

Категория		Название
НО:	<b>3.В</b>	<b>Животноводческие хозяйства и использование навоза</b>
<b>ИНЗВ:</b>	<b>100901</b> <b>100902</b> <b>100903</b> <b>100904</b> <b>100905</b> <b>100906</b> <b>100907</b> <b>100908</b> <b>100909</b> <b>100910</b> <b>100911</b> <b>100912</b> <b>100913</b> <b>100914</b> <b>100915</b>	<b>Молочные коровы</b> <b>Другой рогатый скот</b> <b>Откормочные свиньи</b> <b>Свиноматки</b> <b>Овцы</b> <b>Лошади</b> <b>Куры-несушки</b> <b>Бройлеры</b> <b>Другая домашняя птица</b> <b>Козы</b> <b>Пушной зверь</b> <b>Мулы и ослы</b> <b>Верблюды</b> <b>Буйволы</b> <b>Другие животные</b>
МСОК:		
Версия	<b>Руководство 2013</b>	

**Основные авторы**

Николас Хатчингс, Барбара Амон, Ульрих Деммген, Джим Уэбб

**Соавторы (включая лиц, внесших свой вклад в разработку предыдущих версий данной главы)**

Йенс Сидорф, Торстен Хинц, Клаас ван дер Хок, Стин Гильденкерн, Метте Хьорф Миккельсен, Харальд Мензи, Мартин Дедина, Карен Гронештайн, Шабтай Биттман, Фил Хоббс, Лени Леккеркерк, Джузеппи Бонаzzi, Сью Кулинг, Дэвид Коуэлл, Кэролин Крез, Брайен Пейн, Збигнев Климонт

## Оглавление

1	Общие сведения .....	3
2	Описание источников .....	4
2.1	Описание процесса .....	4
2.2	Методики .....	6
2.3	Выбросы .....	9
2.4	Средства регулирования .....	10
3	Методы .....	12
3.1	Выбор метода .....	12
3.2	Подход Уровня 1 по умолчанию .....	13
3.3	Технологический подход Уровня 2 .....	19
3.4	Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных .....	31
4	Качество данных .....	32
4.1	Полнота .....	32
4.2	Предотвращение двойного учета с другими секторами .....	32
4.3	Проверка достоверности .....	32
4.4	Разработка согласованных временных рядов и пересчет .....	32
4.5	Оценка неопределенности .....	33
4.6	Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК .....	34
4.7	Координатная привязка .....	35
4.8	Отчетность и документация .....	35
5	Список цитированной литературы .....	36
6	Наведение справок .....	38
	Приложение А .....	39

## 1 Общие сведения

Выбросы аммиака ( $\text{NH}_3$ ) ведут к подкислению и заболачиванию природных экосистем. Аммиак также может приводить к образованию вторичных твердых частиц (ТЧ). Оксид азота (NO) и неметановые летучие органические соединения (НМЛОС) участвуют в образовании озона, который, находясь рядом с поверхностью Земли, может оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье человека и рост растений. Выбросы твердых частиц также оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье человека.

Источником выбросов  $\text{NH}_3$ , NO и НМЛОС являются выделения сельскохозяйственных животных, откладываемые внутри и вокруг построек и накапливаемые в виде навозной жижи, твердого навоза или подстилочного стойлового навоза. В данной главе твердый навоз и стойловый навоз совместно рассматриваются как твердые виды удобрений. Источниками данных выбросов являются постройки, где содержится домашний скот, открытые скотные дворы, хранилища навоза, последующее распределение навозосодержащих удобрений по земельным угодьям и содержание скота на пастбище. Выбросы твердых частиц (ТЧ) в основном образуются в ходе кормления, а также от подстилок для скота, от кожи животных или перьев и скапливаются в районе построек, где содержится домашний скот. Также имеют место выбросы оксида азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Данный вид выбросов учитывается при необходимости точной оценки выбросов  $\text{NH}_3$  и NO, но не рассматривается в настоящем документе, являясь парниковым газом.

Выделения домашнего скота являются причиной более чем 80 % выбросов  $\text{NH}_3$  в европейском сельском хозяйстве. Тем не менее, среди стран имеются значительные отклонения в отношении выбросов по основным категориям животноводства: крупный рогатый скот, овцы, свиньи и домашняя птица. Данные различия в зависимости от страны объясняются различным соотношением каждого класса животноводства и соответствующим им объемам выделений и выбросов азота (N), различиями в сельскохозяйственной практике, такой как содержание скота и использование навоза, а также различиями в климатических условиях.

В настоящее время считается, что выделения домашнего скота и навоз являются источником лишь *приблизительно* 2 % общих выбросов NO и НМЛОС. Тем не менее, на основе данного источника существует значительная погрешность относительно выбросов НМЛОС; в работе Hobbs и др. (2004) подсчитано, что выбросы от животноводства могут составлять *приблизительно* 7 % от общих выбросов Великобритании. В данном источнике не описывается методика расчета выбросов НМЛОС, хотя предполагается, что такая методика будет разработана в ближайшем будущем. Поэтому в качестве замены приводятся описательные материалы и таблицы.

Выбросы от свиноводческих и птицеводческих предприятий составляют примерно 30 и 55 % от сельскохозяйственных выбросов  $\text{ТЧ}_{10}$  соответственно; источником оставшейся части выбросов главным образом является пахотное земледелие. Согласно оценкам животноводческие хозяйства являются источником от 9 до 35 % от общих выбросов в виде  $\text{ТЧ}_{10}$ .

В данной главе рассматриваются выбросы от животноводческих хозяйств и использования навоза, включая выбросы в результате распределения навоза по полям. Выбросами парниковых газов от выделений, откладываемых на полях пасущимися животными, занимается Межправительственная группа экспертов по изменению климата (IPCC) в рамках Сельскохозяйственных почв. Тем не менее, в данном Руководстве выбросы на основе этого источника учтены в данной главе. Это объясняется тем, что методология Уровня 2, разработанная для учета выбросов  $\text{NH}_3$  от домашнего скота, рассматривает данный вид выбросов как часть ряда источников, обеспечивающих воздействие выбросов  $\text{NH}_3$  и других азотсодержащих выбросов на одном этапе использования навоза на выбросы  $\text{NH}_3$  из источников, которые будут учтены в дальнейшем (см. Приложение А1). Тем не менее, выделения в результате содержания скота на пастбищах все еще учитываются в Номенклатуре отчетности (НО) под категорией 3.D.2.c 'Азотсодержащие выделения на пастбищных угодьях и пастбищных загонах с точно неустановленными границами'. Расчет и отчетность представляют два различных процесса, поэтому методы расчета могут применяться совместно с

несколькими категориями отчетности. В случае если методы не позволяют разграничить требуемые категории отчетности, страна может представлять отчетность по всем выбросам под одной категорией и использовать ИУДМ ('источники, указанные в другом месте') для других категорий. Такой подход требуется, если выбросы были рассчитаны на основе подхода Уровня 1.

В остальной части данной главы комментарий 'см. Приложение А' указывает, что более подробная информация приводится в Приложении под тем же заголовком раздела с префиксом А.

## 2 Описание источников

Выделяются пять основных источников выбросов, обусловленных деятельностью животноводческих хозяйств и использованием навоза:

- кормление домашнего скота (ТЧ)
- животноводческое хозяйство и зоны содержания скота ( $\text{NH}_3$ , ТЧ, НМЛОС)
- хранение навоза ( $\text{NH}_3$ , NO, НМЛОС)
- навоз, распределяемый по полям ( $\text{NH}_3$ , NO, НМЛОС)
- навоз, откладываемый при содержании скота на пастбищах ( $\text{NH}_3$ , NO, НМЛОС)

### 2.1 Описание процесса

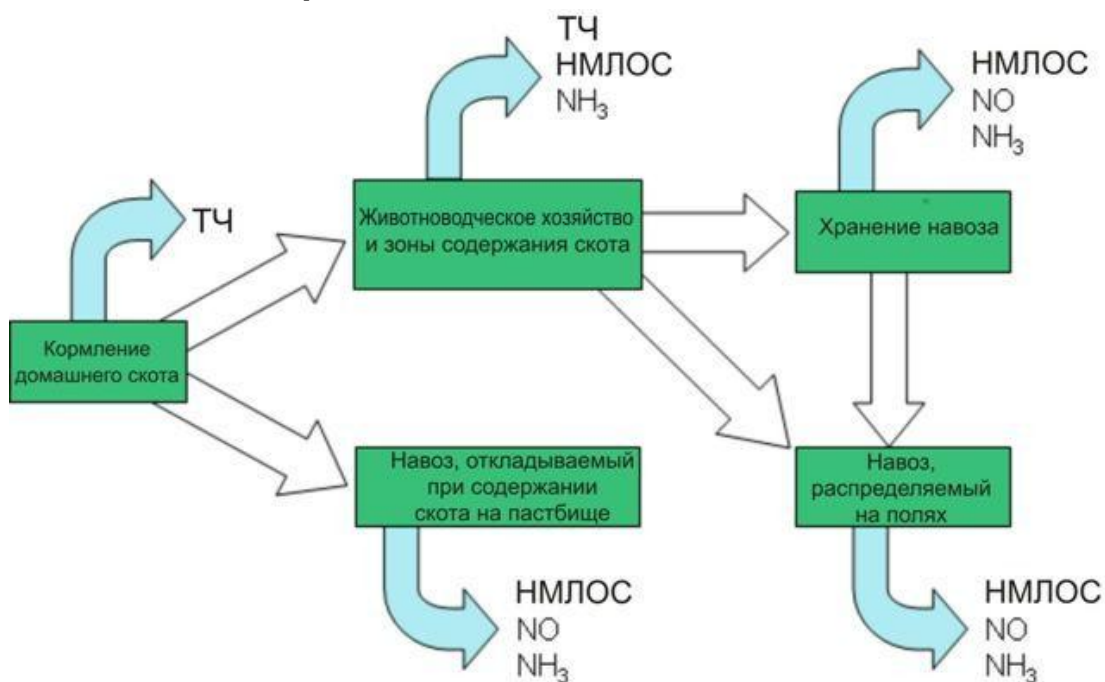


Рисунок 2-1 Схема процесса для категории источников 3.В, Животноводческие хозяйства и использование навоза

### **Аммиак**

Испарительный перенос аммиака происходит, когда  $\text{NH}_3$  в растворе подвергается воздействию окружающей среды. Степень выделения  $\text{NH}_3$  зависит от химического состава раствора (включая концентрацию  $\text{NH}_3$ ), температуры раствора, площади поверхности, подверженной воздействию окружающей среды, и сопротивления распространению  $\text{NH}_3$  в атмосфере.

Источником выбросов  $\text{NH}_3$  в результате использования навоза является азот, выделяемый домашним скотом. Обычно более половины азота, выделяемого млекопитающим домашним скотом, содержится в моче, и от 65 до 85 % азота, содержащегося в моче, выделяется в виде мочевины и других быстро минерализуемых соединениях (жвачные животные: Jarvis и др., 1989; свиньи: Aarnink и др., 1997). Мочевина быстро гидролизуется с помощью фермента уреазы до карбоната аммония  $((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)$ , а ионы аммиака ( $\text{NH}_4^+$ ) создают основной источник  $\text{NH}_3$ . Аммонийный азот ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ) и соединения, включающие мочевую кислоту, которая легко разлагается до  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ , называются общим аммиачным азотом (ОАА). Наоборот, большая часть азота в фекалиях млекопитающего домашнего скота не является легко разлагаемой (Van Faassen и Van Dijk, 1987); только небольшой процент данного азота представлен в виде мочевины или  $\text{NH}_4^+$  (Ettalla и Kreula, 1979), поэтому выбросы  $\text{NH}_3$  достаточно малы (Petersen и др., 1998) для расчетов общего аммиачного азота (ОАА), находящегося на пастбищах или в постройках, на основе азота из мочевины, хотя ОАА может минерализоваться из фекального азота при хранении навоза. Домашняя птица выделяет только фекалии, основной составляющей которых является мочевая кислота. Вместе с другими легко разлагающимися соединениями они могут разлагаться до  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  после гидролиза до мочевины (Groot Koerkamp, 1994).

Аммиак выделяется во всех случаях, когда навоз находится под действием окружающей среды; в местах содержания домашнего скота, при хранении навоза, после распределения навоза по полям и от выделений, оставленных пасущимися животными (следует иметь в виду, что хотя выбросы  $\text{NH}_3$  от пасущихся животных рассчитываются в данном документе, отчетность по ним предоставляется согласно НО 4.D, Растениеводство и сельскохозяйственные почвы). Различия в сельскохозяйственной практике, такой как содержание скота и использование навоза, и различия в климатических условиях оказывают значительное влияние на количество выбросов.

Более подробная информация о процессах, ведущих к выбросам  $\text{NH}_3$ , приводится в Приложении А2.1.

### **Оксид азота**

Оксид азота (NO) образуется в результате нитрификации в поверхностных слоях хранимого навоза или в навозе, аэрированном для уменьшения запаха или ускорения ферментации компоста. В настоящее время существует мало данных, описывающих выбросы NO в результате использования навоза (Groenestein и van Faassen, 1996). Выбросы оксида азота из почвы обычно рассматриваются как результат нитрификации. Ожидается повышенная нитрификация после распределения навоза и накапливания выделений при содержании скота на пастбище.

### **НМЛОС**

Выбросы НМЛОС от животноводческих хозяйств происходят из-за корма, особенно силоса, разложения корма в рубце и частично из-за разложения переваренного и непереваренного жира, углеводов и белка в рубце и навозе (Ni et al. 2012, Feilberg et al. 2010, Ngwabie et al. 2008, Amon et al. 2007, Alanis et al. 2008, 2010, Elliot-Martin et al. 1997, Trabue et al. 2010, Rumsey et al. 2011, Parker et al. 2010). Следовательно, все, что влияет на скорость питания и использование навоза, например, количество муравьиной кислоты, добавляемой в силос, использование куч силоса и питание животных, использование навоза при размещении животных, солома, добавляемая в навоз и длительность хранения, а также техника использования навоза будет влиять на выбросы НМЛОС. Среди мест выбросов выделяются животноводческие постройки, скотные дворы, хранилища навоза, а также поля, на которые вывозится навоз, и поля, используемые как пастбища для домашнего скота. Выбросы происходят от навоза, находящегося как в твердой форме, так и в виде навозной жижи. НМЛОС от корма выходят на открытую поверхность в хранилище силоса или из питателя (Alanis et al. 2008, 2010, Chung et al. 2010), а НМЛОС, сформированные в рубце животных, выходит через выдыхание или выделение газов из кишечника (Elliot-

Martin et al. 1997). НМЛОС, сформированные в навозе, могут выходить внутри зданий или с поверхности хранилищ навоза (Trabue et al. 2010, Parker et al. 2010). Эти выбросы зависят от температуры и скорости ветра над поверхностью. НМЛОС выпускаются после применения навоза и вероятно формируются во время выпаса перед применением или осажением, внутри животного или в системе использования навоза. Лишь небольшое количество исследований, посвященных вопросу выбросов от животноводческих хозяйств, было проведено. Их результаты сильно разнятся, что приводит к большим погрешностям при количественных оценках выбросов. Большинство исследований НМЛОС фокусировались на выбросах от жилья и вопросах запаха.

### ***Твердые частицы (ТЧ)***

Основным источником выбросов твердых частиц (ТЧ) являются постройки, где содержится домашний скот, хотя внешние скотные дворы также могут являться источниками значительного количества выбросов. Данные выбросы происходят главным образом в результате кормления, которое является причиной от 80 до 90 % от общего количества выбросов ТЧ. Материалы подстилки для скота, например, солома или древесные опилки, также могут служить источником взвешенных в воздухе частиц. Птицеводческие и свиноводческие фермы являются основными источниками выбросов ТЧ. Выбросы от птицеперерабатывающих предприятий также происходят из-за перьев и помета, тогда как выбросы от свиноводов происходят из-за частиц кожи, фекалий и подстилки для скота (Aarnink и Ellen, 2008). Деятельность животных также может привести к ресуспендированию ранее осевшей пыли в животноводческих постройках (вторичный унос).

## **2.2 Методики**

### ***Аммиак***

Выбросы аммиака в результате животноводства зависят от многих факторов, включая:

- количество и содержание азота в потребляемом корме;
- эффективность преобразования азота в корме в азот в мясе, молоке и яйцах и, следовательно, количество азота, откладываемого с выделениями;
- соотношение времени, проводимого животными внутри и вне помещения, например, на пастбище, скотном дворе или в постройках, образ жизни животных;
- используются ли выделения домашнего скота в виде навозной жижи или твердого навоза;
- система содержания скота в помещении (особенно общая площадь на одно животное), хранится ли навоз внутри помещения;
- климатические условия в помещении (например, температура и влажность) и вентиляционная система
- система хранения навоза вне помещения: в открытом месте или в закрытом отстойнике, рыхлая или уплотненная куча твердого навоза, любой вид обработки, применяемой для навоза, например, аэрирование, разделение или ферментация компоста;

Выделение азота и последующие выбросы  $\text{NH}_3$  зависят от вида домашнего скота (например, крупный рогатый скот, свиньи). В рамках одного вида домашнего скота существуют большие различия среди животных, содержащихся для различных целей (например, молочный скот в сравнении с мясным скотом). Следовательно, необходимо по возможности разделять домашний скот согласно видам и типу продукции. Способ использования навоза значительно влияет на выбросы  $\text{NH}_3$ , так как процессы, управляющие выбросами азотных соединений, отличаются для твердого, жидкого (навозная жижа) и стойлового навоза. Добавление к выделениям домашнего скота подстилки с большим соотношением углерода к азоту позволит ускорить нейтрализацию ОАА в органическом азоте и, следовательно, сократить количество выбросов  $\text{NH}_3$ . Свойства навозных удобрений значительно различаются; если они открытые и рыхлые, может произойти нитрификация, тогда как при уплотнении навоза может произойти денитрификация. Оба процесса означают, что азот может быть потерян в виде  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  и  $\text{N}_2$ . Поэтому необходимо указать тип производимого навоза и учесть различия при использовании навоза.

**Примечание:**

Способы выбросов азотных соединений показаны на Рисунке 2–2.

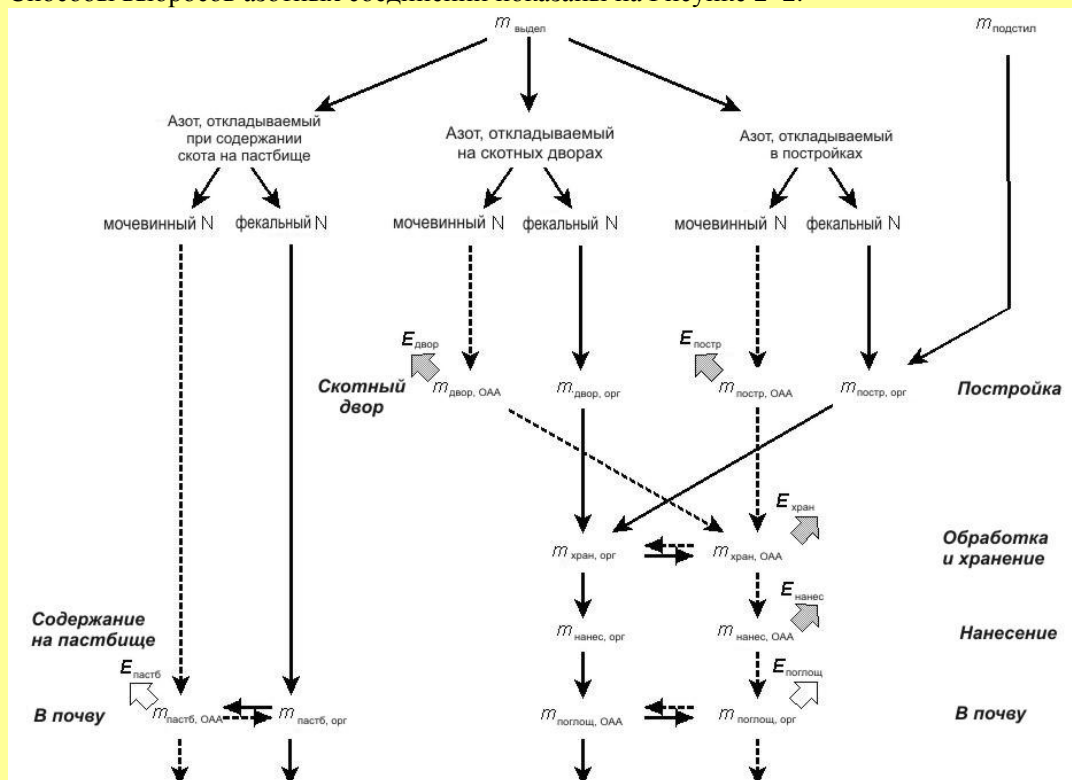


Рисунок 2–2 Распределение азота в системе использования навоза.

**Примечания:**

$m$  – масса, на основе которой могут происходить выбросы. Узкие пунктирные стрелки: ОАА; узкие сплошные стрелки: органический азот. Горизонтальные стрелки обозначают процесс нейтрализации в системах с подстилкой для скота, происходящий в постройках, и процесс минерализации при хранении. Широкие закрашенные стрелки обозначают выбросы в результате использования навоза:  $E$  – выбросы азотных соединений ( $E_{\text{двор}}$  – выбросы  $\text{NH}_3$  в скотных дворах;  $E_{\text{постр}}$  – выбросы  $\text{NH}_3$  от построек;  $E_{\text{хран}}$  – выбросы  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  и  $\text{N}_2$  из хранилищ;  $E_{\text{нанес}}$  – выбросы  $\text{NH}_3$  во время и после нанесения навоза. Широкие незакрашенные стрелки обозначают выбросы из почв:  $E_{\text{пастб}}$  – выбросы  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  и  $\text{N}_2$  во время и после содержания скота на пастбище;  $E_{\text{поглощ}}$  – выбросы  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  и  $\text{N}_2$  из почвы в результате поглощения навоза (Dämmgen и Hutchings, 2008). См. названия переменных в подразделе 3.3.1 данной главы.

Как показано на Рисунке 2–3, переход между двумя видами возможен. Газообразные потери происходят только в случае фракций ОАА. Это означает, что для точной оценки выбросов  $\text{NH}_3$  необходимо проследить поведение двух фракций азота в отдельности.

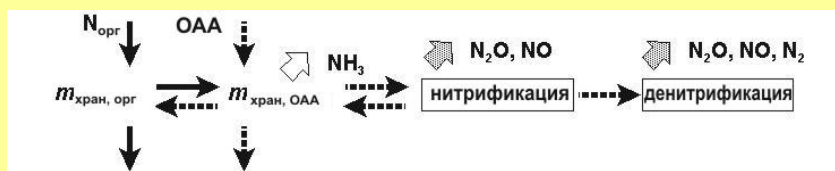


Рисунок 2-3 Процессы, ведущие к выбросу газообразных азотных соединений из навоза (ОАА = общий аммиачный азот)

Выбросы аммиака из навоза домашнего скота во время и после распределения по полям зависят от:

- свойств навоза, включая вязкость, содержание ОАА, содержания С и рН;
- свойств почвы, таких как рН, емкость катионного обмена, содержание кальция, содержание воды, буферная емкость и рыхлость;
- метеорологические условия, включая количество осадков, солнечное излучение, температуру, влажность и скорость ветра;
- метод и скорость нанесения навоза, включая нанесение навоза на пахотные земли, время между нанесением и внесением, способ внесения;
- высота и плотность любых имеющихся сельскохозяйственных культур.

### ***Оксид азота***

Оксид азота также может вырабатываться при нитрификации и денитрификации, как показано на Рисунке 2-2.

### ***НМЛОС***

Было обнаружено более 500 летучих соединений от крупного рогатого скота, свиней и домашней птицы (Ni et al. 2012, Shiffmann et al., 2001). Однако, только около 20 соединений было признано значительными в Hobbs et al. (2004) и US EPA (2012), отвечающими за 80-90 % общего выброса. Большой набор соединений обладает очень различными физическими и химическими свойствами. Различия в химической активности, растворимости в воде и степени, с которой они связываются с поверхностью, представляет значительные трудности для методов измерения, что опять может привести к высокой степени неопределенности и трудностям при интерпретации измеренных данных.

Выбросы НМЛОС происходят от силоса, навоза в амбарах, снаружи хранилищ навоза, при полевом использовании навоза и от пасущихся животных. Количественных оценок выбросов в отношении питания силосом, наружных хранилищ навоза, использования навоза и пасущихся животных не хватает. Большая часть исследований фокусируется на выбросах от животных, размещенных в помещении. Количественные оценки выбросов, представленные здесь, таким образом, основаны на предположительных пропорциях выбросов, которые происходят в помещении для животных (подробное описание см. в Приложении А).

### ***Твердые частицы (ТЧ)***

Выбросы твердых частиц (ТЧ) происходят как от животных, содержащихся в помещении, так и от животных, находящихся на свободном выгуле. Ввиду нехватки данных о выбросах относительно животных, находящихся на свободном выгуле, определение коэффициентов выбросов (КВ) основано на данных о животных, содержащихся в помещении. Массовый расход выделяемых частиц зависит от следующих параметров (примеры даны в скобках), таким образом, обуславливая неопределенность в отношении прогнозируемых выбросов (Seedorf и Hartung, 2001):

- физическая плотность и фракционный состав пыли от домашнего скота;
- вид животных, содержащихся в помещении (домашняя птица в сравнении с млекопитающими животными);
- тип системы кормления (сухими кормами и мешанками, автоматически и вручную, условия хранения кормов);
- тип пола (частично или полностью щелевой);
- использование подстилки (солома или древесные опилки);
- система использования навоза (жидкий навоз в сравнении с твердым, удаление и хранение, сушка навоза на ленточном конвейере);
- деятельность животных (виды, околосуточные ритмы, молодняк и взрослые особи, содержащиеся в клетке и вольере);
- скорость воздухообмена (летом и зимой, вентилирование в искусственном и естественном режиме);



- геометрические характеристики и положения входов и выходов (вторичный унос отложившихся частиц ввиду турбулентности над поверхностями помещения);
- микроклимат помещений (температура и относительная влажность);
- период времени содержания животных в помещении (круглогодичное или сезонное содержание);
- управление (система "пусто-занято", с периодами, когда животноводческие постройки пустуют для проведения очистки и дезинфекции, и системы постоянного содержания);
- вторичные источники в результате сельскохозяйственной деятельности (тракторы, передвижение по помещению для проверки домашнего скота);
- процедуры очистки (продувочным воздухом и вытяжным способом).

## 2.3 Выбросы

### *Аммиак*

Оценки выбросов  $\text{NH}_3$  в результате сельскохозяйственной деятельности показывают, что в Европе источником 80-90 % выбросов является животноводство (<http://webdab.emep.int>). Количество  $\text{NH}_3$ , выделяемого каждой категорией домашнего скота, отличается в зависимости от страны согласно размеру данной категории. В большинстве стран молочные коровы и другой рогатый скот являются основным источником выбросов  $\text{NH}_3$ . Например, в Великобритании молочные коровы являются источником 32 % общего количества выбросов в сельскохозяйственной сфере, тогда как другой рогатый скот является источником 25 % общего количества выбросов в сельском хозяйстве (Misselbrook и др., 2006). Крупный рогатый скот также является значимым источником выбросов  $\text{NH}_3$  во многих других странах. В некоторых странах выбросы в результате свиноводства также могут быть значительными, например, в Дании, где свиноводство является источником примерно 40 % выбросов (Hutchings и др., 2001). Выбросы от категорий домашнего скота, помимо крупного рогатого скота, свиней и домашней птицы, в основном незначительные, хотя овцы являются значительным источником выбросов в некоторых странах.

Важно оценить относительный объем выбросов в результате различных этапов использования навоза. В большинстве стран источником большей части выбросов  $\text{NH}_3$  в результате животноводства являлись постройки, где содержится домашний скот, и последующее нанесение навоза на земельный участок, каждый из этих факторов обычно составляет 30–40 % выбросов  $\text{NH}_3$  в результате животноводства. Выбросы от хранения и наружного содержания домашнего скота по отдельности обычно составляют 10–20 % общего объема выбросов. Выбросы в результате содержания скота на пастбище обычно довольно малы, так как ОАА в моче откладывается непосредственно на пастбище и быстро поглощается почвой. Часть выбросов от построек и последующего распределения навоза будет сокращаться по мере увеличения периода года, в который скот содержится на пастбище.

