

Утверждаю
Министр охраны
окружающей среды
Республики Казахстан
от « » 2010 г. №

Система нормативных документов по охране окружающей среды

Руководящий нормативный документ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**ПО РАСЧЕТУ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРУ
ОТ ДОМАШНЕГО СКОТА: ВНУТРЕННЯЯ ФЕРМЕНТАЦИЯ И НАВОЗ**

Исполнитель: РГП «КазНИИЭК» МОС РК

*Заказчик: Министерство охраны окружающей
среды Республики Казахстан*

Астана 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Область применения	4
Нормативные ссылки	Ошибка! Закладка не определена.
Перечень сокращений, символов, единиц	3
1 Общие положения	4
2 Оценка выбросов парниковых газов от внутренней ферментации сельскохозяйственных животных и навоза	5
2.1 Оценка эмиссий CH_4 от внутренней ферментации домашнего скота.....	8
2.2 Дополнительные расчеты коэффициентов выбросов метана от КРС	11
2.3 Расчеты выбросов метана от систем сбора, хранения и утилизации навоза и помета.....	12
2.4 Расчет выбросов закиси азота от систем сбора, хранения и утилизации навоза и помета	13
2.5 Примеры расчета эмиссий метана и закиси азота от домашнего скота и навоза.....	15
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	17

Перечень сокращений, символов, единиц

Сокращения

МГЭИК	- Межправительственная группа экспертов по изменению климата
КРС	- Крупный рогатый скот
МРС	- Мелкий рогатый скот
МООС РК	- Министерство Охраны Окружающей Среды Республики Казахстан
ПГ	- парниковые газы
ПГП	- потенциал глобального потепления
РК	- Республика Казахстан
РКИК ООН	- Рамочная конвенция ООН об изменении климата
ЕЭК ООН	- Европейская экономическая комиссия ООН

Химические символы

CH ₄	- Метан
N ₂ O	- закись азота
CO ₂	- двуокись углерода

Единицы измерения

Гг	- гигаграмм, тыс. тонн
т	- тонна
Т.у.т	- тонна условного топлива
°С	- градус Цельсия
тыс. т	- тысяча тонн
ПДж	- петаджоуль, 10 ¹⁵ Дж
м ³ /га	- метр кубический на гектар

Область применения

Настоящая методика предназначена для расчета выбросов парниковых газов для предприятий животноводческой отрасли. Методика применяется животноводческими комплексами, фермерскими хозяйствами, молочными фермами, свинофермами, птицефермами и другими предприятиями по содержанию и выращиванию домашнего скота и птицы.

Методика применяется предприятиями, осуществляющими производственную деятельность на территории Республики Казахстан.

Методика используется при проведении ежегодной инвентаризации выбросов парниковых газов от предприятий с целью государственного учета и регулирования в сфере эмиссий и поглощения парниковых газов.

1 Общие положения

Одним из основных источников выбросов парниковых газов в атмосферу в сельскохозяйственном секторе является животноводство, в результате которого образуются метан (CH_4) и закись азота (N_2O). Метан поступает в атмосферу в процессе кишечной (энтеральной) ферментации сельскохозяйственных животных. Выбросы метана также образуются от животноводческих систем уборки и хранения навоза в результате его разложения в анаэробных условиях. Кроме того, при хранении и использовании навоза выделяется небольшое количество закиси азота. Расчеты выбросов метана и закиси азота от этих видов деятельности необходимо проводить для отдельных животноводческих предприятий.

Метан производится травоядными жвачными животными в качестве побочного продукта внутренней (энтеральной) ферментации, то есть пищеварительного процесса, в ходе которого микроорганизмы расщепляют углеводы на простые молекулы для их последующего впитывания в кровоток. Количество высвобождаемого при этом метана зависит от вида животного, типа пищеварительного тракта, его возраста и массы тела, а также от качества и количества потребляемого корма.

На темпы выброса метана оказывает значительное влияние тип пищеварительной системы животного. 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, буйволы, 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 процессов ферментации с образованием метана гораздо меньше.

