

---

**Модуль 6**  
**ОТХОДЫ**

---

## 6. ОТХОДЫ

### 6.1 Введение

В данном модуле приведены методики для оценки эмиссии метана ( $\text{CH}_4$ ) в местах захоронения твердых отходов, эмиссии  $\text{CH}_4$  от очистки сточных вод и эмиссии  $\text{N}_2\text{O}$  от фекальных стоков.

#### 6.1.1 Источники данных

Исходные данные, необходимые для оценки эмиссий от отходов, могут быть получены в региональных комитетах по охране окружающей среды и органах государственной статистики. Более детализированную информацию можно получить на предприятиях жилищно-коммунального хозяйства, занимающихся вывозом и захоронением отходов и очисткой сточных вод. Обычно это муниципальные или государственные предприятия, однако в некоторых случаях (особенно это касается очистных сооружений сточных вод) такой деятельностью, попутно с основным производством, занимаются крупные (градообразующие) промышленные или сельскохозяйственные предприятия. Данные по вывозу и захоронению твердых отходов, очистке сточных вод, численности населения и обеспеченности населенных пунктов канализацией можно найти в регулярных публикациях Роскомстата: *Российский статистический ежегодник*, *Россия в цифрах*, *Социальное положение и уровень жизни населения России*, *Регионы России*, *Численность населения РФ по городам, поселкам...*, *Демографический ежегодник России* и других. Некоторые данные содержатся в *Государственных докладах о состоянии окружающей природной среды в Российской Федерации*, ежегодно выпускаемых Госкомэкологией РФ. За дополнительными статистическими данными можно обращаться в Информационный центр Роскомстата (Москва).

Необходимо, по возможности, использовать данные, полученные непосредственно в регионе, в котором проводится инвентаризация эмиссий. Типовые величины расчетных коэффициентов (используемые по умолчанию, т.е. при отсутствии местных данных) приведены ниже, в соответствующих разделах.

За дополнительной информацией методического характера следует обращаться в Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН (Москва).

### 6.2 Захоронение твердых отходов

В данном разделе проводятся оценки эмиссий метана со свалок и полигонов захоронения твердых отходов.

Анаэробное разложение органического вещества метаногенными бактериями, происходящее в местах захоронения твердых отходов, сопровождается эмиссией метана в атмосферу. Вклад этого источника в глобальную антропогенную эмиссию  $\text{CH}_4$  оценивается величиной от 5 до 20% ее общего количества.

Приведенная ниже методика предполагает разделение всех мест захоронения твердых отходов (полигонов, свалок) на 2 категории - управляемые и неуправляемые, в зависимости от характера и объема выполняемых технологических операций. Такая классификация необходима для расчета потенциала генерации метана, детали которого приводятся ниже

## 6.2.1 Методика

Типовая (используемая по умолчанию) методика позволяет рассчитать эмиссии  $\text{CH}_4$  на основании трех основных параметров:

- A) количества отходов, захораниваемых на свалках различных категорий;
- B) доли органического углерода, подверженного разложению, и его фактически разложившегося количества;
- C) доли  $\text{CH}_4$  в образующемся на свалках газе.

### УРАВНЕНИЕ 1

Эмиссия метана (Гг/ год):

$$E = [(MSW_T \times MSW_F \times MCF \times DOC \times DOC_F \times F \times 16/12) - R] \times (1-OX)$$

#### УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МЕТОДИКА

Для оценки эмиссии метана в местах захоронения отходов разработаны некоторые более совершенные методики, в частности, учитывающие кинетику многолетних процессов разложения отходов на свалках. Однако их применение требует более сложных расчетов и использования значительного объема ретроспективных данных за предшествующие годы. В данной версии Руководства эти методики не приводятся.

где:

- $MSW_T$  = общее количество образовавшихся ТБО (твердых бытовых отходов) (Гг/ год)
- $MSW_F$  = доля ТБО, захороненных на свалках
- $MCF$  = коэффициент коррекции метана
- $DOC$  = доля потенциально разлагаемого органического вещества в общем количестве органического вещества
- $DOC_F$  = доля разлагаемого органического вещества, которое разлагается фактически
- $F$  = доля  $\text{CH}_4$  в образующемся на свалках газе (типичное значение 0,5)
- $R$  = количество утилизированного  $\text{CH}_4$  (Гг/ год)
- $OX$  = коэффициент окисления метана (в данной версии Руководства принимается равным 0)
- $16/12$  = коэффициент перехода от углерода к  $\text{CH}_4$

### 6.2.2 Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 6-1 ЭМИССИИ МЕТАНА ОТ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ.

#### ШАГ 1 ОЦЕНКА ОБЩЕГО ОБЪЕМА ОБРАЗОВАНИЯ И ЗАХОРОНЕНИЯ НА СВАЛКАХ ТВЕРДЫХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

1. Если в регионе имеются статистические данные о годовом объеме захоронения твердых бытовых (муниципальных) отходов (ТБО) на свалках, внесите их (в гигаграммах) в колонку А основного рабочего листа (Рабочий лист 6-1), и переходите к Шагу 2. Если годовой объем захоронения приведен в кубических метрах, то для его пересчета в единицы массы следует воспользоваться типовым значением плотности отходов  $0,21 \text{ т/м}^3$ , или местными данными, если они имеются.

