

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

**Система нормативных документов по охране окружающей среды
Руководящий нормативный документ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**ПО РАСЧЕТУ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ
В АТМОСФЕРУ ОТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЧВ**

*Исполнитель: РГП «КазНИИЭК» МОС РК
Заказчик: Министерство охраны окружающей
среды Республики Казахстан*

Астана 2010

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения
2. Цель и задачи
3. Выбросы H_2O из обрабатываемых почв
 - 3.1. Прямые выбросы
 - 3.2. Косвенные выбросы
4. Выбросы CO_2 в результате известкования
5. Выбросы CO_2 в результате удобрения мочевиной
6. Оценка неопределенностей
7. Список использованных источников

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Из обрабатываемых почв в атмосферу поступает закись азота, особенно усиливающаяся в результате применения удобрений. Кроме того, при известковании почв, а также при внесении удобрений в атмосферу поступает двуокись углерода.

Закись азота вырабатывается естественным образом в почвах через процессы нитрификации и денитрификации. Нитрификация – это аэробное микробное окисление аммония до нитрата, а денитрификация – анаэробное микробное восстановление нитрата до газообразного азота (N_2). Закись азота – это газообразный промежуточный продукт в последовательности реакций денитрификации и побочный продукт нитрификации, который поступает в атмосферу. Одним из основных регулирующих факторов в этих реакциях является наличие органического азота в почве, чем его больше, тем больше выделение N_2O . Выбросы N_2O в результате антропогенных поступлений азота с удобрениями происходят как прямым путем непосредственно в атмосферу, так и косвенно через вымывание и сток азотосодержащих соединений, из которых N_2O образуется позже.

Известкование используется для снижения кислотности почвы и уменьшения роста растений в управляемых системах. Добавление извести приводит к выбросам CO_2 по мере растворения карбонатной извести и образования бикарбоната, который в свою очередь разлагается, выделяя тот же CO_2 и воду. Следовательно, высвобождается углекислый газ, получающийся в результате разложения известняка, вносимого в почву.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

Настоящий нормативный документ предназначен для расчетов выбросов N_2O и CO_2 из почв в результате внесения удобрений и известкования почв. Нормативный документ применим для оценки выбросов названных парниковых газов от сельскохозяйственных угодий всех типов, в которые вносились удобрения.

Целью нормативного документа была разработка научно обоснованных и близких по структуре к Международным и Европейским методов по оценке выбросов ПГ, обуславливаемых внесением удобрений и известкованием, с учетом возможностей и исходных данных, доступных в Казахстане.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучена научная литература, посвященная проблеме выделения N_2O и CO_2 при внесении удобрений и известковании почв;
- уточнена информация, доступная в Казахстане, которую можно использовать при расчете выбросов ПГ;
- разработаны общие подходы и структура Методических указаний;
- разработаны сами Методические указания, позволяющие с их помощью выполнить расчеты выбросов ПГ любому техническому работнику.

2. ВЫБРОСЫ N_2O .

Как отмечено выше, выбросы N_2O бывают прямые и косвенные. Рассмотрим их по отдельности.

3.1. Прямые выбросы

Естественные выбросы N_2O на управляемых землях предполагаются равными выбросам на неуправляемых землях. Эти выбросы очень небольшие. Поэтому почти все выбросы на управляемых землях считаются антропогенными. Основную их долю составляют выбросы, обусловленные внесением удобрений. Попробуем оценить величину таких выбросов.

Прямые выбросы N_2O из обрабатываемых почв для уровня 1, т.е. базового подхода, равны:

$$N_2O - N = N_2O - N_{\text{поступл}} + N_2O - N_{OS} + N_2O - N_{PRP} \quad (1)$$

где

$N_2O_{\text{прям}} - N$ – годовые выбросы N_2O из обрабатываемых почв, кг $N_2O - N$ /год;

$N_2O - N_{\text{поступл}}$ – годовые прямые выбросы $N_2O - N$ в результате поступлений азота в обрабатываемые почвы, кг $N_2O - N$ /год;

$N_2O - N_{OS}$ – годовые прямые выбросы $N_2O - N$ из обрабатываемых органических почв, кг $N_2O - N$ /год;

$N_2O - N_{PRP}$ – годовые прямые выбросы $N_2O - N$ в результате поступления мочи и помета в почвы, на которых производится выпас, кг $N_2O - N$ /год.

