

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 ВОДНОГО ТРАНСПОРТА  
(внутреннего и международного)**

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

**Астана 2010**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения
2. Цель и задачи
3. Порядок расчетов
  - 3.1. Расчет выбросов CO<sub>2</sub>
  - 3.2. Расчет выбросов других парниковых газов
4. Оценка неопределенностей
5. Пример расчета
6. Отчетность и документация
7. Список использованных источников

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В категорию водного транспорта включены все водные суда от небольших туристических и прогулочных лодок с легкими подвесными двигателями до крупных морских пароходов, оснащенных крупными малооборотными и среднеоборотными дизельными двигателями, а иногда оснащенными паровыми и газовыми турбинами. Сюда включены также суда на воздушной подушке и суда на подводных крыльях. Все виды судов, т.е. категории источников, приведены в таблице 1.

Таблица 1 Структура категорий источников

Категория источников	Охват
<p>1 A 3 d Водный транспорт</p> <p>1 A 3 d i <i>Международный водный транспорт (Международное бункерное топливо)</i></p> <p>1 A 3 d ii <i>Внутренний водный транспорт</i></p> <p>1 A 4 iii <i>Рыболовство (мобильное сжигание)</i></p> <p>1 A 5 b <i>Мобильные источники (компонент водного транспорта)</i></p> <p>Многосторонние операции <i>(компонент водного транспорта)</i></p>	<p>Выбросы от топлива, используемого для водного транспорта, включая суда на воздушной подушке и на подводных крыльях, но исключая рыболовные суда. Необходимо определить разделение на международные внутренние перевозки исходя из порта отхода порта назначения, а не по флагу или национальной принадлежности судна</p> <p>Выбросы при использовании топлива судами под всеми флагами. участвующими в международной навигации. Международная навигация может проходить в море, внутренних озерах и реках, а также в прибрежных водах Выбросы от перевозок с местом убытия в одной стране и местом прибытия - в другой. Исключая топливо, потребленное рыболовными судами (см. «Прочий сектор - Рыболовство»). Выбросы от международной военной водной навигации могут быть включены в качестве отдельной подкатегории международной навигации, при соблюдении соответствия функциональных признаков и наличия данных для поддержки этого определения.</p> <p>Выбросы от топлива, используемого судами под всеми флагами. уходящими и прибывающими в порты одной и той же страны (исключая рыболовные суда, которые относятся к категории 1 A 4 с iii. и военные. которые относятся к категории 1 A 5 Б). Заметим, что эта категория может включать значительные по расстоянию рейсы между двумя портами одной страны (например, из Сан-Франциско в Гонолулу).</p> <p>Выбросы от сжигания топлива при внутренней, прибрежной и глубоководной рыбной ловле. Рыболовство охватывает суда под всеми флагами, пополняющие бункер в данной стране (включая международное рыболовство).</p> <p>Все оставшиеся виды мобильных выбросов от сжигания топлива при водных перевозках, не определенные более нигде Включает выбросы от топлива, поставляемого для военно-морских сил данной страны, не учитываемые отдельно в категории 1 A3 d. а также от топлива. поставляемого в пределах данной страны, но используемого в военных целях других стран, не участвующих в многосторонних операциях</p> <p>Выбросы от топлива, используемого для водной навигации в многосторонних операциях в соответствии с Уставом Организации Объединенных Наций. Включая выбросы от топлива, поставляемого для вооруженных сил данной страны и других стран</p>

От судов в атмосферу поступают выбросы парниковых газов (ПГ)  $CO_2$ ,  $CH_4$  и  $N_2O$ , а также целого ряда загрязняющих веществ, последние не подлежат учету по данной методике. Только три парниковых газа названных выше, являются объектом учета. При этом основным парниковым газом является углекислый газ  $CO_2$  и величина его выбросов тесно коррелирует с количеством сожженного топлива.

Два других парниковых газа метан ( $CH_4$ ) и закись азота ( $N_2O$ ) выбрасываются в значительно меньших количествах, чем  $CO_2$ , и величины их выбросов сильно зависят от режима работы двигателя, т.е. для их надежного учета необходимо иметь данные о режиме работы двигателей, что, однако, не всегда известно.

В связи с изложенным выше существуют два варианта, или уровня, для оценки выбросов  $CO_2$ ,  $CH_4$  и  $N_2O$ . Оба уровня используют удельные коэффициенты выбросов к потребленному топливу, включая его тип.

Метод уровня 1 является самым простым, т.к. он использует данные о потребленном топливе и удельные коэффициенты выбросов «по умолчанию» т.е. без учета режима работы двигателей.

