

Утверждаю  
Министр охраны  
окружающей среды  
Республики Казахстан  
От 05 «ноября» 2010 г. № 280-ө

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

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**ПО РАСЧЕТУ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ  
В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫРАЩИВАНИЯ РИСА**

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

**Астана 2010**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения
2. Цель и задачи
3. Порядок расчетов
  - 3.1. Принятые подходы
  - 3.2. Пример расчета
4. Оценка неопределенностей
5. Отчетность и документация
6. Список использованных источников

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Возделываемые земли, как известно, включают в себя пахотные и пахотнопригодные земли, системы агроулучшения, в которых показатели растительной структуры находятся ниже пороговых критериев, принятых для лесов, а также рисовые поля. Однако выращивание риса отличается от других перечисленных выше категорий сельскохозяйственных земель тем, что рис выращивают в затопленных водой чеках. Это накладывает большую специфику в динамику парниковых газов, что и обосновывает необходимость выделения метода расчета эмиссии парниковых газов от рисовых полей в отдельный нормативный документ.

Анаэробное разложение органического материала на затопляемых рисовых полях без доступа воздуха приводит к образованию метана ( $CH_4$ ), который затем через стволы растений поступает в атмосферу. Именно метан является основным и практически единственным парниковым газом, поступающим в атмосферу от рисовых полей в период вегетационного роста, который длится до шести месяцев.

Различают три технологии выращивания риса, давшие название и самому рису:

- рис горный;
- рис суходольный с высоким уровнем воды;
- рис орошаемый.

В Казахстане имеет место только рис орошаемый. Соответственно, в приложении к нему и выполнены все поисковые исследования, на основе которых предложен данный нормативный документ.

## 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

Настоящий нормативный документ, предназначен для использования в качестве обоснования при расчетах выбросов парниковых газов (ПГ) в атмосферу при возделывании риса (рис орошаемый).

Целью нормативного документа является разработка научно обоснованных и близких по структуре к Международным и Европейским подходам по оценке выбросов метана рисовыми полями.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучена научная литература по проблеме;
- уточнены особенности выращивания риса в Казахстане на массивах разных речных бассейнов и применительно к ним подобраны подходы и соответствующие коэффициенты для расчета выбросов  $CH_4$  в разных условиях и на разных этапах;
- разработана или скорректирована методика оценки выбросов  $CH_4$  применительно к выращиванию риса в Казахстане.

### 3. ПОРЯДОК РАСЧЕТОВ.

#### 3.1. Принятые подходы.

В зависимости от количества информации о применяемой агротехнике, особенно в зависимости от наличия собственных исследований в области оценки выбросов  $CH_4$  в стране, в конкретных климатических и региональных условиях возможно выполнение расчетов на трех уровнях. Чем выше уровень, тем больше требуется информации регионального характера. Порядок принятия решений представлен на рис. 1.

