



UNECE



Краткое изложение методологии уровня 1 для расчёта выбросов от источников загрязнения

*Нат алья Сирина-Лебуан
Консультант ЕЭК ООН по кадастрам
выбросов*

13 июня 2024



Методологические подходы к расчету выбросов ПГ и ЗВ



Руководящие принципы МГЭИК 2006 г. с уточнениями 2019 г.

Руководство ЕМЕП/ЕАОС 2023 года

уровень 1: Простые методы с использованием общедоступной национальной или международной статистики, в комбинации с установленными коэффициентами выбросов по умолчанию и дополнительно предоставленными параметрами

уровень 2: Статистические данные, аналогичные подходу уровня 1, но вместо коэффициентов по умолчанию используются национальные коэффициенты выбросов, характерные для условий страны

уровень 3: Комплексные модели и методы

Методологический подход уровня 1



- предусмотрены для всех категорий
- предназначены для использования общедоступной национальной или международной статистики
- установленные коэффициенты выбросов по умолчанию пригодные для всех стран (ПГ) в регионе ЕЭК ООН (ЗВ)
- дополнительные параметры
- высокий уровень неопределенности

Выбросы=ДДхКВ

ДД – данные о деятельности

КВ – коэффициент выбросов

1А1а – Централизованное производство тепло- и электроэнергии



Описание категории

- основная деятельность производство электроэнергии и тепла
- включает выбросы от установок для сжигания топлива на стационарных источниках, рассматриваемых как точечные источники
- деятельность крупных установок по сжиганию

Выбросы

ПГ: CO₂, CH₄, N₂O

ЗВ: SO_x, NO_x, НМЛОС, CO, NH₃, ТЧ, ЧУ, ТМ



Схема технологического процесса для ТЭЦ



1А1а – Централизованное производство тепло- и электроэнергии



UNEP

Методический подход к оценке выбросов ПГ

- данные о количестве топлива, сожженного в категории источников в стране и коэффициентах выбросов по умолчанию
- исходные данные о деятельности: количества сожженного топлива с разделением по каждому виду топлива, используемого на предприятиях данной категории

УРАВНЕНИЕ 2.1

ВЫБРОСЫ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ СТАЦИОНАРНОМ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА

$$\text{Выбросы}_{\text{ПГ, топливо}} = \text{Потребл. топлива}_{\text{топливо}} \cdot \text{Коэфф. выбросов}_{\text{ПГ, топливо}}$$

УРАВНЕНИЕ 2.2

ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ВЫБРОСОВ ПО ВИДУ ПАРНИКОВОГО ГАЗА

$$\text{Выбросы}_{\text{ПГ}} = \sum_{\text{топливо}} \text{Выбросы}_{\text{ПГ, топливо}}$$

$\text{Выбросы}_{\text{ПГ, топливо}}$ = выбросы данного ПГ по типу топлива (кг ПГ)

$\text{Потребление топлива}_{\text{топливо}}$ = количество сожженного топлива (ТДж)

$\text{Коэффициент выбросов}_{\text{ПГ, топливо}}$ = коэффициент выбросов данного ПГ по типу топлива (кг газ/ТДж). Для CO_2 он включает коэффициент окисления углерода, принятый равным 1.

1А1а – Централизованное производство тепло- и электроэнергии



ТАБЛИЦА 2.2
Коэффициенты выбросов по умолчанию для стационарного сжигания в отраслях энергетики
(кг парникового газа на ТДж на основе вышней теплоты сгорания)

