или даже вносятся рисовая солома. В случае длительного пара после внесения рисовой соломы выбросы CH_4 в последующий сезон выращивания риса будут меньше, чем в случае, когда рисовая солома вносится непосредственно перед высадкой риса. Поэтому отдельно учитывался момент внесения рисовой соломы.

УРАВНЕНИЕ 3.3

СКОРРЕКТИРОВАННЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ МАСШТАБИРОВАНИЯ ВЫБРОСОВ CH_4 ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

$$SF_o = \left(1 + \sum_i ROA_i \bullet CFOA_i \right)^{0.59}$$

где:

SF_o – коэффициент масштабирования, как для типа, так и для количества внесенного органического удобрения;

ROA_i – норма внесения органического удобрения i , в виде сухой массы для соломы и массы в сыром виде для других органических удобрений, тонны/га;

$CFOA_i$ – коэффициент перевода для органического удобрения i (в терминах относительного влияния по сравнению с соломой, добавленной незадолго до выращивания), как показано в таблице 3.4.

Для расчета поправочного коэффициента при внесении органических добавок (SF_o) может быть оценено количество запаханных пожнивных остатков риса, а также внесение навоза (после хранения) в качестве органических добавок. Учитывая, что навоз преимущественно поступает из систем сухого хранения с использованием подстилки, для расчета поправочного коэффициента могут быть использованы данные по умолчанию для компоста из таблицы 3.4.

Таблица 3.4 - Коэффициент перевода по умолчанию для различных типов органического удобрения

Органическое удобрение	Коэффициент перевода (CFOA)
Солома внесена незадолго (<30 суток) перед выращиванием ^{*1}	1
Солома внесена задолго (>30 суток) перед выращиванием ^{*1}	0,29
Компост	0,05
Стойловый навоз	0,14
Зеленое удобрение	0,50

^a Применение соломы предполагает, что она вносится в почву; сюда не входят случаи, когда солома просто помещается на поверхности почвы, или когда солома сжигается на поле.

Расчет количества пожнивных остатков (в сухом весе) может быть произведен по данным урожайности риса (статистика Росстата) в соответствии с уравнениями из таблицы 2.2. Содержание углерода в надземной биомассе риса принимается равным 46,87%. Учитывая, что подготовка почвы, включая запахивание пожнивных остатков,

производится в России, как правило, осенью, конверсионный коэффициент для органических добавок $SFOA_i$ может быть принят по таблице 3.4 по умолчанию для внесения соломы риса задолго до культивации (более 30 дней).

Тип почвы (SF_s) и сорт риса (SF_r). В некоторых регионах имеются данные о выбросах для различных типов почвы и сортов риса, и эти данные могут быть использованы для вывода SF_s и SF_r соответственно.

Уровень 2

Выполняющие инвентаризацию учреждения могут использовать полученные на основе полевых измерений коэффициенты выбросов, которые учитывают условия выращивания риса в их конкретном регионе. *Эффективная практика* заключается в сборе конкретных по региону баз данных на основе имеющихся полевых измерений, которые дополняют базу данных коэффициентов выбросов с помощью других программ измерений (например, региональных), еще не включенных в эту базу данных.

На уровне 2 учреждения, выполняющие инвентаризацию, могут определить базовое управление в соответствии с превалирующими условиями, существующими в их регионе, и определить конкретные по этому региону коэффициенты выбросов для упомянутых базовых условий. Затем, выполняющие инвентаризацию учреждения могут также определить коэффициенты масштабирования по конкретному региону для практик управления, отличных от базовой. В случаях, когда коэффициенты масштабирования по конкретному региону недоступны, могут использоваться коэффициенты масштабирования по умолчанию. Однако это может потребовать некоторого перерасчета приведенных в таблицах 3.2 – 3.4 коэффициентов масштабирования, если условия отличаются от базовых.

3.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Помимо необходимых основных данных о деятельности, упомянутых выше, *эффективная практика* заключается в том, чтобы привести данные об органических удобрениях и типах почв к тому же уровню детализации, который характерен для данных о деятельности.

Данные о деятельности, прежде всего, основываются на статистических данных о площадях уборки риса, которые содержатся в региональной статистике Росстата, а также на дополнительной информации по агротехнике возделывания: периоде выращивания и агрономической практике. Данные о деятельности следует разбивать соответственно региональным различиям в практике возделывания риса или водного режима (см. Блок). Возможно, необходимо будет проконсультироваться с местными экспертами для выяснения агрономической практики, соответствующей выбросам метана (органические удобрения, водное хозяйство и т.д.).

Дозы внесения навоза и других органических удобрений могут быть получены из данных региональной статистики. При отсутствии специфичной региональной информации следует применять среднее для Российской Федерации количество, равное 0,25 тонн/га (Российская, 2006 –).

Наиболее распространенные сорта риса в России подразделяются на скороспелые

сорта с периодом культивации от 100 до 105 суток (сорт Новатор), среднеспелые (сорта Лимон, Регул, Янтарь) – от 114 до 117 суток и позднеспелые (сорт Рапан) – от 118 до 120 суток. В случае отсутствия уточненных данных по сортам выращиваемого риса может быть использовано максимальное значение, равное 120 суткам.

По всей вероятности, данные о деятельности будут более надежными по сравнению с коэффициентами выбросов. В то же время в силу различных причин статистические данные о площадях могут страдать грешностями, и рекомендуется проводить проверку статистических данных об уборочных площадях для (частей) региона при помощи данных дистанционного зондирования.

Помимо необходимых основных данных о деятельности, упомянутых выше, *эффективная практика*, в частности, в отношении подхода уровня 2, заключается в том, чтобы привести данные об органических удобрениях и прочих условиях, например, типах почв, к тому же уровню детализации, который характерен для данных о деятельности.

Глава 4 ВЫБРОСЫ ИНЫХ, ЧЕМ CO₂, ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ, ОБРАЗУЮЩИЕСЯ ПРИ СЖИГАНИИ БИОМАССЫ.

Разработчикам инвентаризации следует учитывать, что в большинстве регионов Российской Федерации контролируемое сжигание растительных остатков на полях законодательно запрещено, поэтому при отсутствии более точной информации следует принять, что такие выбросы в сельском хозяйстве региона не происходят.

При наличии уточненных данных по сжиганию растительных остатков, выбросы иных, чем CO₂ газов (в частности CH₄ и N₂O) от постоянных обрабатываемых земель, могут быть оценены. Выбросы CO₂ в результате сжигания биомассы на землях обрабатываемых земель не должны оцениваться при проведении инвентаризации, так как предполагается, что углерод, высвободившийся в процессе сжигания, будет снова поглощен растительностью в течение следующего периода вегетации.

Процентная доля сжигаемых на месте остатков сельскохозяйственных культур представляет собой массу доступного для сжигания топлива, которая включает пожнивные остатки и оставшуюся побочную продукцию (например, солому). При этом важно исключить возможность двойного учета растительных надземных остатков, поступающих в почвы, побочной продукции, изъятой до сжигания в связи с потреблением животными и использованием в других секторах (например, биотопливо, корм для домашнего скота, строительные материалы т.д.).

Методология оценки выбросов иных, чем CO₂, газов от сжигания биомассы на обрабатываемых землях соответствует общей формулировке уравнения 4.1. Оценки должны основываться на годовых данных.

УРАВНЕНИЕ 4.1

ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ОТ ПОЖАРА

$$L_{\text{пожар}} = Si_{\text{ВЫЖ}} \cdot M_B \cdot Cf \cdot Gef \cdot 10^{-3}$$

где:

$L_{\text{пожар}}$ – количество выбросов парниковых газов от пожара; тонны каждого парникового газа, например, CH₄ и N₂O;

$Si_{\text{ВЫЖ}}$ – площадь выжигания надземных остатков данного вида растений i , га в год;

M_B – масса доступного для горения топлива (биомасса доступной побочной продукции + биомасса пожнивных остатков, подвергаемых сжиганию), тонн/га;

Cf – коэффициент сгорания, не имеет размерности (значения по умолчанию в таблице 4.1);

Gef – коэффициент выбросов, г/кг сжигаемого сухого вещества (значения по умолчанию в таблице 4.2).