Широкомасштабное применение мер по устранению загрязнения окружающей среды с одновременным сокращением выбросов  $\text{NH}_3$ , вероятно, приведет к увеличению количественного отношения выбросов от построек и содержания скота на пастбище, так как данные источники выбросов сложнее всего контролировать. Меры по устранению загрязнения окружающей среды при распределении навоза по полям применяются максимально широко, так как они являются наиболее экономически эффективными. Меры по устранению загрязнения для построек, наоборот, часто являются дорогостоящими и менее эффективными.

Для расчета выбросов  $\text{NH}_3$  необходимо иметь количественные данные по всем коэффициентам, указанным выше в подразделе 2.2.1. На практике результаты могут быть обобщены для получения 'средних' КВ по каждому животному на каждом этапе выбросов согласно основным классам домашнего скота и типам использования, или для расчета общего годового КВ. Затем на основе данных по каждому классу животных в каждой стране определяется общий объем выбросов  $\text{NH}_3$ .

В случае незначительных источников объем выбросов может быть представлен в отчетности согласно методологии Уровня 1. В соответствии с требованиями добросовестной практики, для основных источников следует применять методологию Уровня 2 или Уровня 3. Это означает, что для каждой категории домашнего скота требуется указать выбросы в результате содержания скота на пастбище, животноводства, переработки и хранения навоза, а также в результате распределения навоза по полю и удаления.

### ***Оксид азота***

Существует незначительное количество данных по выбросам NO от навоза в результате животноводства и хранения, которые могли бы использоваться в качестве основы для инвентаризации (Groenestein и van Faassen, 1996). Выбросы NO рассчитываются для определения баланса массы азота для методологии Уровня 2 для оценки объема выбросов NH<sub>3</sub>. Такие расчеты могут использоваться в качестве оценки выбросов NO в результате животноводства и хранения.

### ***НМЛОС***

Перечень основных НМЛОС из основных источников выбросов и классификация летучих органических соединений (ЛОС) согласно степени их значимости были включены в протокол для рассмотрения сокращающихся выбросов ЛОС и их транснациональных потоков (Европейская Экономическая Комиссия Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН), 1991). Большое исследование в США (US EPA, 2012) показало, что до 50 % выбросов НМЛОС от животноводческих хозяйств состоит из изопропанола и н-пропанола, за ними следует ацетальдегид и кислоты с короткой цепью (уксусная кислота, пропионовая кислота, бутановая кислота). Этилацетат был обнаружен в значительных количествах только в помещении для КРС. Соединения серы могут быть основным источником. В исследовании NAEM (US EPA, 2012) диметилсульфид (DMDS) отвечает за 1-3 % выбросов НМЛОС.

### ***Твердые частицы (ТЧ)***

Для подробного расчета выбросов ТЧ потребуются количественные данные по всем факторам, указанным выше в разделе 2.2.4. На практике доступные данные позволяют использовать только средний КВ для каждой подкатегории домашнего скота.

Более подробная информация о выбросах приводится в Приложении А2.3.

## **2.4 Средства регулирования**

Сокращение выбросов азотных соединений может достигаться несколькими способами. Сокращение входящих потоков азота и, следовательно, выделений азота может привести к сокращению всех потерь азота.

### ***Аммиак***

Существует несколько возможных способов сокращения выбросов NH<sub>3</sub>. При использовании любого из данных способов необходимо тщательно следить, чтобы сохраняющийся азот имелся в наличии в качестве питательного вещества для сельскохозяйственных культур и не вызывал другие экологические проблемы вследствие утечки, вымывания нитратов (NO<sub>3</sub>) или выбросов N<sub>2</sub>O. В целом существуют пять подходов к сокращению утечек NH<sub>3</sub>:

- управление азотом;
- методы кормления домашнего скота для сокращения выделений азота и/или ОАА;
- сокращение выбросов от систем содержания скота в помещении;
- сокращение выбросов при хранении;
- сокращение выбросов во время и после распределения навоза.

Меры по сокращению выбросов  $\text{NH}_3$  при использовании навоза перечислены и объяснены в Приложении А2.4.1, тогда как подробное описание мер приводится в [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/N\\_6\\_21\\_Ammonia\\_Guidance\\_Document\\_Version\\_20\\_August\\_2011.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/N_6_21_Ammonia_Guidance_Document_Version_20_August_2011.pdf)

### ***Оксид азота***

В работе Meijide и др. (2007) отмечается сокращение выбросов  $\text{NO}$  *приблизительно* на 80 % после того, как ингибитор нитрификации дициандиамида (ДЦД) был добавлен к жидкому свиному навозу перед нанесением на земельный участок, хотя выбросы, к которым не применялись меры по устранению загрязнения, составили лишь 0,07 % наносимого азота. Использование ингибиторов нитрификации было предложено для сокращения выбросов  $\text{N}_2\text{O}$ , поэтому их использование может принести дополнительную пользу при сокращении выбросов  $\text{NO}$ .

### ***НМЛОС***

Методики, уменьшающие выбросы  $\text{NH}_3$  и запахи, также могут считаться эффективными для сокращения выбросов НМЛОС из навоза домашнего скота (Приложение А2.). Возможности сокращения включают немедленное покрытие хранилищ силоса (ям) и минимизацию площади силоса, доступного для кормления животных. В качестве примеров можно упомянуть только небольшое количество корма на питателе, высокое качества корма с высокой перевариваемостью, т.к. это снижает основу для образования НМЛОС, немедленное удаление мочи и навоза из стойла для КРС, быстрое удаление жидкой грязи для свиней и ленточная сушка навоза внутри птичника для несушек и ограничение перемешивания навоза в хранилищах навоза. Уже описанные системы для снижения выбросов  $\text{NH}_3$  от хранения, например, естественные или искусственные сменные покрытия или маты, способствуют уменьшению запаха благодаря снижению выбросов НМЛОС (Mannebeck, 1986, Blanes-Vidal et al., 2009, Bicudo et al. 2004, Zahn et al. 2001).

### ***Твердые частицы (ТЧ)***

Были изучены методики по сокращению концентрации взвешенной пыли в животноводческих постройках. В качестве методик, используемых внутри помещений для предотвращения чрезмерного пылеобразования, можно назвать такие меры, как кормление мешанками, с добавлением жировых компонентов в корм, разбрызгивание масла и/или воды. Защитные полосы также могут применяться для сокращения распространения выбросов ТЧ от построек. Также доступны технологии очистки в конце производственного цикла, значительно сокращающие выбросы ТЧ, в частности, фильтры, циклоны, электростатические пылеуловители, скрубберы с водяным орошением или системы биологической очистки отработанного воздуха. Тогда как многие из них в настоящее время считаются слишком дорогостоящими, технически ненадежными или недостаточно ориентированными на пользователя, чтобы широко применяться в сельском хозяйстве, ЕЭК ООН (2007) рассматривает скрубберы как вариант борьбы с загрязнением категории 1.

Когда применимые методики по устранению загрязнения окружающей среды станут доступными, методология будет дополнена коэффициентами выбросов (КВ) для расчета выбросов  $\text{TЧ}_{10}$ .

## 3 Методы

### 3.1 Выбор метода

Дерево решений, изображенное ниже, является руководством для выбора метода оценки выбросов.

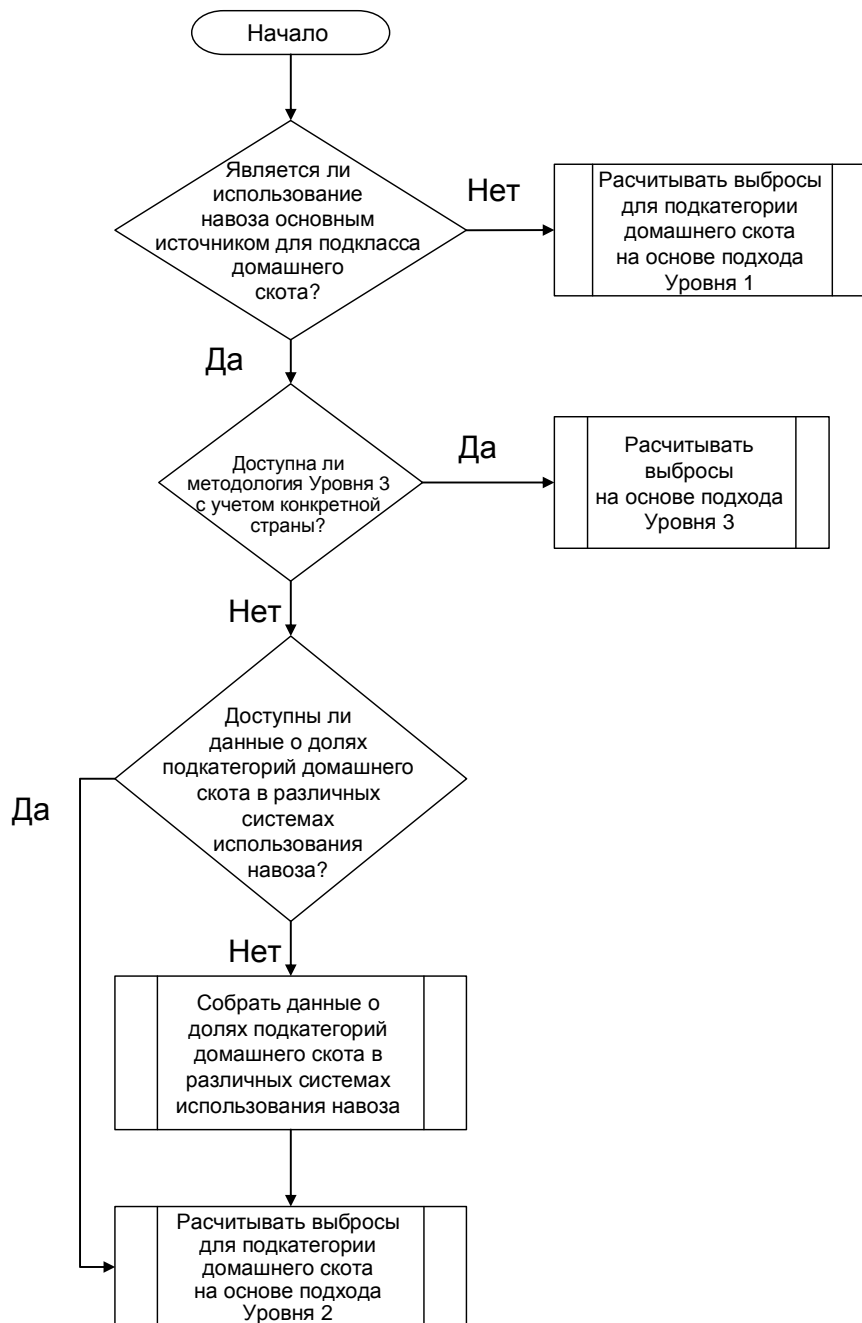


Рисунок 3-1 Дерево решений для категории источников 3.В Животноводческие хозяйства и использование навоза

### Аммиак

В большинстве стран, а то и во всех странах, основные категории домашнего скота являются основными источниками  $\text{NH}_3$ , поэтому в соответствии с требованиями добросовестной практики следует рассчитывать выбросы, по крайней мере, на основе подхода Уровня 2. Тем не менее, подход Уровня 1 может применяться для категорий домашнего скота, которые играют лишь незначительную роль в инвентаризации. Данный подход требует следующего:

- при наличии подробной информации использовать ее;
- если категория источников является основным источником, в соответствии с требованиями добросовестной практики следует использовать Уровень 2 или более подходящий метод для сбора подробных входящих данных. В таких случаях древовидная схема решений отсылает пользователя к методу Уровня 2, так как ожидается, что необходимые входные данные относительно выделений азота и систем использования навоза станут доступны, но недоступны КВ с учетом конкретной страны, требуемые для оценки Уровня 3;
- альтернативный подход использования метода Уровня 3 рекомендуется для стран с достаточным количеством данных для расчета КВ с учетом конкретной страны. Такие страны, разработавшие принцип массового расхода для расчета национальных выбросов  $\text{NH}_3\text{-N}$ , должны использовать данный принцип согласно подразделу 4.6 настоящей главы.

## 3.2 Подход Уровня 1 по умолчанию

### Алгоритм

**Шаг 1** – выделить соответствующие категории домашнего скота и определить среднегодовое количество животных в каждой категории (см. подраздел 3.3.1 настоящей главы). Категоризация направлена на группировку видов домашнего скота, управляемых одинаковым образом (типичные примеры приведены в Таблице 3–1).

**Шаг 2** – определить для каждой категории крупного рогатого скота или свиней используется ли обычно навоз в жидком или твердом виде.

**Шаг 3** – найти КВ по умолчанию для каждой категории домашнего скота на основе подраздела 3.2.2 настоящей главы.

**Шаг 4** – рассчитать объем выбросов загрязняющих веществ ( $E_{\text{загрязн\_животн}}$ ) для каждой категории домашнего скота, учитывая соответствующую среднегодовую численность каждой категории ( $\text{AAP}_{\text{животн}}$ ) и соответствующий коэффициент выбросов ( $\text{KB}_{\text{загрязн\_животн}}$ ):

$$E_{\text{загрязн\_животн}} = \text{AAP}_{\text{животн}} \cdot \text{KB}_{\text{загрязн\_животн}} \quad (1)$$

где

$\text{AAP}_{\text{животн}}$  = среднее количество животных в конкретной категории в течение года. Более подробное объяснение приводится в IPCC (2006).

### Аммиак

Метод Уровня 1 позволяет определить среднегодовую численность (AAP) каждого класса домашнего скота; на основе одного КВ по умолчанию, выраженного как  $\text{кг AAP}^{-1} \text{ а}^{-1} \text{ NH}_3$ . Данный КВ включает выбросы во время содержания скота на пастбище для жвачных животных и выбросы в результате распределения навоза для всех категорий домашнего скота. Это означает, что при использовании методологии Уровня 1 для какой-либо категории животных отчетность по выбросам должна предоставляться только согласно НО 3.В и запрещено предоставлять отчетность о выбросах во время содержания скота на пастбище для категории животных согласно НО 4.D.

### Коэффициенты выбросов по умолчанию

Коэффициенты выбросов по умолчанию перечислены ниже, распределены по категориям согласно загрязняющему веществу, а затем согласно источнику. Пользователям, которым требуются те же КВ, распределенные по категориям согласно источнику, а затем согласно загрязняющему веществу, следует обратиться к Приложению Б.

**Аммиак**

КВ по умолчанию Уровня 1 для  $\text{NH}_3$  были рассчитаны с помощью КВ  $\text{NH}_3\text{-N}$  по умолчанию Уровня 2 для каждого этапа использования навоза, данных по умолчанию о выделениях азота и данных по умолчанию об относительном содержании ОАА в выделениях и, если применимо, данных по умолчанию о длительности периода содержания скота на пастбище. В соответствующих случаях различные КВ предоставляются для систем использования навозной жижи или подстилочного навоза. Пользователь может выбирать КВ для преобладающей системы использования навоза для определенного класса домашнего скота в соответствующей стране. Данные КВ были рассчитаны с учетом того, что весь навоз хранится до распределения по поверхности без быстрого внесения. По этим причинам страны призывают по возможности рассчитывать выбросы, по крайней мере, с помощью подхода Уровня 2. Более подробная информация относительно деривации данных КВ приводится в Приложении А.3.2.

**Таблица 3-1 КВ по умолчанию Уровня 1 ( $\text{КВ}_{\text{NH}_3}$ ) для расчета выбросов  $\text{NH}_3$  в результате использования навоза. Количественные данные являются среднегодовыми значениями выбросов  $\text{кг ААР}^{-1} \text{а}^{-1} \text{NH}_3$  как указано в подразделе 3.3.1 настоящей главы.**

ИНЗВ	Домашний скот	Тип навоза	$\text{КВ}_{\text{NH}_3}$ ( $\text{кг а}^{-1}$ . $\text{ААР}^{-1} \text{NH}_3$ )
100901	Молочные коровы	навозная жижа	39.3
100901	Молочные коровы	твердый навоз	28.7
100902	Другой рогатый скот (включая молодые особи крупного рогатого скота, мясной скот и подсосные коровы)	навозная жижа	13.4
100902	Другой рогатый скот	твердый навоз	9.2
100903	Откормочные свиньи	навозная жижа	6.7
100903	Откормочные свиньи	твердый навоз	6.5
100904	Свиноматки	навозная жижа	15.8
100904	Свиноматки	твердый навоз	18.2
100904	Свиноматки	вне помещения	7.3
100905	Овцы (и козы)	твердый навоз	1.4
+100911			
100906	Лошади (а также мулы, ослы)	твердый навоз	14.8
+100912			
100907	Куры-несушки (куры-несушки и маточное стадо)	твердый навоз	0.48
100907	Куры-несушки (куры-несушки и маточное стадо)	навозная жижа	0.48
100908	Бройлеры (бройлеры и маточное стадо)	подстилка	0.22
100909	Другая домашняя птица (утки)	подстилка	0.68
100909	Другая домашняя птица (гуси)	подстилка	0.35
100909	Другая домашняя птица (индейки)	подстилка	0.95
100910	Пушной зверь		0.02
100913	Верблюды	твердый навоз	10.5
100914	Буйволы	твердый навоз	9.0

**Источники:** Периоды содержания скота на пастбище по умолчанию для крупного рогатого скота заимствованы из Таблицы 10А 4-8 IPCC, глава 10: Выбросы от домашнего скота и использования навоза, данные о выделении азота по

умолчанию для Западной Европы из Таблицы 10.19, они также приводятся в Таблице 3-8, помимо периода содержания в помещении, на котором основаны данные КВ.

Sheep are here defined as mature ewes with lambs until weaning. To calculate emissions for lambs from weaning until slaughter, or other sheep, adjust the EF quoted in Table 3–1 according to the ratio of annual N excretion by the other sheep to that of the mature ewe. Note that estimates of the number of sheep will vary according to the time of the agricultural census. If taken in summer the count will be of ewes, rams, other sheep and fattening lambs. If taken in winter few, if any, fattening lambs will be recorded. See subsection 3.2.3 of the present chapter for details of how the activity data should be calculated. The default EF presented in Table 3–1 were calculated using the Tier 2 approach outlined in subsection 3.2.1 below using default EF for each emission derived from those used in the mass-flow models evaluated by the EAGER group (Reidy et al., 2007 and in preparation and references cited therein).

#### *Nitric oxide*

The default Tier 1 EFs were calculated using the Tier 2 methodology for NH<sub>3</sub>. Emissions of NO need to be estimated in the mass flow approach in order to accurately calculate the flow of TAN. Output from those calculations is cited below to provide EFs for NO. The default Tier 1 EFs for NO have been calculated using the Tier 2 default NO-N EFs during manure storage, based on default N excretion data and default data on proportions of TAN in excreta and, where appropriate, default data on the length of the grazing period. Where appropriate, separate EFs are provided for slurry- and litter-based manure management systems. The user may choose the EF for the predominant manure management system for that livestock class in the relevant country. These EFs have been calculated on the basis that all manure is stored before surface application without rapid incorporation. For these reasons countries are encouraged to calculate emissions using at least a Tier 2 approach if possible.

Table 3-2 Default Tier 1 EF for NO

SNAP	Livestock	Manure type	EF <sub>NO</sub> (kg a <sup>-1</sup> . AAP <sup>-1</sup> NO)
100901	Dairy cows	slurry	0.007
100901	Dairy cows	solid	0.154
100902	Other cattle (including young cattle, beef cattle and suckling cows)	slurry	0.002
100902	Other cattle	solid	0.094
100903	Fattening pigs	slurry	0.001
100903	Fattening pigs	solid	0.045
100904	Sows	slurry	0.004
100904	Sows	solid	0.132
100904	Sows	outdoor	0
100905	Sheep (and goats)	solid	0.005
+100911			
100906	Horses (and mules, asses)	solid	0.131
+100912			
100907	Laying hens (laying hens and parents)	solid	0.003
100907	Laying hens (laying hens and parents)	slurry	0.0001
100908	Broilers (broilers and parents)	litter	0.001
100909	Other poultry (ducks)	litter	0.004
100909	Other poultry (geese)	litter	0.001
100909	Other poultry (turkeys)	litter	0.005
100910	Fur animals	solid	0.0002
100913	Camels	solid	NA
100914	Buffalo	solid	0.043

**Sources:** Default grazing periods for cattle were taken from Table 10A 4-8 of IPCC chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management, default N excretion data for Western Europe from Table 10.19, also given in Table 3–8, together with the housing period on which these EFs are based.

### НМЛОС

Стандартизированные коэффициенты выбросов НМЛОС уровня 1 основаны на результатах исследования в США (US EPA, 2012). Это исследование Национального мониторинга выбросов в атмосферу (NAEM) включает измерения НМЛОС от 16 различных животноводческих производств, включая молочный скот, свиней, животных на откорме, птицу, несущую яйца и бройлеров. Среднее значение измеренных выбросов преобразуется в сельскохозяйственные условия для Западной Европы с помощью значений IPCC по умолчанию для потребления корма животными и выделения ЛВ (летучих веществ) (US EPA, 2012, IPCC, 2006, Shaw et al. 2007). Коэффициент выбросов для другого КРС, овец, коз, лошадей, мулов и ослов, кроликов, северных оленей, верблюдов и буйволов основан на значениях для относительной скорости выделения ЛВ из Руководства IPCC 2006 г. Подробное объяснение см. в разделе A2.3.

Выделения от силоса являются основным источником, что показывает необходимость отличать потребление корма с и без силоса. Не было сделано различия между жидким и твердым навозом, т.к. ограниченные данные не позволяют сделать такого различия. Предполагаемая длительность размещения в помещениях указана в Таблице 3-8.

В настоящее время есть некоторые данные относительно выбросов НМЛОС от хранения навоза и использования навоза. Однако, было обнаружено соотношение между выбросами NH<sub>3</sub> и многими другими НМЛОС во время размещения в помещении ( $r^2 \approx 0,5$ ) (Feilberg et al. 2010). Поэтому выбросы от хранилищ навоза и использования навоза оцениваются как фракции выбросов от размещения домашнего скота в помещениях. Предполагается, что фракция такое же, как соотношения для выброса NH<sub>3</sub>. Особенно для



использования навоза эта методология может быть некорректной, т.к. НМЛОС формируются в навозе во время хранения и выхода после использования навоза. Это частично противоречит тому, что выброс  $\text{NH}_3$  происходит в навозе и после использования, т.к.  $\text{NH}_3$  формируется в навозе во время процесса разложения и находится в состоянии равновесия с  $\text{NH}_4$ . Предполагается, что выбросы от животных на выпасе являются низкими. Оценки основаны на Shaw et al. (2007).

Если возможно, странам предлагается рассчитывать выбросы с помощью подхода уровня 2.

Таблица 3-3 КВ уровня 1 для НМЛОС по умолчанию

Код	Домашний скот	КВ с	КВ без
		силосным питанием	силосного питания
		НМЛОС, кг ААР-1. а-1	
100901	Молочный скот	17 937	8 047
100902	Другой КРС <sup>1</sup>	8 902	3 602
100903	Свиньи на откорме <sup>2</sup>	-	0,551
100904	Свиноматки	-	1,704
100905	Овцы	0,279	0,169
100911	Козы	0,624	0,542
100906	Лошади	7,781	4,275
100912	Мулы и ослы	3,018	1,470
100907	Куры-несушки (куры-несушки и родители)	-	0,165
100908	Бройлеры (бройлеры и родители)	-	0,108
100909	Другая домашняя птица (утки, гуси, индейки) <sup>3</sup>	-	0,489
100910	Пушные звери	-	1,941
	Кролики	-	0,059
	Северные олени <sup>4</sup>	-	0,045
100913	Верблюды	-	0,271
100914	Буйволы	9,247	4,253

<sup>1</sup>Включая молодняк, мясной скот и кормящих коров

<sup>2</sup>Включая поросят от 8 кг до забоя

<sup>3</sup>Основаны на данных по индейкам

<sup>4</sup>Предполагается, что 100% являются пасущимися

### ТЧ

Выбросы ТЧ происходят от животных в помещении и находящихся на свободном выгуле. Однако, из-за нехватки доступных данных по выбросам, оцененные коэффициенты выбросов (КВ) фокусировались на животных, размещенных в помещениях. Несколько различных параметров имеет важное значение для определения выбросов ТЧ, из которых решающими являются условия кормления, активность животных и материал подстилки. КВ ТЧ основан на исследовании, проведено в северо-европейских амбарах с КРС, свиньями и домашней птицей (Takai et al., 1998). За исключением коз и пушных зверей, чей КВ основан на Mosquera and Hol (2011) и Mosquera et al. (2011). КВ лошадей основан на Seedorf and Hartung (2001). Подробное описание см. в Приложении А.

Таблица 3-3 КВ уровня 1 для ТЧ от животноводческого хозяйства

Код	Домашний скот	КВ для	КВ для ТЧ <sub>10</sub>	КВ для ТЧ <sub>2,5</sub>
		ОКВЧ (кг ААР <sup>1</sup> · а <sup>-1</sup> )	(кг ААР <sup>1</sup> · а <sup>-1</sup> )	(кг ААР <sup>1</sup> · а <sup>-1</sup> )
100901	Молочный скот	1,38	0,63	0,41
100902	Другой КРС (включая молодняк, мясной скот и кормящих коров)	0,59	0,27	0,18
100902	Телята	0,34	0,16	0,10
100903	Свиньи на откорме	0,75	0,34	0,06
	Ягнята	0,21	0,10	0,02
100904	Свиноматки	1,53	0,69	0,12
100905	Овцы	0,139	0,0556	0,0167
100911	Козы	0,139	0,0556	0,0167
100906	Лошади	0,48	0,22	0,14
100912	Мулы и ослы	0,34	0,16	0,10
100907	Куры-несушки (куры-несушки и родители)	0,119	0,119	0,023
100908	Бройлеры (бройлеры и родители)	0,069	0,069	0,009
100909	Утки	0,14	0,14	0,02
100909	Гуси	0,24	0,24	0,03
100909	Индейки	0,52	0,52	0,07
100910	Пушные звери	0,018	0,0081	0,0042
100914	Буйволы	1,45	0,67	0,44

Источник: Takai et al., 1998, Seedorf и Hartung et al. (2001), Mosquera и Hol, (2011), Mosquera et al. (2011).

### 3.2.3 Данные по осуществляемой деятельности

Для Уровня 1 необходимы данные о количестве животных по каждой из категорий, перечисленных в Таблице 3–1. Такие данные могут быть предоставлены на основании ежегодной государственной сельскохозяйственной переписи. Иными словами, может быть использована статистическая информация службы Евростат (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>) или данные организации ООН по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО), представленные в Ежегоднике по производству сельскохозяйственной продукции (ФАО, 2005/2006).

Среднегодовая численность (ААР) представляет среднее количество животных, имеющих в определенной категории в среднем в течение года. Данное количество может быть получено несколькими способами. Если количество животных, насчитываемое в определенный день, не меняется в течение года, перепись имеющих в определенный день животных определит значение ААР. Тем не менее, если количество имеющих животных изменяется в течение года, например, из-за сезонных производственных циклов, более точным будет определять значение ААР на основании данных переписи, проведенной согласно количеству стойл. В таком случае, необходимо учесть погрешность на период, когда стойбище пусто. Может существовать несколько причин, по которым стойбище может пустовать в определенные периоды года, но наиболее распространенными являются сезонный характер производства или очистка построек для подготовки к следующей группе животных.