В общем случае, чем больше потребление кормов, тем больше выбросов метана, хотя количество производимого метана может зависеть также и от рациона животных. Потребление кормов прямо пропорционально размеру животного, темпам роста и его продуктивности (например, надой молока, рост шерсти и т.д.). При оценке выбросов метана

от различных видов животных, имеющих на сельскохозяйственных предприятиях животноводческой отрасли, следует отдельно учитывать поголовье животных по подгруппам и оценивать интенсивность выбросов в расчете на одно животное для каждой из подгрупп. Количество метана, выделяемого подгруппой поголовья, рассчитывается путем умножения интенсивности выбросов метана для одного животного на число животных в подгруппе.

Согласно данной методике, дикие жвачные животные не учитываются. Выбросы должны учитываться только от одомашненных животных (например, содержащихся на фермах оленях, лосях и буйволах, если таковые имеются в стране). Крупный рогатый скот (КРС) является наиболее существенным источником выбросов метана во многих странах, где его поголовье значительно. Особенности пищеварительной системы жвачных травоядных животных приводят к образованию и эмиссиям метана не только от крупного рогатого скота (коров, буйволов и др.), но и от мелкого рогатого скота (МРС) – овец и коз. Выбросы метана в результате уборки и хранения навоза менее значительны, чем энтеральные выбросы. Самые существенные выбросы в этом секторе связаны со стойловым содержанием скота, при котором навоз обрабатывается в жидкостных системах без доступа воздуха, то есть анаэробно.

Методы для оценки выбросов метана от домашнего скота требуют определения подкатегорий животных, годового поголовья, а для методов более высоких уровней – определения потребления кормов и их характеристик. Для проведения расчета выбросов метана от этих видов деятельности необходимы исходные данные по поголовью скота, которые имеются в каждой животноводческой организации.

Данная методика включает описание процедур для определения подкатегорий скота, получения данных по численности поголовья на фермах, а также выбора коэффициентов выбросов метана и коэффициентов, учитывающих способы хранения навоза, рекомендуемых для использования в Казахстане. Способы расчета эмиссий метана выбираются в зависимости от категорий скота и систем хранения навоза. Первоисточником для разработки методики оценки выбросов метана от данных видов деятельности послужили Руководящие принципы Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [1, 2, 3], которые были адаптированы к животноводческим предприятиям с учетом региональной специфики.

2 Оценка выбросов парниковых газов от внутренней ферментации сельскохозяйственных животных и навоза

В данной методике рассматриваются следующие категории источников выбросов в сельскохозяйственном секторе:

- выбросы CH_4 от внутренней ферментации сельскохозяйственных животных и птицы;
- выбросы CH_4 от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета;
- выбросы N_2O от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета.

В Таблице 1 приведены данные о выбросах метана и закиси азота от этих категорий источников (видов деятельности) по результатам национальной инвентаризации парниковых газов в Казахстане [5].

Таблица 1: Выбросы парниковых газов от кишечной ферментации и систем хранения и использования навоза в Казахстане

Вид деятельности (источник) и парниковый газ	1990 г.		2008 г.	
	Гг	Гг CO ₂ - эквивалента	Гг	Гг CO ₂ - эквивалента
1. Внутренняя ферментация, CH ₄	688,62	14 461,02	412,43	8 661,03
2. Системы хранения и использование навоза, CH ₄	95,28	2 000,88	62,06	1303,26
3. Хранение и использование навоза, N ₂ O	0,62	192,20	0,38	117,8
4. Сельское хозяйство в целом, CH ₄	808,8	16 984,80	489,63	10 282,15
5. Сельское хозяйство в целом, N ₂ O	10,64	3 297,67	5,87	1 819,33
6. Всего эмиссий от сельского хозяйства	-	20 282,47	-	12 101,47

Из данных Таблицы 1 можно получить представление о величине и масштабах национальных эмиссий метана и закиси азота от рассматриваемых видов деятельности (внутренней ферментации и навоза) животноводческой отрасли всего Казахстана, рассчитанных по данным Агентства по статистике РК [4].