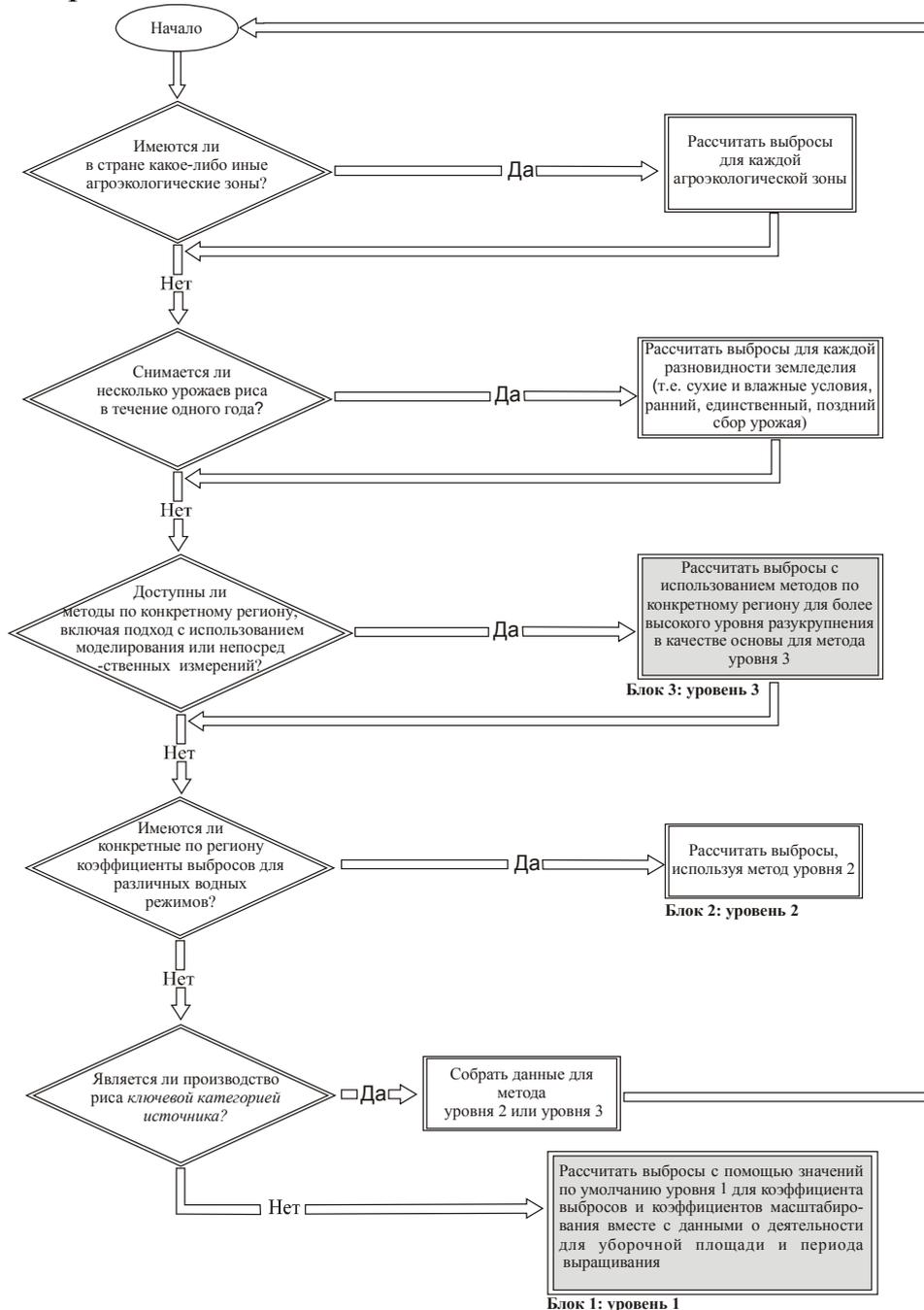


Рис. 1. Схема принятия решений для выбросов  $CH_4$  в результате выращивания риса

Анализ этой схемы показывает многообразие вариантов оценки выбросов  $CH_4$  рисовыми полями, особенно, если эти выбросы являются ключевыми.

С учетом ограниченности региональных данных для рисосеющих регионов Казахстана из схемы на рис. 1. следует, что возможно выполнение расчетов пока только на уровне 1.

Основное уравнение для расчетов выбросов  $CH_4$  следующее:

$$CH_{4d\check{c}h} = \sum_{i,j,k} (EF_{i,j,k} \times t_{i,j,k} \times A_{i,j,k} \times 10^{-6}), \quad (1)$$

где

- $CH_{4pus}$  - годовые выбросы метана в результате выращивания риса, Гг  $CH_4$ /год;
- $EF_{ijk}$  - суточный коэффициент выбросов для условий  $i, j$  и  $k$ , кг  $CH_4$ /га в сутки;
- $t_{ijk}$  - период выращивания риса для условий  $i, j$  и  $k$ , сутки;
- $A_{ijk}$  - годовая уборочная площадь под рисом для условий  $i, j$  и  $k$ , га/год;
- $i, j$  и  $k$ - представляют разные экосистемы, водные режимы, тип и количество органических удобрений и прочие условия, влияющие на выбросы  $CH_4$  в результате производства риса.