Если данных об объеме захоронения отходов не имеется, то, чтобы оценить количество твердых муниципальных отходов, захороненных на свалках в вашем регионе, используйте Рабочий лист 6-1А и предусмотренные в нем шаги. При этом необходимо иметь в виду обсуждаемые ниже особенности процессов образования и захоронения отходов.

i) Под твердыми бытовыми (муниципальными) отходами (ТБО) в данном Руководстве понимаются все отходы, образующиеся в населенных пунктах, включая собственно бытовые отходы населения, отходы, образующиеся в садах и парках, отходы торгово-коммерческой деятельности и мелкого производства.

ii) В некоторых регионах образуется значительное количество органических отходов промышленного происхождения. Типовые величины, приведенные в таблице 6-1, их не учитывают. Если в вашем регионе образуется и захоранивается на свалках существенное количество таких отходов, они должны быть соответствующим образом учтены при расчете среднелового образования твердых отходов и количества разлагающегося органического углерода. Учитывать следует только содержащие биоразлагаемый углерод отходы, захораниваемые в анаэробных условиях. Не следует, в частности, учитывать отходы, образующиеся при добыче и переработке угля.

iii) Следует проводить четкое различие между образующимися, вывозимыми из населенных пунктов и захораниваемыми ТБО. Как правило, не все населенные пункты в регионе имеют систему централизованного вывоза отходов. Следовательно, количество вывозимых отходов меньше их общего образования в регионе. В свою очередь, отходы кроме официально действующих свалок, могут быть вывезены на мусоросжигающие или мусороперерабатывающие заводы, сброшены на нелегальные свалки, или просто сожжены.

При проведении расчетов следует отдавать предпочтение данным о фактическом количестве захороненных ТБО. Оценивать количество образовавшихся или захороненных ТБО исходя из численности

#### КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ РАБОЧИМ ЛИСТОМ

- Скопируйте Рабочий лист 6-1, имеющийся в конце данного раздела.
- Храните у себя чистый оригинал Рабочего листа: он может потребоваться, чтобы сделать дополнительные копии.

населения (Рабочий лист 6-1А) следует только когда таких данных не имеется.

Заметьте, что в таблицах 6-1 и 6-3 приводятся значения для влажных (свежих) отходов.

ТАБЛИЦА 6-1 ДАННЫЕ О КОЛИЧЕСТВЕ, СОСТАВЕ И ЗАХОРОНЕНИИ ОТХОДОВ				
Регион	Образование твердых бытовых отходов (MSW) (кг/(чел. день))	Доля ТБО, захораниваемая на свалках	Доля в ТБО разлагаемого органического углерода, (DOC)	Объем захоронения ТБО (кг/(чел. день) (приводится для справки)
Россия	0,93	0,94	0,17	0,87
Примечание: В тех случаях, когда имеются более точные местные данные, соответствующие используемым здесь определениям, именно они, а не значения из таблицы, должны использоваться в расчетах..				

**Рабочий лист 6-1А (дополнительный): ДАННЫЕ ОБ ОБРАЗОВАНИИ/ ЗАХОРОНЕНИИ ОТХОДОВ**

1 Для года инвентаризации определите численность населения, отходы которого попадают на свалки, т. е. численность населения в населенных пунктах, охваченных системами централизованного вывоза отходов. Если таких данных не имеется, следует использовать численность городского населения. Внесите нужную величину (число человек) в колонку А.

В сельских населенных пунктах, не охваченных централизованным вывозом, отходы обычно разлагаются в аэробных условиях и эмиссии метана, если и есть, то очень малы. Данной методикой они не учитываются.

2 Внесите объем образования ТБО (в кг на душу населения в день) в колонку В.

По возможности, вы должны приводить ваши собственные данные. Типовые величины (без учета образования промышленных отходов) даны в таблице 6-1.

3 Умножьте величину в колонке А на величину в колонке В. Результат умножьте на число дней в году - 365, чтобы получить образование ТБО за год. Разделите его на  $10^6$  (перевод кг в гигаграммы) и запишите в колонку С.

4 Внесите долю отходов, захороненных на свалках, в колонку D. Доля захороненных отходов равна единице минус доля отходов, вывезенных на мусороперерабатывающие и мусоросжигающие предприятия, минус доля отходов, сожженных на месте, минус доля отходов, вывезенных на нелегальные свалки. По возможности, используйте местные данные, в противном случае внесите типовую величину из таблицы 6-1. В случае отсутствия соответствующих

данных, доли отходов, сжигаемых на месте и вывезенных на нелегальные свалки, считаются равными нулю.

- 5 Перемножьте величины в колонках С и D. Результатом будет количество ТБО, захороненных на свалках за год (в гигаграммах), запишите его в колонку E.
- 6 Перенесите величину из колонки E в колонку A главного Рабочего листа (Рабочий лист 6-1).

## ШАГ 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕКЦИИ МЕТАНА

Рабочий лист 6-1В (дополнительный): КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕКЦИИ МЕТАНА

- 1 Оцените долю отходов (по весу), приходящуюся на каждый тип свалок, из общего количества ТБО, захораниваемых за год (ранее занесенного вами в колонку A Рабочего листа 6-1). Типы свалок перечислены и определены в таблице 6-2.