Эти оценки приводятся по данным национальной инвентаризации выбросов парниковых газов в Казахстане и отражают общий уровень годовых эмиссий парниковых газов в стране в целом от сельскохозяйственного сектора. Поэтому при использовании данной методики, основанной на методологических подходах МГЭИК, которые были положены в основу национальной инвентаризации выбросов парниковых газов, эти цифры могут служить в качестве ориентира для расчетов выбросов парниковых газов для отдельных предприятий животноводства. Следует отметить, что выбросы ПГ от сельского хозяйства в целом включают еще и другие источники, такие как выращивание риса, при котором образуются эмиссии метана, а также эмиссии метана и закиси азота от сельскохозяйственных почв, которые в данной методике не рассматриваются. Они являются только частью общих эмиссии от сектора сельского хозяйства, поэтому в Таблице 1 сумма эмиссий в эквиваленте CO₂ в п. 1-3 меньше эмиссий, представленных в п. 4-6. Эмиссии метана и закиси азота от практики обращения с навозом сельскохозяйственных животных в Казахстане составляли около 12 % от общих эмиссий в сельскохозяйственном секторе.

На Рисунках 1 и 2 показаны доли вклада КРС, МРС и других животных в эмиссии от кишечной ферментации и практики управления навозом. На рисунке 1 также представлена динамика эмиссий ПГ от кишечной ферментации сельскохозяйственных животных по национальным данным.

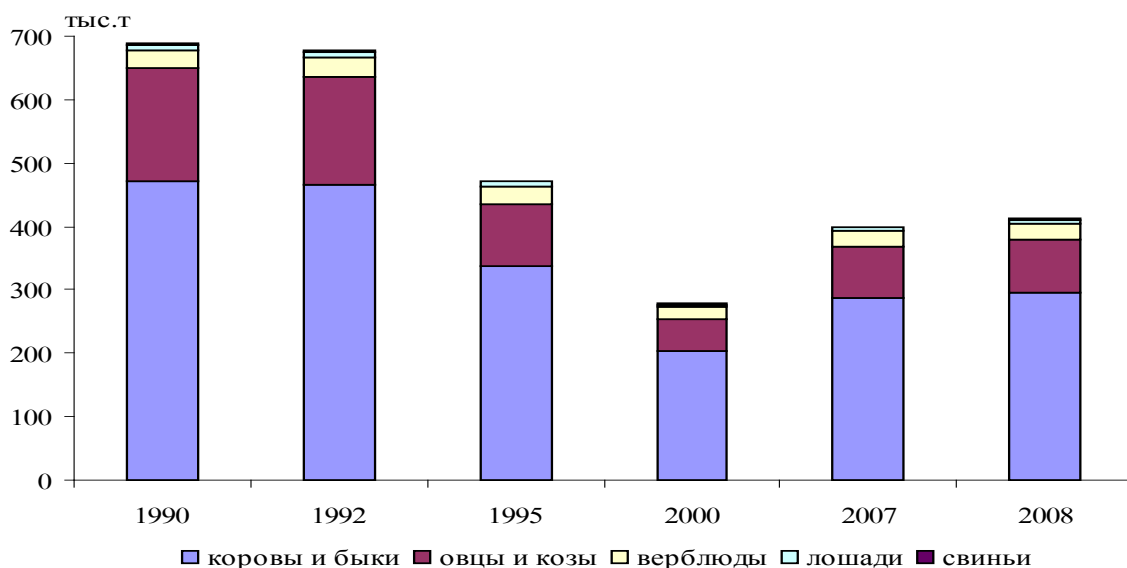


Рисунок 1 - Эмиссии метана от кишечной ферментации в Казахстане, тыс.т

На рисунке 1 показана динамика эмиссий метана от кишечной ферментации домашнего скота в Казахстане. За период 1990-2008 гг. в Казахстане потоки метана от животноводства снизились почти на 40 % за счет сокращения поголовья сельскохозяйственных животных. Основную долю эмиссий (более 70%) в выбросы метана от этого источника вносит КРС (коровы и быки).