Метод уровня 2 тоже использует данные о потребленном топливе, но требует знания конкретных удельных коэффициентов выбросов в зависимости не только от вида топлива, но так же – от типа двигателя, режима работы. Схема принятия решений приведена на рис 1.

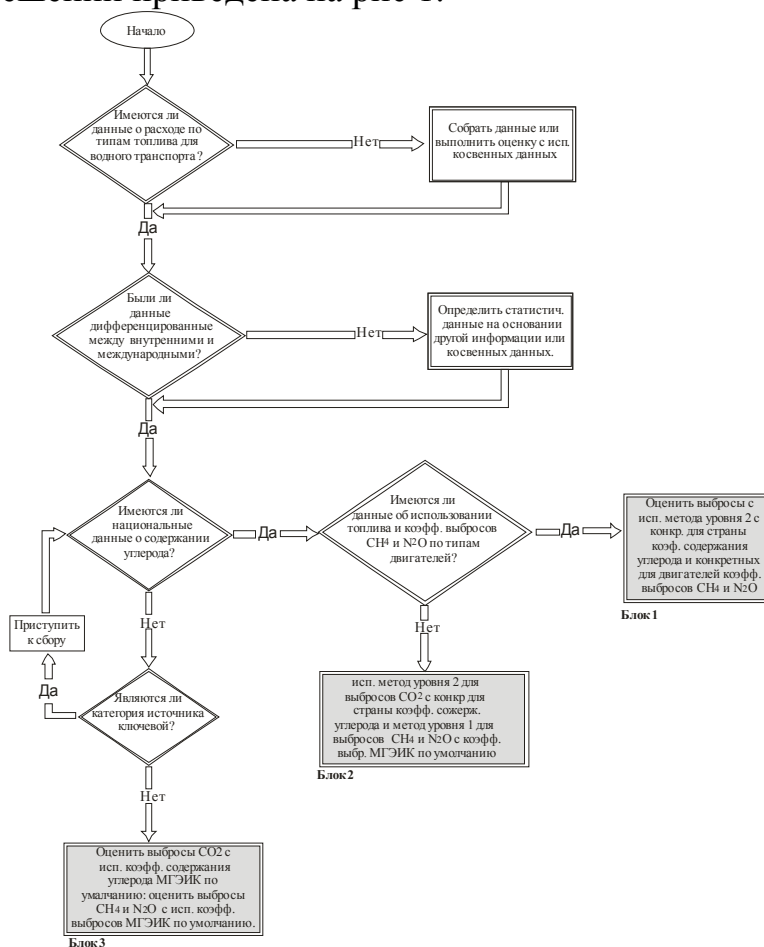


Рис.1. Схема принятия решений для выбросов от водного транспорта

Необходим отдельный учет выбросов ПГ от внутренних и от международных рейсов. Выбросы ПГ от международных рейсов в баланс страны не включаются. Они необходимы для получения более достоверных данных о выбросах ПГ в регионе и мире вообще.

В таблице 2 приведены удельные коэффициенты выбросов  $CO_2$ , если окисление углерода составит 100 %, в зависимости от вида топлива.

Таблица 2 Коэффициенты выбросов  $CO_2$

Топливо	кгТДж			
	По умолчанию	Нижний	Верхний	
Бензин	69 300	67 500	73 000	
Другие виды керосина	71900	70 800	73 600	
Газойль /дизтопливо	74 100	72 600	74 800	
Топочный мазут	77 400	75 500	78 800	
Сжиженный нефтяной газ	63 100	61 600	65 600	
Другие нефтепродукты	Нефтезаводской газ	57 600	48 200	69 000
	Твердые парафины	73 300	72 200	74 400
	Уайт-спирит и СОТК	73 300	72 200	74 400
	Другие нефтепродукты	73 300	72 200	74 400
Природный газ	56 100	54 300	58 300	

Если расчеты ведутся на уровне 1, то берутся удельные коэффициенты по умолчанию.

В таблице 3 приведены удельные коэффициенты выбросов  $CH_4$  и  $N_2O$ , по умолчанию.

Таблица 3 Коэффициенты выбросов  $CH_4$  и  $N_2O$ , по умолчанию.

	$CH_4$ (кг/ТДж)	$N_2O$ (кг/ТДж)
Морские суда	7 ±50%	2 +140% -40%

Значения по умолчанию, полученные для дизельных двигателей, работающих на тяжелом топливе.