Таблица 3-4 Определение терминов, используемых для пояснения способа расчетов объемов ежегодных выбросов

Термины	Единицы измерения	Определение
Среднегодовая численность, ААР	-	Количество животных, имеющих в определенной категории в среднем в течение года
Стойла ( $n_{\text{стойб}}$ )	-	Средний объем пространства для определенной категории животных в месте содержания скота, которое обычно занято
Надои молока	л (литр) $a^{-1}$	Средний объем (л) молока, произведенного молочными животными в течение года, ежегодные выбросы которых подлежат расчету
Период простоя ( $t_{\text{пуст}}$ )	день	Средняя длительность периода в течение года, когда стойбище пусто (в днях)
Период очистки ( $t_{\text{очист}}$ )	день	Время между производственным циклом или периодом, когда стойбище пусто, например, для проведения очистки (в днях)
Производственный цикл ( $n_{\text{цикл}}$ )	-	Среднее количество производственных циклов в год
Количество произведенных животных ( $n_{\text{произв}}$ )	$a^{-1}$	Количество животных, произведенных в течение года
Коэффициент смертности ( $x_{\text{нп}}$ )	-	Коэффициент умерших и не проданных животных

Если значение ААР рассчитывается на основе количества стойбищ ( $n_{\text{стойб}}$ ), вычисления производятся следующим образом

$$1) \quad AAR = n_{\text{стойб}} \cdot (1 - t_{\text{пуст}}/365) \quad (2)$$

Если продолжительность жизни животных или срок, в течение которого такие животные относятся к определенной категории, менее года, то обычно выполняется более одного производственного цикла в год. В такой ситуации,  $t_{\text{пуст}}$  вычисляется на основе количества производственных циклов или периодов ( $n_{\text{цикл}}$ ) в год и длительности периода в течение года, когда стойбище пусто ( $t_{\text{очист}}$ ):

$$2) \quad t_{\text{пуст}} = n_{\text{цикл}} \cdot t_{\text{очист}} \quad (3)$$

Третьим способом расчета значения ААР является использование статистических данных, учитывающих количество произведенных за год животных:

$$3) \quad AAR = n_{\text{произв}} / (n_{\text{цикл}} \cdot (1 - x_{\text{нп}})) \quad (4)$$

где  $x_{\text{нп}}$  – коэффициент умерших и не проданных животных.

### Твердые частицы

Требуется информация о количестве животных и стойбищах соответственно, а также о преобладающих системах содержания скота в помещении и распределении их частотности.

## 3.3 Технологический подход Уровня 2

Уровень 2 для НМЛЮС не предусмотрен.

### Алгоритм для аммиака и оксида азота

В Уровне 2 применяется подход массового расхода, основанный на понятии расхода ОАА в рамках системы использования навоза, как показано на принципиальной схеме на Рисунке 2–2. Следует

отметить, что вычисления согласно подходу массового расхода должны выполняться на основе кг N. Полученные результаты вычислений выбросов  $\text{NH}_3\text{-N}$  преобразуются в  $\text{NH}_3$ . При расчете выбросов  $\text{NH}_3$  согласно подходу массового расхода система на основе ОАА является более предпочтительной, чем система на основе общего объема азота, так как она используется IPCC для расчета выбросов  $\text{N}_2\text{O}$ . Это объясняется тем, что выбросы  $\text{NH}_3$  и других форм газообразного азота образуются на основе ОАА. Учет объема ОАА по мере его прохождения через систему использования навоза позволяет, таким образом, провести более точные вычисления выбросов газообразного азота. Также он обеспечивает отражение в методологии последствий изменения рациона животных на выбросы газообразного азота, так как выделение общего объема азота и ОАА напрямую зависит от подобных изменений. Такие вычисления %ОАА в навозе могут применяться для проверки точности вычислений массового расхода (например, Webb и Misselbrook, 2004).

Несмотря на явную сложность данного подхода, данная методология по своему существу не так сложна в применении; тем не менее, она требует обязательного наличия гораздо большего количества данных, чем методология Уровня 1. На каждом этапе представлены различные системы для учета фактических различий в системах управления и полученных в результате выбросов. В частности, на каждом этапе проводится разграничение между системами использования навозной жижи и твердого навоза.

Принятие модели расхода азота, основанной на соотношении передаваемых объемов ОАА, позволяет использовать различные варианты или способы для учета различий между реальными системами. Данный подход имеет несколько преимуществ по сравнению с методологией Уровня 1:

- данный метод обеспечивает согласованность данных об азотных соединениях, указанных в отчетности согласно данному Руководству (например, в рамках КТЗВБР), и данных, представленных в отчетности согласно Руководству IPCC;
- данные о равновесии материалов могут использоваться для проверки на ошибки (объем азота из выделений + азота, добавленного в материал подстилки, минус объем азота из выбросов и азота, поглощаемого почвой, должен равняться нулю);
- могут быть учтены последствия изменений на одном этапе управления навозом (вверх по потоку) на выбросы более поздних этапов использования навоза (вниз по потоку). Например, различия в выбросах при содержании скота в помещении, обуславливающие различные объемы ОАА при хранении и нанесении на поле, приводят к различиям в потенциальном объеме выбросов  $\text{NH}_3$  при хранении и после нанесения на поле.

Наиболее значимое потенциальное преимущество появляется при дальнейшей разработке подхода массового расхода до методологии Уровня 3, который может обеспечить соответствующее внедрение технологий борьбы с загрязнением.

Возможные меры по устранению загрязнения окружающей среды также могут быть использованы как альтернативные системы. Данный подход обеспечивает правильность изменений потока азота через различные источники, которые происходят в результате применения мер по устранению загрязнения окружающей среды. Это облегчает документальный учет влияния мер по устранению (сокращению) загрязнения, которые уже были внедрены или планируются в будущем. Таким образом, данный подход Уровня 2 можно считать этапом на пути к разработке методологии Уровня 3 (см. ниже раздел 3.4).

Значения по умолчанию приводятся для объемов выделений азота, доли ОАА и выбросов на каждом этапе использования навоза (Таблица 3–8). В соответствии с требованиями добросовестной практики, каждая страна должна использовать данные по осуществляемой деятельности, характерные для конкретной страны. В Приложении А (Таблица А3–7) объясняется способ расчета КВ по умолчанию для  $\text{NH}_3\text{-N}$ , который может быть полезен для вычисления КВ с учетом конкретной страны для Уровня 3. КВ с учетом конкретной страны могут способствовать более точным расчетам выбросов, так как они включают уникальное сочетание видов деятельности в рамках данной страны, или так как они предусматривают отличающийся способ расчета выбросов от определенного вида деятельности в рамках данной страны, или по двум данным причинам вместе. Объем потока азота по различным направлениям можно определить на основе данных о животноводческих хозяйствах и системах

использования навоза с учетом конкретной страны, тогда как часть, испарившаяся в виде  $\text{NH}_3\text{-N}$  на каждом этапе в рамках системы, рассматривается как процентное отношение, основанное, главным образом, на измеренных значениях и, при необходимости, экспертной оценке.

В методологиях Уровня 2 дается оценка минерализации азота и нейтрализации ОАА при использовании навоза, а также расчет других потерь азота, таких как  $\text{NO}$ , для проведения более точных вычислений ОАА, доступного на каждом этапе использования навоза.

В рамках последующей поэтапной процедуры предполагается, что навоз используется в виде жидкой массы или в виде твердого навоза. Навозная жижа состоит из выделений, пролитого животного корма и питьевой воды, некоторого количества подстилки и воды, применяемой при очистке или использовании. Данный вид навоза соответствует категории жидкости/навозной жижи согласно IPCC (2006); см. в Приложении Таблицу А3–8, где описаны категории хранения, часто указываемые при инвентаризациях  $\text{NH}_3$ , согласно классификации IPCC. Твердый навоз состоит из выделений, пролитого животного корма и питьевой воды и может также включать материал подстилки. Данный вид навоза соответствует категории твердого навоза согласно IPCC (2006). В случае если навоз разделяется на жидкую и твердую части, жидкость следует рассматривать как навозную жижу.

**Шаг 1** – определить подкатегории домашнего скота, являющиеся однородными относительно кормления, выделений и диапазона возраста/веса. Типовые категории животных представлены в Таблице 3–1. Должно быть получено соответствующее количество животных согласно указаниям подраздела 3.3.1 настоящей главы. К каждой из данных подкатегорий и общему количеству выбросов следует впоследствии применить этапы от Шага 2 до Шага 14 включительно.

**Шаг 2** – рассчитать общий годовой объем выделений азота животными ( $N_{\text{выд}}$ ; кг  $\text{AAP}^{-1} \text{a}^{-1}$ ). Во многих странах применяются подробные процедуры для вычисления объемов выделения азота для различных категорий домашнего скота. Если они недоступны, в качестве руководства следует использовать метод, описанный в главе 10 (уравнения 10.32 и 10.33) IPCC (2006), где параметр  $N_{\text{выд}}$  является тождественным  $N_{\text{выд(Т)}}$ . Для удобства значения по умолчанию указаны в Таблице 3–6, приведенной далее.

**Шаг 3** – рассчитать объем ежегодно выделяемого азота, откладываемого в постройках, где содержится домашний скот, на незакрытых скотных дворах и при содержании скота на пастбище. Данное значение основано на общем годовом объеме выделения азота ( $N_{\text{выд}}$ ) и доле выделений, откладываемых в данных местах ( $x_{\text{постр}}$ ,  $x_{\text{двор}}$  и  $x_{\text{пастб}}$ , соответственно). Данные доли выделений зависят от продолжительности периода в году, который животные проводят в помещениях, на скотных дворах и на пастбище, а также от поведения животных. Если более точная информация недоступна, значения  $x_{\text{постр}}$ ,  $x_{\text{двор}}$  и  $x_{\text{пастб}}$  должны равняться доле периода в году, проведенного в соответствующем месте, и всегда должны равняться 1.0.

$$m_{\text{пастб}_N} = x_{\text{пастб}} \cdot N_{\text{выд}} \quad (5)$$

$$m_{\text{двор}_N} = x_{\text{двор}} \cdot N_{\text{выд}} \quad (6)$$

$$m_{\text{постр}_N} = x_{\text{постр}} \cdot N_{\text{выд}} \quad (7)$$

**Шаг 4** – использовать данные о доле азота, выделяемого в виде ОАА ( $x_{\text{ОАА}}$ ), для расчета количества ОАА, откладываемого при содержании скота на пастбище, на скотных дворах или в постройках ( $m_{\text{пастб}_\text{ОАА}}$ ,  $m_{\text{двор}_\text{ОАА}}$  и  $m_{\text{постр}_\text{ОАА}}$ ).

$$m_{\text{пастб}_\text{ОАА}} = x_{\text{ОАА}} \cdot m_{\text{пастб}_N} \quad (8)$$

$$m_{\text{двор}_\text{ОАА}} = x_{\text{ОАА}} \cdot m_{\text{двор}_N} \quad (9)$$

$$m_{\text{постр}_\text{ОАА}} = x_{\text{ОАА}} \cdot m_{\text{постр}_N} \quad (10)$$

Если имеются в наличии подробные национальные процедуры по расчету объемов выделения азота, предоставляющие данные о доле азота, выделяемого в виде ОАА, необходимо использовать их. Если они недоступны, следует использовать значения по умолчанию, указанные в Таблице 3–8.

**Шаг 5** – рассчитать объем выделений ОАА и объем выделений общего азота, откладываемых в помещениях, используемых как навозная жижа ( $m_{\text{постр\_жидк\_ОАА}}$ ) или как твердый навоз ( $m_{\text{постр\_тверд\_ОАА}}$ ).

$$m_{\text{постр\_жидк\_ОАА}} = x_{\text{жидк}} \cdot m_{\text{постр\_ОАА}} \quad (11)$$

$$m_{\text{постр\_жидк\_N}} = x_{\text{жидк}} \cdot m_{\text{постр\_N}} \quad (12)$$

$$m_{\text{постр\_тверд\_ОАА}} = (1 - x_{\text{жидк}}) \cdot m_{\text{постр\_ОАА}} \quad (13)$$

$$m_{\text{постр\_тверд\_N}} = (1 - x_{\text{жидк}}) \cdot m_{\text{постр\_N}} \quad (14)$$

Где  $x_{\text{жидк}}$  является долей навоза, используемого в виде навозной жижи (оставшаяся часть является долей навоза, используемой в виде твердого навоза).

**Шаг 6** – рассчитать потери  $\text{NH}_3\text{-N}$  ( $E_{\text{постр}}$ ) от построек или скотных дворов путем умножения объема ОАА ( $m_{\text{постр\_ОАА}}$ ) на коэффициент выбросов  $\text{KB}_{\text{постр}}$  ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) для навозной жижи и стойлового навоза.

$$E_{\text{постр\_жидк}} = m_{\text{постр\_жидк\_ОАА}} \cdot \text{KB}_{\text{постр\_жидк}} \quad (15)$$

$$E_{\text{постр\_тверд}} = m_{\text{постр\_стойл\_ОАА}} \cdot \text{KB}_{\text{постр\_тверд}} \quad (16)$$

А также путем умножения объема ОАА ( $m_{\text{двор,ОАА}}$ ) на коэффициент выбросов  $\text{KB}_{\text{двор}}$ :

$$E_{\text{двор}} = m_{\text{двор,ОАА}} \cdot \text{KB}_{\text{двор}} \quad (17)$$

Таким образом, будет вычислен объем выбросов в кг  $\text{NH}_3\text{-N}$ .

**Шаг 7** применим только к твердому навозу. Его цель – обеспечить добавление азота в подстилке для животных ( $m_{\text{подстил}}$ ) в данные системы содержания скота в помещении на основе подстилочного навоза, а также учесть последующую нейтрализацию ОАА в подстилке. Объем общего азота и ОАА в твердом навозе, который убирается из построек и скотных дворов ( $m_{\text{выд-постр\_тверд\_N}}$  и  $m_{\text{выд-постр\_тверд\_ОАА}}$ ), а затем передается на хранение или распределяется непосредственно на полях, впоследствии рассчитывается, при этом следует не забыть вычесть объем выбросов  $\text{NH}_3\text{-N}$  от построек.

Если подробные данные отсутствуют, информацию о количестве используемой соломы и добавленном объеме азота ( $m_{\text{подстил}}$ ) можно получить в электронной таблице примерных вычислений, представленной на сайте вместе в версией данного Руководства, см. далее Таблицу 3–5.

**Таблица 3-5** Значения по умолчанию по продолжительности периода содержания скота в помещении, годовому объему использования соломы в системах использования подстилочного навоза и объему азота, содержащегося в соломе

Класс домашнего скота	Период содержания скота в помещении, дней	Солома, кг ААР <sup>-1</sup> а <sup>-1</sup>	Азот, содержащийся в соломе, кг ААР <sup>-1</sup> а <sup>-1</sup>
Молочные коровы (100901)	180	1 500	6.00
Другой рогатый скот (100902)	180	500	2.00
Свиньи в заключительной стадии откорма (100903)	365	200	0.80
Свиноматки (100904)	365	600	2.40
Овцы и козы (100905)	30	20	0.08
Лошади и т.д. (100906)	180	500	2.00
Буйволы (100914)	225	1500	6.00

Количество используемой соломы приводится для указанного периода содержания скота в помещении. Для более долгих или коротких периодов содержания скота в помещении количество используемой соломы можно изменить относительно продолжительности периода содержания скота в помещении.

Следует также учесть долю ( $f_{\text{нейтр}}$ ) ОАА, нейтрализуемого в органическом веществе при использовании навоза в твердом виде, так как данный процесс нейтрализации значительно сокращает потенциальный объем выбросов  $\text{NH}_3\text{-N}$  при хранении и после распределения (включая выбросы от навоза, распределяемого непосредственно из построек).

$$m_{\text{выд-постр\_тверд\_ОАА}} = (m_{\text{постр\_тверд\_ОАА}} - E_{\text{постр\_тверд}}) \cdot (1 - f_{\text{нейтр}}) \quad (18)$$

$$m_{\text{выд-постр\_тверд\_N}} = [m_{\text{постр\_тверд\_N}} + m_{\text{подстил\_N}} - E_{\text{постр\_тверд}}] \quad (19)$$

Если данные для  $f_{\text{нейтр}}$  отсутствуют, рекомендуется использовать

$$f_{\text{нейтр}} = 0,0067 \text{ кг кг}^{-1} \text{ (Kirchmann и Witter, 1989)}$$

**Шаг 8** - рассчитать объем выбросов общего азота и ОАА, помещенных на хранение перед распределением по полям. Не все виды навоза помещаются на хранение перед распределением; некоторые из них наносятся на поля непосредственно из построек. Следовательно, требуется знать соотношение навозной жижи и стойлового навоза, помещаемых на хранение ( $x_{\text{хран\_жидк}}$  и  $x_{\text{хран\_стойл}}$ ).

Для навозной жижи:

$$m_{\text{хран\_жидк\_ОАА}} = [(m_{\text{постр\_жидк\_ОАА}} - E_{\text{постр\_жидк}}) + (m_{\text{двор\_ОАА}} - E_{\text{двор}})] \cdot x_{\text{хран\_жидк}} \quad (20)$$

$$m_{\text{хран\_жидк\_N}} = [(m_{\text{постр\_жидк\_N}} - E_{\text{постр\_жидк}}) + (m_{\text{двор\_N}} - E_{\text{двор}})] \cdot x_{\text{хран\_жидк}} \quad (21)$$

$$m_{\text{непосред\_распред\_жидк\_ОАА}} = [(m_{\text{постр\_жидк\_ОАА}} - E_{\text{постр\_жидк}}) + (m_{\text{двор\_ОАА}} - E_{\text{двор}})] \cdot (1 - x_{\text{хран\_жидк}}) \quad (22)$$

$$m_{\text{непосред\_распред\_жидк\_N}} = [(m_{\text{постр\_жидк\_N}} - E_{\text{постр\_жидк}}) + (m_{\text{двор\_N}} - E_{\text{двор}})] \cdot (1 - x_{\text{хран\_жидк}}) \quad (23)$$

Для твердого навоза:

$$m_{\text{хран\_тверд\_ОАА}} = m_{\text{выд-постр\_тверд\_ОАА}} \cdot x_{\text{хран\_стойл}} \quad (24)$$

$$m_{\text{хран\_тверд\_N}} = m_{\text{выд-постр\_тверд\_N}} \cdot x_{\text{хран\_стойл}} \quad (25)$$

$$m_{\text{непосред\_распред\_тверд\_ОАА}} = m_{\text{выд-постр\_тверд\_ОАА}} \cdot (1 - x_{\text{хран\_тверд}}) \quad (26)$$

$$m_{\text{непосред\_распред\_тверд\_N}} = m_{\text{выд-постр\_тверд\_N}} \cdot (1 - x_{\text{хран\_тверд}}) \quad (27)$$

**Шаг 9** применяется только для навозной жижи и предназначен для расчета объема ОАА, выбросы которого будут образовываться от хранилищ навозной жижи. В случае навозной жижи, доля ( $f_{\text{мин}}$ ) органического азота минерализуется в ОАА перед проведением расчетов газовых выбросов.

Измененная масса ( $mm_{\text{хран\_жидк\_ОАА}}$ ), на основе которой рассчитываются выбросы, вычисляется следующим образом:

$$mm_{\text{хран\_жидк\_ОАА}} = m_{\text{хран\_жидк\_ОАА}} + ((m_{\text{хран\_N}} - m_{\text{хран\_жидк\_ОАА}}) \cdot f_{\text{мин}}) \quad (28)$$

Если данные для  $f_{\text{мин}}$  отсутствуют, рекомендуется использовать

$$f_{\text{мин}} = 0,1 \text{ (Dämmgen и др. 2007)}$$

**Шаг 10** – рассчитать объем выбросов  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  и  $\text{N}_2$  (с помощью соответствующих коэффициентов выбросов  $\text{KB}_{\text{хран}}$  и  $mm_{\text{хран\_ОАА}}$ ).

Для навозной жижи:

$$\begin{aligned} E_{\text{хран\_жидк}} &= E_{\text{хран\_жидк\_NH}_3} + E_{\text{хран\_жидк\_N}_2\text{O}} + E_{\text{хран\_жидк\_NO}} + E_{\text{хран\_жидк\_N}_2} \\ &= mm_{\text{хран\_жидк\_ОАА}} \cdot (\text{KB}_{\text{хран\_жидк\_NH}_3} + \text{KB}_{\text{хран\_жидк\_N}_2\text{O}} + \text{KB}_{\text{хран\_жидк\_NO}} + \text{KB}_{\text{хран\_жидк\_N}_2}) \end{aligned} \quad (29)$$

В случае твердого навоза выбросы включают не только газовые выбросы, как для навозной жижи, но также и растворимый азот, удаляемый из хранилища вместе со сточными водами:

$$E_{\text{хран\_тверд}} =$$

$$E_{\text{хран\_тверд\_NH}_3} + E_{\text{хран\_тверд\_N}_2\text{O}} + E_{\text{хран\_тверд\_NO}} + E_{\text{хран\_тверд\_N}_2} + E_{\text{хран\_тверд\_N}_2} = m_{\text{хран\_тверд\_ОАА}} \cdot (KB_{\text{хран\_тверд\_NH}_3} + KB_{\text{хран\_тверд\_N}_2\text{O}} + KB_{\text{хран\_тверд\_NO}} + KB_{\text{хран\_тверд\_N}_2} + KB_{\text{хран\_тверд\_N}_2}) \quad (30)$$

Для навозной жижи и подстилочного навоза значения по умолчанию для коэффициентов выбросов (KB) указаны в Таблице 3–6 (N<sub>2</sub>O), Таблице 3–8 (NH<sub>3</sub>) и Таблице 3–8 (NO и N<sub>2</sub>). Уравнения 28 и 29 позволяют рассчитать KB Уровня 2 для NO.

**Таблица 3-6 KB по умолчанию Уровня 2 для непосредственных выбросов N<sub>2</sub>O в результате использования азота. В Таблице А3–8 Приложения объясняется связь между типами хранения навоза, рассмотренными в данном документе, и типами хранения навоза, применяемыми МГЭИК**

Система хранения	KB кг N <sub>2</sub> O-N (кг ОАА, помещаемого в хранилище) <sup>-1</sup>
Навозная жижа от крупного рогатого скота без естественного осадка	0
Навозная жижа от крупного рогатого скота с естественным осадком	0.01
Навозная жижа от свиней без естественного осадка	0
Навозные кучи от крупного рогатого скота, в твердом виде	0.08
Навозные кучи от свиней, в твердом виде	0.05
Навозные кучи от овец и коз, в твердом виде	0.07
Навозные кучи от лошадей (мулов и ослов), в твердом виде	0.08
Навозные кучи от кур-несушек, в твердом виде	0.04
Навозные кучи от бройлеров, в твердом виде	0.03
Навозные кучи от индеек и уток, в твердом виде	0.03
Навозные кучи от гусей, в твердом виде	0.03
Навозные кучи от буйволов, в твердом виде	0.08

Расчет данных KB как доли ОАА приводится в Таблице А3–6 Приложения

**Шаг 11** - рассчитать объем выбросов общего азота и ОАА ( $m_{\text{нанос\_N}}$  и  $m_{\text{нанос\_ОАА}}$ ), наносимых на поля, при этом следует не забыть вычесть объем выбросов NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO и N<sub>2</sub> от хранилища.

Для навозной жижи:

$$m_{\text{нанос\_жидк\_ОАА}} = m_{\text{непосред\_распред\_жидк\_ОАА}} + mm_{\text{хран\_жидк\_ОАА}} - E_{\text{хран\_жидк}} \quad (31)$$

$$m_{\text{нанос\_жидк\_N}} = m_{\text{непосред\_распред\_жидк\_N}} + mm_{\text{хран\_жидк\_N}} - E_{\text{хран\_жидк}} \quad (32)$$

Для твердого навоза:

$$m_{\text{нанос\_тверд\_ОАА}} = m_{\text{непосред\_распред\_тверд\_ОАА}} + mm_{\text{хран\_тверд\_ОАА}} - E_{\text{хран\_тверд}} \quad (33)$$

$$m_{\text{нанос\_тверд\_N}} = m_{\text{непосред\_распред\_тверд\_N}} + mm_{\text{хран\_тверд\_N}} - KB_{\text{хран\_тверд\_вымыв}} - E_{\text{хран\_жидк\_тверд}} \quad (34)$$

Рекомендуется использовать значения по умолчанию для N<sub>2</sub>O, указанные в Таблице 3–7, если отсутствуют национальные данные.

**Шаг 12** – рассчитать объем выбросов NH<sub>3</sub>-N во время и сразу после нанесения на поле, с помощью коэффициента выбросов KB<sub>нанос</sub> совместно с  $m_{\text{нанос\_ОАА}}$ .

Для навозной жижи:

$$E_{\text{нанос\_жидк}} = m_{\text{нанос\_жидк\_ОАА}} \cdot KB_{\text{нанос\_жидк}} \quad (35)$$

Для твердого навоза:



$$E_{\text{нанос\_тверд}} = m_{\text{нанос\_тверд\_ОАА}} \cdot KB_{\text{нанос\_тверд}} \quad (36)$$

**Шаг 13** – рассчитать чистый объем азота, поглощенного почвой из навоза ( $m_{\text{поглощ\_N}}$  и  $m_{\text{поглощ\_ОАА}}$ ), после учета потерь  $\text{NH}_3\text{-N}$  (следует использовать при расчете выбросов  $\text{NO}$  в Главе 4.D).

Для навозной жижи:

$$m_{\text{поглощ\_жидк\_ОАА}} = m_{\text{нанос\_жидк\_ОАА}} - E_{\text{нанос\_жидк}} \quad (37)$$

$$m_{\text{поглощ\_жидк\_N}} = m_{\text{нанос\_жидк\_N}} - E_{\text{нанос\_жидк}} \quad (38)$$

Для твердого навоза:

$$m_{\text{поглощ\_тверд\_ОАА}} = m_{\text{нанос\_тверд\_ОАА}} - E_{\text{нанос\_тверд}} \quad (39)$$

$$m_{\text{поглощ\_тверд\_N}} = m_{\text{нанос\_тверд\_N}} - E_{\text{нанос\_тверд}} \quad (40)$$

Следует отметить, что общий объем азота, поглощенного почвой при содержании скота на пастбище ( $m_{\text{пастб\_N}}$ ), учитываемого до потерь  $\text{NH}_3\text{-N}$  (следует использовать при расчете последующих выбросов  $\text{NO}$  в Главе 4.D, Растениеводство и сельскохозяйственные почвы), был рассчитан в рамках Шага 3. Тем не менее, чтобы проверить вычисления баланса массы в данном случае, следует также рассчитать чистый объем, поглощенный почвой, при содержании скота на пастбище с помощью уравнения, эквивалентного уравнению, использованному при расчете чистого объема, поглощенного после нанесения навоза.

**Шаг 14** – рассчитать объем выбросов  $\text{NH}_3\text{-N}$  в результате содержания скота на пастбище.

$$E_{\text{пастб}} = m_{\text{пастб\_ОАА}} \cdot KB_{\text{пастб}} \quad (41)$$

В целях контроля качества следует рассчитать азотный баланс, т.е. общий объем поступающего азота (общий объем азота в выделениях животных и в подстилке) должен соответствовать объему выводимого азота (общий объем всех выбросов и азота, поглощаемого почвой).

**Шаг 15** - суммировать данные обо всех выбросах от системы использования навоза и преобразовать их в массу соответствующего соединения:

$$E_{\text{MMS\_NH}_3} = (E_{\text{двор}} + E_{\text{постр\_жидк}} + E_{\text{постр\_тверд}} + E_{\text{хран\_NH}_3\text{\_жидк}} + E_{\text{хран\_NH}_3\text{\_тверд}} + E_{\text{нанос\_жидк}} + E_{\text{нанос\_тверд}}) \cdot 17/14 \quad (42)$$

$$E_{\text{MMS\_NO}} = (E_{\text{хран\_NO\_жидк}} + E_{\text{хран\_NO\_тверд}}) \cdot 30/14 \quad (43)$$

где  $E_{\text{MMS\_NH}_3}$  и  $E_{\text{MMS\_NO}}$  являются выбросами  $\text{NH}_3$  и  $\text{NO}$  соответственно (кг) от системы использования навоза.

Динамическая электронная таблица MS Excel с возможностями автоматического расчета и контроля ошибок доступна в виде отдельного файла на сайте совместно с версией данного Руководства.

### Алгоритм для НМЛОС

Выбросы НМЛОС рассчитываются как сумма шести различных источников; выбросы от хранилищ силоса, выбросы от питателя, если силос используется для кормления, размещения в помещении, внешних хранилищ навоза, использования навоза и выбросы от пасущихся животных. Выбросы от размещения в помещении включают выбросы от кормового продукта, отличного от силоса. Т.к. кормление силосом может быть большим источником особенно для молочного скота, используются две различные методологии: одна для молочного скота плюс другой КРС и другая для оставших категорий животных. Методология для молочного скота и другого КРС основана на потреблении корма. Методология для других животных основана на выделяемом летучем веществе.