Топливо	CO ₂			CH ₄			N ₂ O				
	Коэфф. выбросов по умолчанию	Нижний предел	Верхний предел	Коэфф. выбросов по умолчанию	Нижний предел	Верхний предел	Коэфф. выбросов по умолчанию	Нижний предел	Верхний предел		
Сырая нефть	73 300	71 000	75 500	г	3	1	10	0,6	0,2	2	
Ориентальная	г 77 000	69 300	85 400	г	3	1	10	0,6	0,2	2	
Сахарный природный газ	г 64 200	58 300	70 400	г	3	1	10	0,6	0,2	2	
Испини	Автобензин	г 69 300	67 500	73 000	г	3	1	10	0,6	0,2	2
	Авибензин	г 70 000	67 500	73 000	г	3	1	10	0,6	0,2	2
Биогаз для реактивных двигателей	г 70 000	67 500	73 000	г	3	1	10	0,6	0,2	2	
Керосин для реактивных двигателей	г 71 500	69 700	74 400	г	3	1	10	0,6	0,2	2	
Др. в керосине	71 900	70 800	73 700	г	3	1	10	0,6	0,2	2	
Самолетное масло	73 300	67 800	79 200	г	3	1	10	0,6	0,2	2	
Газоиль/Диз. топливо	74 100	72 600	74 800	г	3	1	10	0,6	0,2	2	
Топочный мазут	77 400	75 500	78 800	г	3	1	10	0,6	0,2	2	
Сахарный нефтяной газ	63 100	61 600	65 600	г	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3	
Этан	61 600	56 500	68 600	г	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3	
Нефть	73 300	69 300	76 300	г	3	1	10	0,6	0,2	2	
Валуж	80 700	73 000	89 900	г	3	1	10	0,6	0,2	2	
Смесь металлы	73 300	71 900	75 200	г	3	1	10	0,6	0,2	2	
Нефтяной кокс	г 97 500	82 900	115 000	г	3	1	10	0,6	0,2	2	
Сырая нефть-переработка	73 300	68 900	76 600	г	3	1	10	0,6	0,2	2	
Прочие углеводороды	Нефтегазовая газ	г 57 600	48 200	69 000	г	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
	Твердые парафины	73 300	72 200	74 400	г	3	1	10	0,6	0,2	2
Прочие углеводороды	Угле-спирит и СОГК	73 300	72 200	74 400	г	3	1	10	0,6	0,2	2
	Др. нефтепродукты	73 300	72 200	74 400	г	3	1	10	0,6	0,2	2
Антрацит	98 300	94 600	101 000	г	1	0,3	3	г 1,5	0,5	5	
Кокс угля	94 400	87 300	101 000	г	1	0,3	3	г 1,5	0,5	5	
Др. виды битуминозного угля	94 400	89 500	99 700	г	1	0,3	3	г 1,5	0,5	5	
Полубитуминозный уголь	96 100	92 800	100 000	г	1	0,3	3	г 1,5	0,5	5	
Лигнит	101 000	90 900	115 000	г	1	0,3	3	г 1,5	0,5	5	
Горючий сланец и битуминозные пески	107 000	90 200	125 000	г	1	0,3	3	г 1,5	0,5	5	
Брикетированный бурый уголь	97 500	87 300	109 000	г	1	0,3	3	г 1,5	0,5	5	
Патентованное топливо	97 500	87 300	109 000	г	1	0,3	3	г 1,5	0,5	5	
Кокс	Печной и коксовый кокс	г 107 000	95 700	119 000	г	1	0,3	3	г 1,5	0,5	5
	Газовый кокс	г 107 000	95 700	119 000	г	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3

ТАБЛИЦА 2.2 (ПРОДОЛЖЕНИЕ)
Коэффициенты выбросов по умолчанию для стационарного сжигания в отраслях энергетики
(кг парникового газа на ТДж на основе вышней теплоты сгорания)

Топливо	CO ₂			CH ₄			N ₂ O						
	Коэфф. выбросов по умолчанию	Нижний предел	Верхний предел	Коэфф. выбросов по умолчанию	Нижний предел	Верхний предел	Коэфф. выбросов по умолчанию	Нижний предел	Верхний предел				
Угольный деготь	г 80 700	68 200	95 300	г	1	0,3	3	г 1,5	0,5	5			
Производные газы	Заводской газ	г 44 400	37 300	54 100	г	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3		
	Коксовый газ	г 44 400	37 300	54 100	г	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3		
	Доменный газ	г 260 000	219 000	308 000	г	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3		
	Газ хлор-пластик-масляный	г 182 000	145 000	202 000	г	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3		
Природный газ	56 100	54 300	58 300	г	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3			
Бытовые отходы (биологическая фракция)	г 91 700	73 300	121 000	г	3	1	10	100	4	1,5	15		
Промышленные отходы	г 143 000	110 000	183 000	г	3	1	10	100	4	1,5	15		
Нефтежелезные отходы	г 73 300	72 200	74 400	г	3	1	10	100	4	1,5	15		
Горф	106 000	100 000	108 000	г	1	0,3	3	г 1,5	0,5	5			
Твердые биотопливо	Древесина/древесные отходы	г 112 000	95 000	132 000	г	3	1	100	4	1,5	15		
	Шелок (Черный шелок)	г 95 300	80 700	110 000	г	3	1	18	г 2	1	21		
	Др. виды переработанной твердой биомассы	г 100 000	84 700	117 000	г	3	1	100	4	1,5	15		
Жидкие биотопливо	Древесный уголь	г 112 000	95 000	132 000	г	3	1	200	70	600	4	1,5	15
	Биоэтанол	г 70 800	59 800	84 300	г	3	1	10	0,6	0,2	2		
Биогаз	Био-ди-топливо	г 70 800	59 800	84 300	г	3	1	10	0,6	0,2	2		
	Другие виды жидкого био-топлива	г 79 600	67 100	93 300	г	3	1	10	0,6	0,2	2		
	Газ из орг. отходов	г 54 600	46 200	66 000	г	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3		
Биогаз	Канализационный газ	г 54 600	46 200	66 000	г	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3		
	Другие биогаз	г 54 600	46 200	66 000	г	1	0,3	3	0,1	0,03	0,3		
Др. жидкие биотопливо	Бытовые отходы (фракция биомассы)	г 100 000	84 700	117 000	г	3	1	100	4	1,5	15		

*) Выделены полученные из биомассы CO₂, выделенный из установки сжигания черного шелка и полученный из биомассы CO₂, выделенный из печи для обжига известняка.
г - указывает на новый коэффициент выбросов, который не был представлен в Руководящих принципах МГЭИК 1996 г.
г - указывает на коэффициент выбросов, который был пересмотрен после выхода Руководящих принципов МГЭИК 1996 г.