Внесите эти величины в колонку W Рабочего листа 6-1В в соответствии с величинами x, y и z, показанными в таблице 6-2 [проверьте, что  $x+y+z=1$ ]. Если вы не знаете величин x, y и z, то считайте, что все отходы захораниваются на неуправляемых свалках и не вносите никаких значений x, y или z. Вместо этого в последней строке колонки W поставьте единицу (как показано в таблице 6-2).

Заметьте, что требуются данные именно о массе отходов с подразделением их по категориям свалок, а не о количестве мест захоронения отходов каждой категории.

- 2 Внесите в колонку X коэффициенты коррекции метана (MCF) для управляемых и неуправляемых свалок, в соответствии с величинами a, b и c, показанными в таблице 6-2.
- 3 Перемножьте величины в колонках W и X, результат - коэффициент MCF для каждого типа свалок, запишите в колонку Y.

Если местные данные для региона отсутствуют, то используйте типовые величины из таблицы 6-2. Если вы не знаете величин a, b и c, то в нижнюю ячейку колонки X внесите типовое значение, равное 0,6 (таблица 6-2).

- 4 Сложите три величины в колонке Y, чтобы получить средневзвешенный по свалкам всех типов коэффициент MCF. Запишите результат в четвертой строке колонки Y.

Если вы используете в колонке W типовое значение, равное 1 и в колонке X типовое значение коэффициента MCF, равное 0,6, то средневзвешенный коэффициент MCF будет равен  $1 \times 0,6 = 0,6$ . Запишите 0,6 в последней строке колонки Z.

Перенесите суммарную величину, полученную в четвертой или пятой сверху ячейке колонки Y, в колонку B основного Рабочего листа (Рабочий лист 6-1).

<b>ТАБЛИЦА 6-2 РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕКЦИИ МЕТАНА</b>				
Тип свалки	W Доля отходов (по весу), приходящаяся на свалки каждого типа	X Коэффициент коррекции метана (MCF): Типовые значения	Y Коэффициент коррекции метана (MCF): Значения специфичные для региона	Z Доля MCF для каждого типа свалок  $Z = W \times X$ (или $W \times Y$ )
Управляемые	x	1,0	a	= x или (a x X)
Неуправляемые глубокие (> или = 5 м отходов)	y	0,8	b	= 0,8y или (b x y)
Неуправляемые - неглубокие (< 5 м отходов)	z	0,4	c	= 0,4z или (c x Z)
Всего	Проверьте $x+y+z=1$	-	-	$Z_{total}$ (= сумма величин в затемненных ячейках выше)
Типовые значения	1	0,6	-	0,6

Определения:  
Управляемой свалкой (полигоном захоронения) твердых отходов считается такая, где отходы захораниваются контролируемым образом, в определенном месте (т.е. на специально подготовленные площадки, в той или иной мере имеется вентиляция отходов, защита от возгорания), причем выполняется одно из условий: отходы чем-либо покрываются, производится их механическое спрессовывание, отходы кладутся послойно.  
Все остальные свалки, не отвечающие перечисленным выше условиям, считаются неуправляемыми..

### **ШАГ 3 ОЦЕНКА ГОДОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ МЕТАНА НА ЕДИНИЦУ ЗАХОРОНЕННЫХ ОТХОДОВ**

- Оцените DOC - долю способного к разложению органического вещества в твердых бытовых отходах, захораниваемых на свалках. Это может быть сделано:
  - с помощью ваших собственных - местных данных о величине DOC;
  - расчетным путем, на основе местных данных о составе ТБО и типовых величин DOC, приведенных в таблице 6-3 для каждого типа отходов;
  - с помощью типовых значений DOC из таблицы 6-1.

По возможности, используйте местные данные с указанием источников информации.

ТАБЛИЦА 6-3 ТИПИЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ДОС ДЛЯ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ОТХОДОВ	
Вид отходов	Процент ДОС (по весу)
А. Бумага и тканевые материалы	40
В. Отходы, образующиеся в садах и парках (не пищевые)	17
С. Пищевые отходы	15
Д. Древесные отходы и солома <sup>1</sup>	30
<sup>1</sup> исключая углерод лигнина.	

На основании уравнения 2, с помощью представленных в таблице 6-3 значений, вы можете определить величину ДОС для вашего региона.

УРАВНЕНИЕ 2
$\text{ДОС (по весу)} = 0,4(A) + 0,17(B) + 0,15(C) + 0,30(D)$

где:

- А = весовая доля бумаги и тканевых материалов в общем количестве ТБО
- В = весовая доля садовых и парковых (непищевых) отходов в общем количестве ТБО
- С = весовая доля пищевых отходов в общем количестве ТБО
- Д = весовая доля древесных отходов и соломы в общем количестве ТБО

Если вы используете типовые величины из таблицы 6-1, то выбирайте те, которые наилучшим образом соответствуют условиям вашего региона.

Внесите результат в колонку С основного рабочего листа (Рабочий лист 6-1).