Слагаемое $N_2O - N_{N_{\text{пост}}}$ для территории Казахстана можно опустить, поскольку у нас нет органических почв. Тогда выражение (1) упростится:

$$N_2O_{\text{прям}} - N = N_2O - N_{\text{поступл}} + N_2O - N_{PRP} \quad (2)$$

Если учесть, что мы подсчитываем выбросы азота из сельскохозяйственных полей, где выпас скота, если он есть, носит кратковременный характер, а также факт, что такое поступление азота не является результатом антропогенного вмешательства и находится в равновесии с природой, данное слагаемое $N_2O - N_{PRP}$ также примем равным нулю. Тогда:

$$N_2O_{\text{прям}} - N = N_2O - N_{\text{поступл}} \quad (3)$$

т.е. выбросы азота являются функцией его поступления в почву с удобрениями.

Для расчетов воспользуемся выражением :

$$N_2O_{\text{дд'е}} - N = (N_2O - N) \times \frac{44}{28} \quad (4)$$

где коэффициент $\frac{44}{28}$ преобразует N_2O-N в N_2O .

В таблице 1 приведены удельные коэффициенты выбросов N_2O-N из обрабатываемых почв.

Таблица 1 Коэффициенты выбросов по умолчанию для оценки прямых выбросов N_2O из обрабатываемых почв

Коэффициент выбросов	Значение по умолчанию	Диапазон неопределенности
EF1 для добавлений азота от минеральных удобрений, органических удобрений и растительных остатков и для минерализованного азота из минеральных почв в результате потери почвенного азота	0,01	0,003 - 0,03
EF1FR для затопляемых рисовых полей, кг N_2O-N /кгN	0,003	0,000 - 0,006
EF ₂ со, тетр для органических почв возделываемых земель и пастбищ умеренной зоны, кг N_2O-N / га	8	2-24
EF ₂ GG. троп для органических почв возделываемых земель и пастбищ тропической зоны, кг N_2O-N / га	16	5-48
EF _{2F} , Temp, Org, R для органических богатых питательными веществами лесных почв умеренной и бореальной зон, кг N_2O-N /га	0,6	0,16-2,4
EF _{2F} . Temp. Org, p Для органических бедных питательными веществами лесных почв умеренной и бореальной зон, кг N_2O-N /га	0,1	0,02 - 0,3
EF _{2F} . Троп для органических лесных почв тропической зоны, кг N_2O-N / га	8	0-24
EF ₃ PRP, CPP для крупного рогатого скота (молочного и немолочного и буйволов), домашней птицы и свиней, кг N_2O-N / кг N	0,02	0,007 - 0,06
EF ₃ PRP, so для овец и «прочих животных», кг N_2O-N / кг N	0,01	0,003 - 0,03

Источники:

EF1: Bouwman et al. 2002a,b; Stehfest & Bouwman, 2006; Novoa & Tejeda, 2006 in press; EF_{FR}: Akiyama *et al*, 2005;

EF_{2CG}, ТЧ р, EF_{2CG}, Троп, EF_{2FTроп}: Klemedtsson *et al*, 1999, IPCC Good Practice Guidance, 2000; EF_{2F}, Temp: Aim er *al*, 1999; Laine *et al.*, 1996; Martikainen *et al*, 1995; Minkkinen *et al*, 2002; Regina er *al.*, 1996; Klemedtsson *et al*, 2002; EF_{3, CPP}, EF_{3, SO}: de Klein, 2004.