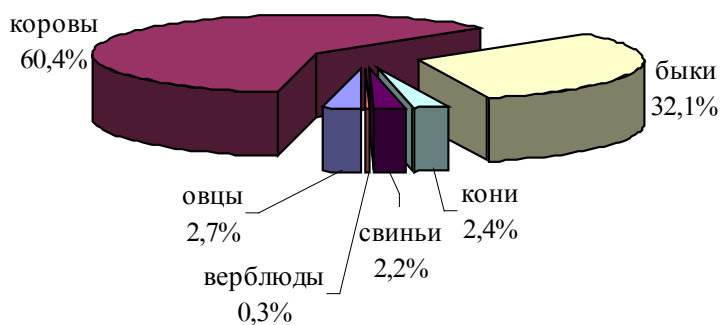


Рисунок 2 – Вклад различных видов домашних животных в эмиссии ПГ от управления навозом в 2008 г. в Казахстане

Из рисунка 2 видно, что доля вклада КРС в эмиссии ПГ от управления навозом в 2008 году составляла 92,5 %. Вклад эмиссий от птичьего помета в общих эмиссиях от сектора оценивался как незначительный.

В следующем разделе приводится методика расчета выбросов метана и закиси азота для животноводческих предприятий по указанным видам деятельности.

2.1 Оценка эмиссий CH₄ от внутренней ферментации домашнего скота

Расчеты эмиссий метана от внутренней ферментации сельскохозяйственных животных рекомендуется разделить на три этапа:

1). Разделить поголовье скота на подгруппы. Рекомендуется использовать среднегодовые оценки с учетом воздействия производственных циклов и сезонных изменений на численность поголовья.

2). Определить коэффициенты выбросов для каждой подгруппы в килограммах метана на одно животное за год (выбрать из Таблицы 2).

3). Умножить коэффициенты выбросов для подгрупп на поголовье подгрупп для оценки выбросов от отдельных подгрупп и просуммировать результаты по всем подгруппам для оценки суммарных выбросов.

Для расчетов выбросов метана от домашнего скота можно пользоваться упрощенным методом, который в общем виде представлен уравнением (2):

$$E = \sum_{i=1}^m (N_i \cdot K_i) \quad (1),$$

где

E - эмиссии метана в килограммах или тоннах CH₄;

N_i - поголовье животных i -й группы в хозяйстве;

K_i - коэффициент эмиссии метана от животных i -й группы в кг CH₄ на голову или, что то же самое, в тоннах CH₄ на 1000 голов в год

m - количество групп животных одного типа в хозяйстве.

Для получения эмиссии метана в CO₂-эквиваленте необходимо полученное произведение умножить на ПГП метана, равный 21.

Этап 1: Определение поголовья животных

В качестве исходных данных используется поголовье скота в отдельном хозяйстве или на сельскохозяйственном предприятии, фермерском хозяйстве, на молочной ферме или птицефабрике (N_i в уравнении 1). Виды скота, которые вносят вклад в выбросы метана: крупный рогатый скот, буйволы, свиньи, лошади, верблюды, и мелкий рогатый скот (овцы, козы, мулы/ослы).

Для каждого вида животных и птицы необходимо определить численность за год. Следует отдельно рассматривать выбросы от крупного рогатого скота, буйволов, овец или коз в результате внутренней ферментации. Аналогичным образом следует рассматривать выбросы метана в результате уборки и хранения навоза/помета крупного рогатого скота, буйволов, свиней и домашней птицы.

Прежде всего, определяется перечень видов и категорий скота. Необходимо определить поголовье скота по видам за год. При этом должны использоваться более

подробные категории. Например, можно более точно оценить выбросы, если провести дальнейшее подразделение поголовья КРС по возрастным категориям и видам домашней птицы (например, несушки, бройлеры, индейки, утки и прочая домашняя птица), так как характеристики эмиссий метана по этим поголовьям значительно варьируют.

Коэффициенты выбросов выводятся для категории скота за весь год (365 дней). Поэтому необходимо правильно определить ежегодное поголовье скота. Оно определяется на основе данных о забое и рождении сельскохозяйственных животных. Сезонные рождения или забой могут явиться причиной увеличения или уменьшения поголовья скота в разное время года, что потребует соответствующей корректировки численности поголовья. Необходимо определить и указать метод, применяемый для оценки ежегодного поголовья с учетом сезонных вариаций численности животных и птицы на сельскохозяйственном предприятии.