Принципиально важно, чтобы значения ДОС соответствовали составу отходов, указанных в колонке А Рабочего листа 6-1. Например, если в общий объем ТБО включены промышленные отходы, то необходимо, чтобы было использовано соответствующая величина ДОС. Типовые значения ДОС, приведенные в таблице 6-1, возможное присутствие промышленных отходов не учитывают.

- 2 Внесите долю ДОС, которая ежегодно разлагается, в колонку Д. Это та часть общей ДОС, которая фактически разлагается на свалках. Фактическое разложение потенциально разложимого органического вещества всегда происходит не полностью и некоторая его часть остается неразложившейся в течении долгого времени. Этот вопрос сейчас находится в стадии исследований, однако типовая величина, равная 0,77 может использоваться, пока нет лучших данных.



- 3 В колонку E внесите долю углерода, высвобождаемого в виде метана. Типовое значение равно 0,5. Если у вас есть лучшие данные - используйте их и укажите источник.
- 4 Перемножьте величины в колонках C, D и E, результат - потенциал образования метана на единицу веса отходов. Умножьте его на коэффициент из колонки F (16/12), чтобы перейти от углерода метана к собственно метану, произведение запишите в колонку G.
- 5 Чтобы получить величину годового образования метана на единицу веса захороненных отходов, перемножьте значения в колонках B и G, запишите результат в колонку H.

## ШАГ 4 ОЦЕНКА ОБЩЕЙ ГОДОВОЙ ЭМИССИИ МЕТАНА

### КОЭФФИЦИЕНТ ОКИСЛЕНИЯ МЕТАНА

Поправочный коэффициент, учитывающий окисление метана в процессе его выхода в атмосферу через толщу отходов, принимается равным нулю. Эта величина может быть изменена в последующих редакциях Руководства, по мере появления новых данных.

- 1 Перемножьте величины в колонках A и H, чтобы получить годовое образование метана на свалках, запишите его в колонку J.
- 2 В колонку K внесите суммарное количество метана, собранного на свалках за год, в гигаграммах  $\text{CH}_4$ . При этом следует учитывать весь собранный метан, не попадающий в конечном счете в атмосферу, независимо от того, был ли он использован для получения энергии, или просто сожжен.  

Типовых данных не имеется. Используйте местные данные, если они имеются, и укажите источник. В настоящее время сбор и утилизация метана на свалках России осуществляются только в очень редких случаях, в экспериментальном порядке. При затруднениях методического характера можно обращаться в Институт глобального климата и экологии (Москва).
- 3 Вычтите величину в колонке K из величины в колонке J, результат (годовое "нетто" образование метана), запишите в колонку L.
- 4 В колонку M внесите единицу минус корректирующий коэффициент, учитывающий возможное окисление части метана (его значение по умолчанию считается равным нулю, т.е.  $1-0=1$ ).
- 5 Перемножьте значения в колонках L и M, произведение - годовую ("нетто") эмиссию метана в гигаграммах  $\text{CH}_4$  запишите в колонку N.

### 6.3 Эмиссия метана при очистке коммунально-бытовых сточных вод

Биологическая очистка сточных вод, содержащих органические загрязнения (к ним относятся коммунально-бытовые и часть промышленных стоков), приводит к эмиссии значительного количества метана. С этим источником связано 8–11 процентов глобальной антропогенной эмиссии  $\text{CH}_4$ .

#### 6.3.1 Методика

Ключевым параметром для расчета эмиссии метана при очистке коммунально-бытовых стоков и обработке образующихся при этом осадков является биохимическая потребность в кислороде (БПК), характеризующая степень загрязнения стоков органическими веществами. Различают БПК<sub>5</sub> – биохимическую потребность в кислороде для окисления органического вещества в течении 5 суток и БПК<sub>полн</sub> – полную потребность в кислороде для биохимического окисления.

Описываемая в данном Руководстве методика позволяет учесть эмиссии от очистки коммунально-бытовых стоков и обработки образующихся в процессе очистки осадков. Методика основана на использовании следующих данных:

- численности населения, охваченного системами очистки коммунально-бытовых стоков;
- среднедушевого количества органических загрязнений, поступающих в системы очистки (характеризуется величиной БПК<sub>5</sub>/1000 чел·год);
- применяемых технологий очистки сточных вод и обработки осадков.

Методика включает три этапа: расчет количества органических загрязнителей, расчет коэффициентов эмиссии  $\text{CH}_4$ , оценку величины эмиссии.

Примерный перечень источников  $\text{CH}_4$ , связанных с различными технологиями очистки и хранения коммунально-бытовых стоков и осадков приведен в таблице 6-4.

Наиболее типичными методами очистки стоков в населенных пунктах России, оборудованных системами канализации, являются аэробная очистка сточных вод и анаэробная обработка (сбраживание) образующихся осадков в метантенках или аналогичных сооружениях. Метан в этом случае образуется в метантенках, где он утилизируется (сжигается) для получения тепла, или выбрасывается в атмосферу (в аварийных ситуациях и при использовании метантенков старых конструкций, в которых утилизация не предусмотрена). Небольшие количества  $\text{CH}_4$  выделяются при дображивании обработанных в метантенках осадков на иловых площадках. В некоторых случаях осадки вывозятся для хранения на иловые площадки минуя стадию анаэробной обработки.