В настоящее время доступно мало данных относительно выбросов НМЛОС. Было обнаружено соотношение между выбросами  $\text{NH}_3$  и многими другими НМЛОС во время размещения в помещении ( $r^2 \approx 0,5$ ) (Feilberg et al. 2010). Поэтому выбросы от хранилищ навоза и использования навоза оцениваются как фракции выбросов от размещения домашнего скота в помещениях. Предполагается, что фракция такое же, как соотношения для выброса  $\text{NH}_3$ .

Предполагается, что выбросы от животных на траве являются низкими. Коэффициент выбросов от пасущихся животных основан на Shaw et al. (2007), где измерен выброс активного органического газа от дойного и не дойного молочного скота за два последовательных дня в камере для выбросов.

Предполагается, что оценка активного органического газа эквивалентна выбросу НМЛОС.

#### Молочный скот и другой КРС:

$$E_{\text{НМЛОС},i} = AAR_{\text{животное}_i} \cdot (E_{\text{НМЛОС,хранилище силоса}_i} + E_{\text{НМЛОС,питание_силосом}_i} + E_{\text{НМЛОС,помещение}_i} + E_{\text{НМЛОС,хранилище}_i} + E_{\text{НМЛОС,использование}_i} + E_{\text{НМЛОС,пасущийся скот}_i})$$

Где:

$i$  =  $i$ -ная категория животного

$$E_{\text{НМЛОС,хранилище силоса}_i} = MJ_i \cdot x_{\text{помещение}_i} \cdot (KB_{\text{НМЛОС,питание_силосом}_i} \cdot Frac_{\text{силос}}) \cdot Frac_{\text{хранилище силоса}_i} \cdot E_{\text{НМЛОС,питание_силосом}_i}$$

$$E_{\text{НМЛОС,питание_силосом}_i} = MJ_i \cdot x_{\text{помещение}_i} \cdot (KB_{\text{НМЛОС,питание_силосом}_i} \cdot Frac_{\text{силос}})$$

$$E_{\text{НМЛОС,помещение}_i} = MJ_i \cdot x_{\text{помещение}_i} \cdot (KB_{\text{НМЛОС,помещение}_i})$$

$$E_{\text{НМЛОС,хранилище навоза}_i} = E_{\text{НМЛОС,помещение}_i} \cdot x_{\text{помещение}_i} \cdot (E_{\text{NH}_3,\text{хранение}_i} / E_{\text{NH}_3,\text{помещение}_i})$$

$$E_{\text{НМЛОС,использование}_i} = E_{\text{НМЛОС,помещение}_i} \cdot x_{\text{помещение}_i} \cdot (E_{\text{NH}_3,\text{использование}_i} / E_{\text{NH}_3,\text{помещение}_i})$$

$$E_{\text{НМЛОС,пасущийся скот}_i} = MJ_i \cdot (1 - x_{\text{помещение}_i}) \cdot KB_{\text{НМЛОС,пасущийся скот}_i}$$

Где:

$MJ_i$  = валовое потребление корма,  $MJ \text{ уг}^{-1}$ . Значения потребления корма в  $MJ$  должны браться в соответствии с конкретной страной (см. ежегодную отчетность UNFCCC ([www.unfccc.org](http://www.unfccc.org)), таблица 4.A).

Если используются данные от UNFCCC, их необходимо умножить на 365, чтобы получить потребление  $MJ$  в год. Если нет данных о потреблении корма  $MJ$  по конкретной стране, необходимо использовать данные по умолчанию, приведенные в Руководстве КПКЗ 2006 г. Преобразование между потреблением сухого вещества и  $MJ$  можно сделать, умножив количество сухого вещества на 18,45 (IPCC 2006, уравнение 10.24).

$x_{\text{помещение}}$  = доля времени, которое животные проводят в помещении для животных в год. Если национальные данные не доступны, см. таблицу 3-8.

$Frac_{\text{силос}}$  = Часть корма в сухом веществе во время размещения в помещении, которая является силосом, из максимально возможной доли силоса в составе корма. На практике максимальное количество силоса в сухом веществе составляет приблизительно 50 % от общего потребления сухого вещества. Если силосное питание преобладает,  $Frac_{\text{силос}}$  должно быть равно 1,0.

$Frac_{\text{хранилище силоса}}$  = Доля выбросов от хранилища силоса по сравнению с выбросами от питателя в амбаре. На практике существует зависимость между размером хранилища силоса и количеством животных. В уравнении предполагается, что этот выброс является частью выброса от питателя, который опять зависит от его размера и выброса. Для европейских условий предлагается ориентировочное значение по умолчанию 0,25. 0,25 – это среднее значение из Alanis et al. (2008), Chung et al. (2010) и поправки на температуру, обычную для европейских климатических условий Alanis et al. (2010).

$E_{\text{NH}_3,\text{хранение}_i}$ ,  $E_{\text{NH}_3,\text{помещение}_i}$  and  $E_{\text{NH}_3,\text{использование}_i}$ : Выброс аммиака. Если данных по общему выбросу  $\text{NH}_3$  от размещения в помещении, хранилища навоза и использования навоза по конкретной стране отсутствуют, рекомендуется использовать эти части по умолчанию, приведенные в таблице 3-8.

#### Все другие категории животных (не КРС):

$$E_{\text{НМЛОС,хранилище силоса}_i} = \text{кг ЛВ}_i \cdot x_{\text{помещение}_i} \cdot (KB_{\text{НМЛОС,помещение}_i} \cdot (KB_{\text{НМЛОС,силосное питание}_i} \cdot Frac_{\text{силос}}) \cdot 0,25)$$

$$E_{\text{НМЛОС,силосное питание}_i} = \text{кг ЛВ}_i \cdot x_{\text{помещение}_i} \cdot (KB_{\text{НМЛОС,силосное питание}_i} \cdot Frac_{\text{силос}})$$

$$E_{\text{НМЛОС,помещение}_i} = \text{кг ЛВ}_i \cdot x_{\text{помещение}_i} \cdot (KB_{\text{НМЛОС,помещение}_i})$$

$$E_{\text{НМЛОС,хранилище навоза}_i} = E_{\text{НМЛОС,помещение}_i} \cdot x_{\text{помещение}_i} \cdot (E_{\text{NH}_3,\text{хранение}_i} / E_{\text{NH}_3,\text{помещение}_i})$$

$$E_{\text{НМЛОС,использование}_i} = E_{\text{НМЛОС,помещение}_i} \cdot x_{\text{помещение}_i} \cdot (E_{\text{NH}_3,\text{использование}_i} / E_{\text{NH}_3,\text{помещение}_i})$$

$$E_{\text{НМЛОС,пасущийся скот}_i} = \text{кг ЛВ}_i \cdot (1 - x_{\text{помещение}_i}) \cdot KB_{\text{НМЛОС,пасущийся скот}_i}$$

Где:

$\text{кг ЛВ}_i$  =  $\text{кг}$  выделяемого ЛВ  $\text{уг}^{-1}$  для категории животных  $i$ ,  $\text{кг} \text{ уг}^{-1}$ .

Доля силоса в корме будет отличаться в зависимости от вида животных, страны и года. Поэтому рекомендуется оценивать доля используемого силоса из максимального вероятного количества силоса в корме.

Значения  $\text{кг}$  выделяемого ЛВ должны браться в соответствии с конкретной страной (см. ежегодную отчетность UNFCCC ([www.unfccc.org](http://www.unfccc.org)), таблица 3.В(a)s1). Если используются данные от UNFCCC, их необходимо умножить на 365, чтобы получить выделение ЛВ в год. Если нет данных о выделении ЛВ по

конкретной стране, рекомендуется использовать данные по умолчанию, приведенные в Руководстве IPPC 2006 г.

### 3.3.3 Алгоритм для твердых частиц (ТЧ)

Расчеты выбросов ТЧ<sub>10</sub> и ТЧ<sub>2.5</sub> основаны на следующем уравнении:

$$E_{ТЧi} = AAR_{животн} \cdot x_{помещение} \cdot \beta \cdot (x_{жижа} \cdot KB_{жижа} + (1-x_{жижа}) \cdot KB_{тверд}) \quad (44)$$

где

$E_{ТЧ}$	выбросы ТЧ <sub>10</sub> или ТЧ <sub>2.5</sub> для какой-либо категории животных (в кг а <sup>-1</sup> ),
$\beta$	коэффициент преобразования единицы массы ( $\beta = 1 \text{ кг кг}^{-1}$ ),
$x_{помещ}$	часть времени, которое животные проводят в помещении (в а <sup>-1</sup> ),
$x_{жидк}$	часть поголовья, содержащаяся в системах на основе навозной жижи,
$KB_{жидк}$	KB ТЧ <sub>10</sub> или ТЧ <sub>2.5</sub> для систем на основе навозной жижи (в кг ААР <sup>-1</sup> а <sup>-1</sup> ),
$KB_{тверд}$	KB ТЧ <sub>10</sub> или ТЧ <sub>2.5</sub> KB для систем на основе твердого навоза (в кг ААР <sup>-1</sup> а <sup>-1</sup> ).

Требуются дополнительные исходные данные для методологии Уровня 1. Требуется провести расчеты для той части года, когда животные содержатся в помещении (в отличие от содержания на пастбище). Для категории крупного рогатого скота и свиней требуется рассчитать долю навоза, используемого в виде навозной жижи, а не в твердом виде.

### 3.3.4 Коэффициенты выбросов, определенные с учетом конкретной технологии

#### Аммиак

В Таблице 3–8 представлены KB NH<sub>3</sub>-N по умолчанию и доли ОАА в выделяемом навозе.

**Таблица 3-8** KB NH<sub>3</sub>-N по умолчанию Уровня 2 и сопутствующие параметры методологии Уровня 2 для расчета объемов выбросов NH<sub>3</sub>-N в результате использования навоза. KB как доля ОАА

Код	Домашний скот	Период содержания скота в помещении, дней а <sup>-1</sup>	N <sub>выд</sub>	Доля ОАА	Тип навоза	KB помещ	KB двор	KB хран	KB распред	KB пастб/внеш
100901	Молочные коровы	180	105	0.6	навозная жижа	0.20	<sup>2</sup> 0.30	0.20	0.55	0.10
					твердый навоз	0.19	<sup>2</sup> 0.30	0.27	0.79	0.10
100902	Другой рогатый скот (молодые особи крупного рогатого скота, мясной скот и подсосные коровы)	180	41	0.6	навозная жижа	0.20	<sup>2</sup> 0.53	0.20	0.55	0.06
					твердый навоз	0.19	<sup>2</sup> 0.53	0.27	0.79	0.06
100903	Откормочные свиньи (8–110 кг)	365	12.1	0.7	навозная жижа	0.28	<sup>2</sup> 0.53	0.14	0.40	
					твердый навоз	0.27	<sup>2</sup> 0.53	0.45	0.81	
100904	Свиноматки (и поросята до 8 кг)	365	34.5	0.7	навозная жижа	0.22	Нет данных	0.14	0.29	
					твердый навоз	0.25	Нет данных	0.45	0.81	
					вне помещения	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных	<sup>2</sup> 0.25
100905 +100911	Овцы (и козы)	30	15.5	0.5	твердый навоз	0.22	<sup>2</sup> 0.75	0.28	0.90	0.09
100906 +100912	Лошади (а также мулы, ослы)	180	47.5	0.6	твердый навоз	0.22	Нет данных	0.35	<sup>1</sup> 0.90	<sup>2</sup> 0.35

100907	Куры-несушки (куры-несушки и маточное стадо),	365	0.77	0.7	твердый навоз, можно складировать	0.41	Нет данных	0.14	0.69	
100907	Куры-несушки (куры-несушки и маточное стадо),	365	0.77	0.7	навозная жижа, можно перекачивать	0.41	Нет данных	0.14	0.69	
100908	Бройлеры (бройлеры и маточное стадо)	365	0.36	0.7	твердый навоз	0.28	Нет данных	0.17	0.66	
100909	Другая домашняя птица (индейки)	365	1.64	0.7	твердый навоз	0.35	Нет данных	0.24	0.54	
100909	Другая домашняя птица (утки)	365	1.26	0.7	твердый навоз	0.24	Нет данных	0.24	0.54	
100909	Другая домашняя птица (гуси)	365	<sup>1</sup> 0.55	0.7	твердый навоз	0.57	Нет данных	0.16	0.45	
100910	Пушной зверь	365	<sup>1</sup> 0.08	0.6	твердый навоз	0.27	Нет данных	0.09	Нет данных	
100913	Верблюды <sup>3</sup>						Нет данных			
	Буйволы <sup>1</sup>	140	<sup>1</sup> 82.0	0.5	твердый навоз	0.20	Нет данных	0.17	0.55	0.13

**Источник:** Данные по умолчанию о выделениях навоза заимствованы из Таблицы 10.19 МГЭИК, глава 10: Выбросы от домашнего скота и использование навоза. КВ по умолчанию заимствованы из работы группы EAGER

Примечания:

<sup>1</sup>Заимствовано GAS-EM.

<sup>2</sup>Заимствовано NARSES.

Значения доли ОАА были приняты как средняя величина согласно сравнениям EAGER (Reidy и др., 2007, и экспертное заключение). Если значения отсутствовали, применялись средства, использованные в моделях GAS-EM (Dämmgen и др., 2007) или NARSES (Misselbrook и др., 2006, Webb и Misselbrook, 2004). Национальные КВ, на основе которых были получены значения, приводятся в Приложении А3, Таблица А3–7.

**Таблица 3-9** Значения по умолчанию для других потерь, необходимых для расчета массового расхода (на основе Dämmgen и др., 2007)

	Доля ОАА
КВ <sub>хран жидк</sub> NO	0.0001
КВ <sub>хран жидк</sub> N2	0.0030
КВ <sub>хран_тверд</sub> NO	0.0100
КВ <sub>хран_тверд</sub> N2	0.3000

### НМЛОС

Коэффициенты выбросов НМЛОС уровня 2 основаны на результатах исследования в NAEM (US EPA, 2012). Американские уровни выбросов преобразованы для отражения сельскохозяйственных условий в Западной Европе. Всем государствам членам ЕС рекомендуется использовать данные по конкретной стране, если они доступны.

Результаты исследования NAEM позволяют только оценить выброс НМЛОС от размещения в помещении. Расчет выбросов от других источников; хранилища силоса, силосного питания, хранения навоза и использования навоза основан на частях выброса от размещения в помещении (Alanis et al. (2008), Alanis et al. (2010), Chung et al. (2010)). Выброс от пасущихся животных основан на измерениях, проведенных Shaw et al. (2007).

Выброс от размещения в помещении оценивается как средние выброса НМЛОС и выброса неметанового углеводорода (НМНС). Измерения НМНС преобразуются в НМЛОС. Для бройлеров и животных на откорме оценки выбросов преобразуются в 500 кг на животное, т.к. измерения

охватывают большой диапазон весов животных. Эти средние величины затем преобразуются для уровня производства Западной Европы, которые приведены в Руководстве IPCC 2006 г., и для других значений по умолчанию в данном руководстве.

Исследование NAEM – это измерения всего амбара, что включает выбросы от питателя, ферментации в кишечнике и навозе, который хранится внутри амбара. Измерения амбара разделены на выбросы от кормления силосом и кормления без силоса на основе данных в Alanis et al. (2008) и Chung et al. (2010).

Исследование NAEM включает разнообразные климатические условия. Измеренные данные очень изменчивы, и применение поправок на температуру для различных климатических условий в зоне ЕМЕП нецелесообразно. Поэтому предложенные коэффициенты выбросов являются средними значениями коэффициентов выбросов без поправки на климатические условия за исключением выбросов от хранилищ силоса, где температурный поправочный коэффициент составляет от 20 °C до 10 °C (Alanis et al. 2010).

**Таблица 3-10 КВ НМЛОС уровня 2 по умолчанию для молочного скота и другого КРС<sup>1</sup>**

Код	Домашний скот	КВ <sub>НМЛОС</sub> , силосное	КВ <sub>НМЛОС</sub> , помещение	КВ <sub>НМЛОС</sub> , пасущийся
		питание	потребление корма	скот
		Кг НМЛОС кг МД <sup>-1</sup>		
100901	Молочный скот	0,0002002	0,0000353	0,0000069
100902	Другой КРС <sup>2</sup>	0,0002002	0,0000353	0,0000069

<sup>1</sup> Данные из исследования NAEM (АООС США, 2012) преобразованы для европейских условий

<sup>2</sup> Включая молодняк, мясной скот и кормящих коров.

**Таблица 3-11 КВ НМЛОС уровня 2 по умолчанию для других категорий животных (не КРС)<sup>1</sup>**

Код	Домашний скот	КВ <sub>НМЛОС</sub> , силосное	КВ <sub>НМЛОС</sub> , помещение	КВ <sub>НМЛОС</sub> , пасущийся
		питание	выделение ЛВ	скот
		Кг НМЛОС кг		
100903	Свиньи на откорме <sup>2</sup>		0,001703	
100904	Свиноматки		0,007042	
100905	Овцы	0,010760	0,001614	0,00002349
100911	Козы	0,010760	0,001614	0,00002349
100906	Лошади	0,010760	0,001614	0,00002349
100912	Мулы и ослы	0,010760	0,001614	0,00002349
100907	Куры-несушки (куры-несушки и родители)		0,005684	
100908	Бройлеры (бройлеры и родители)		0,009147	
100909	Другая домашняя птица (утки, гуси, индейки) <sup>3</sup>		0,005684	
100910	Пушные звери		0,005684	
	Кролики		0,001614	
	Северный олень		0,001614	0,00002349
100913	Верблюды	0,010760	0,001614	0,00002349
100914	Буйволы	0,010760	0,001614	0,00002349

<sup>1</sup> Данные из исследования NAEM (US EPA, 2012) преобразованы для европейских условий

<sup>2</sup> Включая поросят от 8 кг до забоя

<sup>3</sup> Основаны на данных по индейкам

**Твердые частицы**

Выброс ТЧ зависит также от типа удобрения. Это можно учитывать, используя методологию уровня 2. КВ ТЧ уровня 2 основан на измеренных данных, представленных Takai et al. (1998).

**Таблица 3-10 КВ по умолчанию Уровня 2 для выбросов твердых частиц в результате животноводства (содержания скота)**

Код	Домашний скот	Навоз	КВ для	КВ для ТЧ <sub>10</sub>	КВ для
			ОКВЧ		ТЧ <sub>2,5</sub>
			кг ААР <sup>-1</sup> · а <sup>-1</sup>	кг ААР <sup>-1</sup> · а <sup>-1</sup>	кг ААР <sup>-1</sup> · а <sup>-1</sup>
100901	Молочный скот	жижа	1,81	0,83	0,54
		твердый	0,94	0,43	0,28
100902	Другой КРС (включая молодняк, мясной скот и кормящих коров)	жижа	0,69	0,32	0,21
		твердый	0,52	0,24	0,16
100902	Телята	жижа	0,34	0,15	0,10
		твердый	0,35	0,16	0,10
100514	Буйволы	жижа	2,12	0,97	0,63
		твердый	1,10	0,50	0,33
100903	Свиньи на откорме	жижа	0,70	0,31	0,06
		твердый	0,83	0,37	0,07
100902	Ягнята	жижа	0,36	0,16	0,03
		твердый	0,00	0,00	0,00
100904	Свиноматки	жижа	1,36	0,61	0,11
		твердый	1,77	0,80	0,14
100907	Куры-несушки (куры- несушки и родители)	клетки	0,025	0,025	0,003
		насед	0,119	0,119	0,023

Источник: Takai et al. (1998)

### 3.3.5 Данные по осуществляемой деятельности

Время, проведенное на скотных дворах

Включение в расчеты выбросов от скотных дворов усложняет вычисления, так как в большинстве случаев домашний скот проводит на скотном дворе всего несколько часов в день, а остаток дня в постройках, на пастбище или в обоих местах. Следовательно, потребуется сократить длительность периода содержания скота в помещении, выраженную в днях, для учета общего времени, предположительно проводимого на скотном дворе, так чтобы доли  $x_{\text{постр}}$ ,  $x_{\text{двор}}$  и  $x_{\text{пастб}}$  равнялись 1.0. Например, если молочные коровы предположительно проводят 25 % времени на скотном дворе сбора до и после доения, то необходимо сократить периоды содержания в помещении и на пастбище на 25 %, чтобы точно рассчитать  $x_{\text{постр}}$  и  $x_{\text{пастб}}$ .

Содержание скота в помещении, хранение навоза и содержание скота на пастбище

Данные по осуществляемой деятельности следует получать на основании национальных статистических данных по сельскому хозяйству и отчетов по методам ведения сельского хозяйства. Особую важность представляют расчеты продолжительности периода содержания скота на пастбище для жвачных животных, срок хранения навоза и тип используемого хранилища, а также метод нанесения навоза на земельный участок. В случае нанесения навоза на обработанный земельный участок также требуются данные об интервале перед внесением.

В Таблице АЗ–8 описаны системы хранения навоза, указанные в данной главе, и проводится сравнение с определениями систем использования навоза, применяемыми IPCC.

### 3.4 Моделирование выбросов Уровня 3 и использование объектных данных

Какие-либо ограничения относительно формы Уровня 3 отсутствуют при условии, что он обеспечит расчеты, обоснованно являющиеся более точным, чем на Уровне 2. При наличии данных можно производить расчеты выбросов для большего количества категорий домашнего скота, чем в рамках Уровня 2 (но см. подраздел 4.2 настоящей главы). Модели массового расхода, разработанные страной, предоставляющей отчетность, могут использоваться предпочтительно структуре, предлагаемой в данном документе. В методе Уровня 3 также может применяться процедура вычислений, представленная в Уровне 2, но с использованием КВ для конкретной страны или учетом мер по устранению загрязнения окружающей среды. Результат некоторых мер по устранению загрязнения окружающей среды можно соответственно описать с помощью коэффициента уменьшения, т.е. пропорционального сокращения выбросов в сравнении с ситуацией, когда меры по устранению загрязнения не применяются. Например, если выбросы  $\text{NH}_3$  от содержания животных в помещении были сокращены в результате использования частично щелевого настила вместо полностью щелевого настила, уравнение (15) можно изменить следующим образом:

$$E_{\text{постр\_жидк}} = m_{\text{постр\_жидк\_ОАА}} \cdot \text{коэффициент\_уменьшения} \cdot \text{КВ}_{\text{постр\_жидк}}$$

Тем не менее, пользователям следует помнить, что применение мер по устранению загрязнения окружающей среды может потребовать изменения КВ для соединений помимо целевого загрязняющего вещества. Например, накрывание хранилища навозной жижи может также привести к изменению выбросов  $\text{N}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}$ , требуя внесения поправок в соответствующие им коэффициенты выбросов. Уравнения Уровня 2 потребуют дальнейших изменений, если применяются технологии борьбы с загрязнением, которые устраняют азот из системы использования навоза, например, если для очистки отработанного воздуха из помещений, где содержатся животные, используются биофильтры, которые денитрифицируют поглощенный азот.

Методы Уровня 3 должны быть надлежащим образом задокументированы, четко описывая процедуры оценки, и должны сопровождаться вспомогательной литературой.

Техническая поддержка

Рассчитанный пример использования данных шагов приводится в сопутствующем файле электронной таблицы для данной главы, размещенном на сайте Руководства ЕМЕП/ЕАОС (<http://eea.europa.eu/emep-eea-guidebook>).

#### 3.4.1 Устранение загрязнения окружающей среды

Выбросы  $\text{NH}_3$  при хранении можно уменьшить с помощью ряда мер, включая сокращение отношения площади поверхности к объему хранилища (20–50 % устранения загрязнения), установку надежной кровли, тента или покрытия на хранилище (80 % устранения загрязнения). После распределения навоза по полям выбросы  $\text{NH}_3$  можно сократить в результате быстрого внесения в обработанную землю или путем нанесения жидкого навоза на обработанную землю или пастбищные угодья с помощью машин для внесения жидких удобрений с пониженным уровнем выбросов, таких как инжекторы. Технологии сокращения выбросов  $\text{NH}_3$  при содержании скота в помещении, хранении и последующем нанесении навоза, а также эффективность мер по устранению загрязнения, представлены в Приложении А3. Более подробно они рассмотрены в ЕЭК ООН (2012), где приводится информация о мерах по устранению загрязнения окружающей среды от построек, где содержится домашний скот. Информация о технологиях борьбы с загрязнением, в частности, от построек, где содержится домашний скот, представлена в Справочном документе "Наилучшие доступные технологии интенсивного разведения домашней птицы и свиней", июль 2003 г. (<http://eipПХБ.jrc.es/reference/>).

## 4 Качество данных

### 4.1 Полнота

В ходе полной инвентаризации необходимо рассчитать объем выбросов  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$  и  $\text{TЧ}$  от всех систем использования навоза для всех категорий домашнего скота. Следует провести перекрестную проверку данных о поголовье между основными механизмами предоставления отчетности (например, базами данных национальной системы сельскохозяйственной статистики и данными статистической службы Европейского Союза "Евростат"), чтобы убедиться в полноте и согласованности информации, используемой при инвентаризации. Ввиду широкой доступности информации базы данных ФАО относительно домашнего скота большинство стран смогут подготовить, по крайней мере, расчеты Уровня 1 по основным категориям домашнего скота. Для получения более подробной информации о полноте описания характеристик домашнего скота, см. IPCC, глава 10.2.

### 4.2 Предотвращение двойного учета с другими секторами

В соответствии с требованиями добросовестной практики, рекомендуется по возможности распределять данные выбросы между подкатегориями использования навоза в рамках категорий домашнего скота. Тем не менее, следует проявлять осторожность и не допускать двойного учета выбросов. Это может произойти, если отчетность предоставляется по выбросам от внешних скотных дворов без учета соответствующего сокращения объема выбросов от построек или пастбищ.

### 4.3 Проверка достоверности

Необходимо включить документацию с подробным указанием, когда, где и кем были проверены данные инвентаризации по сельскому хозяйству.

Следует рассмотреть временные ряды сухого и мокрого осаждения или загрязнения окружающей среды, подтверждающие или противоречащие результатам инвентаризации.

### 4.4 Разработка согласованных временных рядов и пересчет

Для разработки согласованных временных рядов вычисления выбросов для данной категории источников требуется, как минимум, совокупность внутренне согласованных временных рядов статистических данных о поголовье домашнего скота. Общие руководящие указания по разработке согласованных временных рядов представлены в Главе 4 "Согласованность временных рядов" части "Общие руководящие указания" данного Руководства. Согласно текущим руководящим указаниям IPCC (IPCC, 2006) другие два комплекта данных по осуществляемой деятельности, необходимые для данной категории источников, (т.е. данные об объемах выделения азота и применении систем использования навоза), а также коэффициенты выбросов при использовании навоза являются постоянными для всего временного ряда. Тем не менее, фактические показатели могут со временем изменить данные значения. Например, надой молока и живой привес могут со временем увеличиться, фермеры могут изменить практики кормления домашнего скота, что повлияет на объемы выделения азота. Более того, категории животных согласно переписи могут измениться. Определенная система использования навоза может измениться из-за методов осуществления деятельности или новых технологий, гарантирующих применение пересмотренных КВ. Данные изменения методов осуществления деятельности могут быть вызваны внедрением явных мер по сокращению выбросов или изменением сельскохозяйственной практик без учета выбросов. Независимо от причины изменения, параметры и коэффициенты выбросов, применяемые для расчета выбросов, должны отражать изменения. В документации по инвентаризации должно подробно объясняться, как изменение методов ведения сельского хозяйства или внедрение мер по сокращению загрязнения повлияло на временные ряды данных по осуществляемой деятельности или коэффициенты выбросов. При составлении прогнозов следует учесть вероятные изменения в сельскохозяйственной деятельности, не только изменения количества домашнего скота, но также и изменения в сроках и методах распределения навоза, обусловленные, например, необходимостью внедрения мероприятий по использованию навоза в соответствии с Директивой по нитратам, Директивой по комплексному предотвращению и контролю загрязнения (КПКЗ) и Рамочной директивой по водной среде.