Среднегодовые поголовья оцениваются различными способами в зависимости от имеющихся данных и вида или типа животных. При оценке поголовий животных (например, молочных коров, племенных свиней, несушек) среднегодовая численность сводится к получению однократно вводимых данных поголовья сельскохозяйственных животных.

Тем не менее, для оценки среднегодового количества в случае выращиваемых поголовий, например, животные мясных пород, такие как бройлеры, индейки, мясной скот и товарные свиньи, требуется учитывать продолжительность жизни животных в течение полного или неполного года. Большинство животных в этих выращиваемых поголовьях остаются живыми не весь год, а только в течение части года. Животные должны включаться в статистику поголовий независимо от того забиваются ли они для потребления людьми или гибнут по естественным причинам.

Оценка среднегодового поголовья скота или птицы определяется следующим образом:

$$AAP = (\text{продолжительность жизни в сутках}) \cdot NAP/365 \quad (2),$$

где:

AAP - среднегодовое поголовье;

NAP - число ежегодно рождаемых животных.

Например, если хозяйство вырастило 30000 цыплят в год, а бройлерные цыплята выращиваются примерно в течение 60 суток до забоя, то среднее поголовье можно будет рассчитать следующим образом:

$$\text{Среднее годовое поголовье} = 60 \text{ суток} \cdot 30000 / 365 \text{ суток/год} = 4961 \text{ цыпленок}$$

Поголовье молочных коров оценивается отдельно от остального крупного рогатого скота. В некоторых странах поголовье молочных коров делятся на i) высокопродуктивные и ii) низкопродуктивные. Эти две группы можно оценивать отдельно путем определения двух категорий молочных коров. Коровы, которые содержатся главным образом для производства телят на мясо или в качестве тяглового скота, являются низкопродуктивными. Коровы многоцелевого назначения должны рассматриваться в качестве прочего крупного рогатого скота.

Этап 2: Выбор коэффициентов эмиссии

Коэффициенты эмиссии метана от домашних животных в результате кишечной ферментации приводятся в таблице 2 для каждой из рекомендуемых подгрупп поголовья скота.

Целью данного этапа является выбор коэффициентов выбросов, которые более всего подходят для характеристики скота на данном сельскохозяйственном предприятии (ферме). Коэффициенты выбросов по умолчанию для внутренней (энтеральной) ферментации, полученные из различных исследований, в методике МГЭИК систематизируются по регионам. Так как КРС является основным источником метана от кишечной ферментации, то расчеты эмиссий от молочного и немолочного скота рекомендуется проводить отдельно.

Для молочного и немолочного КРС были взяты значения коэффициентов эмиссий, определенные для стран Азии, так как агроклиматические условия выпаса скота там ближе к условиям Казахстана, чем в Восточной Европе. Что касается остальных животных, то коэффициенты были взяты как для развитых стран (Таблица 2)

Поголовье животных может быть рассчитано с использованием описанного выше подхода (Уравнение 2). Коэффициенты выбросов выводятся для категории скота на весь год (365 дней).

Таблица 2: Коэффициенты эмиссии метана для расчетов в подкатегории кишечная ферментация

Группы домашних животных и птицы	Коэффициент эмиссии метана от внутренней ферментации скота, кг CH_4/гол./год
- молочный скот	56
- немолочный скот	44
- овцы	8
- верблюды	46
- лошади	18
- свиньи	1,5
- птица	не оценено

Этап 3: Расчеты выбросов метана от внутренней ферментации

После определения поголовья скота за год и выбора значений коэффициентов выбросов проводятся расчеты выбросов метана для каждой группы животных по формуле (3).

$$\text{Выбросы } CH_4 = EF \cdot \text{поголовье} / (10^6 \text{ кг/Гг}), \quad (3)$$

где:

Выбросы CH_4 - выбросы метана в результате внутренней ферментации, Гг CH_4 /год,
EF - коэффициент выбросов для конкретного поголовья, кг/голова/год, (таблица 2),

Поголовье - количество животных, голова.