Существует также другой метод оценки эмиссии  $\text{CH}_4$  от систем очистки сточных вод и обработки осадков, основанный на использовании данных

#### Эмиссии от отходов животных

Во избежание «двойного учета» эмиссий никакие эмиссии  $\text{CH}_4$ , происходящие на очистных сооружениях животноводческих ферм и комплексов при расчете по данной методике не учитываются. Эмиссии от отходов животных (навоза) рассчитываются по специальной методике, приведенной в Модуле 4 данного Руководства.

о величине пропуска сточных вод через системы биологической очистки. Однако применение его затрудняется тем, что, с одной стороны, в статистику пропуска сточных вод включаются стоки промышленных предприятий и животноводческих комплексов, проходящие биологическую очистку, а с другой стороны, часть промышленных стоков очищается совместно с коммунально-бытовыми стоками населенных пунктов. В связи с этим, данный метод здесь не описывается. За дополнительной информацией следует обращаться в Институт глобального климата и экологии (Москва).

<b>ТАБЛИЦА 6-4</b>	
<b>ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД</b>	
Метод очистки	Комментарии к процессу образования CH <sub>4</sub>
<p><b>В основном аэробные системы хранения и очистки</b> Выгребные ямы и отхожие места</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Биологические пруды</li> <li>• Слив отходов в реки</li> </ul> <p>Системы с аэробной очисткой стоков</p>	<p><b>Малое или нулевое образование CH<sub>4</sub></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Выгребные ямы и отхожие места могут быть источниками метана при соответствующей температуре и длительности хранения</li> <li>• Биологические пруды с естественной аэрацией глубиной более 3 метров могут быть источниками метана</li> <li>• В застойных водоемах с дефицитом кислорода может наблюдаться анаэробное разложение с выделением метана</li> <li>• Метан образуется в плохо сконструированных или неправильно эксплуатируемых очистных сооружениях аэробных систем очистки</li> </ul>
<p><b>В основном анаэробные системы хранения и очистки</b> Анаэробные глубокие пруды</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Канализационные системы с анаэробной очисткой</li> <li>• Септики (резервуары для обеззараживания)</li> </ul>	<p><b>Большое образование CH<sub>4</sub></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• В плохо сконструированных или плохо работающих анаэробных системах очистки может происходить аэрация, снижающая образование метана</li> <li>• Частое удаление твердых веществ уменьшает образование метана</li> </ul>
<p><b>Анаэробные системы с утилизацией метана</b> (в основном для обработки осадков сточных вод)</p>	<p>Утилизация или сжигание газа, образующегося при анаэробном сбраживании осадков, почти полностью ликвидирует эмиссию метана в атмосферу</p>

### 6.3.2 Заполнение рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 6-2 ЭМИССИЯ МЕТАНА ПРИ ОЧИСТКЕ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ СТОКОВ И ОБРАБОТКЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

### ШАГ 1 ОЦЕНКА ОБЩЕГО КОЛИЧЕСТВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В СТОЧНЫХ ВОДАХ И ОСАДКАХ

- 1 В колонку А впишите названия населенных пунктов, имеющих канализацию; если детализированных данных нет, используйте данные для региона в целом.
- 2 Внесите численность населения, охваченного системами канализации для каждого населенного пункта на год инвентаризации в колонку В (в тысячах человек). Если таких данных нет, внесите общую численность населения для каждого из этих населенных пунктов. В крайнем случае внесите общую численность городского населения в регионе, но это сильно снизит точность оценки эмиссии. Если какие-либо районы населенных пунктов не охвачены системами канализации, но содержимое выгребных ям из этих районов вывозится и сливается в канализационные сети или вывозится непосредственно на станции очистки, то численность населения этих районов должна быть просуммирована с численностью населения, охваченного системами канализации (т.е. учтена в данных, заносимых в колонку В).
- 3 Внесите в колонку С величину поступления разлагаемого органического вещества в сточные воды для каждого рассматриваемого населенного пункта (в кг БПК<sub>5</sub>/(1000 чел. год)). Типовое значение, используемое при отсутствии местных данных, равно 18000.
- 4 В колонку D для каждого рассматриваемого населенного пункта внесите количество разлагаемого органического вещества, удаляемого вместе с осадками. По умолчанию, эта величина считается равной единице. (При этом предполагается, что в процессе очистки сточных вод не используются анаэробные пруды или другие емкостные сооружения с глубиной более 1,5 – 2 м.) Воспользуйтесь местными данными, если они имеются.
- 5 Перемножьте три величины: значения в колонках В, С и единица минус значение в колонке D. Запишите произведение в колонку Е, как общее количество органического вещества в коммунально-бытовых стоках для населенных пунктов.
- 6 Перемножьте величины в колонках В, С и D. Произведение запишите в колонку F. Это общее количество органического вещества в осадках коммунально-бытовых сточных вод для населенных пунктов.
- 7 Для каждого населенного пункта повторите вычисления в пунктах 1-6, записывая их отдельно в новой строке.
- 8 Сложите величины в колонке Е и запишите сумму в нижней ячейке “Всего”. То же сделайте в колонке F. Суммы представляют собой общее количество коммунально-бытовых стоков и осадков сточных вод в регионе.