4.1 ВЫБОР МЕТОДА

Учитывая, что контролируемое сжигание растительных остатков на полях законодательно запрещено в большинстве регионов Российской Федерации, в рамках подхода уровня 1 следует принять, что такие выбросы в сельском хозяйстве региона не происходят.

В случае наличия уточненной информации по контролируемому сжиганию регионы могут применять подход уровня 2 в соответствии с уравнением 4.1 и коэффициенты сгорания и выбросов по умолчанию, представленные в таблицах 4.1 и 4.2.

4.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ

Уровень 2

Регионы, использующие метод уровня 2, должны использовать конкретные по региону данные о доступном топливе и коэффициентах горения. Регионы могут оценивать количество доступного топлива на основании статистических данных продукции растениеводства и на основании соотношения урожайности и остатков. Пожнивные остатки следует оценивать с помощью уравнений таблицы 2.2 на основе статистических данных по урожайности. Следует также проверить соответствие информации по выжигаемым площадям и коэффициентам сгорания, использованным в уравнении 2.6 при оценке количества азота пожнивных остатков, поступающих в почвы, и тем, которые использованы в уравнении 4.1. Сжиганию может также подвергаться и побочная продукция (например, солома зерновых). Их масса также может быть рассчитана по статистическим данным урожайности культур в соответствии с уравнениями таблицы 4.3. При этом полученные результаты по биомассе побочной продукции и пожнивных остатков, подвергаемых сжиганию, должны быть суммированы и переведены в единицы тонн на га.

Регионам следует сосредоточиться на важнейших сжигаемых сельскохозяйственных культурах или системах с относительно высокими уровнями биомассы в расчете на гектар и уровнями выбросов в расчете на единицу площади (например, пшеницы, злаки).

Таблица 4.1 - Значения коэффициентов сгорания для остатков некоторых культурных растений.

Тип растительности	Подкатегория	Среднее значение
Сельскохозяйственные остатки (контролируемое выжигание полей после уборки урожая)	Пожнивные остатки пшеницы и других зерновых	0,90
	Пожнивные остатки кукурузы	0,80
	Пожнивные остатки риса	0,80

Таблица 4.2 - Коэффициенты выбросов парниковых газов Gef (г/кг сухого сжигаемого вещества) при сжигании растительных остатков

Категория	CO ₂ ¹	CH ₄ ²	N ₂ O ²
Сельскохозяйственные остатки	1515 ± 177	2,7	0,07

¹ Справочно.

² Точность коэффициентов составляет ±40%.

Таблица 4.3 - Уравнения для расчета количества биомассы побочной продукции некоторых культурных растений

Культура	Урожайность, ц/га	Масса побочной продукции, ц/га
озимая рожь	10-25 26-40	$= (1,8 \cdot Y + 3,8)$ $= (1,0 \cdot Y + 25)$
озимая пшеница	10-25 26-40	$= (1,7 \cdot Y + 3,4)$ $= (0,8 \cdot Y + 25,9)$
яровая пшеница	10-20 21-30	$= (1,3 \cdot Y + 4,2)$ $= (0,5 \cdot Y + 19,8)$
ячмень	10-20 21-35	$= (0,9 \cdot Y + 6,5)$ $= (0,9 \cdot Y + 7,2)$
овес	10-20 21-35	$= (1,5 \cdot Y - 1,2)$ $= (0,7 \cdot Y + 16,2)$
кукуруза на зерно	10-35	$= (1,2 \cdot Y + 17,5)$
подсолнечник	8-30	$= (1,8 \cdot Y + 5,3)$

Точность расчетов по этим данным составляет $\pm 10\%$.

4.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Уровень 2

Данные о деятельности включают в себя оценки земельных площадей под сельскохозяйственными культурами, остатки которых обычно сжигаются. Далее площади должны быть классифицированы по соответствующим категориям таким образом, чтобы были представлены все основные сочетания типов культур с индивидуальными оценками соответствующих площадей. Эти данные могут быть получены на основе региональной статистики Росстата.

Статистическая информация по средней урожайности отдельных культур, остатки которых подвергаются выжиганию, также могут быть получены из региональных отчетов Росстата.

Глава 5 ВЫБРОСЫ CO₂ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ

Известкование используется для снижения кислотности почв и улучшения роста растений в управляемых системах, в частности на сельскохозяйственных землях и в управляемых лесах. Добавление карбонатов к почвам в форме известкового удобрения (например, кальциевый известняк (CaCO₃) или доломит (CaMg(CO₃)₂) приводит к выбросам CO₂ по мере растворения карбонатной извести и образования бикарбоната (HCO₃⁻), из которого в свою очередь образуются CO₂ и вода (H₂O).

Инвентаризации могут выполняться с использованием подходов уровня 1 или 2; при этом уровень 2 требует более подробных данных и больше ресурсов, чем первый уровень. Если выбросы CO₂ в результате известкования относятся к ключевой категории выбросов, то *эффективная практика* для регионов заключается в использовании более высокого уровня.

5.1 ВЫБОР МЕТОДА

Уровень 1

Выбросы CO₂ в результате добавок карбонатной извести к почвам могут быть оценены с помощью уравнения 5.1:

УРАВНЕНИЕ 5.1

Годовые выбросы CO₂ в результате применения извести

$$CO_2\text{-C Выброс} = (M_{\text{Известняк}} \bullet EF_{\text{Известняк}}) + (M_{\text{Доломит}} \bullet EF_{\text{Доломит}})$$

где:

CO₂-C Выброс – годовые выбросы углерода от внесения извести в почву, тонны C/год;

M – годовое количество кальциевого известняка (CaCO₃) или доломита (CaMg(CO₃)₂), внесенных в почвы, тонны/год;

EF – коэффициент выбросов; тонн C/ тонна известняка или доломита).

Процедурные этапы для расчетов

Для оценки выбросов CO₂-C в результате известкования применяются следующие этапы:

Этап 1: Оценить общее количество (M) извести, содержащей карбонат, которое ежегодно вносится в почвы региона, делая различие между известняком и доломитом (примечание: M должно включать всю внесенную в почвы известь, даже ту часть, которая вносится в смеси с удобрениями). Обратить внимание на то, что, хотя карбонатная известь является доминирующим известковым материалом, используемым в управляемых системах, для известкования почв в ограниченной степени используются оксиды (например, CaO) и гидроксиды извести. Эти вещества не содержат неорганического углерода и не включаются в расчеты для оценки выбросов CO₂ в результате внесения в почвы (CO₂ выделяется в процессе производства этих веществ, а не после внесения в почвы).

Этап 2: Использовать коэффициент общих выбросов (EF), равный 0,12 для известняка и 0,13 для доломита. Эти значения эквивалентны содержанию карбоната углерода в

указанных веществах (12% для CaCO_3 и 13% для $(\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2)$). При отсутствии информации отдельно по каждому из известковых материалов, следует принять допущение о том, что эти виды вносятся в равных пропорциях, и применять средний коэффициент равный 0,125. Неопределенность составляет – 50% на основании приближений, предполагающих, что выбросы могут составить меньше половины максимального значения, равного текущему значению.

Этап 3: Умножить общие количества известняка и доломита на их соответствующие коэффициенты выбросов и сложить эти два значения для получения суммарных выбросов $\text{CO}_2\text{-C}$.

Умножить на 44/12 для преобразования выбросов $\text{CO}_2\text{-C}$ в CO_2 .

Уровень 2

При использовании уровня 2 также используются уравнение 5.1 и процедурные этапы, которые предлагались для подхода уровня 1, но дополнительно включаются данные по отдельным районам для получения коэффициентов выбросов (EF).