Коэффициенты, необходимые для более точных расчетов по уровню 2, должны рассчитываться на основании исследований видов топлива и

двигателей внутреннего сгорания на судах конкретной страны. Источники полученных удельных коэффициентов выбросов должны документироваться в соответствии со специальными требованиями.

Из изложенного выше понятно, что с учетом имеющихся возможностей данная методика предусматривает расчет выбросов ПГ от водных судов по уровню 1, т.е. упрощенный подход.

## 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

Настоящий нормативный документ предназначен для использования на предприятиях, эксплуатирующих любые водные суда для самостоятельного расчета объемов выбросов парниковых газов за календарный год и подачи результатов расчетов в Министерство охраны окружающей среды.

Целью данного нормативного документа является разработка обоснованного и близкого по структуре к Международным и Европейским подходам метода оценки объемов выбросов парниковых газов от водных судов всех типов, с учетом имеющейся информации об их эксплуатации, т.е. с учетом имеющихся возможностей в Республике Казахстан.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить существующие задачи:

- изучить структуру и общее состояние в сфере эксплуатации водных судов;
- изучить, какая информация доступна в этой отрасли, чтобы ее можно было использовать для расчета выбросов ПГ;
- проработать имеющуюся литературу, в основном дальнего зарубежья, об удельных выбросах ПГ различными типами водных судов и выбрать наиболее приемлемые подходы для применения в условиях РК;
- разработать саму методику учета выбросов ПГ на морских и речных судах;
- подготовить необходимую статистическую информацию. Которая обеспечила бы возможность самостоятельных расчетов выбросов ПГ на предприятиях – владельцах водных судов.

## 3. ПОРЯДОК РАСЧЕТОВ.

Основным парниковым газом является углекислый газ. Расчеты его выбросов основаны на уравнении окисления углерода, согласно которому на 1 т. полностью окисленного углерода приходится 3,67 т углекислого газа. Угль не является чистым углеродом, поэтому расчетам выбросов  $CO_2$ , предшествует некоторая коррекция данных об угле на содержание чистого углерода.

Применительно к жидким углеводородам ( $C_nH_m$ ) расчеты несколько усложняются тем, что доля именно углерода не всегда точно известна, так как ее доля колеблется. Водород, окисляясь, дает воду, а углеродная составляющая

– углекислый газ. На основе экспериментальных данных, однако содержание углерода в жидком топливе установлено достаточно точно. Поэтому расчеты выбросов  $CO_2$ , осуществляются с высокой точностью. Отметим, что из-за наличия водородной составляющей из тонны жидкого топлива выделяется  $CO_2$ , всегда меньше (примерно на 10-20 %), чем из тонны угля, т.е. меньше 3,67 т. Эта величина может служить основой для выявления грубых ошибок в расчетах.

Величины выбросов  $CH_4$  и  $N_2O$  зависят от режима работы двигателей. Они минимальны при некотором оптимальном режиме прогретого двигателя. Переходные режимы и работа холодного двигателя сопровождаются наибольшими выбросами этих газов. Вот почему неопределенности в расчетах выбросов  $CH_4$  и  $N_2O$  могут достигать 50 % в то время, как выбросы  $CO_2$ , рассчитываются с точностью 1-3 %.

### 3.1. Выбросы парниковых газов.

Поскольку для водного транспорта возможны расчеты пока только на уровне 1, то оценку выбросов всех трех газов выполним по единому уравнению:

$$M_i = \sum_1^n m_T \times k_T \times k_i \quad (1)$$

где  $M_i$  – объем выбросов  $i$ -го парникового;

$m_k$  – количество сожженного топлива данного типа, т;

$k_T$  – коэффициент перевода топлива тыс,т - терраДжоули  $Tдж$ ;

$k_i$  – удельный коэффициент выбросов  $i$ -го газа на единицу топлива в  $Tдж$ ;

$n$  – число водных судов, работающих на предприятии на данном топливе.

Величины удельных коэффициентов приведены в таблицах 2 и 3, а множителя  $k_T$  – в таблице 4. Следует брать удельные коэффициенты «по умолчанию» в зависимости от типа топлива.

Таблица 4. Переводные множители для перевода топлива из т в терраДжоули (множитель  $k_T = 1$  тыс.т/1ТДж )

Топливо	$k_T$ [1 тыс.т/1ТДж]
- бензин	43,97
- дизтопливо	42,50
- масла отработанные	40,19
- пропан, бутан сжиженные	47,31

Расчеты повторяются трижды для каждого из трех газов.

Объемы выбросов ПГ на внутренних и международных линиях рассчитываются, а затем подаются, отдельно.