С учетом принятых допущений в таблице 1 для нас представляет интерес только первая строка: «EF1 для добавлений азота от минеральных удобрений...» , кг N_2O-N / кг N. Согласно этой графе на каждый килограмм внесенного азота в

атмосферу в течение года выбрасывается 0,01 кг N_2O-N или $0,01 \times \frac{44}{28}$ кг N_2O на 1 кг внесенного азота на один гектар (га).

Расчеты по формуле (4) просты. За первый год выделяется $0,01 \times \frac{44}{28}$ кг N_2O на каждый килограмм внесенного азота с одного гектара, а за n лет в n раз больше. Расчеты ведутся до 10 лет с момента внесения удобрений.

Внесение новых удобрений содержащих азот, например, через 5 лет после внесения первых требует параллельных расчетов. Затем суммы выделяющегося азота складываются.

Все расчеты отнесены к единичной площади 1 га. Для того, чтобы найти суммарные выбросы N_2O со всего поля, результат для 1 га следует умножить на площадь поля.

ПРИМЕЧАНИЕ: Содержание (доля) азота в удобрении может быть легко посчитано на основании его химической формулы через молярные массы входящих элементов.

3.1. Косвенные выбросы

Помимо прямых выбросов N_2O из почвы имеют место и косвенные выбросы. Под косвенными подразумевают выбросы азота в виде NH_3 , окисей азота NO_x , а также в виде их продуктов NO_4^+ и NO_3^- в почвах и на поверхности водоемов, куда они вымываются.

Часть азота поступает в почву из атмосферы в качестве выбросов химических и других промышленных предприятий.

Пока не существует приемлемых методов оценки косвенных выбросов N_2O . В данных методических указаниях они не оцениваются.

3.2. Выбросы CO_2 в результате известкования.

Выбросы CO_2 в результате добавок карбоната извести могут быть оценены на уровне 1 с помощью следующего уравнения:

$$CO_2 - C_{\text{выбросы}} = M_{\text{известки}} \times EF_{\text{известки}} + (M_{\text{доломит}} \times EF_{\text{доломит}}), \quad (5)$$

где $CO_2 - C$ – годовые выбросы углерода от внесения извести в почву, т С/год;
 M – годовое количество кальциевого известняка ($CaCO_3$); или доломита $CaMg(CO_3)_2$, тонны/год;
 EF – коэффициент выбросов, тонн С/на 1 т известняка или доломита.

Очевидно, что в выражении (5) справа для расчетов по конкретному случаю внесения удобрений используется одно слагаемое в зависимости от того, что внесено в почву. Это упрощает расчеты.

Коэффициенты выбросов EF «по умолчанию» равны:

Для известняка – 0,12 тС/1т $CaCO_3$;

Для доломита - 0,13 тС/1т $CaMg(CO_3)_2$.

Следовательно, выбросы CO_2 от известкования почвы за 1 год равны количеству внесенного известняка на единицу площади, умноженному на коэффициент выбросов по умолчанию.

Выбросы CO_2 со всего участка земли получают умножением результатов, полученных для 1 га на площадь участка.

Расчеты ведутся в течение 10 лет с момента известкования.

6. ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

Для N_2O основным источником неопределенности является неучет ряда второстепенных путей поступления азота в почву, а также косвенных путей его вымывания из почвы. В то же время эманация N_2O из почвы из-за внесения удобрений имеет достаточно низкую неопределенность, что можно видеть из таблицы 1. Суммарная неопределенность находится скорее всего около 50 %.

Неопределенности в выбросах CO_2 , обусловленные известкованием, заметно зависят от типа почвы, ее химического состава. Взятие удельных коэффициентов выбросов «по умолчанию» не позволяет считать неопределенность вычислений ниже 50 %.

Список используемых источников.

1. IPCC (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories. Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Трийантон К., Маматы I., Bonduki Y., Griggs D.J. Callander B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
2. IPCC (2000). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., Tanabe K. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan.
3. IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Penman J., Gytarsky M., Hiraishi T., Krug, T., Kruger D., Pipatti R., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K., Wagner F. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Hayama, Japan.