## 4.5 Оценка неопределенности

### 4.5.1 Неопределенность в коэффициентах выбросов

#### *Аммиак*

Неопределенности КВ  $\text{NH}_3$  существенно варьируются. Исследование, проведенное недавно в Великобритании, выявило диапазон от  $\pm 14\%$  для КВ при распределении навозной жижи до  $\pm 136\%$  при содержании мясного скота на пастбище. В целом, КВ для более крупных источников чаще были основаны на большем количестве измерений, чем КВ для меньших источников, и, следовательно, чаще оказывались более точными. Исключение составляли КВ для построек, где домашний скот содержался на соломе, и КВ при содержании мясного скота и овец на пастбище. Погрешности частичных КВ еще предстоит рассмотреть. Общая погрешность при инвентаризации выбросов аммиака в Великобритании, вычисляемая согласно расчетам подхода Уровня 3, составила  $\pm 21\%$  (Webb и Misselbrook, 2004), тогда как для Нидерландов, также вычисляемая на основе подхода Уровня 3, погрешность составила  $\pm 17\%$  (Van Gijlswijk и др., 2004).

#### *Оксид азота*

Хотя принципы бактериальных процессов, ведущих к выбросам  $\text{NO}$ , (нитрификация и денитрификация) довольно понятны, тем не менее, сложно определить интенсивность нитрификации и денитрификации в навозе домашнего скота. Кроме того, наблюдаемые потоки  $\text{NO}$  демонстрируют значительные временные и пространственные вариации. Следовательно, существуют значительные погрешности, связанные с текущими расчетами выбросов для данной категории источников (от  $-50\%$  до  $+100\%$ ). Точные и хорошо разработанные измерения выбросов от надлежаще охарактеризованных видов навоза и систем использования навоза могут помочь уменьшить данные погрешности. Данные измерения должны учитывать температуру, условия увлажнения, аэрирование, содержание азота в навозе, количество углерода, преобразующегося в ходе обмена, продолжительность хранения и другие аспекты обработки.

#### *НМЛОС*

Включенные КВ представляют собой первые оценки и как таковые являются только показателями вероятного диапазона. Неопределенность, связанная с этими коэффициентами выбросов, очень высока. Кроме того, большое количество различных соединений, большая разница в химических и физических свойствах, большая разница в условиях, в которых они формируются и применимости измеренных выбросов для разных видов, приведут к большой неопределенности.

#### *Твердые частицы*

КВ являются лишь первыми вычислениями, поэтому можно указать только широкий диапазон погрешности. Дальнейшие погрешности могут являться результатом вычислений периода содержания скота на пастбище.

### 4.5.2 Неопределенности в данных по осуществляемой деятельности

Вероятно, большая неопределенность будет наблюдаться в расчетах данных по осуществляемой деятельности, хотя для таких данных трудно определить количественную оценку неопределенности. Webb и Misselbrook (2004) отметили, что восемь из десяти исходных данных, к которым были наиболее восприимчивы расчеты выбросов  $\text{NH}_3$  в Великобритании, являлись данными по осуществляемой деятельности. Диапазон погрешности для объемов выделения азота по умолчанию, используемых IPCC для расчета выбросов  $\text{N}_2\text{O}$ , приблизительно составил  $+50\%$  (источник: оценка экспертной группы IPCC). Тем не менее, для некоторых стран уровень погрешности будет ниже. Webb (2000) определил, что погрешности для расчетов выделения азота в Великобритании составят от  $\pm 7\%$  для овец до  $\pm 30\%$  для свиней. Данные о количестве животных, (частичных) КВ и распределении частотности, вероятно, будут искажены; комплекты данных часто являются неполными. Для данного издания Руководства не приводятся другие заявления о качестве, помимо указанных ранее. Тем не менее, от экспертов, составляющих отчеты о количестве животных, национальные экспертные оценки КВ и распределения частотности, настоятельно требуется, чтобы они документально подтверждали свои выводы, решения и расчеты для облегчения проверки соответствующих инвентаризаций.

Первым этапом при сборе данных о количестве домашнего скота должен являться обзор существующих национальных статистических данных, промышленных источников, изысканий и статистических данных ФАО. Неопределенность, связанная с поголовьем скота, будет значительно варьироваться в зависимости от источника, но должна находиться в пределах +20 %. Часто национальные статистические данные о поголовье домашнего скота уже содержат сопутствующие расчеты неопределенности, в таком случае следует использовать их. Если опубликованные данные из этих источников отсутствуют, можно провести встречи с ведущими промышленными и научными экспертами.

#### 4.6 Обеспечение/контроль качества инвентаризации ОК/КК

В соответствии с требованиями добросовестной практики, необходимо убедиться, что информация о режиме питания, используемая при расчете выделения азота, соответствует информации, используемой при расчете потребления сухого вещества согласно IPCC (2006), Глава 10.2.2.

Проверка данных по осуществляемой деятельности

- Организация, занимающаяся составлением инвентаризации, должна проверить методы сбора данных относительно домашнего скота, в частности, убедиться, что данные о категориях домашнего скота были правильно собраны и обобщены с учетом продолжительности производственных циклов. Необходимо провести перекрестную проверку данных с данными предыдущих лет, чтобы убедиться, что данные являются обоснованными и согласуются с отчетными тенденциями. Организации, занимающиеся составлением инвентаризации, должны документально подтвердить методы сбора данных, указать возможные области ошибок и оценить репрезентативность данных.
- Следует регулярно проверять систему использования навоза, чтобы определить, были ли учтены изменения в промышленном животноводстве. Изменения типа системы использования навоза и технические модификации структуры и характеристик системы необходимо учитывать при моделировании системы для рассматриваемой группы рогатого скота.
- Национальная политика и нормы в отношении сельского хозяйства могут повлиять на параметры, используемые для расчета выбросов от навоза. Необходимо периодически анализировать, какое влияние они могут оказать. Например, методические указания по сокращению объемов стока навоза в водоемы могут привести к изменению практик ведения хозяйства и, таким образом, повлиять на распределение азота для определенных категорий домашнего скота. Необходимо поддерживать согласованность между инвентаризационными данными и происходящими изменениями в сельскохозяйственной практике.
- При использовании данных с учетом конкретной страны для  $N_{\text{выд}}$  организация, занимающаяся составлением инвентаризации, должна сравнить эти значения со значениями по умолчанию МГЭИК. Значительные различия, источники данных и методы вычисления данных следует документально зафиксировать.
- Данные об объемах выделения азота, независимо от того, приведены ли значения по умолчанию или с учетом конкретной страны, должны согласовываться с данными о потреблении пищи, определенными согласно анализу питания животных.
- Данные по конкретной стране по потреблению корма МЖ и выделению летучего вещества, которые используются в выбросах НМЛОС, необходимо сравнить со значениями IPCC по умолчанию. Необходимо задокументировать значительные различия, источники данных и методы получения данных. Необходимо собрать данные по степени силосного питания, т.к. это основной фактор выбросов НМЛОС.

*Оценка коэффициентов выбросов*

- Организация, занимающаяся составлением инвентаризации, должна оценить насколько предполагаемые КВ и объемы выделения азота соответствуют альтернативным источникам национальных данных и данным других стран со схожими методами содержания домашнего скота. Значительные различия следует тщательно изучить.
- При использовании КВ с учетом конкретной страны организация, занимающаяся составлением инвентаризации, должна сравнить их с коэффициентами по умолчанию и указать различия.

Разработку КВ с учетом конкретной страны необходимо объяснить и документально зафиксировать, а результаты должны быть оценены независимыми экспертами.

- Доступные данные измерений, даже если они представляют лишь малую выборку систем, следует по возможности проверять относительно предположений для расчетов выбросов  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$  и  $\text{НМЛОС}$ . Показательные данные измерений могут дать представление о том, насколько точно текущие предположения прогнозируют выбросы  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  и  $\text{NO}$  от систем использования навоза в области инвентаризации, а также как некоторые коэффициенты (например, потребление пищи, структура системы, период удержания) влияют на объем выбросов. Так как во всем мире для таких систем доступно относительно небольшое количество данных измерений, любые новые результаты могут улучшить понимание данных выбросов и, возможно, их прогнозирование.

#### *Внешняя оценка*

Организация, занимающаяся составлением инвентаризации, должна привлекать экспертов по использованию навоза и питанию животных для проведения независимой экспертной оценки используемых методов и данных. Хотя эти эксперты могут не обладать информацией об объемах газовых выбросов, их знания основных исходных параметров для расчета выбросов могут помочь при общей оценке выбросов. Например, специалисты по питанию животных могут оценить объемы выработки азота и определить, соответствуют ли они исследованиям приемов кормления для определенных видов домашнего скота. Практикующие фермеры могут дать представление о фактических технологиях использования навоза, например, о сроках хранения или применении смешанных систем. По возможности, эти эксперты должны быть полностью независимыми от процесса инвентаризации в целях предоставления справедливой внешней оценки. Если используются КВ с учетом конкретной страны, доли потерь азота, объемы выделения азота или данные о применении систем использования навоза, необходимо тщательно задокументировать и предоставить отчетность о способах вычисления или справочных источниках для таких данных, наряду с результатами инвентаризации для соответствующей категории источников. В рамках контроля качества следует рассчитать азотный баланс, т.е. общий объем поступающего азота (общий объем азота в выделениях животных и подстилке) должен соответствовать объему выводимого азота (общий объем всех выбросов и азота, поглощаемого почвой).

### **4.7 Координатная привязка**

Программа сотрудничества по мониторингу и оценке переноса на большие расстояния (ЕМЕП) требует координатной привязки выбросов  $\text{NH}_3$  для расчета переноса  $\text{NH}_3$  и его продуктов реакции в воздухе. Учитывая возможное местное воздействие  $\text{NH}_3$  на экологию, вычисления выбросов  $\text{NH}_3$  обычно требуется максимально разделять на составные части. Так как в Европе основной причиной выбросов  $\text{NH}_3$  являются животноводческие хозяйства, разделение обычно основано на данных переписи животных. Можно провести пространственное распределение выбросов от систем использования навоза, если известны данные о пространственном распределении поголовья домашнего скота. В отношении моделирования атмосферного перемещения, преобразования и осаждения требуется очень высокое пространственное разрешение. Тем не менее, в рамках методики вычислений, описанной в данном Руководстве, допускается разрешение по времени в месяцах и можно выделить месяцы содержания скота на пастбище и распределения навоза от остального периода года. Более подробные комментарии о других загрязняющих веществах приводятся в Приложении А4.7.

### **4.8 Отчетность и документация**

Какая-то специфика отсутствует.

## 5 Список цитированной литературы

- Aarnink, A.J.A., Cahn, T.T., Mroz, Z. (1997). 'Reduction of ammonia volatilization by housing and feeding in fattening piggeries'. In: Voermans, J.A.M. and Monteny, G.J. (Eds). *Ammonia and Odour Emission from Animal Production Facilities*, pp. 283–291, Vinkeloord, the Netherlands.
- Aarnink, A.J.A., Ellen, H.H. (2008). 'Processes and factors affecting dust emissions from livestock production'. In: Dust Conf 2007. How to improve air quality. International conference, 23–24.4.2008, Maastricht, The Netherlands.
- Amon, B., Kryvoruchko, V., Fröhlich, M., Amon, T., Pöllinger, A., Mösenbacher, I., Hausleiter, A. (2007). Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow system for fattening pigs: Housing and manure storage. *Livestock Science*, Vol. 112, pp.: 199-207.
- Alanis, P., Sorenson, M., Beene, M., Krauter, C., Shamp, B. Hason, A.S., (2008)., Measurement of non-enteric emission fluxes of volatile fatty acids from a California dairy by solid phase micr-extraction with gas chromatography/mass spectrometry. *Atmospheric. Environment.*, Vol. 42, pp.: 6417-6424.
- Alanis, P., Ashkan, S., Krauter, C. Campbell, S., Hasson, A. S. (2010). Emissions of volatile fatty acids from feed at dairy facilities. *Atmospheric Environment*, Vol. 44, Issue 39, pp. 5084-5092.
- Bicudo, J.R., Clanton, C.J., Schmidt, D.R., Powers, W., Jacobson, L.D., Tengman, C.L. (2004), Geotextile covers to reduce odour and gas emissions from swine manure storage ponds. *App. Eng. in Agr. ASAE* Vol. 20(1): 65-75.
- Blanes-Vidal, V., Hansen, M.N., Sousa, P. (2009), Reduction of odor and odorant emissions from slurry stores by means of straw covers. *J. Environ. Qual.* 38: 1518-1527.
- Chung, M.Y., Beene, M., Ashkan, S., Krauter, C., Hasson, A.S. (2010). Evaluation of non-enteric sources of non-methane volatile organic compounds (NMVOC) emissions from dairies. *Atmospheric. Environment*, Vol. 44: 786-794.
- Dämmgen, U., Hutchings, N.J. (2008). 'Emissions of gaseous nitrogen species from manure management — A new approach', *Environmental Pollution* [Volume 154, Issue 3](#), August 2008, Pages 488–497
- Dämmgen U, Lüttich M, Haenel H-D, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B. (2007). Calculations of Emissions from German Agriculture — National Emission Inventory Report (NIR) 2008 for 2006.
- Elliott-Martin, R.J., Mottram, T.T., Gardner, J.W., Hobbs, P.J. and Bartlett, P.N. (1997). 'Preliminary investigation of breath sampling as a monitor of health in dairy cattle', *Journal of Agricultural Engineering Research*, 67, pp. 267–275.
- EMEP/EEA Guidebook. <http://eea.europa.eu/emep-eea-guidebook>.
- Ettalla, T., Kreula, M. (1979). 'Studies on the nitrogen compounds of the faeces of dairy cows fed urea as the sole or partial source of nitrogen'. In: M. Kreula, ed. Report on metabolism and milk production of cows on protein-free feed, with urea and ammonium salts as the sole source of nitrogen, and an urea-rich, low protein feed. Biochemical Research Institute, Helsinki, pp. 309–321.
- Eurostat, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
- FAO Production Yearbook, <http://faostat.fao.org/>. FAO Statistical Yearbooks 2005/2006 [www.fao.org/economic/ess/publications-studies/statistical-yearbook/fao-statistical-yearbook-2005-2006/en/](http://www.fao.org/economic/ess/publications-studies/statistical-yearbook/fao-statistical-yearbook-2005-2006/en/)
- Feilberg, A., Liu, D., Adamsen, A.P., Hansen, M.J., Jonassen, K.E. (2010). Odorant Emissions from Intensive Pig Production Measured by Online Proton-Transfer-Reaction Mass Spectrometry. *Environmental Science & Technology*, Vol. 44, pp. 5894-5900.
- Faassen van, H.G., Van Dijk, H. (1987). 'Manure as a source of nitrogen and phosphorus in soils'. In: H.G. Van Der Meer, R.J. Unwin, T.A. Van Dijk and G.C. Ennik, eds. *Animal Manure on Grassland and Fodder Crops. Fertiliser or Waste? Developments in Plant and Soil Science*, Volume 30, pp. 27–45, Martinus Nijhoff, The Hague.
- Gijlswijk van, R., Coenen, P., Pulles, T., van der Sluijs, J. (2004). Uncertainty assessment of NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> emissions in the Netherlands. TNO-report R 2004/100, Apeldoorn, the Netherlands, 102pp.

- Groenestein, C.M., Van Faassen, H.G. (1996). 'Volatilization of ammonia, nitrous oxide and nitric oxide in deep-litter systems for fattening pigs', *Journal of Agricultural Engineering Research*, 65, pp. 269–274.
- Groot Koerkamp, P.W.G. (1994). 'Review on emissions of ammonia from housing systems for laying hens in relation to sources, processes, building design and manure handling', *Journal of Agricultural Engineering Research*, 59, pp. 73–87.
- Hinz, T. (2005). 'Messung luftgetragener Partikel in und aus der Geflügelmast', *Landtechnik* 60, pp. 100–101.
- Hinz, T., Tamoschat-Depolt, K. (Eds) (2007). 'Particulate Matter in and from Agriculture', Special Issue 308, *Landbauforschung Völkenrode*.
- Hobbs, P.J., Webb, J., Mottram, T.T., Grant, B., Misselbrook, T.M. (2004). 'Emissions of volatile organic compounds originating from UK livestock agriculture', *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, pp. 1414–1420.
- Hutchings, N.J., Sommer, S.G., Andersen, J.M., Asman, W.A.H. (2001). 'A detailed ammonia emission inventory for Denmark', *Atmospheric Environment* 35, pp. 1959–1968.
- IPCC (2006). Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management, section 10.2.
- Jarvis, S.C., Hatch, D.J., Roberts, D.H. (1989). 'The effects of grassland management on nitrogen losses from grazed swards through ammonia volatilization; the relationship to excretal N returns from cattle', *Journal of Agricultural Science*, pp. 112, 205–216, Cambridge.
- Kirchmann, H., Witter, E. (1989). 'Ammonia volatilization during aerobic and anaerobic manure decomposition', *Plant and Soil* 115, pp. 35–41.
- Mannebeck, H. (1986). 'Covering manure storing tanks to control odour'. In: *Odour prevention and control of organic sludge and livestock farming*, Elsevier, London., pp. 188–193.
- Meijide, A., Díez, J.A., Sánchez-Martín, L., López-Fernández, S., Vallejo, A. (2007). 'Nitrogen oxide emissions from an irrigated maize crop amended with treated pig slurries and composts in a Mediterranean climate', *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 121, pp. 383–394.
- Misselbrook, T.H., Chadwick, D.R., Chambers, B.J., Smith, K.A., Williams, J., Demmers, T., Sneath, R.W. (2006). Inventory of Ammonia Emissions from UK Agriculture — 2005. Inventory Submission Report November 2006 DEFRA Contract AC0102, p. 34.
- Mosquera, J., Hol, J.M.G., Winkel, A., Huis in 't Veld, J.W.H., Dousma, F., Ogink, N.W.M. & Groenestein C.M., 2011: Fijnstofemissie uit stallen: nertsen. *Wageningen UR Livestock Research. Rapport* 340.
- Mosquera, J. and Hol, J.M.G., 2011: Emissiefactoren methaan, lachgas en PM2.5 voor stalsystemen, inclusief toelichting. *Wageningen UR Livestock Research. Rapport* 496.
- Ngwabie, N.M., Schade, G.W., Custer, T.G., Linke, S., Hinz, T. (2008). Abundances and Flux Estimates of Volatile Organic Compounds from a Dairy Cowshed in Germany. *Journal of Environmental Quality* 37, pp. 565–573.
- Ni, J., Robarge, W.P., Xiao, C., Heber, A.J. (2012). Volatile organic compounds at swine facilities: A critical review. *Chemosphere* 89, pp. 769–788
- Parker, D.B., C., E.A., Rhoades, M.B., Cole, N.A., Todd, R.W., Casey, K.D. (2010). Effect of wind tunnel air velocity on VOC flux from standard solutions and CAFP Manure/Wastewater., *Transactions. of the AsebeSABE*, Vol. 53, pp. 831-845.
- Petersen, S.O., Sommer, S.G., Aaes O., Sørgegaard, K. (1998). 'Ammonia losses from urine and dung of grazing cattle: Effect of N intake', *Atmospheric Environment*, 32, pp. 295–300.
- Reidy, B., Dämmgen, U., Döhler, H., Eurich-Menden, B., Evert, F.K. van, Hutchings, N.J., Luesink, H.H., Menzi, H., Misselbrook, T.H., Monteny, G.-J., Webb, J. (2007). 'Comparison of models used for national agricultural ammonia emission inventories in Europe: Liquid manure systems', *Atmospheric Environment*, 42, pp. 3452–3464.
- Rumsey, I.C., Aneja, V. P., Lonneman, W.A. (2012). Characterizing non-methane volatile organic compounds emissions from a swine concentrated animal feeding operation. *Atmospheric Environment*, Vol. 47, pp.: 348-357.

- Schiffman, S., Bennett, J. and Raymer, J. (2001). 'Quantification of odors and odorants from swine operations in North Carolina', *Agriculture and Forest Meteorology*, 108(3), pp. 213–240.
- Schneider, T., Büscher, W. (2006). 'Emissionsfaktoren in der Geflügelmast', *Landtechnik* 61, pp. 90–91.
- Seedorf, J., Hartung, J. (2001). 'A proposal for calculating the dustlike particle emissions from livestock buildings', *Dtsch Tierarztl Wochenschr.* 108, pp. 307–310.
- Shaw, S., Mitloehner, F.M., Jackson, W., Depeters, E.J., Fadel, J.G., Robinson, P.H. Holtzinger, R., Goldstein, A.H. (2007), Volatile Organic Compound Emissions from Dairy Cows and Their Waste as Measured by Proton-Transfer-Reaction Mass Spectrometry, *Environ. Sci. Technol.*, 41: 1310-1316
- Trabue, S., Scoggin, K., Li, H., Burns, R., Xin, H., Hatfield, J. (2010). Speciation of volatile organic compounds from a poultry production. *Atmospheric Environment*, Vol. 44, pp.: 3538-3546
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) (1991). Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution Concerning the Control of Emissions of Volatile Organic Compounds or Their Transboundary Fluxes. [www.unece.org/env/lrtap/full%20text/1991.VOC.e.pdf](http://www.unece.org/env/lrtap/full%20text/1991.VOC.e.pdf)
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) (2007). Control Techniques for Preventing and Abating Emissions of Ammonia. Executive Body for the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. Working Group on Strategies. [unece.org/env/documents/2007/eb/wg5/WGSR40/ece.eb.air.wg.5.2007.13.e.pdf](http://unece.org/env/documents/2007/eb/wg5/WGSR40/ece.eb.air.wg.5.2007.13.e.pdf)
- US EPA, 2012, <http://www.epa.gov/oecaagct/airmonitoringstudy.html>
- Webb, J. (2000). 'Estimating the potential for ammonia emissions from livestock excreta and manures', *Environmental Pollution*, 111, pp. 395–406.
- Webb, J. and Misselbrook, T.H. (2004). 'A mass-flow model of ammonia emissions from UK livestock production', *Atmospheric Environment*, 38, pp. 2163–2176.
- Zahn, J.A., Tung, A.E., Roberts, B.A., Hatfield, J.L. (2001). Abatement of ammonia and hydrogen sulfide emissions from a swine lagoon using a polymer biocover. *J. Air and Waste Manage Assoc.* 51: 562-573.

## 6 Наведение справок

Все вопросы по данной главе следует направлять соответствующему руководителю (руководителям) экспертной группы по транспорту, работающей в рамках Целевой группы по инвентаризации и прогнозу выбросов. О том, как связаться с сопредседателями ЦГИПВ вы можете узнать на официальном сайте ЦГИПВ в Интернете ([www.tfeip-secretariat.org/](http://www.tfeip-secretariat.org/)).

## Приложение А.

### А1 Общие сведения

#### *Аммиак*

С 1980 года произошли значительные сокращения выбросов  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_x$  в результате выработки электроэнергии, влияния промышленности и транспортных средств. Следовательно, ожидается, что в течение следующих двух десятилетий выбросы  $\text{NH}_3$  станут причиной более четверти всех процессов подкисления и половины всех процессов эвтрофикации выбросов атмосферных загрязнений в Европе. Причиной примерно 90 % общего объема выбросов  $\text{NH}_3$  в Европе является сельское хозяйство, оставшаяся часть выбросов поступает от промышленных источников, домашнего хозяйства, животноводства и природных экосистем.

#### *Оксид азота и молекулярный азот*

Процессы денитрификации и нитрификации, в ходе которых выделяется  $\text{N}_2\text{O}$ , также приводят к выделению  $\text{NO}$  и молекулярного азота ( $\text{N}_2$ ). Тогда как  $\text{NO}$  является соединением, указываемым в отчетности как атмосферное загрязняющее вещество, расчеты выбросов  $\text{N}_2$  требуются только для удовлетворения потребностей при вычислении баланса массы. Попытки определить объем выбросов  $\text{NO}$  в результате хранения навоза показали, что данные выбросы составляют порядка половины выбросов от почв, удобряемых минеральными удобрениями или навозом (Dämmgen и др., 2007).

#### *НМЛОС*

В рамках данного Руководства НМЛОС понимаются как 'любые искусственные органические соединения, помимо метана, которые могут образовывать фотохимические окислители в результате реакции с оксидами азота при наличии солнечного света' (ЕЭК ООН, 1991). Данные соединения во многом влияют на запах, сопутствующий навозу.

Хотя некоторые НМЛОС представляют риск для здоровья и проблему защиты окружающей среды сами по себе, они интересны главным образом из-за своего участия в образовании озона ( $\text{O}_3$ ), респираторного раздражителя, и пероксиацетилнитрата (ПАН) (Grenfelt и Scholdager, 1984). Образование озона начинается при интенсивном солнечном освещении, а фотолитическое образование  $\text{O}_3$  увеличивается при повышенной концентрации диоксида азота ( $\text{NO}_2$ ). В свою очередь, концентрация  $\text{NO}_2$  увеличивается с помощью НМЛОС и пероксидных радикалов. ЛОС также могут подвергаться окислению и образовывать  $\text{O}_3$  в качестве побочного продукта. Окисление ЛОС зависит от концентрации каталитических гидроксильных радикалов, образующихся главным образом с помощью солнечного света и при наличии  $\text{O}_3$  или формальдегида.

Эти данные НМЛОС, совместно с другими оксидами азота ( $\text{NO}_x$ ), оказывают значительное влияние на образование  $\text{O}_3$  в некоторых сельскохозяйственных районах (Chameides et al., 1988), а также в городских районах (Howard et al. 2010). Образование озона может являться самоподдерживающимся процессом, так как в ходе него образуются радикалы, окисляющие НМЛОС, которые, в свою очередь, при фотолитическом распаде образуют  $\text{O}_3$ . Средняя концентрация  $\text{O}_3$  на уровне земли увеличилась более чем вдвое за последние 100 лет (Hough и Derwent, 1990). Частотность таких случаев растет (Hewitt и Street, 1992).

В ходе недавних исследований были измерены значительные объемы выбросов НМЛОС в результате животноводства (US EPA, 2012, Amon et al. 2007, Rumsey et al. 2012, Feilberg et al. 2010, Chung et al. 2010, Spinhirne et al., 2004, Ngwabie et al., 2005). Одним из основных источников являются хранилища силоса и кормление силосом (Alanis et al. 2008, 2010).

### **Твердые частицы (ТЧ)**

Твердые частицы понимаются как частицы твердых или жидких веществ, взвешенные в воздухе. Они характеризуются согласно своему происхождению (первичные и вторичные частицы), размеру частицы, составу и возможным физиологическим направлениям.

Твердые частицы выделяются непосредственно источником. Вторичные частицы образуются в атмосфере в результате химических реакций определенных газов, которые или конденсируются, или подвергаются химическому преобразованию в соединения, конденсируемые в виде твердых частиц (Seinfeld, 1986). (Выражение 'вторичные частицы' также иногда используется для описания рассредоточенных или ресуспендированных частиц.)

Чтобы обеспечить возможность сравнения размеров частиц, используется так называемый аэродинамический диаметр ( $d_{аэп}$ ) для стандартизации выражения различных размеров частиц. Аэродинамический диаметр ( $d_{аэп}$ ) – это диаметр (в мкм) идеализированной сферической частицы, представленной единицей плотности ( $1 \text{ г см}^{-3}$ ), аэродинамические характеристики которой аналогичны характеристикам рассматриваемой частицы (например, относительно предельной скорости осаждения). Он используется для прогнозирования места, где частицы различного размера и плотности могут осесть в дыхательных путях. Частицы с одинаковым аэродинамическим диаметром могут отличаться по размеру и форме. Ввиду неоднородности частиц отбор проб и характеристики пробоотборников необходимо стандартизировать. С данной точки зрения, так называемая эффективность сбора (SE) является важной технической характеристикой. Эффективность сбора обычно выражена как 50 % от аэродинамического усеченного диаметра ( $d_{50}$ ). Такой диаметр  $d_{50}$  обычно принимается как размер, вне которого собираются, по крайней мере, 50 % частиц, размер которых превышает указанный. Эффективность сбора обычно определяется на основе монодисперсных частиц. Кривые расширения могут отличаться по крутизне и зависят от типа пробоотборника (Henningson и Ahlberg, 1994).