1А1а – Централизованное производство тепло- и электроэнергии



UNEP

Методический подход к оценке выбросов ЗВ

- ежегодное национальное потребление топлива (по типам топлива) в ГДж
- информация : статистические ежегодники ООН, Международное энергетическое агентство (IEA) или национальная статистика
- коэффициенты выбросов предполагают использование средней или типичной технологии и мер сокращения выбросов

$$E_{\text{загрязнитель}} = AR_{\text{потребление топлива}} \times EF_{\text{загрязнитель}}$$

$E_{\text{загрязнитель}}$ ежегодные выбросы загрязняющего вещества

$EF_{\text{загрязнитель}}$ коэффициент выбросов этого вещества

$AR_{\text{потребление топлива}}$ деятельность, характеризуемая потреблением топлива

1А1а – Централизованное производство тепло- и электроэнергии



Таблица 3-2. Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источника 1.А.1.а при использовании каменного угля

Коэффициенты выбросов по умолчанию Уровня 1					
Код	Название				
Категория источника НО	1.А.1.а	Производство электричества и тепла общего пользования			
Топливо	Каменный уголь				
Не применяется					
Не оценено	ННЗ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NO _x	209	г/ГДж	200	350	US EPA 1998, глава 1.1:
CO	8.7	г/ГДж	6.15	15	US EPA 1998, глава 1.1:
НМЛОС	1.0	г/ГДж	0.6	2.4	US EPA 1998, глава 1.1
SO _x	820	г/ГДж	330	5000	См. примечание
ОКВЧ	11.4	г/ГДж	3	300	US EPA 1998, глава 1.1
ТЧ10	7.7	г/ГДж	2	200	US EPA 1998, глава 1.1
ТЧ2.5	3.4	г/ГДж	0.9	90	US EPA 1998, глава 1.1
ЧУ	2.2	% ТЧ _{2.5}	0.27	8.08	См. примечание
Pb	7.3	мг/ГДж	5.16	12	US EPA 1998, глава 1.1
Cd	0.9	мг/ГДж	0.627	1.46	US EPA 1998, глава 1.1
Hg	1.4	мг/ГДж	1.02	2.38	US EPA 1998, глава 1.1
As	7.1	мг/ГДж	5.04	11.8	US EP
Cr	4.5	мг/ГДж	3.2	7.46	US EP
Cu	7.8	мг/ГДж	0.233	15.5	Экспе (ЕМЕП)
Ni	4.9	мг/ГДж	3.44	8.03	US EP
Se	23	мг/ГДж	16	37.3	US EP
Zn	19	мг/ГДж	7.75	155	Экспе (ЕМЕП)

Таблица 3-1. Классификация топлива по Уровню 1

Тип топлива по Уровню 1	Связанные с этим типом другие виды топлива
Каменный уголь	Коксующийся уголь, другой битуминозный уголь, полубитуминозный уголь, кокс, «запатентованное» промышленное топливо
Бурый уголь	Лигнит, битумный сланец, «запатентованное» промышленное топливо, торф
Газообразные типы топлива	Природный газ, жидкости из природного газа, сжиженный нефтяной газ, газ нефтепереработки (КВ для газа нефтепереработки доступны в разделе 4.2), заводской газ, коксовый газ, доменный газ
Тяжелое дизельное топливо	Остаточный нефтепродукт, сырье нефтепереработки, нефтяной кокс, водно-битумная эмульсия, битум
Светлые нефтепродукты	Газойл, керосин, нефтяное масло, сланцевое масло
Биомасса	Древесина, древесный уголь, отходы овощей (с/х)

ПХБ	3.3	нг WHO-ТЕГ/ГДж	1.1	9.9	Grochowalski & Koniecznyński, 2008
Полихлоридные дибензопарадиоксины и фураны (ПХДД/Ф)	10	нг I-ТЕQ/ГДж	5	15	UNEP (2005); Котлы, работающие на угле
Бензо(а)пирен	0.7	мкг/ГДж	0.245	2.21	US EPA 1998, глава 1.1
Бензо(в)флуорантен	37	мкг/ГДж	3.7	370	Wenborn et al., 1999
Бензо(к)флуорантен	29	мкг/ГДж	2.9	290	Wenborn et al., 1999
Индено(1,2,3-сд)пирен	1.1	мкг/ГДж	0.591	2.36	US EPA 1998, глава 1.1
ГХБ	6.7	мкг/ГДж	2.2	20.1	Grochowalski & Koniecznyński, 2008