Из анализа формулы (1) и пояснений к ней следует, что перед вычислениями следует весь период выращивания риса разбить (разделить) на однообразные временные периоды или участки, когда (где) ничего не менялось, а затем после изменений – и вести самостоятельные вычисления для каждого из временных периодов (или полей). Затем, сложив результаты выбросов, найти суммарную величину выбросов  $CH_4$  с поля (или полей) за год эксплуатации.

К числу разных условий, которые необходимо учитывать, относятся тип экосистемы риса, схема затопления «до» и «в» течение периода выращивания, а также тип и количество внесенных органических удобрений. Иногда следует учитывать тип почв и сорт риса, особенно, если имеется региональная информация о связи этих условий с выбросами  $CH_4$ . Типы экосистем в обобщенном и детализированном вариантах, которые следует учитывать, приведены в таблице 1.

Уровень 1 применяется к странам, в которых выбросы  $CH_4$  от выращивания риса не являются ключевой категорией (это приложимо для Казахстана) или отсутствуют свои региональные коэффициенты выбросов (и этот второй фактор тоже имеет место). Следовательно, уровень 1 является наиболее приемлемым на сегодня для Казахстана с перспективой перехода на уровень 2 в будущем (см. схему рис.1.)

Таблица 1. Коэффициенты масштабирования выбросов  $CH_4$  по умолчанию для водных режимов в течение периода культивирования в отношении непрерывно затопляемых полей

Водный режим	Обобщенный вариант		Детализированный вариант	
	Коэффициент масштабирования (SFw)	Диапазон ошибки	Коэффициент масштабирования (SFw)	Диапазон ошибки
Горный <sup>(А)</sup>	0	-	0	-
Орошаемый <sup>(Б)</sup>				
Постоянно затопленный			1	0,79 - 1,26
Периодически затопляемый	-			
однократная аэрация	0,78		0,60	0,46 - 0,80
Периодически затопляемый	-			
неоднократная аэрация			0,52	0,41 - 0,66
Суходольный и с высоким уровнем воды <sup>(С)</sup>				
Регулярно поливаемый дождем		0,21 -	0,28	0,21 - 0,37
Подверженный засухе	0,27	0,34	0,25	0,18 - 0,36
С высоким уровнем воды			0,31	ND

*Примечания к таблице:*

*А Поля никогда не затоплялись в течение значительного периода времени.*

*Б Поля затопляются в течение значительного периода времени и водный режим полностью контролируется.*

- Постоянно затопленный: На полях стоячая вода на всем протяжении сезона выращивания риса и они могут осушаться только для уборки урожая (осушение в конце сезона).*

- Периодический затопляемый: В течение вегетационного периода на полях происходит, по крайней мере, один цикл аэрации продолжительностью более 3 дней.*

- Однократная аэрация: В течение вегетационного периода на полях происходит однократный цикл аэрации на любой фазе роста (исключая осушение в конце сезона).*

- Неоднократная аэрация: В течение вегетационного периода на полях происходит более, чем один цикл аэрации (исключая осушение в конце сезона).*

*С Поля затопляются в течение значительного периода времени и водный режим зависит только от осадков.*

- Регулярно поливаемый дождем: Уровень воды в течение вегетационного периода может подняться до 50 см.*

*Подверженный засухе: На протяжении каждого вегетационного периода происходят периоды засухи.*

- Рис на полях с высоким уровнем воды: В течение значительного времени на протяжении вегетационного периода уровень паводковых вод держится выше 50 см.*

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

При расчетах на уровне 1 сначала осуществляется разукрупнение площади, занятой под рисом: по характеру его выращивания, если это возможно и целесообразно (признаки, по которым целесообразно разукрупнение, были перечислены выше).

Затем для каждой субъединицы площади осуществляется корректирование удельных коэффициентов «по умолчанию» на различные коэффициенты масштабирования.

Ежесуточные коэффициенты выбросов «по умолчанию» представлены в таблице 2.