Общее количество взвешенных частиц (ОКВЧ) относится ко всему диапазону взвешенных в атмосферном воздухе частиц, которые можно собрать, от субмикронного уровня до 100 мкм в диаметре ( $d_{аэп}$ ). Частицы, диаметр ( $d_{аэп}$ ) которых превышает 100 мкм, не остаются в воздухе в течение значительного промежутка времени.

ТЧ<sub>10</sub> – фракция взвешенных в воздухе твердых частиц с диаметром ( $d_{аэп}$ ) менее или равным номинальному диаметру в 10 мкм, собираемых с 50 % эффективностью с помощью пробоотборника ТЧ<sub>10</sub>. Данные частицы достаточно малы для вдыхания и могут осесть в легких, вызывая ухудшение функционирования легких.

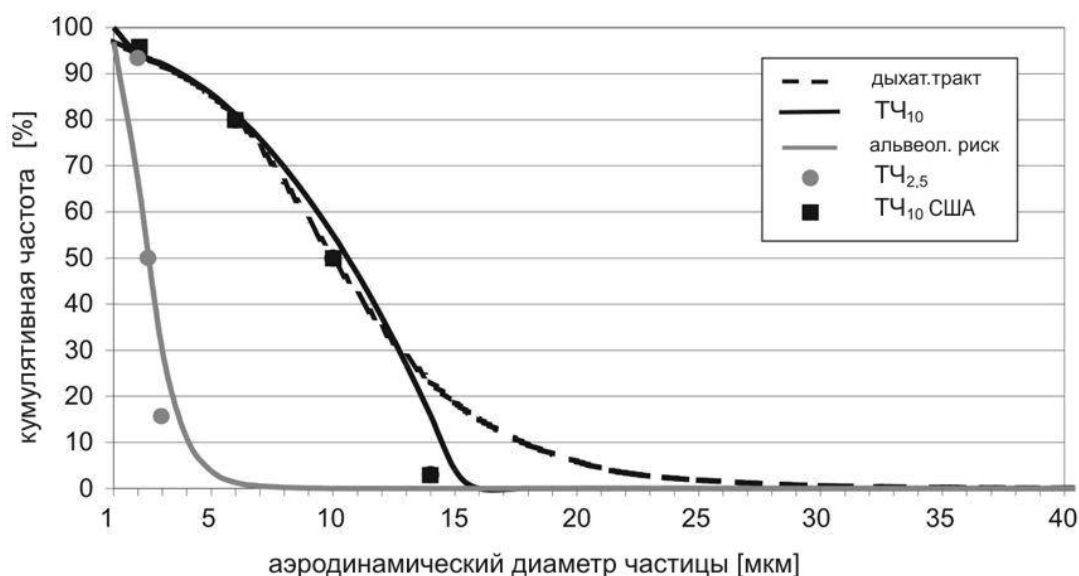
Следующей фракцией относительно ОКВЧ является ТЧ<sub>2,5</sub>, представленный частицами с аэродинамическим диаметром ( $d_{аэп}$ ) менее или равным номинальному диаметру в 2,5 мкм, которые можно собрать с помощью измерительных устройств с 50 % эффективностью сбора. Воздействие значительного количества ТЧ<sub>2,5</sub> может привести к жалобам, связанным с дыханием и кровообращением, у восприимчивых людей. ТЧ<sub>2,5</sub> также вызывает снижение видимости и солнечного излучения из-за повышенного рассеивания света. Кроме того, аэрозольные вещества-предшественники, такие как NH<sub>3</sub> (источником которых главным образом является сельское хозяйство) образуют ТЧ<sub>2,5</sub> в виде вторичных частиц в результате химических реакций в атмосфере.

В токсикологических целях были использованы последующие классификации частиц пыли, например, характеристика производственных условий. По этой причине были введены термины 'вдыхаемая пыль', 'пыль, проникающая в дыхательный тракт' и 'вдыхаемая взвешенная пыль'.

Для моделирования различных фракций частиц, доступных для вдыхания, ('вдыхаемая пыль', 'пыль, проникающая в дыхательный тракт' и 'вдыхаемая взвешенная пыль') были условно определены критерии отбора проб, задающие кривые с требуемыми характеристиками отбора проб для пробоотборника относительно сбора фракций для частиц размером менее 100 мкм (Рисунок А1–1). Таким образом, термин 'вдыхаемая пыль' широко используется для описания качества пыли, которая может быть опасной при осаждении в каком-либо месте дыхательной системы, включая носовую и ротовую полости. Такая пыль имеет диаметр  $d_{50}$  в 100 мкм и, следовательно, включает крупные и мелкие частицы. Таким образом, многие данные о выбросах пыли относятся к 'вдыхаемой пыли' (например, Takai и др., 1998).



Агентство по охране окружающей среды США (EPA, 2001a; 2001b) описывает вдыхаемую пыль как такую фракцию пыли, которая попадает в дыхательные пути, но главным образом задерживается в носовой полости, горле и верхних дыхательных путях. Средний аэродинамический диаметр такого типа пыли составляет примерно 10 мкм.



**Рисунок А1–1** Критерии отбора проб для частиц ‘вдыхаемой пыли’, ‘пыли, проникающей в дыхательный тракт’ и ‘вдыхаемой взвешенной пыли’, выраженных в процентном отношении от ОКВЧ

Согласно Рисунку А1–1 фракция пыли, проникающей в дыхательный тракт, относится к диаметру  $d_{50}$  в 10 мкм, указывая на частицы, которые достаточно малы для осаждения в дыхательных путях легких (например, в бронхах). Термин ‘вдыхаемая взвешенная пыль’ характеризует взвешенные в воздухе частицы, которые могут проникнуть в небольшие дыхательные пути и альвеолы легких, где происходит газовый обмен. Ранее были предложены несколько определений понятия ‘вдыхаемая взвешенная пыль’. Помимо определений, характеризующих вдыхаемую взвешенную пыль как частицы с аэродинамическим диаметром менее 7 мкм, австралийский стандарт AS 2985-1987 определяет вдыхаемую взвешенную пыль как пыль с 50 % точкой разделения в 5 мкм. Американская ассоциация промышленных гигиенистов (ACGIH, 1998) определяет вдыхаемую взвешенную пыль как пыль, обладающую 50 % точкой разделения в 3,5 мкм. Для достижения всемирной согласованности относительно определения вдыхаемой взвешенной пыли на рабочем месте была разработана компромиссная кривая с 50 % точкой разделения в 4 мкм. Данное типовое определение также было включено в стандарт CEN EN 481 (Anon, 1993).

## A2 Описание источников

### A2.1 Описание процесса

#### Аммиак

Испарительный перенос аммиака является главным образом физико-химическим процессом, который обусловлен равновесием (описанным в законе Генри) между газообразной фазой  $\text{NH}_3$  и  $\text{NH}_3$  в растворе (уравнение А1), объем  $\text{NH}_3$  в растворе, в свою очередь, поддерживается равновесием  $\text{NH}_4^+ - \text{NH}_3$  (уравнение А2):



Высокий уровень рН (т.е. низкое содержание  $[H^+ (вод)]$ ) влияет на правую часть уравнения (A2), вызывая повышенную концентрацию  $NH_3$  в растворе и, следовательно, также и в газообразной фазе. Таким образом, если система буферизируется при значениях рН менее *приблизительно 7* (в воде), преобладающей формой аммиачного азота ( $NH_x$ ) будет являться  $NH_4^+$  и возможности для испарительного переноса будут незначительными. Наоборот, если система буферизируется при более высоких значениях рН, преобладающей формой  $NH_x$  будет  $NH_3$  и возможностей для испарительного переноса будет больше, хотя другие химические равновесия могут их увеличить или уменьшить.

Уреаза может быть широко распространена в почве и фекалиях и, следовательно, гидролиз мочевины обычно завершается в течение нескольких дней (Whitehead, 1990). Моча также содержит другие азотные соединения, такие как аллантоин, которые могут разлагаться с выделением  $NH_3$  (Whitehead и др., 1989).

В навозе  $NH_4^+$  обычно встречается в растворе или слабо связан с сухим веществом, где он содержится в равновесии с растворенным  $NH_3$ . Так как с помощью обычных аналитических методов невозможно разграничить содержание  $NH_4^+$  и  $NH_3$  в навозе, принято указывать сочетание ( $NH_4^+ + NH_3$ ) как общий аммиачный азот (ОАА). Опубликованные исследования подтвердили связь между выбросами  $NH_3$  и ОАА (Kellems и др., 1979; Paul и др., 1998; James и др., 1999; Smits и др., 1995, для домашнего скота, а также Latimier и Dourmad, 1993; Kay и Lee, 1997; Cahn и др., 1998, для свиней).

### **НМЛОС**

Отмечалась некоторая неопределенность относительно НМЛОС, выделяемых от различных типов навоза и других источников, таких как дыхание животных. Тем не менее, в целом менее 20 летучих соединений, выделяемые от навоза, были измерены в значительном объеме, но при различных концентрациях или соотношениях в свободном пространстве в зависимости от источника навоза: свиней, крупного рогатого скота или домашней птицы (US EPA, , 2012, Ni et al., 2012, Trabue et al. 2010). На НМЛОС, собранные в свободном пространстве от навоза, могли повлиять свойства используемого адсорбента и средства десорбции в выбранной системе отбора/обнаружения. Zahn и др. (1997) также признают, что некоторые неполярные углеводороды выделяются от отстойников свиного навоза в виде жидкой массы. Их комплексное исследование показало, что расход НМЛОС от глубоких резервуаров или систем хранения свиного навоза превышали от 500 до 5 700 раз выбросы от органических источников. В Parker et al. (2010) и Zahn et al. (1997) признается, что оценки НМЛОС, независимо от того, приведены ли они в небольших лабораторных исследованиях или в более широких условиях, не всегда представляют соединения на поле или скорость выбросов. Кроме того, было обнаружено несколько ЛОС, происходящих от дыхания жвачных животных (Cai et al. 2006a, Elliot-Martin et al., 1997; Hobbs et al., 2000; Spinhirne et al., 2003, 2004). Однако кишечные выбросы НМЛОС не являются большим источником, т.к. это рассматривается как дисфункция рубца (Moss et al. 2000). КРС может выделять некоторое количество, например, ацетона, если животные болеет, например, кетозом. Выбросы летучих жирных кислот (VFA, вид НМЛОС, не связанный с белком) и фенолов представляются довольно постоянными в хранилищах навоза (Patni et al., 1995). Как и другие соединения выбросы НМЛОС зависят от температуры и интенсивности вентиляции внутри помещений для животных (Parker et al., 2010, 2012).

Хотя были выделены более 500 летучих соединений, выделяемых домашним скотом, свиньями и домашней птицей, существует значительная неопределенность относительно органических веществ-предшественников в каждом типе навоза, на основе которых образуются НМЛОС. Выбросы включают этанолы, альдегиды, кислоты, сульфиды и фенолы, а также, в случае жидкого свиного навоза, индолы. Некоторые из основных соединений перечислены в Таблице A2-1. Недавно было установлено, что диметилсульфид (ДМС) выделяется при дыхании жвачных животных. В таблице A2-2 представлено процентное распределение наиболее обычных НМЛОС, обнаруженных в исследовании NAEM, которое включает измерения НМЛОС от 16 различных животноводческих производств (US EPA, 2012).

Таблица А2-1 Источники и процессы образования НМЛОС

НМЛОС	Вещество-предшественник или процесс	
	аминокислоты <sup>1</sup>	процесс
Метанол	Нет данных	Деметилирование пектина
Этанол	Нет данных	Ферментация
Ацетальдегид	Нет данных	Ферментация
Уксусная кислота	Нет данных	Ферментация
Ацетон	Нет данных	Жировой обмен
Триметиламин	Все	Метилирование органического азота
2-метилпропановая кислота	Валин	
3-метилбутановая кислота	Изолейцин	
2-метилбутановая кислота	Лейцин	
Метантиол	Метионин	
Диметилсульфид	Цистеин	
4-метилфенол	Тирозин	
4-этилфенол	Тирозин	
Индол	Триптофан	
3-метилиндол	Триптофан	

Примечания:

- <sup>1</sup> заимствовано из (Maskie и др., 1998).
- Нет данных: аминокислоты в качестве источников отсутствуют.

Таблица А2-2 Процентное распределение различных НМЛОС от зданий (по оценке АООС США, 2012)

Домашняя птица	Процент	КРС	Процент	Свиньи	Процент
2,3-бутанедион	9.9	2,3-бутанедион	0.3	2,3-бутанедион	4.3
диметилдисульфид	5.1	диметилдисульфид	0.5	диметилдисульфид	1.0
Ацетальдегид	4.0	Ацетальдегид	6.7	Ацетальдегид	8.8
2-бутанон	5.8	2-бутанон	2.4	2-бутанон	10.2
изопропанол	23.0	изопропанол	7.0	изопропанол	19.3
Пентан	3.6	Пентан	3.4	Пентан	4.6
диметилдисульфид	2.8	диметилдисульфид	1.3	диметилдисульфид	3.7
уксусная кислота	7.3	уксусная кислота	2.9	уксусная кислота	7.8
гексаналь	2.3	гексаналь	0.2	гексаналь	2.3
этилацетат	0.4	этилацетат	18.7	этилацетат	2.1
гексан	4.9	гексан	0.3	гексан	1.2
пропановая кислота	1.7	пропановая кислота	1.0	пропановая кислота	7.1
Пентаналь	1.8	Пентаналь	0.2	Пентаналь	2.5
Фенол	1.8	Фенол	1.0	Фенол	3.6
1-бутанол	0.9	1-бутанол	0.6	1-бутанол	1.9
2-пентатон	0.9	2-пентатон	0.1	2-пентатон	0.9
4-крезол	1.2	4-крезол	1.2	4-крезол	6.0
бутановая кислота	<0.0	<sup>6</sup> бутановая кислота	<0.0	<sup>6</sup> бутановая кислота	1.6
гептаналь	1.0	гептаналь	0.2	гептаналь	1.7
Бутаналь	1.1	Бутаналь	0.1	Бутаналь	1.8
октаналь	0.8	октаналь	0.2	октаналь	1.5
метилциклопентан	2.0	метилциклопентан	0.1	метилциклопентан	0.3

Nonatal	0.7	Nonatal	0.5	Nonatal	1.7
толуол	2.0	толуол	1.0	толуол	0.4
н-пропанол	1.4	н-пропанол	41.3	н-пропанол	2.3
2-бутанол	0.5	2-бутанол	1.3	2-бутанол	0.5
4-этил-фенол	0.1	4-этил-фенол	<0.0	4-этил-фенол	0.3
1-пентанол	0.1	1-пентанол	<0.0	1-пентанол	<0.0
Диметилтрисульфид	0.2	Диметилтрисульфид	<0.0	Диметилтрисульфид	0.2
2-метакриловая кислота МЭ	10.8	2-метакриловая кислота МЭ	<0.0	2-метакриловая кислота МЭ	<0.0
2-метакриловая кислота	<0.0	2-Methyl-propenoic acid	0.2	2-Methyl-propenoic acid	<0.0
2-метил-капроновая кислота	<0.0	2-метил-капроновая кислота	0.1	2-метил-капроновая кислота	<0.0
Пропил пропеновый эфир	<0.0	Пропил пропеновый эфир	0.2	Пропил пропеновый эфир	<0.0
индол	1.5	индол	0.1	индол	<0.0
бензальдегид	0.3	бензальдегид	0.1	бензальдегид	<0.0
О-ксилол	0.3	О-ксилол	<0.0	О-ксилол	<0.0
деканаль	<0.0	деканаль	0.2	деканаль	<0.0
п-пропилацетат	<0.0	п-пропилацетат	4.8	п-пропилацетат	<0.0
бензол	<0.0	бензол	0.3	бензол	0.2
ментанол	<0.0	ментанол	1.7	ментанол	<0.0
диметилсульфон	<0.0	диметилсульфон	<0.0	диметилсульфон	0.2
этанол	<0.0	этанол	0.1	этанол	<0.0
d-лимонен	<0.0	d-лимонен	0.1	d-лимонен	<0.0
Сумма	100	Сумма	100	Сумма	100

### A2.3 Выбросы

#### Аммиак

Выбросы аммиака от неудобренных пастбищ, где пасется домашний скот, были измерены Jarvis и др. (1989, 1991), а также Ledgard и др. (1996). Jarvis и др. (1989) вычислили годовой объем выбросов  $\text{NH}_3$  на основе  $7 \text{ кг га}^{-1} \text{ N}$  от злаковых/клеверных пастбищ, где пасется мясной скот. Он составил *приблизительно* 4 % предположительного усвоения азота клеверными пастбищами ( $160 \text{ кг га}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ ) и *приблизительно* 70 % выбросов  $\text{NH}_3$  от лугопастбищных угодий с учетом  $210 \text{ кг га}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ . Jarvis и др. (1991) измерили объем выбросов  $\text{NH}_3$  от пастбищ, на которых пасутся овцы, включая неудобренное клеверное монокультурное хозяйство. Выбросы  $\text{NH}_3$  от неудобренных злаковых/клеверных пастбищ ( $2 \text{ кг га}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ ) были меньше выбросов от неудобренных пастбищных угодий ( $4 \text{ кг га}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ), тогда как выбросы от полностью клеверных пастбищ ( $11 \text{ кг га}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ ) превысили выбросы от пастбищных угодий с учетом  $420 \text{ кг га}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ . Данные потери были меньше (в 3 раза), чем потери от пастбищ, где пасется крупный рогатый скот (Jarvis и др.,

1989). Ledgard и др. (1996) измерили годовой объем выбросов  $\text{NH}_3$  на основе  $15 \text{ кг га}^{-1}$  от неудобренных злаковых/клеверных пастбищ, где пасется молочный скот. Существует значительная неопределенность при обобщении таких ограниченных данных. Различия в объеме выбросов, вероятно, являются следствием изменений температуры, типа почвы и вида домашнего скота. Кроме того, если неудобренная почва срезается и остается на поле в течение длительного периода, разложение может обусловить некоторый объем выбросов.

### **Оксид азота**

Maljanen и др. (2006) представили отчетность по выбросам  $\text{NO}$  от пастбищных угодий, которые составили *приблизительно* 40 % выбросов  $\text{N}_2\text{O}$ , по сравнению с фоновыми выбросами, составившими *приблизительно* 25 % выбросов  $\text{N}_2\text{O}$ . Объем выбросов оксида азота увеличивается по мере увеличения температуры почвы и уменьшения влажности почвы. Выбросы  $\text{NO}$  пока недостаточно исследованы, но ясно, что существуют различия в механизмах, регулирующих образование  $\text{N}_2\text{O}$  и  $\text{NO}$ . Существующих данных недостаточно для обсуждения влияния содержания скота на пастбище на объем выбросов  $\text{NO}$ . Большие объемы поступающих локальных выбросов азота (N) и углерода (C) от выделений животных, вероятно, будут способствовать образованию  $\text{NO}$ .

### **НМЛОС**

Полный перечень более 130 летучих соединений, выявленных в животноводческих постройках, где содержится крупный рогатый скот, свиньи и домашняя птица, был составлен O'Neill и Phillips (1992) в ходе обзора существующей литературы. Более недавнее обобщение данных, проведенное Schiffman и др. (2001), а также Blunden и др. (2005), выявило более 200 ЛОС в воздухе от построек, где содержатся свиньи, подтверждая большинство предыдущих исследований выбросов. В Ni et al. 2012 обнаружено более > 500 соединений. Наиболее часто в данных исследованиях, которые в значительной мере были направлены на свиноводческие хозяйства, упоминались такие соединения, как *n*-крезол, летучие жирные кислоты и фенол. Концентрация данных соединений в атмосфере демонстрирует значительные изменения, например, концентрация *n*-крезола варьируется от  $4,6 \cdot 10^{-6}$  до  $0,04 \text{ мг м}^{-3}$  и концентрация фенола от  $2,5 \cdot 10^{-6}$  до  $0,001 \text{ мг м}^{-3}$ .

Спирты этанол и метанол недавно были указаны в отчетности как преобладающие выбросы от молочных хозяйств и овчарен (US EPA, Ngwabie et al., 2005) и значительно превысили концентрации летучих жирных кислот и *n*-крезола. Также известно, что ЛОС поглощаются взвешенными в воздухе твердыми частицами (Bottcher, 2001; Oehrl et al., 2001; Razote et al., 2004, Cai et al. 2006b), являясь дополнительным источником выбросов и неприятного запаха.

Серьезная попытка определить количество выбросов НМЛОС от зданий для животных и хранилищ навоза была предпринята в исследовании NAEM, описывающем 16 мест в США с молочным скотом, свиньями и отделочным оборудованием, а также птицами-несушками и бройлерными хозяйствами (US EPA, 2012). Измерения выполнялись в течение двух последовательных лет с 2007 по 2009 г. Измерения НМЛОС выполнялись с помощью отбора в емкость совместно с масс-спектрометрией и NMHC (неметановые углеводороды).

Оценка коэффициента выбросов НМЛОС основана на среднем значении выброса, измеренного в исследовании NAEM для молочного скота, свиней, птиц-несушек и бройлеров. В случае измерения НМЛОС и NMHC использовалось среднее значение двух методов. NMHC преобразовывались в НМЛОС с помощью умножения на весовую долю наиболее общих НМЛОС по сравнению с NMHC. Выбросы из исследования NAEM преобразовывались для европейских стандартов с помощью преобразования данных потребления корма MJ и выделения ЛВ, которые соответствуют данным в Руководстве IPCC 2006 г. (IPCC, 2006). Измерения в исследовании NAEM показывают, что выброс зависит от температуры и интенсивности вентиляции. Однако из-за большой разницы измеренного выброса, данные не являются достаточно надежными для применения коэффициента выбросов в зависимости от климата для зоны ЕМЕП/ЕЗС. Среди КРС были измерены выбросы только от амбаров молочного скота. Эти выбросы включают выбросы от силосного питания в амбаре, ферментации в кишечнике, выделения газов из кишечника и навоза, который хранится внутри помещения. Преобразование для другого КРС было выполнено в соответствии с относительным потреблением энергии (MJ). Для всех животных преобразование основано на разнице в выделяемых ЛВ, чтобы учитывать разницу в производительности.

Измеренные выбросы от помещений для молочного скота в исследовании NAEM включают выбросы от силоса, который является основным источником. Основными выбросами от силоса являются этанол и жирные кислоты (VFA). Неясно, какая часть получается от силоса. Согласно Alanis et al. (2008) на молочной ферме в Калифорнии полнорационная смесь (силосное питание) отвечает за приблизительно 68% оцененных выбросов VFA. Согласно Gebbe et al. (2010) 93-98 % выбросов, которые способствовали образованию озона от 6 молочных ферм, идет от кормления. В распределении коэффициентов выбросов для выбросов от силоса на питателе и выбросов от других источников в амбаре (кишечных, другого кормового продукта и хранилища навоза внутри здания) используются значения 85 % от силоса и 15 % от других источников. Этот коэффициент будет влиять на оценку выбросов, особенно от хозяйств, в которых силос не используется для корма. В исследовании NAEM пропанол отвечает за не более чем 50 % выбросов в помещениях для КРМ, домашней птицы и свиней (Таблица А2-2). В Chung et al. (2010) обнаружены только выбросы спирта от корма (этанол и пропанол) и никаких выбросов от проходов для промывки, подстилки, открытых участков или отстойников. Это поднимает вопрос появления высоких значений пропанолов в измерениях в исследовании NAEM, т.к. для домашней птицы и свиней силос обычно не используется в качестве корма.

Методология для хранилищ силоса основана на измеренном распределении между хранилищами силоса и зданиями (Alanis et al. 2008, Chung et al. (2010)) вместе с поправкой на температуру, обычную для европейских климатических условий (Alanis et al. 2010, Hafner et al. 2010, El-Mashad et al. 2010).

Распределение между источниками измерено в теплых условиях (20°C), что выше средних условий в Европе. Поэтому поправочный коэффициент с 20°C до средних 10°C равен 25 % выбросов от силоса на питателе.

Измерения НМЛОС в исследовании NAEM от отстойников трудно перенести на традиционные европейские хранилища для навоза в жижебониках. Поэтому часть выброса НМЛОС между помещениями и хранилищем основана на такой же части, как и для выброса аммиака. Среди прочих это соотношение задокументировано в Amon et al. (2007), Feilberg et al. (2010) и Hobbs et al. (2004). Такая же методология используется для расчета выброса НМЛОС от использования навоза с помощью части выбросов NH<sub>3</sub> от использования по сравнению с выбросом от помещений. Однако, следует упомянуть о том, что если используются национальные данные по NH<sub>3</sub>, не нужно улучшать оценку выброса. Из-за низкой интенсивности выбросов NH<sub>3</sub>, основанной на низком содержании азота, кормление не скоротит исходное сухое вещество в корме и выделяемые летучие вещества, которые являются основным источником НМЛОС. Для коэффициентов выбросов уровня 1 используется распределение в таблице 3-8. Настоятельно рекомендуется использовать национальные количественные оценки выбросов аммиака. В обобщенном описании выбросов от свиней в Северной Каролине, США Rumsey et al. (2012) отмечено, что размещение в помещении отвечает за 68.8-100 % от общих выбросов. Такая высокая доля может быть поставлена под сомнение в европейских условиях, т.к. использование больших аэрируемых отстойников не является распространенной практикой в Европе.

Предполагается, что выбросы НМЛОС от пасущихся животных низкие, т.к. отсутствует или ограничено силосное кормление и нет хранения навоза. Однако небольшие количества выбросов будут производиться из-за ферментации в кишечнике и выделения газов из кишечника. Коэффициент выбросов от пасущихся животных основан на Shaw et al. (2007), где измерен выброс активного органического газа от дойного и не дойного молочного скота за два последовательных дня в камере для выбросов. На основе состава корма предполагается, что кормление производилось без силоса, однако с люцерной. Предполагается, что люцерна попадала из сена. Предполагается, что оценка активного органического газа эквивалентна НМЛОС.

### ***Твердые частицы***

Можно ожидать, что в системах содержания скота в помещении с использованием подстилки (твердый навоз) образуется больше выбросов пыли, чем в животноводческих постройках без использования подстилки (жидкий навоз), потому что материал подстилки, такой как солома, состоит из сыпучего материала, который легко распространяется в воздухе при волнении (Hinz и др., 2000). Takai и др. (1998) выявили большую концентрацию вдыхаемой пыли в постройках для молочных коров с применением подстилки в Англии, в стойлах для молочного скота с применением систем на основе навозной жижи в Германии. Рассчитанные объемы выбросов для твердых частиц также отличались. Тем не менее, выбросы

ТЧ также оказались на 50 % ниже в системах содержания на глубокой подстилке, потому что пыль попадала в подстилку и удерживалась там влагой. Действия животных не вызывают значительных волнений, если подстилка влажная (Анон., 1995).

Объем выбросов также будет отличаться в зависимости от количества и качества материала подстилки (например, солома, соломенная сечка, деревянная стружка, древесные опилки, торф, песок, от использования обеспыленной подстилки, смесей различных материалов, влажности подстилки, добавления поглотителей влаги, массы использованной подстилки на одного животного), частоты удаления подстилки (например, каждый день или каждый месяц), изменений кучности домашнего скота и его влияния на движение пыли в результате действий животных, например, при выводе из построек для доения, или произвольной высокой кратности воздухообмена в стойлах, обуславливающей большой объем выбросов по сравнению с системами на основе подстилочного навоза. В заключение можно сказать, что требуется большее количество данных об объемах выбросов твердых частиц, чтобы точнее определить как средний объем выбросов, так и изменчивость количества выбросов ввиду различных экологических и административных факторов, и, следовательно, создать основу для последующих процедур проверки. Для лошадей источником информации являются значения, полученные Seedorf и Hartung (2001).

#### ***A2.4 Средства регулирования***

##### ***Аммиак***

###### *Методы кормления домашнего скота*

Корм для домашнего скота должен содержать углеводы для удовлетворения потребности в энергии и белки для удовлетворения потребности в белках. Тем не менее, так как корма часто готовятся на основе травы или сои, они часто содержат больше белков, чем необходимо для роста домашнего скота. Приведение белка, потребляемого с кормом, в соответствие с потребностями производства помогает снизить выделение азота. Более того, так как излишки белкового азота главным образом выделяются в виде мочевины, снижение потребления белков приведет к непропорционально значительному сокращению выбросов  $\text{NH}_3$ .