Затем расчеты по каждой группе животных должны быть просуммированы. Для того, чтобы выразить миссии метана в CO₂-эквиваленте, необходимо полученное произведение умножить на ППП метана, равный 21.

2.2 Дополнительные расчеты коэффициентов выбросов метана от КРС

Для расчета коэффициентов выбросов метана от КРС может быть использована более детальная методика. Коэффициенты выбросов оцениваются для каждой категории животных при помощи подробных данных, полученных из характеристики скота, типа его рациона, если они известны для данного хозяйства.

Коэффициент выбросов для каждой категории животных следует выводить с использованием уравнения 4

$$EF = (GE \cdot Ym \cdot 365 \text{ Дней/год}) / (55,65 \text{ МДж/кг } CH_4), \quad (4)$$

где:

EF - коэффициент выбросов, кг CH₄/голова/год,

GE - валовое потребление энергии, МДж/голова/день,

Ym - коэффициент преобразования метана, который является долей валовой энергии в корме, преобразованной в метан .

Уравнение для определения коэффициента выбросов (4) предполагает, что коэффициенты выбросов выводятся для категории скота на весь год (365 дней). Хотя обычно используется коэффициент выбросов полного года, при некоторых обстоятельствах категория животных может определяться на более короткий период (например, на влажный сезон года или на 150-дневный период откорма в загоне). В этом случае коэффициент выбросов будет оцениваться для конкретного периода (например, влажный сезон), а 365 дней будут заменены количеством дней в данном периоде. Определение периода, к которому применяется коэффициент выбросов, описан в качестве части характеристики скота.

Значение валового потребления энергии (GE) для каждой категории животных берут из характеристики скота.

Коэффициент преобразования метана (Ym)

Степень, в которой энергия корма преобразуется в CH₄, зависит от нескольких взаимодействующих факторов корма и вида животных. Коэффициенты преобразования метана представлены в таблице 3.

Таблица 3: Коэффициент преобразования метана для домашнего скота (Ym)

Тип скота	Ym
КРС, откармливаемый в загоне, когда кормовые рационы содержат концентрата 90% и более	0,04 0,005
Весь прочий КРС	0,06 0,005

Молочные коровы и их молодняк	0,06 0,005
Прочий КРС, который кормят низкокачественными растительными остатками и побочными продуктами	0,07 0,005
Прочий КРС – выпас	0,06 0,005
Ягнята моложе одного года с показателем усвояемости рациона менее 65%	0,06 0,005
Ягнята моложе одного года с показателем усвояемости рациона более 65%	0,05 0,005
Взрослые овцы	0,07

Коэффициенты валового потребления энергии можно получить из Таблицы 4.

Таблица 4: Коэффициент валового потребления энергии GE, МДж/голова/день,

Тип рациона	GE (МДж/кг сухого вещества)
Рацион с высоким содержанием зерна > 90%	7,5 – 8,5
Фураж высокого качества (например, вегетативная масса бобовых и злаковых трав)	6,5 – 7,5
Фураж среднего качества (например, среднеспелые бобовые и злаковые травы)	5,5 – 6,5
Фураж низкого качества (например, солома, зрелые злаковые травы)	3,5 – 5,5

2.3 Расчеты выбросов метана от систем сбора, хранения и утилизации навоза и помета

Этап 1: Определение поголовья скота

Поголовье скота и птицы определяется аналогично п. 2.1 выше .

Этап 2: Выбор коэффициентов эмиссии

Коэффициенты эмиссии метана можно найти из таблицы 5 для каждого типа домашнего скота и птицы.