В целом выбросы CO_2 в результате известкования ожидаются меньшими, чем при использовании подхода уровня 1, который предполагает, что весь углерод внесенной извести высвобождается в виде CO_2 в год внесения. Меньшее количество выбросов при подходе уровня 2 по сравнению с уровнем 1 связано с тем, что количество высвобождаемого после известкования CO_2 зависит от влияния конкретных условий местности и переноса растворенного неорганического углерода по рекам и озерам к океану. Коэффициенты выбросов уровня 2 могут использоваться для лучшей оценки выбросов.

5.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ

Уровень 1

Коэффициент выбросов (EF) по умолчанию равен 0,12 для известняка и 0,13 для доломита. Может быть также использован средний коэффициент 0,125.

Уровень 2

Вывод коэффициентов выбросов с использованием данных по отдельным районам может потребовать дифференциации источников с различным составом извести; различные карбонатно-известковые вещества (известняк, а также другие источники, такие как отложения мергеля и ракушечника) могут варьироваться по содержанию в них углерода и общей чистоте. Каждому веществу будет соответствовать свой отдельный коэффициент выбросов, основанный на содержании углерода.

Коэффициенты выбросов по конкретному региону могут также учитывать долю карбонатного углерода, которая в результате известкования высвобождается в атмосферу в виде CO_2 . Растворенный в почве неорганический углерод может образовывать вторичные минералы и осаждаться с Ca или Mg, которые были добавлены при известковании. Кроме того, растворенный неорганический углерод (бикарбонат) может переноситься с Ca и Mg через почву к глубоко залегающим подземным водам, к озерам и, в конечном итоге, к океану. В обоих случаях результирующие выбросы CO_2 в атмосферу меньше исходного количества углерода, добавленного в составе извести. При наличии

данных и понимании процесса преобразования неорганического углерода помимо наличия информации о переносе с водой Ca, Mg и неорганического углерода могут быть выведены коэффициенты выбросов по конкретному региону.

Эффективная практика заключается в документировании источника информации и метода, используемого для получения значений по конкретному региону, в процессе подготовки отчетности.

5.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для определения ежегодно вносимых в почву количеств известковых материалов (М) в оптимальном случае должна быть доступна региональная статистика Росстата по использованию этих веществ. Эти данные позволяют сделать самые непосредственные выводы о внесенных в почву количествах, однако не подразделены на виды. Поэтому в качестве альтернативы могут использоваться данные о годовых продажах карбонатной извести и отдельно доломита в регионе, для того чтобы можно было сделать выводы о вносимых в почву количествах, допуская при этом, что вся известь и весь доломит, продаваемые крестьянам, фермерам, лесоводам и т.д. применяется в том же году.

В дополнение необходимо получить информацию о чистоте известковых материалов, а также местных особенностях и гидрологических характеристиках для оценки части карбонатного углерода в составе вносимых в почву известковых материалов, которая высвобождается в атмосферу.

Так, в Российской Федерации в известковых материалах содержится в среднем около 30% примесей и влаги. Поэтому предварительно необходимо рассчитать объемы внесения чистой известняковой и доломитовой муки (70%). Затем к полученному объему внесения чистых известьсодержащих карбонатов следует применять коэффициент по умолчанию (для уровня 1) или уточненный коэффициент выбросов (в случае применения подхода 2).

Глава 6 БАЛАНС ПОЧВЕННОГО УГЛЕРОДА ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

В данном разделе рассматриваются пахотные земли, к которым относятся: посевные земли под культурными растениями, пар и площади многолетних насаждений.

Эксплуатация обрабатываемых земель изменяет запасы почвенного углерода в различной степени в зависимости от того как влияют конкретные характеристики использования на поступление углерода в почвенные системы и отдачу из них. Основные характеристики, влияющие на запасы почвенного углерода обрабатываемых земель, определяются типом управления растительными остатками, методами обработки почвы, методикой внесения удобрений (как минеральных, так и органических), выбором сельскохозяйственной культур и интенсивностью земледелия (например, длительное возделывание против чередований культур с периодами чистого пара).

6.1 ВЫБОР МЕТОДА

Региональные инвентаризации могут разрабатываться с использованием подхода уровня 1 или 2; при этом последующий уровень требует более подробных данных и больше ресурсов, чем предыдущий уровень. Возможно также, что регионами будут использованы различные уровни при подготовке оценок для отдельных подкатегорий почвенного углерода.

Расчет ежегодного изменения запасов почвенного углерода пахотных земель разумно проводить на основе балансовой оценки соединений углерода, поступающих в почвы и выносимых из них. Общее уравнение можно представить в виде уравнения 6.1:

УРАВНЕНИЕ 6.1

ОБЩИЙ БАЛАНС ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА В ПОЧВЕ

$$\text{Баланс}_{(T)} = \text{Поступление}_{(T)} - \text{Потери}_{(T)}$$

где:

Баланс_(T) – результирующая оценка изменения количества углерода в пашнях в год T, тонн C;

Поступление_(T) – количество поступившего углерода в почву пашен из различных источников в год T, тонн C;

Потери_(T) – количество вынесенного углерода в год T, тонн C;

T – год учета.

Внесение органических и минеральных углеродсодержащих удобрений, известкование почв и остатки надземной и подземной биомассы культурных растений, следует рассматривать как статьи прихода (поступления) углерода в почву. Механические потери углерода почв с эрозией и дефляцией, а также при дыхании почв являются процессами потери (выноса) углерода из почв пашен.

Поступление углерода в почвы, $Поступление_{(T)}$: Поступление углерода в почвы обрабатываемых почв должно учитывать все источники углерода, увеличивающие его запас в почвах. Сюда относятся различные виды органических и минеральных углеродсодержащих удобрений, известкование почв и остатки надземной и подземной биомассы выращиваемых культурных растений согласно уравнению 6.2:

УРАВНЕНИЕ 6.2
ОБЩЕЕ ПОСТУПЛЕНИЕ УГЛЕРОДА В ПОЧВУ ПАШЕН

$$Поступление_{(T)} = Орг.Уд_{(T)} + U_{M(T)} + Изв._{(T)} + Раст. Ост._{(T)}$$

где:

$Поступление_{(T)}$ – поступление углерода в почву в год Т, тонн С;

$Орг.Уд_{(T)}$ – поступление углерода с органическими удобрениями в год Т, тонн С;

$U_{M(T)}$ – поступление углерода с минеральными углеродсодержащими удобрениями, тонн С;

$Изв._{(T)}$ – поступление углерода в почву с известью в год Т, тонн С;

$Раст. Ост._{(T)}$ – поступление углерода с растительными остатками в год Т, тонн С;

Т – год учета.

Органические удобрения, $Орг.Уд_{(T)}$: Органические удобрения – удобрения, содержащие элементы питания растений преимущественно в форме органических соединений. К ним относят различные виды навоза, компоста, торфа; солома; сидераты; ил (сапропель); комплексные органические удобрения; промышленные и хозяйственные отходы и пр.

Следует учитывать, что согласно санитарным нормам, большинство органических удобрений, в частности навоз и помет, требуют хранения перед их внесением в пахотные почвы для дезинфекции. С этой целью навоз и помет должен храниться в среднем 6 месяцев, в течение которых происходят потери органического углерода и азота (см. главу 2 настоящего руководства). Поэтому данные по содержанию углерода в свежем веществе разных видов навоза и помета должны быть пересчитаны с учетом его средних потерь за время хранения.

Также необходимо учитывать то, что статистические данные по внесению органических удобрений в почвы приводятся в физическом весе. Соответственно, процентное содержание углерода должно быть переведено на сырой вес органических удобрений.

Процентное содержание углерода органических удобрений, подготовленных к внесению, составляет от 4% С в бесподстилочном навозе до 25% С в торфах (табл. 6.1). Средняя величина содержания углерода в органических удобрениях составляет 18,24% С.