#### 4. ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

Одним из источников неопределенности является полнота данных о сожженном топливе, в особенности мелкими судами. Часто приходится ограничиваться экспертными оценками, построенными на количестве таких судов и среднем времени их нахождения на воде в течение года.

Существуют проблемы также при разделении рейсов на внутренние и внешние (международные). Предприятие – владелец должно обосновать принятый им принцип деления рейсов на международные и внутренние. Одним из надежных признаков принадлежности рейса к международному по CORINAIR, является ситуация, когда рейс начинается в порту одной страны, а заканчивается в порту другой. Эффективная практика в этой области заключается в четкости сделанных предположений или условий, по которым осуществимо деление. Один и тот же подход должен сохраняться несколько лет, чтобы посмотреть эффективность метода, или ряды данных об использовании топлива должны быть доступны для пересчета с использованием новых подходов.

Еще одним источником неопределенности является непостоянное содержание углерода в морском дизельном топливе и флотском мазуте, используемых на крупных морских судах. Необходим регулярный анализ топлива.

Коэффициенты выбросов  $CO_2$  на сегодня хорошо определены и неопределенности по умолчанию согласно ряду исследований для дизельного топлива колеблются в пределах  $\pm 2\%$ , а для мазута  $\pm 3\%$ . В то же время неопределенность в выбросах  $CH_4$  и  $N_2O$  может колебаться в пределах  $\pm 40\%$  от значения по умолчанию. Соответственно, при наличии полных данных исследований по проблеме, т.е. учету режимов работы и типов двигателей, суммарная неопределенность в оценке выбросов ПГ может находиться в пределах  $\pm 5\%$ . К сожалению, для Казахстана таких данных пока нет. Поэтому суммарная неопределенность за счет большей неопределенности выбросов  $CH_4$  и  $N_2O$  будет находиться в пределах 20 %. Ожидается, что отчетность предприятий, как основа для исследований, позволит в будущем снизить эту неопределенность до 10 %.



## 5. ПРИМЕР РАСЧЕТА

Пусть имеется предприятие, в котором за истекший год судами всех видов израсходовано 149500 т дизельного топлива и 15200 т бензина. При этом 72000т солянки заправлено в суда, задействованных на международных рейсах.

Имея такую информацию, определяем, что расчеты возможны по уровню 1.

Расчеты выбросов парниковых газов для внутренних и международных рейсов выполним отдельно. Сами таблицы для расчетов, для удобства пользования ими в будущем делам раздельными.

### А. Внутренние линии

1. Определим величину выбросов  $CO_2$  на внутренних линиях.

Таблица 5 Расчет выбросов  $CO_2$  водным транспортом предприятия на внутренних линиях

Топливо	Количество сожженного топлива, т	$k_T$ (перевод в ТДж)	Количество топлива, ТДж	Удельный коэффициент кг/ ТДж	Выбросы $CO_2$ , т
1	2	3	4	5	
Бензин	15200	43,97	668,94	69300	46357,542
Дизтопливо	77300	42,50	3285,25	74100	243437,025
Всего	×	×	×	×	289794,5

Коэффициент перевода топлива из тыс.т в терраДжоули взят из таблицы 4 т.е. его различия [1 тыс.т/1ТДж]. Удельные коэффициенты выбросов  $CO_2$  – из таблицы 2 «по умолчанию». Эти коэффициенты имеют размерность [кг/ ТДж]. В графе 6 даны результаты расчетов выбросов в тоннах  $CO_2$ .

2. Определим выбросы  $CH_4$  на внутренних линиях.

Таблица 6 Расчет выбросов  $CH_4$  на внутренних линиях.

Топливо	Количество сожженного топлива, т	$k_T$ (перевод в ТДж)	Количество топлива, ТДж	Удельный коэффициент для $CH_4$ кг/ ТДж	Выбросы $CH_4$ , т
1	2	3	4	5	6
Бензин	15200	43,97	668,94	7	4,68
Дизтопливо	77300	42,50	3285,25	7	22,996
Всего	×	×	3954,19	×	27,7

Удельные коэффициенты выбросов  $CH_4$  взяты одинаковыми для дизтоплива и бензина. Это один из источников неопределенностей.

### 3. Определим выбросы $N_2O$ .

Таблица 7 Расчет выбросов  $N_2O$  на внутренних линиях.