Таблица 5: Коэффициенты эмиссии метана от навоза

Домашний скот и птица	Коэффициент эмиссии метана от навоза для сельскохозяйственных животных, кг CH ₄ /гол./год:
- молочный скот	4,6
- немолочный скот	2,64
- овцы	0,19
- верблюды	1,59
- лошади	1,39
- свиньи	3,89
- птица	0,02

Этап 3: Расчет эмиссии метана от систем хранения навоза и птичьего помета

Расчеты выбросов метана от навоза производятся аналогично формуле (3) с использованием коэффициентов эмиссии метана из таблицы 3. Затем расчеты по каждой группе животных должны быть просуммированы. Для того, чтобы выразить эмиссии метана в CO₂-эквиваленте, необходимо полученное произведение умножить на ППП метана, равный 21.

2.4 Расчет выбросов закиси азота от систем сбора, хранения и утилизации навоза и помета

Этап 1: Определение типа системы сбора, хранения и использования навоза

На первом этапе необходимо определить типы систем сбора, хранения и использования навоза.

По результатам исследования систем сбора, хранения и утилизации навоза и помета в Казахстане были определены основные типы этих систем. Одни и те же категории животных в течение года могут содержаться с использованием различных систем сбора и хранения навоза, приведенных в Пересмотренных Руководящих принципах МГЭИК 1996 года [1], как показано в таблице 6.

Таблица 6: Величины коэффициента эмиссий азота для различных систем хранения навоза, (кг выделившегося азота в год)

Система хранения отходов животных	Коэффициент эмиссии EF ₃
Жидкостные системы	0,001
Хранение в твердом виде	0,02
На пастбищах и выпасах	0,02

Этап 2: Выбор коэффициентов эмиссии

Коэффициенты эмиссии закиси азота от систем сбора, хранения и использования навоза и птичьего помета можно получить из Таблицы 7.

Таблица 7: Коэффициенты эмиссии закиси азота от навоза

Домашний скот и птица	Потоки азота от навоза животных, кг N₂O/гол. в год:
- молочный	89,64
- немолочный	53,56
- овцы	16
- свиньи	22,35
- птица	1,5

Как правило, на фермах используется только один тип распределения навоза по разным системам сбора, хранения и использования (Таблица 6). Если в одном и том же хозяйстве используются различные типы систем хранения и использования навоза, то при расчетах необходимо учесть долю, приходящуюся на ту или иную систему. Обычно, для свиней используют анаэробные системы, для крупного рогатого скота – жидкостные, для овец и иногда и для других животных, навоз остается на пастбищах и выпасах.

Этап 3: Расчет эмиссий закиси азота от навоза

Оценка эмиссии N₂O при хранении и использовании навоза производится по следующей формуле:

$$\text{Эмиссии N}_2\text{O}_{(AWMS)} = \Sigma [\text{Nex}_{(AWMS)} \cdot \text{EF}_3 \text{(AWMS)}] \quad (4)$$

Где:

N₂O_(AWMS) – эмиссии N₂O от всех систем хранения и использования отходов животных (AWMS) в данной стране (кг N/год);

Nex_(AWMS) - поступление азота, содержащегося в навозе при данной системе хранения и использования отходов животных (кг/год);

EF₃(AWMS) – коэффициент эмиссии N₂O для AWMS (в кг N₂O-N/кг Nex_(AWMS))

Поступление азота, содержащегося в навозе, может быть рассчитано по формуле (5)

$$\text{Nex}_{(AWMS)} = \Sigma_{(T)} [N_{(T)} \cdot \text{Nex}_{(T)} \cdot \text{AWMS}_{(T)}] \quad (5)$$

Где: N_(T) - число животных типа T на предприятии;

$N_{ex(T)}$ - выделение азота, содержащегося в навозе, животными типа Т в кг N на голову в год;

$AWMS_{(T)}$ – доля $N_{ex(T)}$, которая приходится на данную систему хранения и использования отходов, для животных типа Т на предприятии;

Т- тип, категория животных.

Затем результаты расчетов по каждой группе животных должны быть просуммированы. Для получения эмиссий закиси азота количество полученного азота необходимо умножить на 44/28. Для перевода эмиссий закиси азота в CO₂-эквивалент, необходимо полученное произведение умножить на ППП закиси азота, равный 310.