Таблица 6.1 - Содержание углерода в сыром веществе разных видов органических удобрений, подготовленных к внесению в почвы

Вид органического удобрения	Среднее содержание углерода, % сырого вещества
Навоз	8,07
подстилочный	12,07
бесподстилочный	4,08
Торф	23,56
Помет	19,11
Солома, сидераты и др.	22,23
Среднее	18,24

Минеральные удобрения, $U_{M(T)}$: Оценка поступления углерода с минеральными углеродсодержащими удобрениями осуществляется на основе статистической информации по количеству внесенных азотных, фосфорных и калийных удобрений в сельском хозяйстве региона.

Согласно справочным данным, из двенадцати простых азотных удобрений, применяемых в России, четыре содержат углерод: нейтрализованная аммиачная селитра, сульфат аммония и мочевина, чистая мочевина и цианамид кальция. Из восьми видов фосфорных удобрений углерод встречается только в составе фосфоритной муки, а из девяти калийных – в составе поташа.

Статистика по внесению минеральных удобрений в почвы приводится в пересчете на действующие вещества, поэтому коэффициенты по содержанию углерода в разных видах удобрений должны быть рассчитаны к соответствующим действующим веществам. При этом необходимо учитывать соотношение углерода и прочих химических элементов в составе всех удобрений (содержащих и не содержащих углерод) каждого вида (азотных, фосфорных и калийных) в зависимости от региональной специфики использования. Коэффициенты по содержанию углерода в разных видах минеральных удобрений по умолчанию приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Коэффициенты по содержанию углерода в разных видах минеральных удобрений

Вид удобрений	Среднее содержание действующего вещества, %	Среднее содержание углерода, %	Пересчетный коэффициент (углерод/ действ. вещество)
азотные	29,22	3,66	0,13
фосфорные	24,81	0,37	0,015
калийные	31,17	0,53	0,017

В итоговом виде уравнение для расчета поступления углерода с минеральными удобрениями выглядит следующим образом (Уравнение 6.3).

УРАВНЕНИЕ 6.3

ПОСТУПЛЕНИЕ УГЛЕРОДА В ПОЧВУ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ С МИНЕРАЛЬНЫМИ
УДОБРЕНИЯМИ

$$U_{M(T)} = U_{M(T)N} \cdot F_N + U_{M(T)P} \cdot F_P + U_{M(T)K} \cdot F_K$$

где:

$U_{M(T)}$ – общее поступление углерода в почвы с минеральными удобрениями в год T , тонн С;

$U_{M(T)N}$, $U_{M(T)P}$ или $U_{M(T)K}$ – количество внесенных азотных, фосфорных или калийных удобрений соответственно в год T , тонн действ. в-ва;

F_N , F_P или F_K – пересчетный коэффициент (углерод/действ. вещество) для каждого типа удобрений соответственно;

T – год проведения инвентаризации.

Известковые материалы, Изв._(T): Оценка поступления углерода в почвы пашен с известковыми материалами производится аналогично оценке поступления углерода с минеральными удобрениями. Методика оценки углерода в известковых материалах также приведена в главе 5 настоящего руководства.

Согласно статистическим данным Росстата, подавляющее большинство из вносимых известковых материалов составляют известняковая и доломитовая мука, содержание углерода в которых в среднем равно 12,5%. При этом в известковых материалах содержится в среднем около 30% примесей и влаги. Поэтому предварительно необходимо рассчитать объемы внесения чистой известняковой и доломитовой муки (70%). Затем к полученному объему внесения чистых известьсодержащих карбонатов следует применить коэффициент по содержанию углерода.

Растительные остатки, Раст. Ост._(T): Оценка количества углерода, поступающего в пахотные почвы с остатками культурных растений, включает ежегодный расчет углерода надземных (пожнивных) остатков и корней культурных растений, которые остаются на полях после уборки урожая.

Как и для расчетов поступления азота с пожнивными и корневыми остатками растений (см. главу 2 настоящего руководства), необходимо использовать регрессионные уравнения для оценки количества биомассы остатков растений на основе данных урожайности основной продукции. В общем виде расчет углерода в пожнивных и корневых остатках осуществляется по уравнению 2.6. Соответствующие коэффициенты приведены в таблице 2.2. Вместо коэффициентов по содержанию азота (N_{iAb} и N_{iUn}) Следует использовать значения по содержанию углерода (C_i) в растительных остатках разных культур (см. табл. 2.2)

Для тех культурных растений, по которым не разработано видоспецифичных уравнений регрессии и коэффициентов (табл. 2.2), должны быть использованы параметры наиболее биологически сходных видов. Так, растительные остатки риса и сорго могут быть рассчитаны по просу, масличных культур (рапса, горчицы, сои и прочих масличных) – по гороху, остатки бахчевых рассчитаны по овощным культурам, а прочих технических культур – по конопле. Растительные остатки тритикале (гибрид пшеницы и ржи) могут быть рассчитаны по уравнениям для озимой пшеницы.

Углерод поверхностных и корневых остатков всех культур суммируются за каждый год. Полученная величина используется для расчета общего поступления углерода в пахотные почвы с растительными остатками.

Потери углерода почвами, Потери_(Т): Потери углерода почвами происходят в результате двух процессов: дыхания почв и механической потери органического вещества через эрозию и дефляцию. В общем виде этот процесс можно представить в виде уравнения 6.4.

УРАВНЕНИЕ 6.4
ПОТЕРИ УГЛЕРОДА ПОЧВАМИ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

$$\text{Потери}_{(T)} = M_{(T)} + R_{(T)}$$

где:

Потери_(Т) – потери углерода с обрабатываемых земель в год Т, тонн С;

М_(Т) – механические потери углерода в год Т, тонн С;

Р_(Т) – потери углерода в результате микробного дыхания почв в год Т, тонн С;

Т – год проведения инвентаризации.

Механические потери углерода, М_(Т): На территории Российской Федерации механический вынос органического вещества происходит как при участии водной, так и ветровой эрозии. Для нужд инвентаризации представляется возможным учет только выноса углерода при участии водной эрозии, т.к. этот тип эрозии регулярен и его можно выявить через массу органического вещества, вынесенного реками за единицу времени.

В общем виде поверхностный смыв углерода с обрабатываемых земель представлен в уравнении 6.5:

УРАВНЕНИЕ 6.4
МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ УГЛЕРОДА ПОЧВАМИ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

$$M_{(T)} = \sum_i P_{M(T)i} \cdot S_{\text{Вод.}(T)i} \cdot 1000$$

где:

М_(Т) – потери углерода с обрабатываемых земель в результате механического выноса в год Т, тонн С;

Р_{М(Т)і} – количество вынесенного углерода в год Т с одного га обрабатываемых земель, кг С/га;

С_{Вод(Т)і} – площадь водосбора в пределах региона, га;

1000 – коэффициент перевода кг в тонны;

і – бассейн крупной реки;

Т – год проведения инвентаризации.

Для проведения оценки механических потерь углерода обрабатываемыми землями необходимо суммировать механические потери с водосборов бассейнов всех крупных рек, находящихся на территории региона. В таблице 6.3 приведены среднемноголетние значения смыва углерода с одного га площади водосбора крупных рек на территории Российской Федерации.

Таблица 6.3 - Средние многолетние значения смыва углерода с одного га площади водосбора по данным 1991-2010 гг.