**ШАГ 2 ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТОВ ЭМИССИИ  
ДЛЯ СИСТЕМ ОЧИСТКИ КОММУНАЛЬНО-  
БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД**

Определите агрегированный коэффициент конверсии метана (MCF) для коммунально-бытовых сточных вод (в данном разделе 6.3 сокращение MCF применяется к иному коэффициенту, чем в предыдущем разделе 6.2).

- 1 В колонку А внесите типы систем очистки коммунально-бытовых стоков.
- 2 В колонку В внесите доли сточных вод, обрабатываемых различными системами очистки, занесенными в колонку А. Сумма всех величин в колонке В должна равняться единице.
- 3 В колонку С впишите значения коэффициента конверсии метана для систем, занесенных в колонку А.
- 4 Перемножьте величины в колонках В и С. Запишите произведение в колонку D.
- 5 Сумму произведений запишите в нижней ячейке колонки D.
- 6 В нижнюю ячейку колонки Е запишите максимальную величину образования метана в сточных водах. Используемая при отсутствии иных данных теоретическая величина равна 0,25 кг CH<sub>4</sub>/кг БПК<sub>5</sub>.
- 7 Вычислите средний коэффициент эмиссии для коммунально-бытовых сточных вод, для этого умножьте величины в нижних ячейках колонок D и E, результат запишите внизу колонки F.

**ШАГ 3 ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТОВ ЭМИССИИ  
ДЛЯ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ  
КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД**

Определите агрегированный коэффициент MCF для осадков сточных вод.

- 1 В колонку А внесите типы систем обработки осадков коммунально-бытовых стоков.
- 2 В колонку В внесите доли осадков, обрабатываемых различными системами, занесенными в колонку А.
- 3 В колонку С внесите значения коэффициента конверсии метана для различных систем, занесенных в колонку А. Если осадок обрабатывается в метантенках, то, по умолчанию (если нет лучших данных), этот коэффициент принимается равным единице. Если метантенки, или другие сооружения с анаэробными условиями обработки не используются, то коэффициент конверсии метана считается равным нулю.
- 4 Перемножьте величины в колонках В и С. Запишите произведение в колонку D.
- 5 Сумму произведений запишите в нижнюю ячейку колонки D.
- 6 В нижнюю ячейку колонки Е запишите максимальную величину

образования метана в осадках. Используемая при отсутствии иных данных теоретическая величина равна 0,25 кг  $\text{CH}_4$ /кг БПК<sub>5</sub>.

- 7 Вычислите средний коэффициент эмиссии для осадков, для этого умножьте величины в нижних ячейках колонок D и E, результат запишите внизу колонки F.

#### **ШАГ 4 ОЦЕНКА ЭМИССИИ МЕТАНА ОТ СИСТЕМ ОЧИСТКИ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ СТОКОВ И ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД**

- 1 В строки 1 и 2 колонки A перепишите, соответственно, значения общего количества органического вещества в коммунально-бытовых стоках (из нижней ячейки колонки E листа 1 Рабочего листа 6-2) и общего количества органического вещества в осадках, образующихся при обработке этих стоков (из нижней ячейки колонки F того же листа).
- 2 В колонку B перепишите средний коэффициент эмиссии для коммунально-бытовых стоков (из колонки F листа 2 Рабочего листа 6-2) и средний коэффициент эмиссии для осадков (из колонки F листа 3 Рабочего листа 6-2).
- 3 Перемножьте величины в колонках A и B, произведение запишите в колонку C.
- 4 В колонку D внесите общее количество утилизированного и/или сожженного метана, образовавшегося при обработке сточных вод и осадков в кг  $\text{CH}_4$ . Если таких данных нет, то считайте, что это количество равно нулю.
- 5 Вычтите величины в колонке D из величин в колонке C, результаты разделите на 1 000 000, чтобы выразить эмиссии в гигаграммах, и запишите в колонку E.
- 6 Сложите величины в обеих строках колонки E и запишите сумму в нижней ячейке колонки. Полученным результатом будет эмиссия  $\text{CH}_4$  от очистки коммунально-бытовых стоков и обработки образующихся при этом осадков.

### **6.4 Эмиссия метана от промышленных стоков и осадков сточных вод**

Так же, как и в случае коммунально-бытовых стоков, биологическая очистка промышленных стоков и обработка образующихся осадков во многих случаях сопровождается выделением  $\text{CH}_4$ . Как правило, промышленные стоки проходят очистку совместно с коммунально-бытовыми сточными водами населенных пунктов. Сильно загрязненные стоки перед поступлением в коммунальные системы подвергаются предварительной очистке на очистных сооружениях предприятий.

Методика оценки эмиссии  $\text{CH}_4$  от промышленных стоков и осадков сточных вод в данную версию Руководства не включена.

## **6.5 Эмиссия закиси азота, связанная с отходами человеческой жизнедеятельности**

### **6.5.1 Методика и источники данных**

Эмиссия  $N_2O$ , рассматриваемая в данном разделе, связана с его выделением из фекалий (отходов жизнедеятельности) человека. Количество выделяющегося  $N_2O$  напрямую связано с количеством потребляемой белковой пищи и может быть рассчитано с использованием уравнения 3.