2A1 Производство цемента



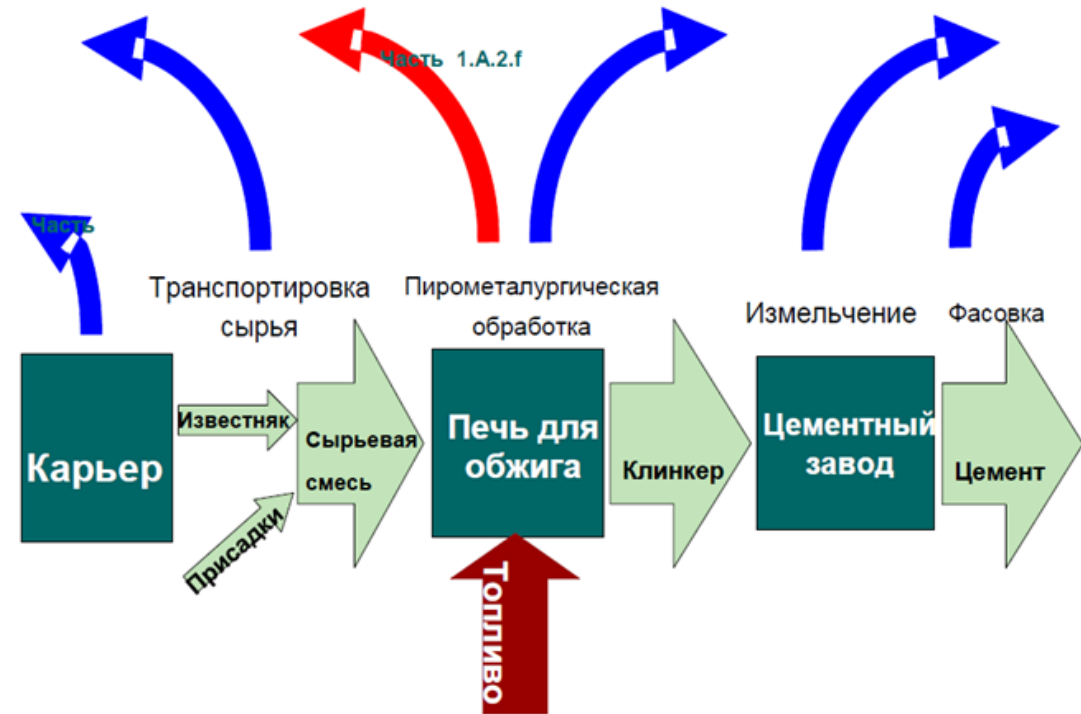
Описание категории

- при производстве цемента выбросы образуются в процессе получения клинкера, из которого получают гидравлический цемент (обычно портланд).
- необходимые данные о типах производимого цемента и о доле клинкера в составе цемента
- исходные данные могут быть доступны в орг государственной статистики или непосредственно на предприятиях

Выбросы

ПГ: CO₂, CH₄, N₂O

ЗВ: SO_x, NO_x, НМЛОС, СО, ПХДД, ПХДФ, NH₃, HCl, HF, ТЧ, ЧУ



Производство цемента

2A1 Производство цемента



Методический подход к оценке выбросов ПГ

- оценка объёмов производства клинкера, которая выводится исходя из объёмов производства цемента с коррекцией на импорт и экспорт клинкера
- выбросы от производства импортного клинкера не должны включаться в национальную оценку выбросов, поскольку эти выбросы были произведены и учтены в другой стране
- выбросы от клинкера, который был полностью экспортирован, должны быть включены в национальную оценку той страны, где этот клинкер был произведён

УРАВНЕНИЕ 2.1
УРОВЕНЬ 1: ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ, НА ОСНОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА

$$\text{Выбросы } CO_2 = \left[\sum_i (M_{ci} \cdot C_{cli}) - Im + Ex \right] \cdot EF_{clc}$$

Где

Выбросы CO_2 = выбросы CO_2 от производства цемента, тонны

M_{ci} = вес (масса) произведённого цемента³ типа i , тонны

C_{cli} = фракция клинкера в цементе типа i , дробь

Im = импорт клинкера для потребления, тонны

Ex = экспорт клинкера, тонны

EF_{clc} = коэффициент выбросов для клинкера в конкретном цементе, тонны CO_2 /тонну клинкера
Коэффициент выбросов для клинкера, принятый по умолчанию, (EF_{clc}), скорректирован на ЦП.

2A1 Производство цемента



Методический подход к оценке выбросов ПГ

- в рамках эффективной практики используют допущение о том, что клинкер по умолчанию содержит 65% CaO, что 100% CaO происходит от карбонатного материала, и применяют 2%-ный поправочный коэффициент на ЦП

УРАВНЕНИЕ 2.4

КОЭФФИЦИЕНТ ВЫБРОСОВ ДЛЯ КЛИНКЕРА

$$EF_{clc} = 0,51 \cdot 1,02 \text{ (поправка на ЦП)} = 0,52 \text{ тонн } CO_2 / \text{тонн клинкера}$$

2A1 Производство цемента



Методический подход к оценке выбросов ЗВ

- метод используется только, когда цементное производство не является ключевым производством
- коэффициент выброса учитывает «среднюю» или обычную технологию и систему очистки, применяемую в стране, и включает в себя различные подпроцессы производства цемента с момента поступления сырья в производство и до отгрузки конечного продукта

$$E_{pollutant} = AR_{production} \times EF_{pollutant} \quad (1)$$

где:

- $E_{pollutant}$ выбросы загрязняющих веществ (кг)
- $AR_{production}$ годовое производство цемента (т)
- $EF_{pollutant}$ коэффициент выброса соответствующего загрязняющего вещества (кг загрязняющего вещества / т произведенного цемента)

ЕМЕП 2019

2A1 Производство цемента



Таблица 3-1 Коэффициенты выбросов для использования метода уровня 1 в категории 2.A.1 Производство цемента