Река	Общая площадь водосбора, тыс.км ²	Среднемноголетнее значение смыва углерода, кг С/га $P_{M(T)i}$
Кола	3,8	25,91
Онега	55,7	46,40
Сев. Двина	348,0	40,69
Мезень	56,4	40,91
Печора	312,0	45,00
Обь	2430,0	16,07
Таз	100,0	37,37
Енисей	2440,0	20,58
Анабар	78,8	21,73
Оленек	198,0	18,13
Лена	2430,0	14,73
Индигирка	322,0	11,67
Колыма	635,0	9,01
Камчатка	45,6	16,12
Пенжина	71,6	6,03
Гижига	11,7	21,10
Тауй	25,1	24,18
Амур	1790,0	14,80
Тынь	7,7	27,04
Поронай	6,1	71,18
Нева	281,0	23,08
Луга	12,3	37,89
Преголя	13,6	23,82
Днепр	14,1	18,87
Дон	420,0	6,56
Сев. Донец	80,9	6,32
Кубань	49,0	25,88
Сочи	0,3	45,08
Терек	37,4	16,34
Кума	20,0	3,58
Волга	1360,0	16,99
Урал	82,3	3,65
Верхняя Ангара	20,6	14,97
Баргузин	19,8	11,00
Селенга	445,0	3,81

Дыхание почв, $R_{(T)}$: Дыхание почв складывается из следующих потоков: дыхание корней и дыхание почвенной микрофлоры. Последнее происходит в результате разложения почвенного органического вещества. Так как дыхание корней уже учитывается при рассмотрении биомассы культурных растений (чистая первичная продукция), необходимо оценить потери углерода в форме CO_2 при разложении почвенного органического вещества.

Расчет количества углерода, потерянного почвами в результате микробного дыхания, рассчитывается в несколько этапов:

Этап 1: Производится расчет количества потерянного углерода каждым типом обрабатываемых земель отдельно согласно уравнениям 6.6 – 6.8.

УРАВНЕНИЕ 6.6

ЭМИССИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ОТ ПАШЕН В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО СЕЗОНА

$$R_{CO2Паш.(T)} = (S_{Паш.(T)} + F_{CO2Паш.} + Veg) / 100$$

УРАВНЕНИЕ 6.7

ЭМИССИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ОТ ПАРА В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО СЕЗОНА

$$R_{CO2Пар(T)} = (S_{Пар(T)} + F_{CO2Пар} + Veg) / 100$$

УРАВНЕНИЕ 6.8

ЭМИССИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ОТ МНОГОЛЕТНИХ КУЛЬТУР В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО СЕЗОНА

$$R_{CO2Мл(T)} = (S_{Мл(T)} + F_{CO2Мл.} + Veg) / 100$$

где:

$R_{CO2Паш.(T)}$, $R_{CO2Пар(T)}$ или $R_{CO2Мл(T)}$ – количество эмитированного углекислого газа за вегетационный период от пашен, паров или многолетних культур соответственно в год T, тонн CO₂;

$S_{Паш.(T)}$, $S_{Пар(T)}$ или $S_{Мл(T)}$ – площадь пашен, паров или многолетних культур соответственно в год T, га;

$F_{CO2Паш.}$, $F_{CO2Пар}$ или $F_{CO2Мл.}$ – фактор эмиссии углекислого газа от пашен, паров или многолетних культур соответственно, мг CO₂·м⁻²·час⁻¹;

Veg – продолжительность вегетационного периода, час;

T – год проведения инвентаризации.

Значения факторов эмиссии углекислого газа из почв приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 - Факторы эмиссии (F_{CO2}) от разных типов почв и экосистем обрабатываемых земель.

Почва	Тип	Эмиссия CO ₂ , мг CO ₂ ·м ⁻² ·час ⁻¹	
		до 1990 вкл.	после 1994-1995 гг.
Среднее по агроземам	Пашня	430	239
Среднее по черноземам	Пашня	402	223
Среднее по дерново-подзолистым почвам	Пашня	340	189
Среднее по другим типам почв	Пашня	256	142
Среднее по всем типам почв	Пашня	368	204
Среднее для пара	Пар	207	115
Среднее по всем типам почв	Многолетние культуры	264	172

Учитывая, что после 1994-1995 гг. в связи со значительным сокращением внесения органических удобрений, численность и многообразие микрофлоры в пахотных почвах уменьшились, микробное дыхание почв также сильно сократилось. Поэтому, при расчете общего почвенного дыхания на территории обрабатываемых почв следует выбирать коэффициенты в зависимости от года, для которого выполняется инвентаризация, в соответствии с данными таблицы 6.4. Для периода с 1990 по 1993 гг. коэффициенты

дыхания почв необходимо получить линейной интерполяцией между этими значениями и величинами, приведенными в таблице 6.4.

Этап 2. Следует также учитывать, что использованные коэффициенты дыхания почв включают в себя и дыхание корней. Во избежание двойного учета корневого дыхания принимается, что вклад корней в общее почвенное дыхание в агроценозах равен 40%. Также на данном этапе целесообразно перейти от углекислого газа к углероду. Расчет производится согласно уравнению 6.9.

УРАВНЕНИЕ 6.9

ПОТЕРИ УГЛЕРОДА ОТ ВСЕХ ТИПОВ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ МИКРОБНОГО ДЫХАНИЯ

$$R_{Mveg(T)} = (R_{CO2Паш.(T)} + R_{CO2Пар(T)} + R_{CO2Мл(T)}) \cdot 6/10 \cdot 12/44$$

где:

$R_{Mveg(T)}$ – количество потерянного за вегетационный сезон углерода почв в результате микробного дыхания, тонн С;

$R_{CO2Паш.(T)}$, $R_{CO2Пар(T)}$ или $R_{CO2Мл(T)}$ – количество эмитированного углекислого газа за вегетационный период от пашен, паров или многолетних культур соответственно в год Т, тонн CO_2 ;

6/10 – коэффициент перевода от общего дыхания почв только к микробному дыханию;

12/44 – коэффициент перевода углекислого газа в углерод;

Т – год проведения инвентаризации.

Этап 3. Для корректной оценки годовых потерь углерода на территории возделываемых земель необходимо также рассчитать величину дыхания почв вне вегетационного периода. В среднем на территории нашей страны поток углекислого газа при дыхании пахотных почв в течение холодного периода года (ноябрь-апрель) составляет 30% от годового. Расчет производится согласно уравнению 6.10.

УРАВНЕНИЕ 6.10

ПОТЕРИ УГЛЕРОДА ОБРАБАТЫВАЕМЫМИ ЗЕМЛЯМИ В РЕЗУЛЬТАТЕ МИКРОБНОГО ДЫХАНИЯ ПОЧВ

$$R_{(T)} = R_{Mveg(T)} + R_{Mveg(T)} \cdot 30/70$$

где:

$R_{(T)}$ – потери углерода в результате микробного дыхания почв в год Т, тонн С;

$R_{Mveg(T)}$ – количество потерянного за вегетационный сезон углерода почв в результате микробного дыхания, тонн С;

30/70 – коэффициент учета количества углерода, потерянного при микробном дыхании за зимний период;

Т – год проведения инвентаризации.

6.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ИЗМЕНЕНИЙ ЗАПАСОВ И ВЫБРОСОВ

Уровень 1

Предполагается, что на уровне 1 происходит общий расчет оценки выбросов углекислого газа от почв обрабатываемых земель. Поэтому на этом уровне применяются

средние федеральные коэффициенты по категориям, приведенные в тексте при описании методики.

Уровень 2

Подход уровня 2 предполагает оценку коэффициентов изменений запасов по конкретным регионам. *Эффективная практика* заключается в получении региональных коэффициентов в зависимости от типов климата и почв, присущих региону; в получении региональных коэффициентов содержания углерода в органических, минеральных удобрениях и известковых материалах; в получении региональных значений факторов поверхностного смыва и дыхания почв. При подходе уровня 2 эталонные запасы углерода различных типов почв могут быть также получены на основании данных по конкретному региону.

При выборе коэффициентов для расчетов на уровне 2 важно ознакомиться с имеющимися результатами исследований, проведенных непосредственно в регионе проведения инвентаризации.

6.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Уровень 1

При работе с методом уровня 1 источником данных для оценки баланса углерода обрабатываемых земель является федеральная статистика и справочные материалы Росстата.