Таблица 2. Базовый коэффициент выбросов  $CH_4$  по умолчанию при отсутствии затопления менее, чем за 180 дней до выращивания риса, и непрерывного затопления в течение периода выращивания риса без органических удобрений

Выбросы $CH_4$ (кг $CH_4$ / га х сутки)	Коэффициент выбросов	Диапазон ошибки
	1,30	0,80 – 2,20

Масштабирование или корректировка ежесуточных коэффициентов выбросов  $CH_4$  осуществляется на основе уравнения (2).

$$EF_i = EF_c \times SF_w \times SF_p \times SF_o \times SF_{s,y}, \quad (2)$$

где:

$EF_i$  - скорректированный суточный коэффициент выбросов для конкретной площади;

$EF_c$  - базовый коэффициент выбросов для постоянно затопленных полей без органических удобрений, взятый из таблицы 2;

$SF_w$  - коэффициент масштабирования, учитывающий водный режим в течение периода выращивания риса согласно таблице 1;

$SF_p$  – коэффициент, учитывающий различия в сезон перед выращиванием риса согласно таблице 3;

$SF_o$  – коэффициент, учитывающий тип и количество внесенных удобрений согласно таблице 4;

$SF_{s,y}$  – коэффициент, учитывающий тип почвы, сорт риса и д.т., если имеются данные.

Если данных почему-либо нет, то соответствующий коэффициент масштабирования принимаем равным 1.

Таблица 3. Коэффициенты масштабирования выбросов  $CH_4$  «по умолчанию» для водных режимов перед периодом выращивания риса

Водный режим перед выращиванием риса (на схеме период затопления показан затемненной областью)	Обобщенный вариант		Детализированный вариант	
	Коэффициент масштабирования (SFp)	Диапазон ошибки	Коэффициент масштабирования (SFp)	Диапазон ошибки
Без затоплений <180 суток 			1	0,88 - 1,14
Без затоплений >180 суток 	1,22	1,07 - 1,40	0,68	0,58 - 0,80
С затоплениями (>30 суток) <sup>аb</sup> 			1,90	1,65 - 2,18

*а* Короткие предсезонные периоды затопления продолжительностью менее 30 суток не учитываются при выборе SFp

*б* Расчет предсезонных выбросов (раздел о полноте)

Таблица 4. Коэффициент перевода по умолчанию для различных типов органического удобрения

Органическое удобрение	Коэффициент перевода (CFOA)	Диапазон ошибки
Солома внесена незадолго (<30 суток) перед выращиванием	1	0,97 - 1,04
Солома внесена задолго (>30 суток) перед выращиванием	0,29	0,20 - 0,40
Компост	0,05	0,01 - 0,08
Стойловый навоз	0,14	0,07 - 0,20
Зеленое удобрение	0,50	0,30 - 0,60

Коэффициент  $SF_o$ , учитывающий тип и количество удобрений, при веденный в таблице 4, следует корректировать по формуле (3):

$$SF_o = (1 + \sum ROA_i \times CFOA_i)^{0.59}, \quad (3)$$

где

$SF_o$  – скорректированный коэффициент учета влияния внесенного органического удобрения на выбросы  $CH_4$ ;

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

$CFOA_i$  - коэффициент перевода для других видов органического удобрения  $i$  (в сравнении с соловой согласно таблице 4;

$i$  - один из видов удобрения (их может быть несколько, тогда результаты для каждого из них складываются).

Из совместного анализа уравнения (3) и данных таблицы 4 следует, что только при внесении соломы незадолго перед выращиванием коэффициент масштабирования может достичь 2 или более. При внесении соломы заранее, а также других видов удобрений при норме  $i$ , коэффициент  $SF_0$  за счет малых коэффициентов перевода, особенно для стойлового навоза и компоста, будет всего лишь немного больше 1, т.е. в некоторых случаях его можно брать равным 1.

В некоторых странах имеются данные о выбросах  $CH_4$  для разных типов почв и сортов риса. И эти данные они используют для определения коэффициентов  $SF_s$  и т.е. для типа почвы и сорта риса (в уравнении 2 это единственный коэффициент  $SF_{SH}$ ). Однако соответствующие коэффициенты «по умолчанию» пока не выведены.

Водный режим на протяжении периода культивирования ( $SF_w$ ) выделяется в форме трех категорий, как показано в таблице 1.