Коэффициенты выбросов Уровня 2					
	Код	Название			
Категория источника НО	2.A.1	Производство цемента			
Топливо	Не применимо				
Не применяется	ПХБ				
Не оценено	NO _x , CO, НМЛОС, SO _x , NH ₃ , Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, ПХДД/Ф, Бензо(а)пирен, Бензо(в)флуорантен, Бензо(к)флуорантен, Индено(1,2,3-сд)пирен, ГХБ				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
ОКВЧ	260	г/Мг клинкера	130	520	European Commission (2010)
ТЧ ₁₀	234	г/Мг клинкера	117	468	European Commission (2010)
ТЧ _{2.5}	130	г/Мг клинкера	65	260	European Commission (2010)
ЧУ	3	% ТЧ _{2.5}	1.5	6	US EPA (2011, file no.: 91127)

2С3 Производство алюминия



UNECE

Описание категории

Во всем мире первичный алюминий производится по электролитическому способу Холла-Херулта. В этом способе ванны электролитического восстановления различаются по форме и конфигурации углеродного анода и системе подачи глинозема;

Четыре типа технологии:

- центральное предварительное спекание (CWPB)
- боковое предварительное спекание (SWPB),
- горизонтальный метод Стада Содерберга (HSS) и
- вертикальный метод Стада Содерберга (VSS)

Выбросы:

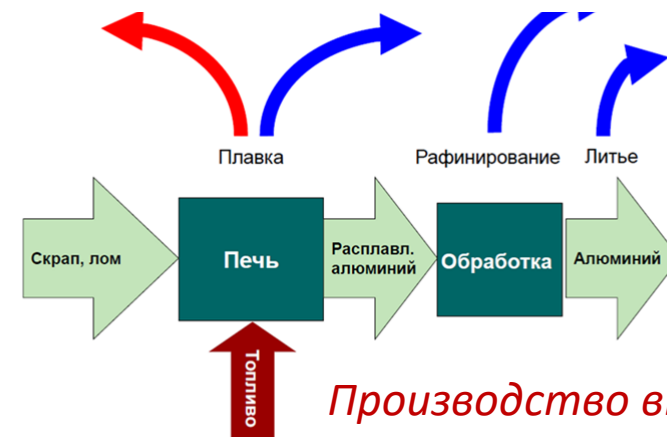
ПГ: CO₂ в результате реакции углерода углеродных анодов с оксидом алюминия с образованием металлического алюминия

ПФУ – выбросы CF₄ и C₂F₆ в результате анодных эффектов

ЗВ: CO, NO_x, пыль, CO, HCl, HF, SO₂ и ЛОС



Производство первичного алюминия



Производство вторичного алюминия

Выбросы при горении выбросы от производственного процесса

2С3 Производство алюминия



Методический подход к оценке выбросов ПГ

- необходимо знать типы технологии используемые для производства первичного алюминия (с предварительным обжигом или Содерберга)

УРАВНЕНИЕ 4.20
ВЫБРОСЫ CO₂, СВЯЗАННЫЕ С ПОТРЕБЛЕНИЕМ АНОДА И/ИЛИ АНОДНОЙ МАССЫ – УРОВЕНЬ 1

$$E_{CO_2} = EF_P \cdot MP_P + EF_S \cdot MP_S$$

Где

E_{CO_2} = выбросы CO₂ от потребления анода и/или анодной массы, тонны CO₂

EF_P = коэффициент выбросов для технологии с предварительным обжигом (тонны CO₂/тонну продукции алюминия)

MP_P = производство металла по технологии с предварительным обжигом (тонны Al)

EF_S = коэффициент выбросов для технологии Содерберга (тонны CO₂/тонну продукции алюминия)

MP_S = производство металла по технологии Содерберга (тонны Al)

2С3 Производство алюминия



ТАБЛИЦА 4.10 КОЭФФИЦИЕНТЫ ВЫБРОСОВ CO₂ ДЛЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ АНОДА ИЛИ АНОДНОЙ МАССЫ, ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ – УРОВЕНЬ I		
Технология	Коэффициент выброса (тонны CO₂/тонну Al)	Неопределённость (+/-%)
С предварительным обжигом анодов ⁷	1,6	10
Содерберга	1,7	10

Источник: International Aluminium Institute, Life Cycle Assessment of Aluminium (IAI, 2000).

2С3 Производство алюминия



Методический подход к оценке выбросов ЗВ

- допущение «усредненной» или стандартной технологии
- выполнение методики снижения выбросов в стране
- интегрирование всех подпроцессов в производстве первичного или вторичного алюминия

Подход по Уровню 1 для технологических выбросов в производстве алюминия применяет общее уравнение:

$$E_{\text{загрязнитель}} = AR_{\text{производство}} \times EF_{\text{загрязнитель}} \quad (1)$$

где:

$E_{\text{загрязнитель}}$ = выбросы определенного загрязнителя

$AR_{\text{производство}}$ = интенсивность деятельности для производства алюминия

$EF_{\text{загрязнитель}}$ = коэффициент выбросов для загрязнителя

2С3 Производство алюминия



Таблица 3-1 Коэффициенты выбросов Уровня 1 для категории источников 2.С.3 Производство первичного алюминия