###### *Управление объемом азота*

Возможность снижения выбросов  $\text{NH}_3$  в результате тщательного контроля азота, наносимого на посеvy, ограничена, так как выбросы происходят на поверхности почвы, до того как нанесенный азот проникает в почву. Следовательно, даже нанесение азота, содержащегося в навозе, тщательно сбалансированного для удовлетворения потребностей сельскохозяйственных культур, будет подвержено потерям, если навоз наносится на поверхность. Какие-либо преимущества, вероятно, будут наиболее значительными на лугопастбищных угодьях, где риск чрезмерно высоких концентраций азота в кормовых растениях снижается, сокращая возможный объем выбросов  $\text{NH}_3$  от пастбищ.

###### *Сокращение выбросов от систем содержания скота в помещении*

Технологии сокращения выбросов  $\text{NH}_3$  от построек, вентилируемых в естественном режиме, включают желобчатый настил пола, частое удаление навоза и охлаждение навоза. Для свободно содержащегося скота увеличение количества соломы, используемой для подстилки, может сократить объем выбросов  $\text{NH}_3$ . Преимуществом данного подхода является то, что в результате нейтрализации ОАА в соломе выбросы  $\text{NH}_3$  не будут впоследствии увеличиваться при хранении или распределении навоза. Выбросы от построек также можно сократить путем уменьшения общей площади, загрязненной выделениями. Выбросы от птицеводческих построек значительно снижаются, если содержание сухого вещества в навозе составляет 60 % или более. Для помещений с принудительной вентиляцией объем выбросов  $\text{NH}_3$  и ТЧ можно значительно сократить с помощью химической или биологической скрубберной очистки отработанного воздуха.

###### *Сокращение выбросов при хранении*

Технологии сокращения выбросов  $\text{NH}_3$  при хранении обобщенно представлены в Таблице А2–2.

Таблица А2–2 Меры по устранению загрязнения от выбросов аммиака при хранении навозной жижи от крупного рогатого скота или свиней (ЕЭК ООН, 2007)

Меры по устранению загрязнения окружающей среды	Сокращение выбросов NH <sub>3</sub> (%) <sup>(a)</sup>	Условия применимости	Доступны ли НДТ <sup>(б)</sup> для свиноводческих хозяйств согласно КПКЗ?
‘Плотное’ покрытие, крыша или тент	80	Бетонные или стальные резервуары и силосные ямы. Может не подходить для существующих хранилищ.	Да, но решения принимаются на основе каждого конкретного случая
Гибкое покрытие <sup>(б)</sup> (подвижное покрытие)	60	Небольшие земляные отстойники.	Да, но решения принимаются на основе каждого конкретного случая
Гибкое покрытие <sup>(б)</sup> (подвижное покрытие)	60	Крупные земляные отстойники и бетонные или стальные резервуары. Способы управления и другие факторы могут ограничить применение данной технологии.	Да, но решения принимаются на основе каждого конкретного случая
‘Низкотехнологические’ подвижные покрытия (например, соломенная сечка, торф, кора, керамзит и т.д.) (Кат. 2)	40	Бетонные или стальные резервуары и силосные ямы. Вероятно, непригодны для земляных отстойников. Не подходят для использования, если материалы могут привести к сложностям при использовании навозной жижи.	Да, но решения принимаются на основе каждого конкретного случая
Естественный слой (подвижное покрытие)	35–50	Только для верхнего сухого вещества навозной жижи. Не подходит для использования на фермах, где необходимо перемешать и устранить слой для частого распределения навозной жижи.	Да, но решения принимаются на основе каждого конкретного случая
Замена земляного отстойника и т.д. с накрытым резервуаром или высокими открытыми резервуарами (H > 3 м)	30 - 60	Только для новых построек, с учетом ограничений планирования относительно более высоких конструкций.	Нет данных
Мешок для хранения	100	Доступные размеры мешков могут ограничить возможности использования на более крупных животноводческих фермах.	Нет данных

Примечания:

<sup>(a)</sup> Данные о сокращении выбросов представлены на основании утвержденных наилучших оценок достижимых результатов согласно ЕЭК ООН. Данные о сокращении выражены относительно выбросов от незакрытых шламоотстойников/ навозохранилищ.

<sup>(б)</sup> НДТ: Наилучшие доступные технологии.

<sup>(в)</sup> Покрытие может быть выполнено из пластикового, брезентового или другого подходящего материала.

#### Сокращение выбросов во время и после распределения навоза по полям

Методы устранения загрязнения окружающей среды при распределении навоза по полям могут наиболее значительно сократить выбросы NH<sub>3</sub> и являются одними из самых экономически выгодных. Выбросы после распределения навоза по полям являются одним из двух основных источников, а NH<sub>3</sub>, усвоенный на ранних



этапах использования навоза, может быть потерян, если не контролировать выбросы после распределения навоза. Выбросы после распределения навозной жижи можно сократить, если наносить жидкую массу узкими полосами (с помощью шланговых распределительных устройств), если располагать жидкую массу под растительным пологом (буксируемая колодка) или под поверхностью почвы (внесение). Данные технологии, не вызывающие нарушения почвенного покрова или вызывающие незначительные нарушения, можно применять как на лугопастбищных угодьях, так и на обработанных землях. Внесение жидкого и твердого навоза в обработанные земли может снизить объем выбросов  $\text{NH}_3$  примерно на 90 %. Сокращение выбросов зависит от метода внесения, интервала между нанесением и внесением навоза и типа навоза. Выбросы обычно уменьшаются по мере сокращения интервала между распределением и внесением навоза, по мере увеличения обратного преобразования в почве согласно типу навоза с эффективностью устранения загрязнения окружающей среды в следующем порядке: навозная жижа > навоз от домашней птицы > стойловый навоз. Некоторые данные об эффективности устранения загрязнения окружающей среды приведены в Таблице А2–3.

**Таблица А2–3 Технологии устранения загрязнения окружающей среды при распределении жидкого и твердого навоза по полям\* (ЕЭК ООН, 2007)**

Метод устранения загрязнения	Тип навоза	Землепользование	Сокращение выбросов (%)	Ограничения по применимости
Шланговые распределительные устройства	Навозная жижа	Лугопастбищные угодья, пахотные участки	30 Сокращение выбросов может быть меньше в случае нанесения на травяной покров > 10 см. Незначительное сокращение на земле, лишенной растительности, и в некоторых других случаях	Уклон земельного участка (< 15 % для цистерн; < 25 % для шланговых распределительных устройств); не применимо к вязкой навозной жиже или навозной жиже с большим содержанием соломы
Буксируемая колодка	Навозная жижа	Преимущественно лугопастбищные угодья	60**	Уклон (< 15 % для цистерн; < 25 % для шланговых систем); не применимо к вязкой навозной жиже, размер и форма поля, высота травяного покрова должна быть > 8 см, затруднительно при наличии остатков сельскохозяйственных культур
Неглубокое внесение (открытая канавка)	Навозная жижа	Лугопастбищные угодья	70**	Уклон < 10 %, более значительные ограничения по типу и характеристикам почвы, не применимо к вязкой навозной жиже.
Глубокое внесение (закрытая канавка)	Навозная жижа	Преимущественно лугопастбищные угодья, пахотные участки	80	Уклон < 10 %, более значительные ограничения по типу и характеристикам почвы, не применимо к вязкой навозной жиже.

Разбросное нанесение и внесение с помощью плуга за один процесс	Навозная жижа	Пахотные участки	80	Только для легко возделываемых земель
Разбросное нанесение и немедленное внесение с помощью плуга	Навозная жижа	Пахотные участки	80–90	Только для легко возделываемых земель
Немедленное внесение с помощью дисковой бороны			60–80	
Разбросное нанесение и внесение с помощью плуга в течение 12 часов	Навозная жижа	Пахотные участки	30	(согласно § 10)
Немедленное внесение с помощью плуга	стойловый навоз (крупный рогатый скот, свиньи)		90	
Немедленное внесение с помощью плуга	Помет от домашней птицы		95	
Внесение с помощью плуга в течение 12 часов	Твердый навоз	Пахотные участки	50 для крупного рогатого скота и свиней 70 для домашней птицы	
Внесение с помощью плуга в течение 24 часов	Твердый навоз	Пахотные участки	35 для крупного рогатого скота и свиней 55 для домашней птицы	

Примечание:

- \* / Данные о сокращении выбросов, утвержденные как вероятные достижимые значения согласно ЕЭК ООН.
- \*\* пересмотрено с учетом выводов последней проверки.

Подробное описание мер, которые можно предпринять для снижения объемов выбросов NH<sub>3</sub> в результате использования навоза, приводится в документе ECE/EB.AIR/WG.5/2007/13 (<http://unece.org/env/documents/2007/eb/wg5/WGSR40/ece.eb.air.wg.5.2007.13.e.pdf>).

## А3 Коэффициенты выбросов

### А3.2 Коэффициенты выбросов Уровня 1

#### Твердые частицы

Необходимо провести преобразования для представления поголовья скота в виде среднегодовой численности (ААР). Кроме того, необходимо преобразовать концентрации вдыхаемой пыли и вдыхаемой взвешенной пыли в соответствующие концентрации твердых частиц. Тем не менее, следует осторожно применять полученные 'поправочные коэффициенты', так как репрезентативность данных коэффициентов пока недостаточно понятна. Как следствие, методология рассматривается скорее как методология первых расчетов, а не как более простая методология.

**Таблица А3–1 Измеренные объемы выбросов пыли (все данные, за исключением категории лошадей: Takai и др. 1998; для лошадей: Seedorf и Hartung, 2001)**

Код	Категория домашнего скота	Тип содержания	Выбросы	
			ID мг LU <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>	RD мг LU <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>
100901	Молочный скот	навозная жижа	172.5	28.5
		твердый навоз	89.3	28.0
100902	Другой рогатый скот (включая молодые особи крупного рогатого скота, мясной скот и подсосные коровы)	навозная жижа	113.0	13.7
		твердый навоз	85.5	16.0
100902	Телята	навозная жижа	127.5	19.5
		твердый навоз	132.0	27.3
100903	Откормочные свиньи	навозная жижа	612.3	66.0
		твердый навоз	725.5	71.0
100903	Поросята-отъемыши	навозная жижа	1 021.0	75.5
		твердый навоз	Нет данных	Нет данных
100904	Свиноматки	навозная жижа	345.8	47.8
		твердый навоз	448.5	47.5
100906	Лошади	твердый навоз <sup>1)</sup>	55	Нет данных
100907	Куры-несушки	в клетках	636.3	78.3
		на насесте	3 080.7	595.3
	Бройлеры	твердый навоз	3 965.8	517.5

Примечания:

1. Нет данных: данные отсутствуют; ID: вдыхаемая пыль; RD: вдыхаемая взвешенная пыль.
2. <sup>1)</sup> Древесные опилки.

Для получения информации о среднем объеме выбросов на одного животного, данные средние значения необходимо разделить на средний вес животных в соответствующей категории. Единица поголовья скота (LU) в данном случае определяется как единица, используемая для сравнения или обобщения количества различных видов или категорий, и эквивалентна 500 кг живого веса. Перечень соответствующих значений LU представлен в Таблице А3–2.

**Таблица А3–2 Условные единицы поголовья скота и вес домашнего скота, на которых были основаны расчеты выделений азота, представленные в Таблице 3–5**

Код	Тип домашнего скота	Вес	Вес животного,	Коэффициент
		животного в кг <sup>-1</sup>	использованный для расчета N <sub>выд</sub> (кг)	преобразования LU животного <sup>-1</sup>
100901	Молочные коровы	От 600 до 650	600	1.2–1.3
100902	Другой рогатый скот	От 450 до 650	340	0.9–1.3
100902	Телята	От 50 до 150	Нет данных	0.1–0.3
100903	Откормочные свиньи		65	0.3
100903	Поросята		Нет данных	0.01
100904	Свиноматки		225	0.3
100905	Овцы		50	0.1
100906	Лошади		500	1.00–
100907	Куры-несушки		2.2	0.0044
100908	Бройлеры		0.9	0.0020
100909	Другая домашняя птица (индейки)		6.1	
100909	Другая домашняя птица (утки)		4.2	
100909	Другая домашняя птица (гуси)		1.8	
100910	Пушной зверь		Нет данных	
100913	Верблюды		Нет данных	
100913	Буйволы		700	

Количество вдыхаемой пыли и вдыхаемой взвешенной пыли необходимо преобразовать в количественные параметры  $ТЧ_{10}$  и  $ТЧ_{2.5}$ . Коэффициенты преобразования для крупного рогатого скота были вычислены на основе контрольного долгосрочного исследования твердых частиц в течение 24 часов, проведенного в стойлах для молочных коров и телят, содержащихся на щелевом настиле и сплошном настиле с соломой. Было проведено однодневное исследование с помощью оптического счетчика частиц, регистрирующего массовые концентрации общего объема пыли,  $ТЧ_{10}$  и  $ТЧ_{2.5}$ . Результаты данного исследования использовались при расчете коэффициента преобразования для  $ТЧ_{10}$  (Seedorf и Hartung, 2001), тогда как коэффициент преобразования для  $ТЧ_{2.5}$  был определен позже (Seedorf и Hartung, личн. общ.). Коэффициенты преобразования для свиней были приняты на основе данных Louhelainen и др. (1987). Для лошадей был принят коэффициент преобразования, аналогичный крупному рогатому скоту. Для домашней птицы в рамках данной методологии принято, что концентрация вдыхаемой пыли примерно равна концентрации  $ТЧ_{10}$ , а концентрация вдыхаемой взвешенной пыли может быть принята того же порядка величины, что и концентрация  $ТЧ_{2.5}$ . Тем не менее, одновременно проведенные измерения вдыхаемой пыли и  $ТЧ_{10}$  в постройках для содержания индеек недавно выявили, что среднее соотношение между обеими фракциями пыли составляет *приблизительно* 0,6 (Schütz и др. 2004). В целом фактические количественные соотношения между фракциями пыли предстоит определить в будущем. Тем не менее, для первых проведения расчетов некоторые из данных коэффициентов преобразования представлены в Таблице А3–3.

**Таблица А3–3 Коэффициент преобразования для преобразования объемов вдыхаемой пыли (ID) в  $ТЧ_{10}$  и  $ТЧ_{2.5}$**

Код	Тип домашнего скота	Коэффициент преобразования для $ТЧ_{10}$ кг $ТЧ_{10}$ (кг ID) <sup>-1</sup>	Коэффициент преобразования для $ТЧ_{2.5}$ кг $ТЧ_{2.5}$ (кг ID) <sup>-1</sup>
101001	Молочные коровы	<sup>1</sup> 0.46	<sup>2</sup> 0.30
101002	Другой рогатый скот	<sup>1</sup> 0.46	<sup>2</sup> 0.30
101003	Откормочные свиньи (включая поросят-отъемышей)	0.45	0.08
101004	Свиноматки	0.45	0.08
101006	Лошади <sup>3</sup>	<sup>1</sup> 0.46	<sup>2</sup> 0.30
100907, 100908, 100909	Домашняя птица	1.0	1.0

Примечание:

- <sup>1</sup>Seedorf и Hartung (2001), для лошадей принят тот же коэффициент преобразования, что и для крупного рогатого скота
- <sup>2</sup>Seedorf (личное общение).
- Louhelainen et al. (1987).
- Коэффициент преобразования для  $ТЧ_{2.5}$  относится к респираторной пыли, а не к вдыхаемой пыли.

Полученные КВ, выраженные в весе животного в кг<sup>-1</sup> а<sup>-1</sup>, перечислены в Таблице А3–4.

Таблица А3–4 КВ для вдыхаемой пыли, вдыхаемой взвешенной пыли, ТЧ<sub>10</sub> и ТЧ<sub>2,5</sub>

Код	Категория животных	Тип содержания	Вес животного кг веса животного <sup>-1</sup>	Коэффициент преобразования LU животное <sup>-1</sup>	Коэффициенты выбросов (КВ)			
					ID кг ААР <sup>-1</sup> . а <sup>-1</sup>	RD кг ААР <sup>-1</sup> . а <sup>-1</sup>	ТЧ <sub>10</sub> кг ААР <sup>-1</sup> . а <sup>-1</sup>	ТЧ <sub>2,5</sub> кг ААР <sup>-1</sup> . а <sup>-1</sup>
100901	Молочный скот	навозная жижа	600	1,2	1,81	0,30	0,83	0,54
		твердый навоз	600	1,2	0,94	0,29	0,43	0,28
100902	Мясной скот	навозная жижа	350	0,7	0,69	0,08	0,32	0,21
		твердый навоз	350	0,7	0,52	0,10	0,24	0,16
100902	Телята	навозная жижа	150	0,3	0,34	0,05	0,15	0,10
		твердый навоз	150	0,3	0,35	0,07	0,16	0,10
100903	Откормочные свиньи	навозная жижа	65	0,13	0,70	0,08	0,31	0,06
		твердый навоз	65	0,13	0,83	0,08	0,37	0,07
100903	Поросята-отъемыши	навозная жижа	20	0,04	0,36	0,026	0,18	0,029
		твердый навоз	20	0,04	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
100904	Свиноматки	навозная жижа	225	0,5	1,36	0,19	0,61	0,11
		твердый навоз	225	0,5	1,77	0,19	0,80	0,14
100906	Лошади	твердый навоз <sup>1)</sup>	500	1,0	0,48		0,22	0,14
100907	Куры-несушки	в клетках	2,2	0,0044	0,025	0,0030	0,025	0,0030
		на насесте	2,2	0,0044	0,119	0,0229	0,119	0,0229
100908	Бройлеры	твердый навоз	1	0,0020	0,069	0,0091	0,069	0,0091
100505	Овцы	твердый			0,139		0,056	0,017
100510	Пушные звери	твердый					0,0081	0,0042
100511	Козы	твердый			0,139		0,056	0,017
100512	Мулы и ослы	твердый	350	0,7	0,34		0,16	0,10
100514	Буйволы	жижа	700	1,4	2,12	0,35	0,97	0,63
		твердый	700	1,4	1,10	0,34	0,50	0,33
100509	Утки	твердый	2	0,004	0,14	0,018	0,14	0,018
100509	Гуси	твердый	3,5	0,007	0,24	0,032	0,24	0,032

Примечания:

1. Нет данных: данные отсутствуют.
2. <sup>1)</sup> древесные опилки.

Для КРС и свиней КВ уровня 1 основаны на системе уборки, хранения и использования навоза (AWMS) (твердого). Распределение системы AWMS для твердого/жидкого навоза в EU27 для свиней составляет 42/58 в соответствии с отчетами ЕС в 2011 г. в UNFCCC. Для молочного скота распределение составляет 49/51 и для не молочного скота 59/41. Поэтому распределение AWMS для твердого/жидкого навоза для молочного скота берется 50/50, для другого КРС - 60/40, а для свиней - 40/60.

Коэффициенты выбросов КВ<sub>ТЧ10</sub> и КВ<sub>ТЧ2,5</sub>, указанные в Таблице А3–5, в основном имеют сходный порядок величины с коэффициентами, используемыми в Региональной информационной и имитационной модели загрязнения воздуха (RAINS) для животноводческой деятельности (Klimont и др., 2002) (см. Таблицу А3–5). Тем не менее, для крупного рогатого скота существует явное отклонение в случае КВ<sub>ТЧ2,5</sub>, которое может быть обусловлено использованием отличных методов измерения для ТЧ<sub>2,5</sub> (например, оптические измерения в сравнении с неинерциальными методами выборки). Таким образом, КВ<sub>ТЧ2,5</sub> для крупного рогатого скота и лошадей, предложенные в Таблице А3–5, должны применяться с особой осторожностью.

Таблица А3–5 Коэффициенты выбросов  $\text{ТЧ}_{10}$  ( $\text{КВ}_{\text{ТЧ}_{10}}$ ), применяемые в модели RAINS (Klimont и др. 2002)

Тип домашнего скота	$\text{КВ}_{\text{ТЧ}_{10}}$ кг веса животного <sup>-1</sup> · а <sup>-1</sup>	$\text{КВ}_{\text{ТЧ}_{2.5}}$ кг веса животного <sup>-1</sup> · а <sup>-1</sup>
Домашняя птица	0.0473	0.0105
Свиньи	0.4376	0.0778
Молочный скот	0.4336	0.0964
Другой рогатый скот	0.4336	0.0964
Другие животные <sup>1</sup>	Нет данных	Нет данных

Примечания:

- <sup>1</sup> овцы, лошади и пушной зверь.
- Нет данных: данные отсутствуют.

### А3.3 Подход Уровня 2 с учетом конкретной технологии

#### Аммиак

Rain и др. (1998) предложили следующую математическую зависимость для определения объемов выбросов аммиака при содержании скота на пастбище:

$$E_{\text{NH}_3} = c + d \text{ ОАА} \quad (\text{А3})$$

Данная зависимость была впоследствии применена к различным наборам экспериментальных данных в работе Misselbrook и др. (2000)

при	$E_{\text{NH}_3}$	=	объем выбросов $\text{NH}_3$ (кг $\text{NH}_3\text{-N a}^{-1}$ ),
	c	=	-0,5 кг $\text{NH}_3\text{-N a}^{-1}$ ,
	d	=	0,12 кг (кг $\text{NH}_3\text{-N}$ ) <sup>-1</sup> ,
	ОАА	=	выделяемый ОАА (кг N а <sup>-1</sup> )

для расчета объемов выбросов  $\text{NH}_3$  от лугопастбищных угодий, используемых как пастбище для крупного рогатого скота. Разделение между выделениями от крупного рогатого скота и овец не проводится.

Уравнение (А3) почти полностью основано на измерениях объемов выбросов  $\text{NH}_3$  в северо-западной части Европы. Данное соотношение может приводить к неточным результатам вычислений объемов выбросов от пастбищных угодий в условиях более сухого или теплого климата. Для облегчения расчетов в примерной электронной таблице был использован фиксированный КВ в виде %ОАА, откладываемого при содержании скота на пастбище.

Далее в таблицах приведены КВ, использованные в национальных инвентаризациях группой EAGER. КВ Уровня 2, применяемые в данной главе, были рассчитаны как средние значения таких национальных КВ. Ссылки на национальные модели указаны далее в таблице.

Коэффициенты выбросов, применяемые в рамках подхода массового расхода Уровня 2 для расчета объемов выбросов  $\text{N}_2\text{O-N}$  при хранении навоза, основаны на КВ по умолчанию согласно IPCC и представлены в Таблице 3–6. Коэффициенты выбросов согласно IPCC представлены как доля общего азота в выделениях. Для преобразования из КВ согласно IPCC в КВ как доли ОАА в навозе, переданном на хранение, КВ согласно IPCC делится на долю ОАА от азота, содержащегося в навозе, переданном на хранение, как показано далее в Таблице 3–6. Доля азота, содержащегося в навозе в виде ОАА, была вычислена с помощью примерной электронной таблицы, представленной в Приложении Б.

**Таблица А3–6 Расчет КВ по умолчанию Уровня 2 для непосредственных выбросов N<sub>2</sub>O в результате использования навоза. В Таблице А3–7 Приложения объясняется связь между типами хранения навоза, рассмотренными в данном документе, и типами хранения навоза, применяемыми IPCC**

Система хранения	КВ по умолчанию согласно МГЭИК кг N <sub>2</sub> O-N (кг N <sub>выд</sub> ) <sup>-1</sup>	Доля ОАА в навозе, переданном на хранение <sup>(а)</sup>	КВ кг N <sub>2</sub> O-N (кг ОАА, помещаемого в хранилище) <sup>-1</sup>
Навозная жижа от крупного рогатого скота без естественного осадка	0	0.50	0
Навозная жижа от крупного рогатого скота с естественным осадком	0.005	0.50	0.01
Навозная жижа от свиней без естественного осадка	0	0.65	0
Навозные кучи от крупного рогатого скота, в твердом виде	0.02	0.25	0.08
Навозные кучи от свиней, в твердом виде	0.02	0.40	0.05
Навозные кучи от овец и коз, в твердом виде	0.02	0.30	0.07
Навозные кучи от лошадей (мулов и ослов), в твердом виде	0.02	0.25	0.08
Навозные кучи от кур-несушек, в твердом виде	0.02	0.55	0.04
Навозные кучи от бройлеров, в твердом виде	0.02	0.65	0.03
Навозные кучи от индеек и уток, в твердом виде	0.02	0.60	0.03
Навозные кучи от гусей, в твердом виде	0.02	0.60	0.03
Навозные кучи от буйволов, в твердом виде	0.02	0.25	0.08

Примечание:

<sup>а</sup> На основании результатов вычислений, проведенных группой EAGER.

**Таблица А3–7 Примерные частичные коэффициенты выбросов (выражены в виде %ОАА)**

**а) Содержание в помещении**

Категория домашнего скота		Дания	Германия	Нидерланды	Швейцария	Великобритания
100901 Молочные коровы	навозная жижа	17.0	19.7	17.7	16.7	31.5
100901 Молочные коровы	твердый навоз					22.9
100902 Другой рогатый скот	навозная жижа					31.5
100902 Другой рогатый скот	твердый навоз	10.0	19.7	16.9	25.0	22.9
100903 Откормочные свиньи	навозная жижа	25.0	28.4	31.1	20.0	33.2
100903 Откормочные свиньи	твердый навоз		28.4			25.0
100904 Свиноматки	навозная жижа		23.9			19.0
100904 Свиноматки	твердый навоз		23.9			25.0
100905 +100911 Овцы и козы	твердый навоз	25.0	30.0	11.0		21.6
100906 +100912 Лошади (мулы и ослы)	твердый навоз	25.0	19.7			
100907 Куры-несушки	твердый навоз	35.7	33.8	57.9		37.4
100908 Бройлеры	подстилка	36.0	20.0	20.0	8.1	57.0
100909 Утки	подстилка	35.7	11.4	32.1		17.5
100909 Гуси	подстилка	35.7	78.9			
100909 Индейки	подстилка	35.7	52.9	32.1		19.2
100910 Пушной зверь	Нет данных	30.0	24.3			
100913 Верблюды	твердый навоз					
100914 Буйволы	твердый навоз		19.7			

**б) Хранение**

Категория домашнего скота		Дания	Германия	Нидерланды	Швейцария	Великобритания	
100901	Молочные коровы	навозная жижа	18.0	16.7	19.2	27.7	15.7
100901	Молочные коровы	твердый навоз					34.8
100902	Другой рогатый скот	навозная жижа	31.3				15.7
100902	Другой рогатый скот	твердый навоз	8.6	60.0	2.5	30.0	34.8
100903	Откормочные свиньи	навозная жижа	14.0	15.0	15.9	12.0	13.0
100903	Откормочные свиньи	твердый навоз		60.0			29.6
100904	Свиноматки	навозная жижа		15.0			13.0
100904	Свиноматки	твердый навоз		60.0			29.6
100905 +100911	Овцы и козы	твердый навоз	10.0	60.0	5.0		34.8
100906 +100912	Лошади (мулы и ослы)	твердый навоз	10.0	60.0			11.8
100907	Куры-несушки	твердый навоз	16.7	8.1			17.8
100908	Бройлеры	подстилка			15.0		
100909	Утки	подстилка	25.0	6.5	45.0		17.8
100909	Гуси	подстилка	25.0	6.5			
100909	Индейки	подстилка	25.0	6.5	45.0		17.8
100910	Пушной зверь	Нет данных	8.5				
100913	Верблюды	твердый навоз					
100914	Буйволы	твердый навоз		16.7			40.0

**в) Распределение**

Категория домашнего скота		Дания	Германия	Нидерланды	Швейцария	Великобритания	
100901	Молочные коровы	навозная жижа	61.3	55.0	68.0	48.0	43.0
100901	Молочные коровы	твердый навоз					81.0
100902	Другой рогатый скот	навозная жижа					43.0
100902	Другой рогатый скот	твердый навоз	64.4	90.0	100.0	60.0	81.0
100903	Откормочные свиньи	навозная жижа	26.0	25.0	68.0	48.0	33.0
100903	Откормочные свиньи	твердый навоз		80.0			81.0
100904	Свиноматки	навозная жижа		25.0			33.0
100904	Свиноматки	твердый навоз		80.0			81.1
100905 +100911	Овцы и козы	твердый навоз		90.0	100.0		81.0
100906 +100912	Лошади (мулы и ослы)	твердый навоз		90.0			
100907	Куры-несушки	твердый навоз		90.0	55.0		63.0
100908	Бройлеры	подстилка	64.0	90.0	100.0	14.0	63.0
100909	Утки	подстилка		45.0	55.0		63.0
100909	Гуси	подстилка		45.0			
100909	Индейки	подстилка		45.0	55.0		63.0
100910	Пушной зверь	Нет данных					
100913	Верблюды	твердый навоз					
100914	Буйволы	твердый навоз					55.0



## г) Содержание скота на пастбище

Категория домашнего скота		Дания	Германия	Нидерланды	Швейцария	Великобритания	
100901	Молочные коровы	навозная жижа	12.0	12.5	13.3	6.7	7.7
100901	Молочные коровы	твердый навоз					
100902	Другой рогатый скот	навозная жижа					5.8
100902	Другой рогатый скот	твердый навоз					
100903	Откормочные свиньи	навозная жижа					
100903	Откормочные свиньи	твердый навоз					
100904	Свиноматки	навозная жижа					
100904	Свиноматки	твердый навоз					
100905 + 100911	Овцы и козы	твердый навоз	7.5	7.5			13.3
100906 + 100912	Лошади (мулы и ослы)	твердый навоз					35.0
100907	Куры-несушки	твердый навоз					
100908	Бройлеры	подстилка					
100909	Утки	подстилка					
100909	Гуси	подстилка					
100909	Индийки	подстилка					
100910	Пушной зверь	Нет данных					
100913	Верблюды	твердый навоз					
100914	Буйволы	твердый навоз					12.5

Более подробная информация по данным КВ содержится в следующих публикациях:

- Дания, Hutchings и др., 2001;
- Германия, Dämmgen и др., 2007;
- Нидерланды, 'MAM', Groenwold *et al.*, 2002; 'FarmMin', Evert Van *et al.*, 2003;
- Швейцария, Reidy и др., 2007b
- Великобритания, Webb и Misselbrook, 2004.