2.5 Примеры расчета эмиссий метана и закиси азота от домашнего скота и навоза

В качестве примера приведем расчеты эмиссии метана от кишечной ферментации на животноводческом комплексе, содержащем 700 голов МРС, 800 голов КРС (600 молочного, 200 немолочного), 200 голов свиней, 4000 выращенных бройлерных цыплят в год.

Сначала рассчитаем среднее годовое поголовье бройлерных цыплят, с учетом того, что цыплята выращиваются в течение 60 суток до забоя по формуле (6):

$$AAP = 60 \text{ суток} \cdot 4000/365 \text{ суток/год} = 657 \text{ голов} \quad (6),$$

Таким образом, среднее годовое поголовье цыплят насчитывает 657 цыплят. Аналогично в каждом конкретном случае может быть рассчитано поголовье других животных, срок жизни которых не превышает одного года.

Затем составим рабочие таблицы.

Таблица 8: Расчет эмиссий метана от кишечной ферментации и навоза

Тип животных	Число животных (голов)	Коэффициент эмиссии от внутренней ферментации (кг/(гол.год), табл. 2)	Эмиссия от внутренней ферментации (кг/год)	Коэффициент эмиссии от навоза (кг/(гол.год), табл. 5)	Эмиссия от навоза (кг/год)	Общая эмиссия от домашнего скота (т/год)
	A	B	C	D	E	F
			$C=(A \times B)$		$E = (A \times D)$	$F = (C+E)/1000$
Молочный КРС	600	56	33600	4,6	2760	36,360

Немолочный КРС	200	44	8800	2,64	528	9,328
МРС	700	8	5600	1,19	833	6,433
Свиньи	200	1,5	300	3,89	778	1,078
Птица	657	-	-	0,02	13,14	13,14
ВСЕГО			48300		4912,14	53,212

Таким образом, общая эмиссия метана составит $48300 + 4912,14 = 53212,14$ кг/год метана или 53,21214 т метана в год. В пересчете на CO₂-эквивалент, умножив полученную сумму на коэффициент ППП для метана (21), это будет равняться 1117,45 тонн CO₂-эквивалента в год.

Расчет эмиссий метана от систем хранения и использования навоза производится в два этапа (Таблица 9 и 10).

Таблица 9: Расчет эмиссий закиси азота, содержащегося в навозе

Тип животных	Поголовье за год, голов	Образование азота, содержащегося в навозе (кг N/гол. в год), табл.7	Общая годовая эмиссия, кг N в год
	A	B	D=(A x B)
Молочный КРС	500	89,64	44820
Немолочный КРС	100	53,56	5356
МРС	600	16	9600
Свиньи	300	22,35	6705
Птица	657	1,5	985,5

Таблица 10. Расчет эмиссий закиси азота от систем хранения и использования отходов животных

Тип животн ых	Образование азота, содержащегося	Коэффициент эмиссии для различных систем	Общая годовая эмиссия N ₂ O (кг)
------------------	----------------------------------	--	---

	в данной системе хранения, кг Nв год, (табл. 9, колонка А)	хранения навоза EF3 (кг азота в год), табл. 6	
	А	С	$D=(A \times B \times C) \times 44/28$
Молочный КРС	44820	0,001	70,43
Немолочный КРС	5356	0,02	168,33
МРС	9600	0,02	754,28
Свиньи	6705	0,001	10,54
Птица	985,5	0,02	30,97
Итого			1034,55

Для перевода эмиссий закиси азота в эквивалент CO₂ умножим полученную сумму на 310, получим 320710,5 кг эквивалента CO₂, или 320,71 тонн.

Просуммируем результаты расчета, полученные от внутренней ферментации и навоза из Таблиц 6 и 8. Получим общие годовые эмиссии от содержания домашнего скота и птицы в данном хозяйстве, которые составляют 1438,16 тонн эквивалента CO₂.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК, 1996: т. 1 -3.
2. Руководство по эффективной практике и оценке неопределенностей в национальных инвентаризациях выбросов парниковых газов, МГЭИК, 2000.
3. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов, МГЭИК 2006 г.
4. Web-site Агентства по статистике Республики Казахстан: www.statbase.kz
5. http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/5270.php