Коэффициенты выбросов по умолчанию уровня 1					
Категория источника ИО	Код	Название			
Топливо	2.С.3	Производство первичного алюминия			
Не применяется	Не применимо				
Не оценивается	ПХБ				
Не оценено	НМЛОС, NH3, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, ГХБ, ПХДД/Ф				
Загрязнитель	Значение	Единицы	95% доверит. интервал		Ссылки
			Нижний	Верхний	
NOx	1	кг/Мг алюминия	0.5	2	European Commission (2014)
CO	120	кг/Мг алюминия	100	150	European Commission (2014)
SOx	4.5	кг/Мг алюминия	0.8	25	European Commission (2014)
OKBЧ	0.9	кг/Мг алюминия	0.2	4	European Commission (2014)
ТЧ10	0.7	кг/Мг алюминия	0.17	3.2	Visschedijk et al. (2004) применено к ОКВЧ
ТЧ2,5	0.6	кг/Мг алюминия	0.13	2.4	Visschedijk et al. (2004) применено к ОКВЧ
ЧУ	2.3	% ТЧ2,5	1.2	4.6	US EPA (2011, file no.: 91137).
Бензо(а)пирен	9	г/Мг алюминия	5	15	European Commission (2014)
Бензо(б)флуорантен	9	г/Мг алюминия	5	15	Соотношение из Berdowski et al. (1995) применено к БаП
Бензо(к)флуорантен	9	г/Мг алюминия	5	15	Соотношение из Berdowski et al. (1995) применено к БаП
Индено(1,2,3-сд)пирен	1,1	г/Мг алюминия	0,6	1,9	Соотношение из Berdowski et al. (1995) применено к БаП

Примечание:

Данные коэффициенты выбросов ТЧ представляют только фильтруемые ТЧ (не включая любые конденсируемые фракции).

Выбросы ПАУ происходят в основном в оборудовании с электролизером Содерберга. Для других видов оборудования выбросы ПАУ значительно ниже (см. коэффициенты выбросов Уровня 2);

Выбросы ПХДД/Ф происходят в основном при производстве вторичного алюминия. Для первичного производства, выбросы ПХДД/Ф не релевантны (см. коэффициенты выбросов Уровня 2).

ЗВ Обращение с навозом

Описание категории

- выбросы образуются во время хранения и обработки навоза, оставленного животными на пастбищах
- термин «навоз» в данном случае используется в общем смысле и подразумевает как навоз/помет, так и мочу (т.е. сухие и жидкие вещества), которые выделяются скотом

Выбросы

ПГ: CH₄, N₂O

ЗВ: NH₃, NO, НМЛОС, ТЧ

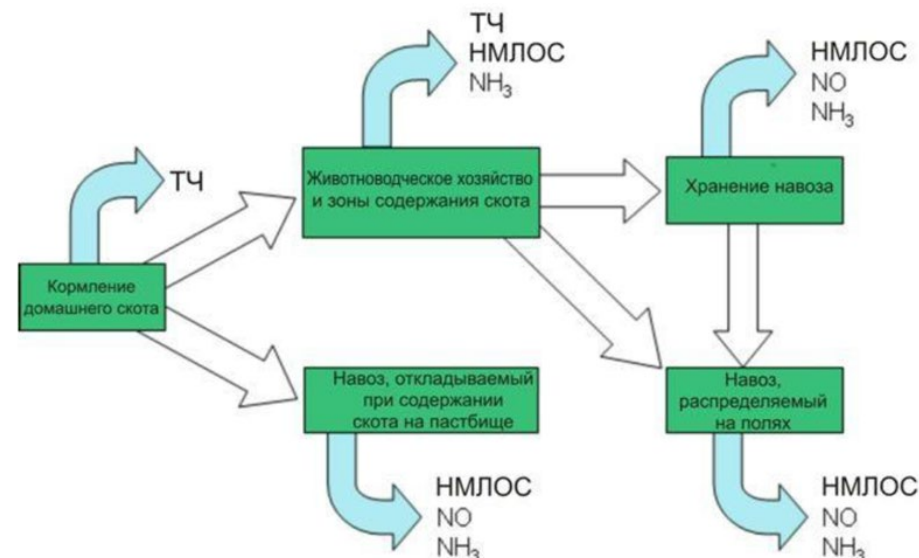


Схема процесса для выбросов, возникающих в результате кормления домашнего скота, экскретов домашнего скота и обращения с навозом

Условия для этого легче всего создаются при содержании животных на ограниченной площади (например, молочные, свиноводческие и птицеводческие фермы, а также откормочные площадки для мясных пород скота), и там, где навоз утилизируется в жидкостных системах

3В Обращение с навозом



Методические подходы к оценке выбросов ПГ (CH₄)

Этап 1: Собрать данные о поголовье скота на основании характеристики поголовья скота

Этап 2: Использовать значения по умолчанию или вывести коэффициенты выбросов по конкретной стране для каждой подкатегории скота в килограммах метана в расчете на одно животное за год

Этап 3: Умножить коэффициенты выбросов для подкатегории скота на соответствующие поголовья в подкатегориях для оценки выбросов от подкатегорий и просуммировать результаты по всем подкатегориям для оценки суммарных выбросов первичным видом скота

Этап 4: Просуммировать выбросы от всех установленных видов скота для определения выбросов в национальном масштабе

УРАВНЕНИЕ 10.22 .
ВЫБРОСЫ CH₄ В РЕЗУЛЬТАТЕ УБОРКИ, ХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАВОЗА

$$CH_{4Навоз} = \sum_{(T)} \frac{(EF_{(T)} \cdot N_{(T)})}{10^6}$$

где:

$CH_{4Навоз}$ = Выбросы CH₄ в результате уборки, хранения и использования навоза для установленного поголовья в Гг CH₄/год,

$EF_{(T)}$ = коэффициент выбросов для установленного поголовья скота, кг CH₄/голова x год;

$N_{(T)}$ = количество голов вида/категории скота T в стране;

T = вид/категория скота.