Уровень 2

Для подхода уровня 2 источником данных, для расчета объемов внесенных органических, минеральных удобрений и известковых материалов могут служить региональные статистические данные, собираемые региональными статистическими органами, данные крупных региональных сельхозпроизводителей или поставщиков удобрений. При этом надо внимательно отслеживать поступление тех или иных материалов на территорию региона и вывоз с нее.

Исходные данные по урожайности, валовому сбору и посевным площадям культурных растений могут быть взяты из региональных статистических данных, собираемых региональными статистическими органами Росстата и данных крупных сельхозпроизводителей.

При проведении оценки объема поверхностного смыва на уровне 2 источником данных по объемам вынесенного органического вещества с разбивкой по годам могут быть как региональные органы Росгидромета, так и Гидрохимический институт Росгидромета, занимающийся обработкой подобной информацией в масштабах страны. Данные по выносу органического вещества с водоразделов крупных рек с разбивкой по годам можно также взять из ежегодных национальных кадастров (Российская, 2006-.....).

При проведении всех расчетов по оценке баланса углерода обрабатываемых земель необходимо обратить особое внимание на размерность входных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Межправительственная группа экспертов по изменению климата, 2006. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 2006г. Подготовлены Программой МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. Под ред. С. Игглестона, Л.Буэндия, К.Мива, Т.Нгара и К.Танабе. Т.1-5. ИГЕС, Япония. (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html>).
2. Российская Федерация, 2006-... Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом. – М., 2006 – ... (http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8108.php)
3. IPCC 2014. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland. (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/index.html>)

ПРИЛОЖЕНИЕ. РАБОЧИЕ ФОРМУЛЯРЫ

Сектор	Сельское хозяйство				
Категория	Выбросы метана от внутренней ферментации и систем сбора и хранения навоза/помета				
Код категории	3А и 3Ва				
Лист	1 из 1				
Виды/категории скота и птицы	Численность	Коэффициент выбросов при внутренней ферментации	Выбросы CH ₄ от внутренней ферментации	Коэффициент выбросов от систем сбора и хранения навоза/помета	Выбросы CH ₄ от систем сбора и хранения навоза/помета
	(голов)	(кг голову ⁻¹ год ⁻¹)	(Гг CH ₄ год ⁻¹)	(кг голову ⁻¹ год ⁻¹)	(Гг CH ₄ год ⁻¹)
			CH ₄ Энтер = N(T) * EF(T) * 10		CH ₄ Навоз = N(T) * EF(T) * 10
T	N(T)	EF(T)	CH ₄ Энтер	EF(T)	CH ₄ Навоз
Коровы					
Остальное поголовье КРС					
Овцы					
Козы					
Верблюды					
Лошади					
Мулы и ослы					
Свиньи					
Птица					
Прочие ¹					
Всего					
¹ Укажите дополнительные категории животных, используя дополнительные строки (напр., ламы, альпаки, олени, кролики, пушные звери и др.)					

Сектор Сельское хозяйство									
Категория Системы сбора и хранения навоза/помета: прямые выбросы N ₂ O от систем сбора и хранения									
Код категории 3Bb1									
Лист 1 из 1									
Системы сбора и хранения навоза/помета		Численность	Темпы выделения N по умолчанию	Типовая масса животных данной категории	Годовое выделение N на 1 голову данного вида/ категории животных и птицы ³	Доля общего годового выделения азота данного вида/категории животных и птицы, которая обрабатывается в каждой системе сбора и хранения	Общее количество азота навоза/помета, которое обрабатывается в данной системе сбора и хранения ⁴	Коэффициент прямых выбросов N ₂ O-N От систем сбора и хранения навоза и помета	Годовые прямые выбросы N ₂ O от систем сбора и хранения навоза и помета
(MMS) ¹	Виды/категории скота и птицы	(голов)	[кг N (1000 кг голову ⁻¹ день ⁻¹)]	(кг)	(кг N голову ⁻¹ год ⁻¹)	(-)	(кг N год ⁻¹)	[кг N ₂ O-N (кг N в MMS) ⁻¹]	кг N ₂ O год ⁻¹
					$N_{ex}(T) = N_{rate}(T) * TAM * 10^{-3} * 365$		$NE_{MMS} = N(T) * N_{ex}(T) * MS(T,s)$		$N_2O(mm) = NE_{MMS} * EF3(S) * 44/28$
S	T	Mm	Nrate(T)	TAM	Nex(T)	MS(T,S)	NE _{MMS}	EF3(S)	N ₂ OD(mm)
	Коровы								
	Остальное поголовье КРС								
	Овцы								
	Козы								
	Верблюды								
	Лошади								
	Мулы и ослы								
	Свиньи								
	Птица								
	Прочие ²								
Total									
¹ Расчеты должны быть сделаны для каждой системы сбора и хранения навоза/помета, в которых должны быть рассмотрены соответствующие виды/категории животных и птицы. Данная таблица представляет пример расчета для одной системы сбора и хранения. Для учета всех систем данная таблица должна быть удлинена на соответствующее количество строк. ² Укажите дополнительные категории животных, используя дополнительные строки (напр., ламы, альпаки, лени, кролики, пушные звери и др.) ³ Уточненные региональные значения предпочтительны. Если таких данных нет, значения по умолчанию могут быть использованы для N _{rate} (T) и TAM. ⁴ Данное значение будет использовано в качестве исходных данных в таблице «Косвенные выбросы N ₂ O от систем сбора и хранения» (см. категорию 3C6).									

Сектор		Сельское хозяйство				
Категория		Косвенные выбросы N ₂ O от систем сбора и хранения навоза/помета ¹				
Код категории		3Bb2				
Лист		1 из 2				
Система сбора и хранения навоза и помета (MMS) ¹	Виды/категории животных и птицы ²	Общее количество выделенного азота в данной системе сбора и хранения ³	Доля азота в обработанном навозе, которая улетучивается в данной системе сбора и хранения навоза и помета	Количество азота навоза, которое теряется в результате улетучивания NH ₃ и NO _x	Коэффициент выбросов N ₂ O От атмосферных выпадений соединений азота на поверхность почвы и воды	Косвенные выбросы N ₂ O от улетучивания из систем сбора и хранения навоза/помета
		кг N год ⁻¹	(-)	кг N год ⁻¹	[кг N ₂ O-N (кг улетучившихся NH ₃ -N + NO _x -N) ⁻¹]	кг N ₂ O год ⁻¹
				N улетучивание -MMS = NE _{MMS} * Frac(газ-MS)		N ₂ OG(mm) = Нулетучивание - MMS * EF4 * 44/28
S	T	NE _{MMS}	Frac(газ-MS)	Нулетучивание - MMS		N ₂ OG(mm)
	Коровы					
	Остальное поголовье КРС					
	Овцы					
	Козы					
	Верблюды					
	Лошади					
	Мулы и ослы					
	Свиньи					
	Птица					
	Прочие ²					
Всего						
¹ Расчеты должны быть сделаны для каждой системы сбора и хранения навоза/помета, в которых должны быть рассмотрены соответствующие виды/категории животных и птицы. Данная таблица представляет пример расчета для одной системы сбора и хранения. Для учета всех систем данная таблица должна быть удлинена на соответствующее количество строк. ² Укажите дополнительные категории животных, используя дополнительные строки (напр., ламы, альпаки, олени, кролики, пушные звери и др.) ³ См. лист «Системы сбора и хранения навоза/помета: прямые выбросы N ₂ O от систем сбора и хранения» (3A2), значение для общего количества азота навоза/помета, которое обрабатывается в данной системе сбора и хранения (NE _{MMS}).						