Водный режим до периода культивирования ( $SF_p$ ) предусматривает (таблица 3) три различных режима:

- без затоплений в течение (менее) 180 дней перед сезоном выращивания. Обычно это характерно для мест, где снимают 2 урожая в год;
- без затопления более 180 дней перед сезоном, например, при одном урожае в год;
- с затоплением перед сезоном с минимальным интервалом 30 дней (для подготовки почвы к пахоте).

#### 4. ПРИМЕР РАСЧЕТА.

Пусть имеется поле площадью 220 га, где выращивается рис. Удобрения (навоз) 1т/га внесены за 3 месяца до рисосеяния, затопление до начала вегетации было временным.

Определить выбросы метана.

1. Поскольку внесение удобрений и режим выращивания риса (режим затопления) были одинаковыми, то нет оснований делить участок 220 га по различию условий:

$i=1, j=k=0$ . Тогда выражение (1) упростится:

$$CH_{4\text{ дѣн}} = EF \times t_i \times \dot{R} \times 10^{-6}, \quad (4)$$

2. Суточный (базовый) коэффициент выбросов  $EF$  найдем по таблице 2:  $EF=1,3$ . Далее он будет скорректирован.

3. Период выращивания риса равен  $t=125$  суток.

4. А- площадь под рисом, неделимая.  $A=220$  га.

Таким образом все сомножители уравнения (4) найдены, однако сомножитель  $EF$  нуждается в корректировке. Используем для этого выражение (2).

$$EF_{\text{нeид}} = EF \times SF_w \times SF_p \times SF_0 \times SF_{sy}, \quad (6)$$

5. Множитель  $EF$  уже известен,  $EF=1,3$ .
6. Множитель  $EF_w$  – коэффициент масштабирования, зависит от режима затопления согласно таблице 1, для орошаемого периодически затопляемого поля равен  $EF_w=0,78$
7. Множитель  $EF_p$ , учитывающий различия в водном режиме перед вегетационным периодом согласно таблице 3 без затоплений в течение более 180 суток (затопление не меньше чем 30 суток не считается)  $EF_p=1,22$ .
8. Коэффициент  $SF_0$ , зависящий от количества и типа внесенного удобрения, согласно таблице 4 равен 0,14, который будучи откорректирован по уравнению (3) даст величину:

$$SF_0 = (1 + 1 \times 0.14)^{0.59} = 2.14^{0.59} \approx 1.46, \quad (7)$$

9. Коэффициенты SFSY на тип почвы и сорт риса примем равным 1.
10. Все сомножители для расчета выбросов  $CH_4$  имеются. Найдём по (4) величину выбросов  $CH_4$ :

$$CH_4 = 1.3 \times 125 \times 220 \times 10^{-6} = 0.035 \text{ \AA} \ddot{a} = 0,035 \text{ \AA} \ddot{a} = 35 \text{ \AA} \ddot{a}, \quad (8)$$

Таким образом, из рисового поля площадью 220 га с внесением удобрений 1 т/га (навоз) за 125 дней вегетации выбросы парникового газа метана составили:

$$0,035 \text{ Гг или } 0,035 \text{ т} = 35 \text{ кг.}$$

## 5. ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

На неопределенность коэффициентов выбросов и масштабирования влияют естественная изменчивость, изменчивость климата, а также изменчивость в пределах структурных единиц, применяемых за однородные.

Суммарная неопределенность при расчетах на уровне 1 колеблется от 20 до 60 %. Снижение неопределенности возможно за счет уточнения региональных коэффициентов всех назначений и переходы на расчеты на втором уровне, а возможно и на третьем.

## **6. ОТЧЕТОСТЬ И ДОКУМЕНТАЦИЯ**

Для возможности пересчетов объемов выбросов в будущем у землепользования должна архивироваться вся документация по годам о засеянных рисом площадях, вносимом удобрении, режимах полива и т.д. Это позволит в будущем при уточнении коэффициентов сделать перерасчеты.

В Министерство охраны Окружающей среды следует отправлять окончательные результаты (форма пока не утверждена - любая), а также все промежуточные и исходные данные, чтобы при необходимости можно было внести корректировки, не отправляя их землепользователю.

### **Список используемых источников.**

1. IPCC (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories. Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Trónton K., Mamaty 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., Hopaus 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.