ЗВ Обращение с навозом



ТАБЛИЦА 10.14
КООЭФИЦИЕНТЫ ВЫБРОСОВ МЕТАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ УБОРКИ, ХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАВОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА (КРС), СВИНЕЙ И БУЙВОЛОВ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУР (кг СН₄ / ГОЛОВА X ГОД)

Региональные характеристики	Виды животных	Коэффициенты выбросов СН ₄ для различных среднегодовых температур (°C) ^b и климатических условий																																	
		Холодный					Умеренный															Теплый													
		≤ 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	≥ 28															
Африка: Большая часть навоза скота обрабатывается в твердом виде на пастбищах и выпасах. Меньшая, но значительная часть сжигается в качестве топлива.	Молочные коровы	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	Прочий КРС	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	Свиньи	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Средний Восток: Более двух третей навоза КРС оставляется на пастбищах и выпасах. Примерно третья часть навоза свиней обрабатывается в жидкостных системах. Навоз буйволов сжигается в качестве топлива или обрабатывается в твердом виде.	Молочные коровы	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	Прочий КРС	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Свиньи	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Буйволы	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Азия: Примерно половина навоза КРС используется в качестве топлива, а остальная часть – обрабатывается в сухих системах. Примерно 40% навоза свиней обрабатывается как жидкость. Навоз буйволов обрабатывается в загонках для кормления и оставляется на пастбищах и выпасах.	Молочные коровы	9	10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	23	24	26	28	31	31															
	Прочий КРС	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Свиньи	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7														
	Буйволы	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Индийский субконтинент: Примерно половина навоза КРС и буйволов используется в качестве топлива, а остальная часть – обрабатывается в сухих системах. Примерно третья часть навоза свиней обрабатывается как жидкость.	Молочные коровы	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Прочий КРС	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Свиньи	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Буйволы	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

ТАБЛИЦА 10.15
КОЭФИЦИЕНТЫ ВЫБРОСОВ МЕТАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ УБОРКИ, ХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАВОЗА ОВЦЫ, КОЗ, КЕРЛЯКОВ, ЛОШАДЕЙ, МУЛОВ И ОСЛОВ, А ТАКЖЕ ПОМТА ДОМАШНИХ ПТИЦ^a ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ (кг СН₄ / ГОЛОВА X ГОД)

Виды животных	Коэффициенты выбросов СН ₄ для различных среднегодовых температур (°C) и климатических условий		
	Холодный (<15°C)	Умеренный (15 - 25°C)	Теплый (>25°C)
Овцы			
Развитые страны	0,19	0,28	0,37
Развивающиеся страны	0,10	0,15	0,20
Козы			
Развитые страны	0,13	0,20	0,26
Развивающиеся страны	0,11	0,17	0,22
Керляки			
Развитые страны	1,58	2,37	3,17
Развивающиеся страны	1,28	1,92	2,56
Лошади			
Развитые страны	1,56	2,34	3,13
Развивающиеся страны	1,09	1,64	2,19
Мулы и ослы			
Развитые страны	0,76	1,10	1,52
Развивающиеся страны	0,60	0,90	1,20
Домашняя птица			
Развитые страны			
Несушки (сухой) ^b	0,03	0,03	0,03
Несушки (алмажный) ^c	1,2	1,4	1,4
Бройлеры	0,02	0,02	0,02
Индюки	0,09	0,09	0,09
Утки	0,02	0,03	0,03
Развивающиеся страны	0,01	0,02	0,02

Неопределенность для этих коэффициентов выбросов составляет ±30 %.

Источники: Коэффициенты выбросов выносятся из оценок: значений для потребности коров и переработки кормов, используемых для выноса коэффициентов выбросов в результате микробной ферментации (см. приложение 10А.1); исключая домашнюю птицу в развитых странах, значения коэффициента преобразования метана (МФ) и максимальной метапроцелирующей способности (В) сообщены Woodbury and Nisimoto (1993). В случае развитых стран домашняя птица подразделяется на пять категорий. Несушки (сухой) представляют несушки с системой обработки и утилизации отходов «без подстилки»; несушки (алмажный) представляют несушки с анаэробной системой обработки и утилизации отходов. Для несушек, значения легучих твердых веществ (VS) сообщаются министерством сельского хозяйства США (USDA, 1999); типичные значения массы животных предоставляются Американским обществом исследователей сельскохозяйственного производства (ASAE, 1999); значения В, для несушек приводятся в работе Hill (1982). Для бройлеров и индюков значения В, приводятся в работе Hill (1984); типичные значения массы животных предоставляются ASAE (1999); значения VS сообщаются USDA (1999). Значения В, для уток получены из оценок значений для бройлеров и индюков; типичные значения массы животных выты из MWPS-18; значения VS сообщаются USDA, AWMFH. Типичные значения массы овец, коз и лошадей, а также значений VS и В, для коз и лошадей в развитых странах основаны в соответствии с оценкой категории III для стран, указанных в приложении I. Предполагается, что весь навоз от сельскохозяйственных животных, исключая категорию «несушки (алмажный)», обрабатывается в сухих системах в соответствии с практикой использования систем уборки, хранения и использования навоза, указанной в работе Woodbury and Nisimoto (1993).