Сектор		Сельское хозяйство					
Категория		Косвенные выбросы N ₂ O от систем сбора и хранения навоза/помета ¹					
Код категории		3Bb2					
Лист		2 из 2					
Система сбора и хранения навоза/помета (MMS) ²	Виды/категории животных и птицы ³	Общее количество выделенного азота в данной системе сбора и хранения	Доля потерь азота обрабатываемого навоза в результате стока и вымывания в данной системе сбора и хранения	Численность животных /птицы	Доля суммарного годового выделения азота для каждого вида/категории скота, которая обрабатывается в рамках данной системы сбора и хранения навоза и помета	Количество азота, поступающего из подстилки	Количество азота в обработанном навозе, который вносится в обрабатываемые почвы или используется в качестве корма, топлива или в строительстве
		(кг N год ⁻¹)	(процент)	(голов)	(-)	(кг N голову ⁻¹ год ⁻¹)	(кг N год ⁻¹)
						(Если применимо к данной MMS – см. текст уравнения 1.18)	$NMMS_Avb = NEMMS * (1 - \frac{FracПотериMs}{10^{-2}}) + N(T) * MS(T,S) * N_{подстилкаMS}$
S	T	NEMMS	Frac(ПотериMS)	N(T)	MS(T,s)	N _{подстилкаMS}	NMMS_Avb
	Коровы						
	Остальное поголовье КРС						
	Овцы						
	Козы						
	Верблюды						
	Лошади						
	Мулы и ослы						
	Свиньи						
	Птица						
	Прочие ³						
Всего							

Количество азота, которое вносится в обрабатываемые почвы или используется для других целей, которое оценивается в данном листе, должно быть использовано для расчетов и отчетности по выбросам N₂O от обрабатываемых почв (см. Главу 2).

² Расчеты должны быть сделаны для каждой системы сбора и хранения навоза/помета, в которых должны быть рассмотрены соответствующие виды/категории животных и птицы. Данная таблица представляет пример расчета для одной системы сбора и хранения. Для учета всех систем данная таблица должна быть удлинена на соответствующее количество строк.

³ Укажите дополнительные категории животных, используя дополнительные строки (напр., ламы, альпаки, олени, кролики, пушные звери и др.)

Сектор		Сельское хозяйство							
Категория		Выращивание риса: годовые выбросы CH ₄ от рисоводства							
Код категории		ЗС							
Лист		1 из 2							
Экосистема риса	Подкатегории для отчетного года ¹	Площадь уборки	Период культивации риса	Базовый коэффициент выбросов для постоянно затопленных полей без внесения органических добавок	Коэффициент масштабирования для водных режимов в течение периода культивации	Коэффициент масштабирования для водных режимов перед периодом культивации риса	Норма внесения органического удобрения в сыром весе	Коэффициент перевода для органического удобрения	Коэффициент масштабирования, для типа и количества внесенного органического удобрения
		(га год ⁻¹)	(сутки)	кг CH ₄ га ⁻¹ сут. ⁻¹	(-)	(-)	(тонн га ⁻¹)	(-)	(-)
									SFo = (1+ROAi * CFOAi) ^{0.59}
		A	t	EFc	SFw	SFp	ROAi	CFOAi	SFo
Орошаемый									
	Итого								
Суходольный и с высоким уровнем воды									
	Итого								
Горный									
	Итого								
Всего									
¹ Экосистемы риса могут отличаться в зависимости от водного режима, типа и количества органических добавок и других условий, от которых зависит величина выброса CH ₄ .									

Сектор		Сельское хозяйство		
Категория		Выращивание риса: годовые выбросы CH ₄ от рисоводства		
Код категории		3С		
Лист		2 из 2		
Экосистема риса	Подкатегории для отчетного года ¹	Коэффициент масштабирования для типа почвы, сортов риса и др., при наличии данных	Скорректированный суточный коэффициент выбросов для конкретной площади уборки урожая	Годовые выбросы CH ₄ в результате выращивания риса
		(-)	(кг CH ₄ га ⁻¹ сут. ⁻¹)	Гг CH ₄ год ⁻¹
			EFi = EFc * SFw * SFp * Sfo * SFs,r	CH ₄ Рис = A * t * EFi * 10 ⁻⁶
		SFs,r	EFi	CH ₄ Рис
Орошаемый				
	Итого			
Суходольный и с высоким уровнем воды				
	Итого			
Горный				
	Итого			
Всего				
¹ Экосистемы риса могут отличаться в зависимости от водного режима, типа и количества органических добавок и других условий, от которых зависит величина выброса CH ₄ . Подразделение годовой площади уборки риса должно быть сделано, по крайней мере, по трем основным водным режимам, включая орошаемый рис, суходольный и горный. В каждой из этих подкатегорий может быть выполнено дальнейшее подразделение по типам органических добавок.				

Сектор		Сельское хозяйство			
Категория		Прямые выбросы N ₂ O от обрабатываемых земель			
Код категории		3Da			
Лист		1 из 2			
Антропогенное внесение N		Общее количество внесенного N		Коэффициент выбросов N ₂ O при внесении азота	Годовые прямые выбросы N ₂ O-N от обрабатываемых почв
		(кг N год ⁻¹)		[кг N ₂ O-N (кг внесенного или минерализованного N) ⁻¹]	(кг N ₂ O-N год ⁻¹)
		F		EF	N ₂ O-NN поступ. = F * EF
					N ₂ O-NN поступ.
Антропогенное внесение N для оценки прямых выбросов N ₂ O-N от обрабатываемых почв	Минеральные удобрения	F _{SN} : N в минеральных удобрениях			
	Навоз из систем сбора и хранения, компост, другие органические удобрения	F _{ON} : N в навозе из систем сбора и хранения, компосте и других органических удобрениях			
	Растительные остатки	F _{CR} : N в растительных остатках			
	Изменения землепользования или практики управления почвами	FSOM: N в минеральных почвах, который минерализуется при потерях C из почвенного органического вещества в результате изменений землепользования и управления			
Антропогенное внесение N для оценки прямых выбросов N ₂ O-N от затопляемых рисовых полей	Минеральные удобрения	F _{SN} : N в минеральных удобрениях		EF _{1FR}	
	Навоз из систем сбора и хранения, компост, другие органические удобрения	F _{ON} : N в навозе из систем сбора и хранения, компосте и других органических удобрениях			
	Растительные остатки	F _{CR} : N в растительных остатках			
	Изменения землепользования или практики управления почвами	FSOM: N в минеральных почвах, который минерализуется при потерях C из почвенного органического вещества в результате изменений землепользования и управления			
Всего					

Сектор		Сельское хозяйство						
Категория		Прямые выбросы N ₂ O от обрабатываемых земель						
Код категории		3Ba						
Лист		2 из 2						
Антропогенное внесение N ^{1,2}		Общая площадь осушенных/ обрабатываемых органогенных почв	Коэффициент выбросов N ₂ O от осушенных/ обрабатываемых органогенных почв	Годовые прямые выбросы N ₂ O-N от обрабатываемых органогенных почв	Общее количество мочи и навоза/помета, оставленное на пастбищах, выпасах и загонах	Коэффициент выбросов N ₂ O от мочи и навоза/помета, оставленных на пастбищах, выпасах и загонах	Годовые прямые выбросы N ₂ O от мочи и навоза/помета, оставленных на пастбищах, выпасах и загонах	Годовые прямые выбросы N ₂ O от мочи и навоза/помета, оставленных на пастбищах, выпасах и загонах
		(га)	(кг N ₂ O-N га ⁻¹ год ⁻¹)	(кг N ₂ O-N год ⁻¹)	(кг N год ⁻¹)	[кг N ₂ O-N (кг внесенного N) ⁻¹]	(кг N ₂ O-N год ⁻¹)	(кг N ₂ O-N год ⁻¹)
				N ₂ O-N ₀ S = F ₀ S *			N ₂ O-N _{PRP} = F _{PRP} * EF _{3PRP}	N ₂ OПрям-N = N ₂ O-NN поступ. + N ₂ O-N ₀ S + N ₂ O-N _{PRP}
		F ₀ S	EF ₂	N ₂ O-N ₀ S	F _{PRP}	EF _{3PRP}	N ₂ O-N _{PRP}	N ₂ OПрям-N
Осушенные/ обрабатываемы е органогенные почвы	C							
	G							
Моча и навоз/помет, оставленные пастбищными животными и птицей	CPP							
	SO							
Всего								

¹ Площади должны быть детализированы по обрабатываемым землям (C) и кормовым угодьям (G).