Данные о количестве используемой соломы и добавляемом азоте  $m_{\text{подстил}}$  представлены в подразделе 3.3.1 настоящей главы (Шаг 7) и в примерной электронной таблице.

### А3.5 Данные по осуществляемой деятельности

#### Аммиак

Таблица А3–8 Сравнение типов хранения навоза с типами, применяемыми IPCC

Термин	Определение	Эквивалент IPCC
Земляной отстойник	Хранилище с большим соотношением площади поверхности к глубине; обычно представлены в виде малоглубинных ям, вырытых в почве	Жидкий навоз/навозная жижа <sup>1</sup> . Навоз хранится в выделяемом виде или с минимальным добавлением воды в цистернах или земляных отстойниках за пределами животноводческих построек, обычно на период менее года.
Цистерны	Хранилище с небольшим соотношением площади поверхности к глубине; обычно представлены в виде стальных или бетонных резервуаров	
Навозные кучи	Кучи твердого навоза.	Хранилище твердого навоза. Хранилище для навоза, обычно на период в несколько месяцев, в виде свободных куч. Навоз можно сложить в кучу из-за наличия достаточного количества материала подстилки или потерь влаги при испарении.
Внутренний жижесборник	Смесь выделений и промывочной воды, хранящаяся в животноводческих постройках, обычно под стойловыми животными.	Навозохранилище под стойлами животных. Сбор и хранение навоза обычно с добавлением небольшого количества воды или без добавления воды, чаще всего под щелевым настилом в ограниченном помещении для содержания животных, обычно на период менее года.
Внутренняя глубокая подстилка	Смесь выделений и подстилки, накапливаемых на полу в животноводческой постройке.	Глубокая подстилка для крупного рогатого скота и свиней. По мере накопления навоза подстилка непрерывно добавляется для поглощения влаги в течение производственного цикла и, возможно, на период от 6 до 12 месяцев. Данная система использования навоза также известна как система использования навоза с подстилкой, состоящей из нескольких слоев.
Слой	Натуральный или искусственный слой на поверхности навоза, снижающий рассеивание газов в атмосферу.	Определение не приводится.
Покрытие	Плотная или гибкая конструкция, накрывающая навоз и непроницаемая для воды и газов.	Определение не приводится.
Ферментация компоста, пассивное рядковое компостирование	Аэробное разложение навоза без принудительного аэрирования.	Ферментация компоста, неподвижная куча. Ферментация компоста в кучах с принудительным аэрированием, но без смешивания.

Ферментация компоста с принудительным аэрированием	Аэробное разложение навоза с принудительным аэрированием.	Ферментация компоста, внутри резервуара. Ферментация компоста в кучах с принудительным аэрированием, но без смешивания.
Обработка биогазов	Анаэробная ферментация навозной жижи и/или твердого навоза	Анаэробный биореактор. Выделения животных с добавлением или без добавления соломы собираются и анаэробно ферментируются в больших герметизирующих резервуарах или закрытых земляных отстойниках. Биореакторы разработаны и используются для стабилизирующей термической обработки отходов путем микробиологического разложения сложных органических соединений до CO <sub>2</sub> и CH <sub>4</sub> , которые отбираются и сжигаются или используются в качестве топлива.
Разделение навозной жижи	Разделение твердых и жидких компонентов навозной жижи.	Определение не приводится.
Окисление	Добавление крепкой кислоты для снижения уровня pH в навозе.	Определение не приводится.

Примечание:

<sup>1</sup>Согласно МГЭИК под термином «отстойники» понимается только определенный тип отстойников, анаэробные бассейны, вид системы хранения жидкого навоза, разработанной и используемой для совмещения функций стабилизирующей термической обработки и хранения отходов, длительность хранения может составлять > 1 года. Отстойники, указанные в данном документе, являются просто земляными альтернативами хранению в цистернах.

Таблица А3–9 Описание технологий распределения навоза с пониженным объемом выбросов

Термин	Описание
Разбросное нанесение Шланговое распределяющее устройство	Данные устройства выгружают жидкий навоз на уровне или непосредственно над уровнем земли с помощью ряда подвешенных труб или труб, которые тащат по земле. Ширина обычно составляет 12 м с расстоянием между полосами примерно 30 см. Данная технология применима для пастбищных угодий и пахотных участков, например, при распределении жидкой массы между рядами растущих сельскохозяйственных культур.
Буксируемая колодка	Трава, листья и стебли разделяются с помощью узких колодок или опор, буксируемых по поверхности почвы, а навозная жижа распределяется узкими полосами на поверхности почвы с интервалом 20–30 см. Полосы навоза должны быть прикрыты травяным покровом, поэтому высота травы должна быть не менее 8 см. Устройства доступны в диапазоне широт до 7 или 8 м.
Внесение в открытые канавки	Ножевидные или дисковые бороны используются для прокладывания вертикальных канавок в почве глубиной до 5–6 см, в которых распределяется навозная жижа. Расстояние между канавками обычно составляет 20–40 см и ширина обработки 6 м. Норму внесения необходимо отрегулировать так, чтобы чрезмерное количество навозной жижи не выливалось из открытых канавок на поверхность. Данная технология неприменима для чрезмерно каменистой почвы, а также для неглубоких или уплотненных типов почвы. Уклон поля также может являться ограничивающим фактором применения технологии внесения.
Внесение в закрытые канавки	Навозная жижа полностью накрывается после внесения путем закрытия канавок с помощью заделывающих катков или прижимных роликов, установленных позади бороны для внесения. Неглубокое внесение в закрытые канавки более эффективно, чем внесение в открытые канавки, с точки зрения сокращения выбросов $\text{NH}_3$ . Для достижения данного дополнительного преимущества тип и характеристики почвы должны обеспечивать эффективное закрытие канавки. Поэтому данная технология не так широко применяется, как внесение в открытые канавки. Данная технология предусматривает неглубокое (5–10 см в глубину) или глубокое (15–20 см) внесение.
Внесение	Внесение навоза, распределяемого на поверхности, с помощью плуга является эффективным способом сокращения выбросов $\text{NH}_3$ . Для обеспечения показателей эффективности, указанных в Таблице А2–2, навоз необходимо полностью закопать в почву. Меньшая эффективность достигается при использовании других типов почвообрабатывающих машин. Обработка плугом главным образом применяется для твердого навоза на пахотной почве. Данная технология может использоваться для навозной жижи, если использование технологий внесения невозможно или если они отсутствуют. Аналогичным образом, данная технология применима к лугопастбищным угодьям при переходе к пахотным участкам (например, по очереди) или при повторном посеве.
Оголенная почва	Почва, не покрытая листьями сельскохозяйственных культур или сорняками.

Таблица А3–10 Значения по умолчанию для других потерь, необходимые для расчета массового расхода, относительно КВ для N<sub>2</sub>O-N или объема ОАА, поступающего на хранение

КВ	Навозная жижа	Твердый навоз
КВ_хранениеNO %ОАА	0.01	<sup>1</sup> 1.0
КВ_хранениеN <sub>2</sub> %ОАА	0.30	<sup>1</sup> 30.0
КВ_просочившийсяN	Нет данных	<sup>2</sup> 12.0

Примечания:

- <sup>1</sup>Следует умножить КВ\_N<sub>2</sub>O в Таблице 3–6 на данный коэффициент.
- <sup>2</sup>Как доля ОАА, поступающего на хранение.

Таблица А3–11 Краткий обзор обновлений методологий расчета и коэффициентов выбросов, произведенных в ходе пересмотра данной главы в 2012 году

Выбросы	Уровень 1		Уровень 2	
	Методология	КВ	Методология	КВ
NH <sub>3</sub>	Не обновляется	Не обновляется	Не обновляется	Не обновляется
NO	Не обновляется	Не обновляется	Нет данных	Нет данных
НМЛОС	Обновлено	Обновлено	Обновляется	Обновляется
ТЧ	Не обновлено	Не обновлено	Нет данных	Нет данных

Примечание:

Нет данных: данные отсутствуют

#### А4.7 Координатная привязка и временное разложение

##### Оксид азота

Пространственное разложение выбросов от систем использования навоза домашнего скота возможно, если известны данные о пространственном распределении поголовья домашнего скота.

##### НМЛОС

Методология Уровня 1 предоставляет данные о выбросах НМЛОС с пространственным разрешением в масштабе, для которого доступны соответствующие данные по осуществляемой деятельности и данные о распределении частотности животноводческих построек, системах хранения и сезонах содержания скота на пастбище.

##### Твердые частицы

Пространственное разложение выбросов в результате животноводства возможно, если известны данные о пространственном распределении поголовья домашнего скота.

### Список цитированной литературы

- ACGIH (1998). Australian Standard AS 2985-1987 (1987). Workplace Atmospheres: Method for Sampling and Gravimetric Determination of Respirable Dust, Standards Australia, Sydney.
- Alanis, P., Sorenson, M., Beene, M., Krauter, C., Shamp, B. Hason, A.S.( 2008). Measurement of non-enteric emission fluxes of volatile fatty acids from a California dairy by solid phase micr-extraction with gas chromatography/mass spectrometry. *Atmospheric Environment*, Vol. 42, pp. 6417-6424.
- Alanis, P., Ashkan, S., Krauter, C. Campbell, S., Hasson, A. S. (2010). Emissions of volatile fatty acids from feed at dairy facilities. *Atmospheric Environment*, Vol. 44, Issue 39, pp. 5084-5092.
- Anon., (1993). CEN EN 481 Standard on Workplace Atmospheres. Size Fraction Definitions for the measurement of Airborne Particles in the Workplace. Brussels.
- Anon., (1995). CIGR Working Group No 13, Climatization and Environmental Control in Animal Housing 3rd Report: Aerial Environment in Animal Housing Concencration in and Emission from Farm Buildings ([www-med-physik.vu-wien.ac.at/bm/cigr/reports/rep3\\_sum.htm](http://www-med-physik.vu-wien.ac.at/bm/cigr/reports/rep3_sum.htm))

- Amon, B., Kryvoruchko, V., Fröhlich, M., Amon, T., Pöllinger, A., Mösenbacher, I., Hausleiter, A. (2007). Ammonia and greenhouse gas emissions from a straw flow system for fattening pigs: Housing and manure storage. *Livestock Science*, Vol. 112, pp. 199-207.
- Blunden, J., Aneja, V.P. and Lonneman, W.A. (2005). 'Characterization of non-methane volatile organic compounds at swine facilities in eastern North Carolina', *Atmospheric Environment*, 39, pp. 6707–6718.
- Bottcher, R. (2001). 'An environmental nuisance: Odor concentrated and transported by dust', *Chemical Sensors*, 26(3), pp. 327–331.
- Cahn, T.T., Aarnink, A.J.A., Schulte, J.B., Sutton, A., Langhout, D.J. and Verstegen, M.W.A. (1998). 'Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing finishing pigs', *Livestock Production Science*, 56, pp. 181–191.
- Cai, L., Koziel, J.A., Davis, J., Lo, Y-C., Xin, H. (2006a). Characterization of volatile organic compounds and odors by in-vivo sampling of beef cattle rumen gas, by solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry-olfactometry, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, Vol. 386, pp. 1791-1802.
- Cai, L., Koziel, J.A., Davis, J., Lo, Y-C., Hoff, S.J.(2006b). Characterization of volatile organic compounds and odorants associated with swine barn particulate matter using solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry-olfactometry, *Journal of Chromatography A*, Vol. 1102, pp. 60-72.
- Chameides, W.L., Lindsay, R.W., Richardson, J. and Chang, C.S. (1998). 'The role of biogenic hydrocarbons in urban photochemical smog: Atlanta as a case study', *Science*, 241, pp. 1473–1475.
- Chung, M.Y., Beene, M., Ashkan, S., Krauter, C., Hasson, A.S. (2010). Evaluation of non-enteric sources of non-methane volatile organic compounds (NMVOC) emissions from dairies. *Atmospheric Environment*, Vol. 44: 786-794.
- Dämmgen U, Lüttich M, Haenel H-D, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B. (2007). Calculations of Emissions from German Agriculture — National Emission Inventory Report (NIR) 2008 for 2006.
- El-Mashad, H.M., Zhang, R., Rumsey, T., Hafner, S., Montes, F., Rotz, C.A., Arteaga, V., Zhao, Y., Mitloehner, F.M. A mass transfer model of ethanol emission from thin layers of corn silage. *American Society of Agricultural and Biological Engineers* Vol. 53(6), pp.1903-1909.
- Elliott-Martin, R.J., Mottram, T.T., Gardner, J.W., Hobbs, P.J. and Bartlett, P.N. (1997). 'Preliminary investigation of breath sampling as a monitor of health in dairy cattle', *Journal of Agricultural Engineering Research*, 67, pp. 267–275.
- EPA (2001a). US EPA: Code of Federal Regulations, PM10.
- EPA (2001b). US EPA: Code of Federal Regulations, PM2.5.
- Evert van, F., van der Meer, H., Berge, H., Rutgers, B., Schut, T., Ketelaars, J., (2003). 'FARMMIN: Modeling crop-livestock nutrient flows', *Agronomy Abstracts 2003*, ASA/CSSA/SSSA, Madison, WI.
- Feilberg, A., Liu, D., Adamsen, A.P., Hansen, M.J., Jonassen, K.E. (2010). Odorant Emissions from Intensive Pig Production Measured by Online Proton-Transfer-Reaction Mass Spectrometry. *Environmental Science & Technology*, Vol. 44, pp. 5894-5900.
- Grenfelt, P. and Scholdager, J. (1984). 'Photochemical oxidants in the troposphere: A mounting menace', *Ambio*, 13(2), pp. 61–67.
- Groenwold, J.G., Oudendag, D., Luesink, H.H., Cotteleer, G., Vrolijk, H., (2002). Het Mest- en Ammoniakmodel. LEI, Den Haag, Rapport 8.2.2003. (In Dutch).
- Hafner, S.D., Montes, F., Rotz, C.A., Mitloehner, F. (2010). Ethanol emission from loose corn silage and exposed silage particles. *Atmospheric Environment* 44, pp. 4172-4180.
- Henningson, E.W., Ahlberg, M.S. (1994). 'Evaluation of microbiological aerosol samplers: A review', *Journal of Aerosol Science*, 25, pp. 1459–1492.

- Hewitt, C.N. and Street, R.A. (1992). 'A Qualitative Assessment Of The Emission Of Nonmethane Hydrocarbon Compounds From The Biosphere To The Atmosphere In The UK — Present Knowledge And Uncertainties', *Atmospheric Environment*, 26, pp. 3069–3077.
- Hinz, T., Sonnenberg, H., Linke, S., Schilf, J., Hartung, J. (2000). 'Staubminderung durch Befeuchten des Strohs beim Einstreuen eines Rinderstalles', *Landtechnik*, 55, pp. 298–299.
- Hobbs, P.J., Webb, J., Mottram, T.T., Grant, B., Misselbrook, T.M. (2004). 'Emissions of volatile organic compounds originating from UK livestock agriculture', *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, pp. 1414–1420.
- Hough, A.M. and Derwent, R.G. (1990). 'Changes in the global concentration of tropospheric ozone due to human activities', *Nature*, 344, pp. 645–648.
- Howard, C., Kumar, A., Malkina, I., Mitloehner, F., Green, P.G., Flocchini, R.G., Kleeman M.J. (2010). Reactive organic gas emissions from livestock feed contribute significantly to ozone production in central California, *Environmental Science and Technology*, Vol. 44, pp. 2309–2314.
- Hutchings, N.J., Sommer, S.G., Andersen, J.M., Asman, W.A.H. (2001). 'A detailed ammonia emission inventory for Denmark', *Atmospheric Environment* 35, pp. 1959–1968.
- IPCC, 2006, [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_10\\_Ch10\\_Livestock.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf)
- James, T., Meyer, D., Esparza, E., Depeters, E.J. and Perez-Monti H. (1999). 'Effects of dietary nitrogen manipulation on ammonia volatilization from manure from Holstein heifers', *Journal of Dairy Science*, 82, pp. 2430–2439.
- Jarvis, S.C., Hatch, D.J. and Lockyer, D.R. (1989). 'Ammonia fluxes from grazed grassland : annual losses from cattle production systems and their relation to nitrogen inputs', *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*, 113, pp. 99–108.
- Jarvis, S.C., Hatch, D.R., Orr, R.J. and Reynolds, S.E. (1991). 'Micrometeorological studies of ammonia emission from sheep grazed swards', *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*, 112, pp. 205–216.
- Kay, R.M. and Lee, P.A. (1997). 'Ammonia emissions from pig buildings and characteristics of slurry produced by pigs offered low crude protein diets'. In: J.A.M. Voermans and G.J. Monteny, eds., *Ammonia and Odour Emission from Animal Production Facilities*. Vinkeloord, the Netherland pp. 253–259.
- Kellems, R.O., Miner, J.R. and Church, D.C. (1979). 'Effect of ration, waste composition and length of storage on the volatilization of ammonia, hydrogen sulphide and odours from cattle waste', *Journal of Animal Science*, 48, pp. 436–445.
- Klimont, Z., Streets, D.G., Gupta, S. Cofala, J., Lixin, F. Ichikawa, Y. (2002). 'Anthropogenic emissions of non-methane volatile organic compounds in China', *Atmospheric Environment*, 36, pp. 1309–1322.
- Latimier, P. and Dourmad, J. (1993). 'Effect of three protein feeding strategies for growing-finishing pigs on growth performance and nitrogen output in the slurry and in the air'. 6 In: M.W.A. Verstegen, L.A. Den Harlog, J.G.M. van Kempen and J.H.M. Metz, eds., *Nitrogen Flow in Pig Production and Environmental Consequences*. EAAP publication No 69, Pudox, Wageningen, The Netherlands. Pp. 242–24.
- Ledgard, S.F., Clark, D.A., Sproson, M.S., Brier, G.J. and Nemaia, E.K.K. (1996). 'Nitrogen losses from a grazed dairy pasture, as affected by nitrogen fertiliser application'. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 57, pp. 21–25.
- Louhelainen, K., Vilhunen, P., Kangas, J., Terho, E.O. (1987). 'Dust exposure in piggeries', *European Journal of Respirable Diseases*, 71, 152, pp. 80–90.
- Ni, J.-Q., Robarge, W.P., Xiao, C., Heber, A.J. (2012). Volatile organic compounds at swine facilities: A critical review, *Chemosphere*, Vol. 89, pp. 769–788.
- Mackie, R.I., Stroot, P.G. and Varel, V.H. (1998). 'Biochemical identification and biological origin of key odor components in livestock waste', *Journal of Animal Science*, 76, pp. 1331–1342.

- Maljanen, M., Martikkala, M., Koponen, H.T. Virkajärvi, P. and Martikainen, P. J. (2006). 'Fluxes of nitrous oxide and nitric oxide from experimental excreta patches in boreal agricultural soil', *Soil Biology and Biochemistry*, 39, pp. 914–920.
- Misselbrook, T.H., van der Weerden, T.J., Pain, B.F., Jarvis, S.C., Chambers, B.J., Smith, K.A., Phillips, V.R., Demmers, T.G.M. (2000). 'Ammonia emission factors for UK agriculture', *Atmospheric Environment* 34, pp. 871–880.
- Moss, A.R., Jouany, J-P., Newbold, J. (2000). Methane production by ruminants: its contribution to global warming, *Annals de Zootechnie*, Vol. 49, No. 3, pp. 231-253.
- Ngwabie, N.M., Custer, T.G., Schade, G.W., Linke, S., Hinz, T. (2005). Mixing ratio measurements and flux estimates of volatile organic compounds (VOC) from a cowshed with conventional manure treatment indicate significant emissions to the atmosphere, EGU05-A-01175, EGU General Assembly, Vienna, Austria, 24–29.4.2005.
- Oehrl, L.L., Keener, K.M., Bottcher, R.W., Munilla, R.D. and Connelly, K.M. (2001). 'Characterization of odor components from swine housing dust using gas chromatography', *Applied Engineering Agriculture*, 17(5), pp. 659–661.
- O'Neill, D.H. and Phillips, V.R. (1992). 'A review of the control of odour nuisance from livestock buildings: Part 3, Properties of the odorous substances which have been identified in livestock wastes or in the air around them', *Journal of Agricultural Engineering Research*, 53, 23–50.
- Pain, B. F., van der Weerden, T. J., Chambers, B. J., Phillips, V. R. and Jarvis, S. C. (1998). 'A new inventory for ammonia emissions from UK agriculture', *Atmospheric Environment* 32, pp. 309–313.
- Paul, J.W., Dinn, N.E., Kannagara, T. and Fisher L.J. (1998). 'Protein content in dairy cattle diets affects ammonia losses and fertiliser nitrogen value', *Journal of Environmental Quality*, 27, pp. 528–534.
- Parker, D.B., C., E.A., Rhoades, M.B., Cole, N.A., Todd, R.W., Casey, K.D. (2010). Effect of wind tunnel air velocity on VOC flux from standard solutions and CAFM Manure/Wastewater. *Transactions of the ASAE*, Vol. 53, pp. 831-845.
- Parker, D.B., Gilley, J., Woodbury, B., Kim, K-H., Galvin, G., Bartelt-Hunt, S.L., Li, X., Snow, D.D. (2012). Odorous VOC emission following land application of swine manure slurry, *Atmospheric Environment*, In press. Doi:10.1016/j.atmosenv.2012.01.001
- Patni, N.K. and Jui, P.Y. (1985). Volatile Fatty Acids in Stored Dairy-Cattle Slurry *Agricultural Wastes* 13 (1985) 159 178
- Razote, E.B., Maghirang, R.G., Seitz, L.M. and Jeon, I.J. (2004). 'Characterization of volatile organic compounds on airborne dust in a swine finishing barn', *Transactions of the ASAE*, 47(4), pp. 1231–1238.
- Reidy, B., Rhim, B, Menzi, H. (2007). 'A new Swiss inventory of ammonia emissions from agriculture based on a survey on farm and manure management and farm-specific model calculations', *Atmospheric Environment*, doi:10.1016/j.atmosenv.2007.04.036.
- Rumsey, I.C., Aneja, V. P., Lonneman, W.A. (2012). Characterizing non-methane volatile organic compounds emissions from a swine concentrated animal feeding operation. *Atmospheric Environment*, Vol. 47, pp. 348-357.
- Schütz, A., Seedorf, J., Klasmeier, E., Hartung, J. (2004). PM 10 measurements in a turkey barn - first results, methods and limitations. 13th World Clean Air and Environmental Protection Congress and Exhibition, London, UK [www.tiho-hannover.de/einricht/itt/allgemein/erratum.htm](http://www.tiho-hannover.de/einricht/itt/allgemein/erratum.htm)
- Schiffman, S., Bennett, J. and Raymer, J. (2001). 'Quantification of odors and odorants from swine operations in North Carolina', *Agriculture and Forest Meteorology*, 108(3), pp. 213–240.
- Seedorf, J., Hartung, J. (2001). 'A proposed calculation procedure for the amount of emitted particulate matter from livestock buildings', *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 108, pp. 307–310.
- Seinfeld, J.H. (1986). *Atmospheric chemistry and physics of air pollution*. John Wiley and Sons, Inc., Somerset, NJ, 761pp.



- Shaw, S., Mitloehner, F.M., Jackson, W., Depeters, E.J., Fadel, J.G., Robinson, P.H. Holtzinger, R., Goldstein, A.H. (2007), Volatile Organic Compound Emissions from Dairy Cows and Their Waste as Measured by Proton-Transfer-Reaction Mass Spectrometry, *Environ. Sci. Technol.* 41, pp. 1310-1316
- Smits, M.C.J., Valk, H., Elzing, A., Keen, A. (1995). 'Effect of protein nutrition on ammonia emission from a cubicle house for dairy cattle', *Livestock Production Science*, 44, pp. 147-156.
- Spinhirne, J.P., Koziel, J.A. and Chirase, N.K. (2003). 'A device for non-invasive on-site sampling of cattle breath with solid-phase microextraction', *Biosystems Engineering*, 84(2), pp. 239-246.
- Spinhirne, J.P., Koziel, J.A. and Chirase, N.K. (2004). 'Sampling and analysis of volatile organic compounds in bovine breath by solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry', *Journal of Chromatography A*, 1025(1), pp. 63-69.
- Takai, H., Pedersen, S., Johnsen, J.O., Metz, J.H.M., Groot Koerkamp, P.W.G., Uenk, G.H., Phillips, V.R., Holden, M.R., Sneath, R.W., Short, J.L., White, R.P., Hartung, J., Seedorf, J., Schröder, M., Linkert, K.H., Wathes, C.M. (1998). 'Concentrations and Emissions of Airborne Dust in Livestock Buildings in Northern Europe', *Journal of Agricultural Engineering Research*, 70, pp. 59-77.
- Trabue, S., Scoggin, K., Li, H., Burns, R., Xin, H., Hatfield, J. (2010). Speciation of volatile organic compounds from a poultry production. *Atmospheric Environment*, Vol. 44, pp. 3538-3546 UNECE (2007). <http://unece.org/env/documents/2007/eb/wg5/WGSR40/ece.eb.air.wg.5.2007.13.e.pdf>
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) (1991). Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution Concerning the Control of Emissions of Volatile Organic Compounds or Their Transboundary Fluxes. [www.unece.org/env/lrtap/full%20text/1991.VOC.e.pdf](http://www.unece.org/env/lrtap/full%20text/1991.VOC.e.pdf)
- US EPA, 2012, <http://www.epa.gov/oecaagct/airmonitoringstudy.html>
- Whitehead, D.C., Lockyer, D.R. and Raistrick, N. (1989). 'Volatilization of ammonia from urea applied to soil: influence of hippuric acid and other constituents of livestock urine', *Soil Biology and Biochemistry*, 21, pp. 803-808.
- Whitehead, D.C. (1990). 'Atmospheric ammonia in relation to grassland agriculture and livestock production', *Soil Use and Management*, 6, pp. 63-65.
- Zahn, J.A., Hatfield, J.L., Do, Y.S., DiSpirito, A.A., Laird, D.A. and Pfeiffer, R.L. (1997). 'Characterization of volatile organic emissions and wastes from a swine production facility', *Journal of Environmental Quality*, 26, pp. 1687-1696.