Необходимые данные о численности населения содержатся в статистических справочниках. Величина среднедушевого потребления белка не относится к регулярно собираемой статистической информации. Эти данные можно искать в научной литературе, или попытаться получить у экспертов, специализирующихся по медико-социальным вопросам. При отсутствии местных данных следует воспользоваться типовыми данными – см. ниже.

#### **УРАВНЕНИЕ 3**

Эмиссия  $N_2O$  (Гг/ год):

$$E = PR \times N \times FR \times EF \times 44/28 \times 10^{-6}$$

где:

- PR = среднедушевое потребление белка населением региона (кг белка/(чел.год)).
- N = численность населения региона (человек)
- FR = Содержание (доля) азота в потребляемом белке
- EF = Коэффициент эмиссии  $N_2O$  (кг  $N_2O$ -N/кг N)
- 44/28 = Коэффициент перехода от  $N_2O$ -N к  $N_2O$
- $10^{-6}$  = Коэффициент перехода от кг к Гг

### **6.5.2 Заполнение рабочих листов**

Используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 6-3: ЭМИССИЯ  $N_2O$  СВЯЗАННАЯ С ОТХОДАМИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

- 1 В колонку А внесите величину среднедушевого потребления белка населением региона в кг белка/(чел.год). Если местных данных не имеется, воспользуйтесь значением 30 кг белка/(чел.год).
- 2 В колонку В внесите численность населения региона (человек).
- 3 В колонку С внесите содержание (долю) азота в белке. Типовое значение, применяемое “по умолчанию” составляет 0,16 кг N/кг белка.

4 В колонку D занесите коэффициент эмиссии. Значение “по умолчанию” составляет 0,01 кг N<sub>2</sub>O-N/кг N.

Перемножьте значения в колонках A, B, C и D. Умножьте получившийся результат на 44/28 (т.е. на 3,67) и разделите на 1 000 000, чтобы перейти от килограммов N к гигаграммам N<sub>2</sub>O. Занесите полученный результат в колонку E. Результат является значением эмиссии N<sub>2</sub>O, связанной с отходами жизнедеятельности человека.



Модуль		Отходы										
Подмодуль		Эмиссия метана от захоронения твердых отходов										
Рабочий лист		6-1										
Лист		1 из 1										
ШАГ 1	ШАГ 2	ШАГ 3						ШАГ 4				
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
Общее количество твердых бытовых отходов (ТБО), захораниваемых на свалках  (Гг ТБО)	Коэффициент коррекции метана (МСФ)	Доля в ТБО биоразлагаемого органического углерода (DOC)	Доля DOC, который разлагается фактически	Доля углерода, переходящего в метан	Переводной-множитель	Потенциал образования метана на единицу веса захороненных отходов  (Гг CH <sub>4</sub> /Гг ТБО)	Фактическое образование метана на единицу веса захороненных отходов  (Гг CH <sub>4</sub> /Гг ТБО)	Годовое образование метана  (Гг CH <sub>4</sub> )	Утилизированный за год метан  (Гг CH <sub>4</sub> )	Годовое ("нетто") образование метана  (Гг CH <sub>4</sub> )	Единица минус корректирующий коэффициент окисления метана	Годовая ("нетто") эмиссия метана  (Гг CH <sub>4</sub> )
						$G = (C \times D \times E \times F)$	$H = (B \times G)$	$J = (H \times A)$		$L = (J - K)$		$N = (L \times M)$
					16/12							



<b>МОДУЛЬ</b>		<b>ОТХОДЫ</b>		
<b>ПОДМОДУЛЬ</b>		<b>КОЛИЧЕСТВО ТВЕРДЫХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ, ЗАХОРОНЕННЫХ НА СВАЛКАХ (ПО МЕСТНЫМ ДАННЫМ)</b>		
<b>РАБОЧИЙ ЛИСТ</b>		<b>6-1А (ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ)</b>		
<b>ЛИСТ</b>		<b>1 из 1</b>		
<b>А</b>	<b>В</b>	<b>С</b>	<b>Д</b>	<b>Е</b>
Численность населения, отходы которого поступают на свалки  (человек)	Количество образующихся твердых бытовых отходов (ТБО)  (кг/(чел. день))	Общее количество образующихся ТБО  (Гг MSW)	Доля ТБО, захораниваемая на свалках	Общее количество ТБО, захораниваемых на свалках за год  (Гг MSW)
		$C = (A \times B \times 365) / 10^6$		$E = (C \times D)$

<b>МОДУЛЬ</b>		<b>ОТХОДЫ</b>	
<b>ПОДМОДУЛЬ</b>		<b>КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕКЦИИ МЕТАНА</b>	
<b>РАБОЧИЙ ЛИСТ</b>		<b>6-1В (ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ)</b>	
<b>ЛИСТ</b>		<b>1 из 1</b>	
	<b>W</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
Тип свалок	Доля отходов (по весу), приходящаяся на свалки каждого типа	Коэффициент коррекции метана (MCF)	Доля MCF для каждого типа свалок
			$Y = W \times X$
Управляемые		1,0	
Неуправляемые - глубокие ( $\geq 5$ м отходов)		0,8	
Неуправляемые мелкие - ( $< 5$ м отходов)		0,4	
Всего		0,6	