Топливо	Количество сожженного топлива, т	$k_T$ (перевод в ТДж)	Количество топлива, ТДж	Удельный коэффициент для $N_2O$ кг/ТДж	Выбросы $N_2O$ , т
1	2	3	4	5	6
Бензин	15200	43,97	668,94	2	1,337
Дизтопливо	77300	42,50	3285,25	2	6,56
Всего	×	×	3954,19	×	7,90

Расчеты выбросов парниковых газов на уровне 1 для внутренних линий закончены. Выбросы составляют:

$$CO_2 - 289794,5 \text{ т}$$

$$CH_4 - 27,7 \text{ т}$$

$$N_2O - 7,9 \text{ т.}$$

Эти величины выбросов ПГ будут учитываться в национальном кадастре страны.

### Б. Международные линии.

Расчеты ведутся совершенно аналогично сделанным выше, для внутренних линий.

Таблица 8 Расчет выбросов  $CO_2$  водным транспортом предприятия на международных линиях

Топливо	Количество сожженного топлива, т	$k_T$ (перевод в ТДж)	Количество топлива, ТДж	Удельный коэффициент кг/ТДж	Выбросы $CO_2$ , т
1	2	3	4	5	
Дизтопливо	72000	42,50	3060	74100	226,74

Таблица 9 Расчет выбросов  $CH_4$  на международных линиях.

Топливо	Количество сожженного топлива, т	$k_T$ (перевод в ТДж)	Количество топлива, ТДж	Удельный коэффициент для $CH_4$ кг/ТДж	Выбросы $CH_4$ , т
---------	----------------------------------	--------------------------	-------------------------	--	--------------------

1	2	3	4	5	6
Дизтопливо	72000	42,50	3060	7	21,180

4. Определим выбросы  $N_2O$ .

Таблица 10 Расчет выбросов  $N_2O$  на международных линиях.

Топливо	Количество сожженного топлива, т	$k_T$ (перевод в ТДж)	Количество топлива, ТДж	Удельный коэффициент для $N_2O$ кг/ТДж	Выбросы $N_2O$ , т
1	2	3	4	5	6
Дизтопливо	72000	42,50	3060	2	6,12

Выбросов парниковых газов на международных линиях составили:

$CO_2$  – 226746,0 т

$CH_4$  – 21,18 т

$N_2O$  – 6,12 т.

Эти данные являются информативными. В кадастр страны они включены не будут, но предприятие обязано передать их в Министерство охраны окружающей среды.

## 6. ОТЧЕТОСТЬ И ДОКУМЕНТАЦИЯ

Выбросы по водному транспорту, учитываются в различных категориях в зависимости от их характера. Эти категории следующие:

- внутренний водный транспорт;
- Международный водный транспорт (Международное бункерное топливо);
- рыболовство (мобильное сжигание топлива);
- мобильные источники (Военно – морской флот). Эта категория пока учету не подлежит;
- неопределенные мобильные источники (транспортные средства и другие механизмы).

Выбросы в международном водном транспорте учитываются отдельно от внутреннего. Они не включаются в итоговые национальные показатели, которые будут составлены на основе данных предприятия.

Все топливо, поставляемое в коммерческое рыболовство, считается внутренним и категория международного бункерного топлива для коммерческого рыболовства отсутствует независимо от того, где осуществляется рыболовство.

Выбросы ПГ судами Военно-морского флота пока не учитываются. Эти выбросы, если бы они учитывались, тоже подлежали бы включению в национальный кадастр.

В дополнение к отчету по формам таблиц представляются также следующие данные:

- источники, откуда поставляется топливо, и данные о нем;
- метод, по которому разделяется топливо для внутренних и международных рейсов;
- используемые удельных коэффициенты выбросов ПГ и ссылки, откуда они взяты (если они другие, чем в данном нормативном документе).
- анализ неопределенностей, как они оцениваются на предприятии – владельцев судов.

Чувствительность результатов от исходных данных и возможных документов.

### **Список используемых источников.**

1. Руководство по инвентаризации атмосферных выбросов./ Совместный отчет ЕМЕП/ CORINAIR, под ред. Г. Макиннеса, изд. Европейского природоохранного агентства, 1996, 620 с.
2. EEA EMEP/ CORINAIR, Emission Inventory Guidebook, 2005/  
<http://reports.eea.eu.int/emep/corinair/en>
3. EEA EMEP/ CORINAIR, Inventory Review/ - 2005-2008/ - Emission data reported to LRTAP Convention and NEC Directive. EMEP Technical Reports, 2006-2009.
4. Автомобильный транспорт Республики Казахстан ч. 1. 2008 г. /Агентство по статистике. – Астана, 2009.
5. Топливо-энергетический баланс Р.К., часть 2 и 3, 2008 г. / Агентство по статистике. – Астана, 2009.