² Общее количество должно быть распределено между CPP (коровы, КРС, птицы и свиньи) и SO (остальные животные).

Сектор		Сельское хозяйство					
Категория		Косвенные выбросы N₂O от обрабатываемых почв: N₂O от атмосферных выпадений улетучившихся соединений N от обрабатываемых почв					
Код категории		3Db					
Лист		1 из 2					
Антропогенное внесение N	Общее количество минеральных азотных удобрений, внесенных в почвы	Доля минеральных удобрений, которая улетучивается	Общее количество N навоза из систем сбора и хранения, компоста, других органических удобрений, внесенных в почвы	Общее количество N мочи и навоза/помета, оставленное на пастбищах, выпасах и загонах	Доля N внесенных органических удобрений (FON) и мочи и навоза/помета, оставленных на пастбищах, выпасах и загонах (FPRP), которая улетучивается	Коэффициент выбросов N ₂ O от атмосферных выпадений соединений N на поверхность почвы и воды	Общее количество N ₂ O-N, образованное от атмосферных выпадений улетучившихся соединений N от обрабатываемых почв
	(кг N год ⁻¹)	(кг NH ₃ -N + NO _x -N) (кг внесенного N) ⁻¹	(кг N год ⁻¹)	(кг N год ⁻¹)	(кг NH ₃ -N + NO _x -N) (кг внесенного или оставленного N) ⁻¹	(кг N ₂ O-N) (кг улетучившихся NH ₃ -N + NO _x -N) ⁻¹	(кг N ₂ O-N год ⁻¹)
		Table 11.3					$N_{20(ATD)-N} = [(F_{SN} * FracGASF) + (FON + FPRP) * FracGASM] * EF4$
	F _{SN}	FracGASF	FON	FPRP	FracGASM	EF4	N _{20(ATD)-N}
	(a)						
(b)							
(c)							
Всего							

Сектор		Сельское хозяйство						
Категория		Косвенные выбросы N₂O от обрабатываемых почв: N₂O при вымывании и стоке соединений N из обрабатываемых почв						
Код категории		3Db						
Лист		2 из 2						
Антропогенное внесение N	Общее количество минеральных азотных удобрений, внесенных в почвы	Общее количество N навоза из систем сбора и хранения, компоста, других органических удобрений, внесенных в почвы	Общее количество N мочи и навоза/помета, оставленное на пастбищах, выпасах и загонах	Общее количество возвращаемого в почвы N из растительных остатков (надземные и подземные), включая азотфиксирующие растения, и при обновлении/восстановлении кормовых культур, сенокосов и пастбищ	Общее количество азота, минерализованного/иммобилизованного в минеральных почвах в связи с потерей/накоплением почвенного углерода из почвенного органического вещества в результате изменений в землепользовании или управлении обрабатываемых земель	Доля всего добавленного к обрабатываемым почвам или минерализованного в обрабатываемых почвах азота, которая теряется через вымывание и сток	Коэффициент выбросов N ₂ O при вымывании стоке соединений N	Общее количество N ₂ O-N, образованного при вымывании стоке соединений N
	(кгNгод ⁻¹)	(кг N год ⁻¹)	(кг N год ⁻¹)	(кг N год ⁻¹)	(кг N год ⁻¹)	[кг N (кг добавок N) ⁻¹]	[кг N ₂ O-N (кг вымываемого N) ⁻¹]	(кг N ₂ O-N год ⁻¹)
								N ₂ O(L)-N = (F _{SN} + F _{ON} + F _{PRP} + F _{CR} + F _{SOM})* FracLEACH-(H) * EF5
	F _{SN}	F _{ON}	F _{PRP}	F _{CR}	F _{SOM}	FracLEACH-(H)	EF5	N ₂ O(L)-N
(a)								
(b)								
(c)								
Всего								

Сектор		Сельское хозяйство								
Категория		Выбросы при сжигании биомассы на постоянных обрабатываемых землях								
Код категории		ЗЕ								
Лист		1 из 1								
Категория землепользования	Подкатегории для отчетного года ¹	Площадь выжигания	Масса топлива, доступная для сгорания ²	Коэффициент сгорания ³	Коэффициент выбросов для каждого парникового газа		Выбросы CH ₄ при сжигании	Выбросы CO при сжигании	Выбросы N ₂ O при сжигании	Выбросы NO _x при сжигании
		(га)	(тонн га ⁻¹)	(-)	[г GHG (кг сгоревшего сух.в-ва) ⁻¹]		(тонн CH ₄)	(тонн CO)	(тонн N ₂ O)	(тонн NO _x)
							Лпожар-CH ₄ = A * Mв * Cf * Gef * 10 ⁻⁶	Лпожар-CO = A * Mв * Cf * Gef * 10 ⁻⁶	Лпожар-N ₂ O = A * Mв * Cf * Gef * 10 ⁻⁶	Лпожар-NO _x = A * Mв * Cf * Gef * 10 ⁻⁶
		A	Mв	Cf	Gef		Лпожар-CH ₄	Лпожар-CO	Лпожар-N ₂ O	Лпожар-NO _x
CL	(a)				CH ₄					
					CO					
					N ₂ O					
					NO _x					
	(b)				CH ₄					
					CO					
					N ₂ O					
					NO _x					
Всего					CH ₄					
					CO					
					N ₂ O					
					NO _x					
¹ Для каждой подкатегории используйте отдельные строки по каждому из парниковых газов. ² Если данные по Mв и Cf недоступны, то могут быть использованы значения по умолчанию (Mв * Cf). В этом случае, значение Mв берется из таблицы в руководстве, а значение Cf, принимается равным 1.										

Сектор	Сельское хозяйство		
Категория	Известкование: годовые выбросы CO ₂ -С при известковании		
Код категории	3F		
Лист	1 из 1		
Вид известковых материалов	Общее количество известковых материалов	Коэффициент выбросов	Годовые выбросы С при известковании
	(тонн год ⁻¹)	[тонн С (тонн известкового материала) ⁻¹]	(тонн С год ⁻¹)
		По умолчанию 0,12 для извести и 0,13 для доломита	CO ₂ -С Выброс = (МИзвестняк * ЕФИзвестняк ¹ + (МДоломит * ЕФДоломит)
	МИзвестняк МДоломит	ЕФИзвестняк ЕФДоломит	Выбросы CO ₂ -С
Известь (CaCO ₃)			
Доломит (CaMg(CO ₃) ₂)			
Всего			

Сектор		Сельское хозяйство								
Категория		Постоянные обрабатываемые земли: ежегодное изменение запасов углерода в минеральных почвах								
Код категории		4B2a								
Лист		1 из 1								
Категория землепользования	Подкатегории для отчетного года	Площадь в отчетный год	Поступление углерода с минеральными удобрениями	Поступление углерода с органическими удобрениями	Поступление углерода с известкованием	Поступление углерода с растительным и остатками	Изъятие углерода с механическ ими потерями	Потери углерода при дыхании почв	Годовое изменение запасов углерода в минеральных почвах	Баланс углерода обрабатывае мых почв
		(га)	(тонн С га ⁻¹)	(тонн С га ⁻¹)	(тонн С га ⁻¹)	(тонн С га ⁻¹)	(тонн С га ⁻¹)	(тонн С га ⁻¹)	(тонн С га ⁻¹)	тыс. т С
CL	(a)									
	(b)									
	(c)									
Всего										