Модуль	Отходы				
Подмодуль	Эмиссия метана при очистке коммунально-бытовых стоков и обработке осадков сточных вод				
Рабочий лист	6-2				
Лист	1 из 4 Оценка количества органического вещества в сточных водах и осадках				
<b>ШАГ 1</b>					
А	В	С	D	Е	F
Населенный пункт или регион	Численность населения, охваченного системами канализации	Разлагаемое органическое вещество	Доля разлагаемого органического вещества, удаляемая с осадками	Общее количество органического вещества в коммунальнобытовых сточных водах	Общее количество органического вещества в осадках, образующихся при очистке коммунальнобытовых сточных вод
	(тыс. чел.)	(кг БПК <sub>5</sub> /(тыс. чел. год))		(кг БПК <sub>5</sub> / год)	(кг БПК <sub>5</sub> / год)
				$E = [B \times C \times (1-D)]$	$F = (B \times C \times D)$
			<b>Всего:</b>		

<b>МОДУЛЬ</b>	<b>ОТХОДЫ</b>				
<b>ПОДМОДУЛЬ</b>	<b>ЭМИССИЯ МЕТАНА ПРИ ОЧИСТКЕ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ СТОКОВ И ОБРАБОТКЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД</b>				
<b>РАБОЧИЙ ЛИСТ</b>	<b>6- 2</b>				
<b>ЛИСТ</b>	<b>2 из 4 Оценка коэффициента эмиссии для систем очистки сточных вод</b>				
<b>ШАГ 2</b>					
<b>А</b> Система очистки сточных вод	<b>В</b> Доля сточных вод, приходящаяся на данную систему очистки	<b>С</b> Коэффициент конверсии метана (его образования из органического вещества) для данной системы очистки	<b>Д</b> Производство	<b>Е</b> Максимальное образование метана  (кг CH <sub>4</sub> /кг БПК <sub>5</sub> )	<b>Ф</b> Коэффициент эмиссии для сточных вод бытового/ коммерческого происхождения  (кг CH <sub>4</sub> /кг БПК <sub>5</sub> )
			$D = (B \times C)$		$F = (D \times E)$
		<b>Агрегированный коэффициент конверсии метана MSF:</b>			

Модуль	Отходы				
Подмодуль	Эмиссия метана при очистке коммунально-бытовых стоков и обработке осадков сточных вод				
Рабочий лист	6- 2				
Лист	3 из 4 Оценка коэффициента эмиссии для систем обработки осадков				
<b>ШАГ 3</b>					
А	В	С	Д	Е	Ф
Система обработки осадков	Доля осадков, приходящаяся на данную систему очистки	Коэффициент конверсии метана (его образования из органического вещества) для данной системы обработки	Произведение	Максимальное образование метана  (кг CH <sub>4</sub> /кг BOD)	Коэффициент эмиссии для осадков, образующихся при очистке коммунально-бытовых стоков  (кг CH <sub>4</sub> /кг BOD)
			D = (B x C)		F = (D x E)
		Агрегированный коэффициент конверсии метана MCF:			

<b>Модуль</b>	<b>Отходы</b>				
<b>Подмодуль</b>	<b>Эмиссия метана при очистке коммунально-бытовых стоков и обработке осадков сточных вод</b>				
<b>Рабочий лист</b>	<b>6- 2</b>				
<b>Лист</b>	<b>4 из 4 Оценка эмиссии метана при очистке коммунально-бытовых стоков и обработке осадков сточных вод</b>				
<b>ШАГ 4</b>					
	<b>А</b> Общее количество образующегося органического вещества (кг БПК <sub>5</sub> / год)	<b>В</b> Коэффициент эмиссии (кг СН <sub>4</sub> /кг БПК <sub>5</sub> )	<b>С</b> Эмиссия метана без учета утилизации и сжигания	<b>Д</b> Утилизация/ сжигание метана (кг СН <sub>4</sub> )	<b>Е</b> "Нетто" эмиссии метана (Гг СН <sub>4</sub> )
	из Рабочего листа 6-2, лист 1	из Рабочего листа 6-2, листы 2 и 3	$C = (A \times B)$		$E = (C - D) \times 10^{-6}$
Сточные воды					
Осадки					
				<b>Всего:</b>	



Модуль	Отходы				
Подмодуль	ЭМИССИЯ N <sub>2</sub> O СВЯЗАННАЯ С ОТХОДАМИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ				
РАБОЧИЙ ЛИСТ	6-3				
Лист	1 из 1				
	А	В	С	Д	Е
	Потребление белка на душу населения  (кг белка/ чел. год))	Численность населения  (чел.)	Доля азота в белке  (кг N/кг белка)	Коэффициент эмиссии  (кг N <sub>2</sub> O- N/кг N)	Общая годовая эмиссия N <sub>2</sub> O  (Гг N <sub>2</sub> O/ год)
					$E = (A \times B \times C \times D) \times 44/28 \times 10^{-6}$
<b>Всего</b>					