^a При выборе коэффициента выбросов по умолчанию следует обратиться к вспомогательным таблицам в приложении 10А.2 в отношении применяемых систем уборки, хранения и использования навоза и характеристик отходов животных, используемых для оценки выбросов. Выбрать коэффициент выбросов для региона, который ближе всех по своим характеристикам.

^b Не все температурные условия представлены в пределах каждого региона. Например, в Восточной и Западной Европе нет значительных площадей с теплым климатом. Аналогично в Африке и на Среднем Востоке нет значительных площадей с холодным климатом.

Примечание: В Северной Америке, Океании и Африке нет значительных поголовий буйволов.

3В Обращение с навозом

Методические подходы к оценке выбросов 3В

Шаг 1: определить категории домашнего скота и получить годовое среднее количество животных в каждой категории

Шаг 2: определить для каждой категории крупного рогатого скота или свиней в каком виде используется навоз, в жидком или твердом

Шаг 3: Использовать КВ по умолчанию для каждой категории домашнего скота

Шаг 4: рассчитать объем выбросов загрязняющих веществ

$$E_{\text{загрязн_животн}} = AAR_{\text{животн}} \cdot X \cdot KB_{\text{загрязн_животн}}$$

$AAR_{\text{животн}}$ - среднее количество животных категории в течение года

$KB_{\text{загрязн_животн}}$ - коэффициент выбросов категории



3B Обращение с навозом



Таблица 3-2 КВ по умолчанию Уровня 1 (КВ_{н1}) для расчета выбросов NH₃ в результате обращения с навозом. Количественные данные являются годовыми средними значениями выбросов в кг ААР⁻¹ год⁻¹ NH₃ как указано в подразделе 3.3.1

Пересмотренные НО	Домашний скот	Тип навоза	Общие КВ _{н1} (кг год ⁻¹ ААР ⁻¹ NH ₃)	КВ _{н1} (кг год ⁻¹ ААР ⁻¹ NH ₃) для выбросов от строений, хранилищ и дворов	КВ _{н1} (кг год ⁻¹ ААР ⁻¹ NH ₃) для выбросов после применения навоза	КВ _{н1} (кг год ⁻¹ ААР ⁻¹ NH ₃) для выбросов от пастбищ	Сообщаются в	
							'Обращение с навозом'	'Экскременты пастушеского домашнего скота (3.D.a.3)'

Таблица 3-1 Коды НО для расчета и отчетности о выбросах от обращения с навозом

Категория домашнего скота	Расчет	Отчет о выбросах NH ₃ от		
		Содержания в помещении, хранилищ и скотных дворов	Внесения навоза	Лугов для выпаса
Молочный скот (молочные коровы, дающие надой)	3B1a	3B1a	3Da2a	3Da3
Немолочный скот (весь другой крупный рогатый скот)	3B1b	3B1b	3Da2a	3Da3
Овцы	3B2	3B2	3Da2a	3Da3
'Свиньи' — свиньи на последней стадии откорма	3B3	3B3	3Da2a	3Da3
'Свиньи' — свиноматки	3B3	3B3	3Da2a	3Da3
Буйволы	3B4a	3B4a	3Da2a	3Da3
Козы	3B4d	3B4d	3Da2a	3Da3
Лошади	3B4e	3B4e	3Da2a	3Da3
Мулы и ослы	3B4f	3B4f	3Da2a	3Da3
Курицы-несушки	3B4gi	3B4gi	3Da2a	3Da3
Бройлеры	3B4gii	3B4gii	3Da2a	3Da3
Индейки	3B4giii	3B4giii	3Da2a	3Da3
Другая домашняя птица	3B4giv	3B4giv	3Da2a	3Da3
Другие животные	3B4h	3B4h	3Da2a	3Da3

3B4gii	Бройлеры (бройлеры и родители)	Подстилка	0,17	0,13	0,04	0,0
3B4giii	Индейки	Подстилка	0,90	0,56	0,34	0,0
3B4giv	Другие домашние птицы (утки)	Подстилка	0,65	0,45	0,20	0,0
3B4giv	Другие домашние птицы (гуси)	Подстилка	0,35	0,30	0,05	0,0
3B4h	Другой домашний скот (пушные звери)		0,03	0,02	0,01	0,0
3B4h	Другой домашний скот (верблюды)	Твердый	10,5			



UNECE



Спасибо за внимание!

Наталья Сирина-Лебуан

UNECE

13 | 06 | 2024



Давайте приступим к работе!



Расчёт выбросов ЗВ и ПГ в различных секторах с использованием методологического подхода уровня 1

Цели: Используя предоставленный ранее материал:

- оценить в одной из отраслей выбросы ЗВ и ПГ
- проанализировать исходные данные и подходы к оценке
- представить на обсуждение основные результаты в формате 1-2 слайдов

Ожидаемые результаты

Лучшее понимание целей, подходов и методик расчета ЗВ и ПГ первого уровня

Разбивка по группам/распределение сценариев