

**ОБЗОР СЕКТОРА «ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ И ЛЕСНОЕ
ХОЗЯЙСТВО» МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО
ПРОВЕДЕНИЮ ДОБРОВОЛЬНОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ
ОБЪЕМА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В
СУБЪЕКТАХ РФ**

**(термины и определения, категории источников,
методы расчета, рабочие формуляры)**

В.Н. Коротков

**ФГБУ «Институт глобального климата и экологии
Росгидромета и РАН»**

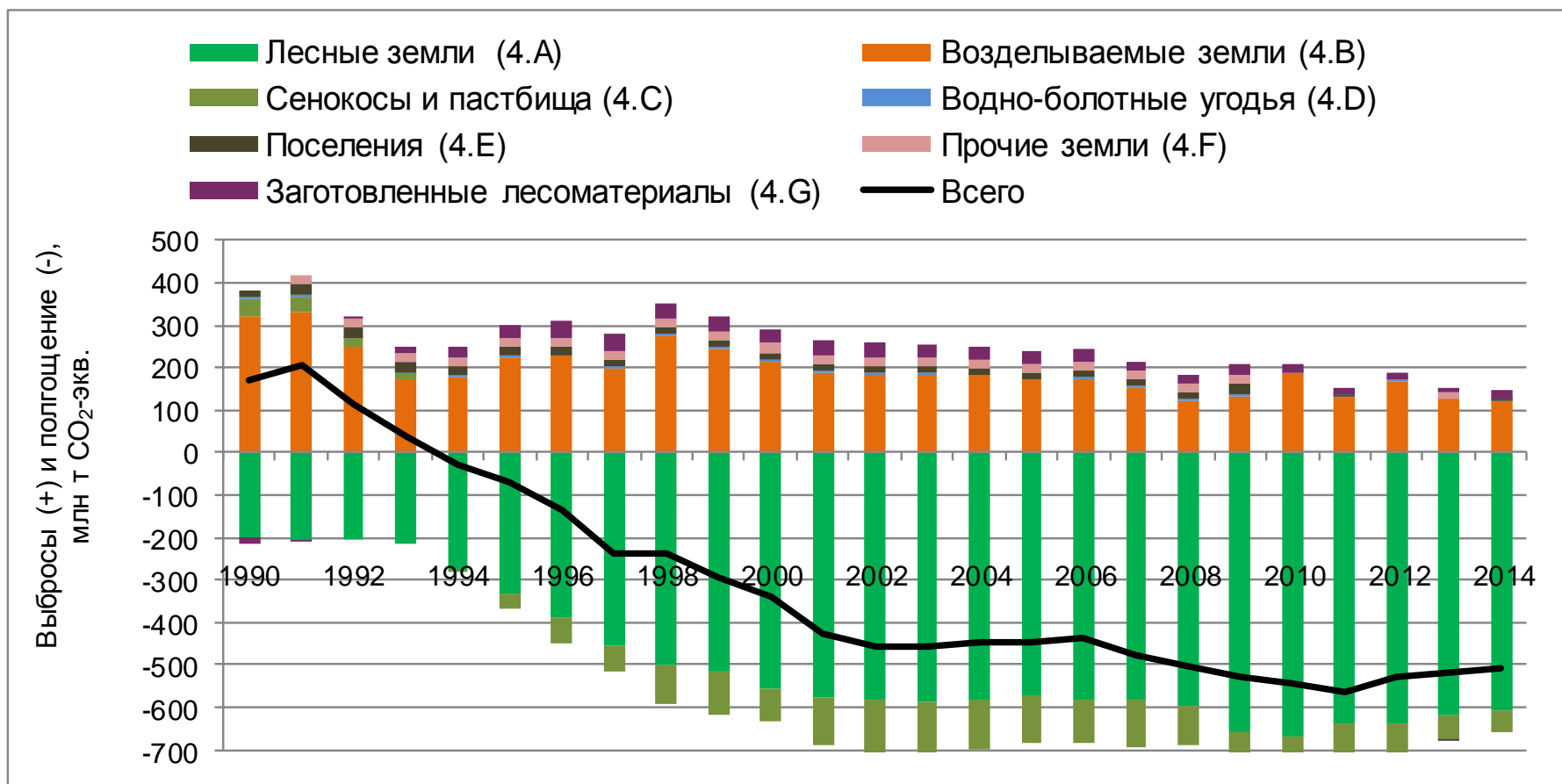


Введение

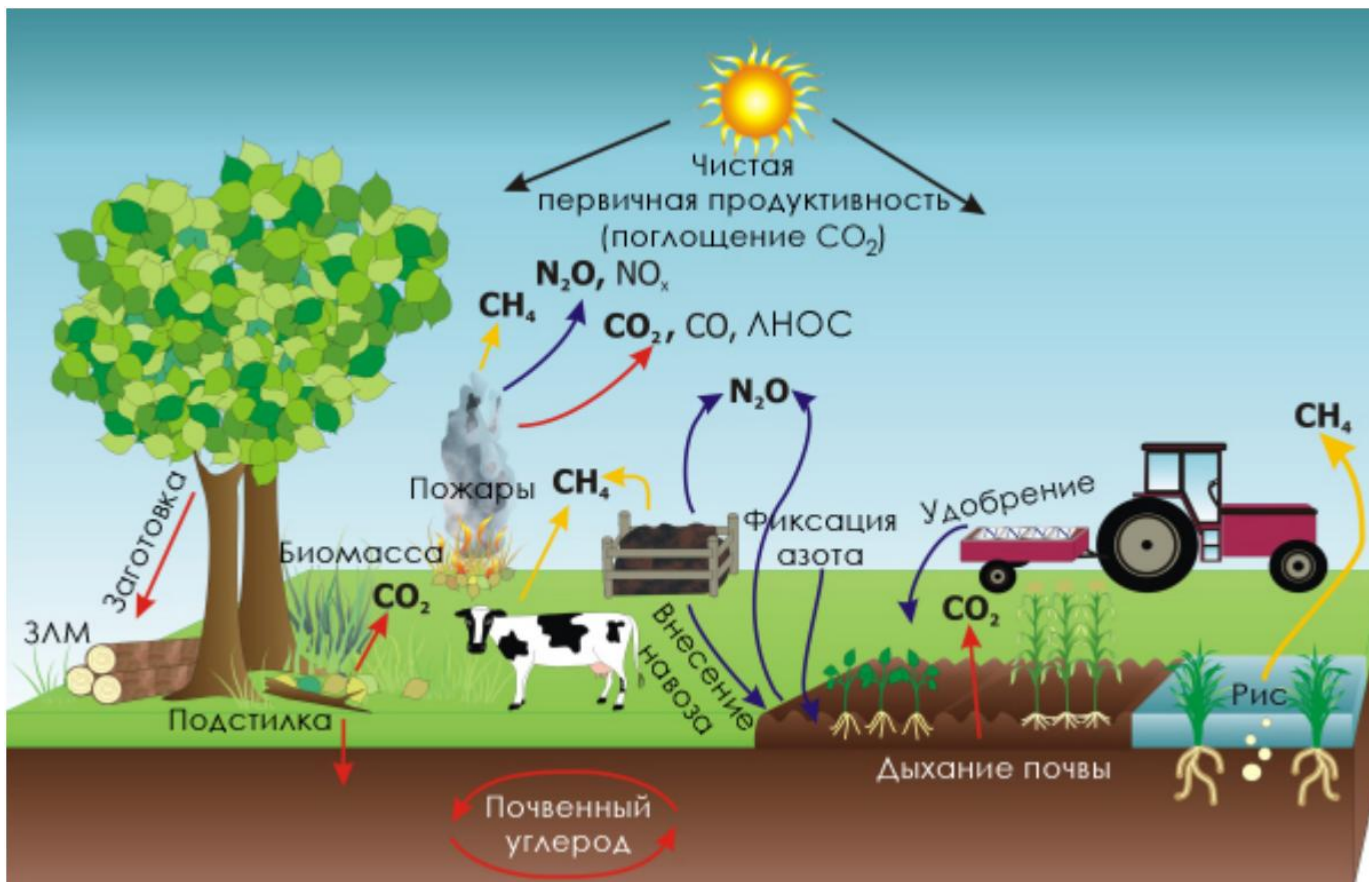
- Согласно решению Конференции сторон конвенции страны должны использовать **руководящие указания Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК)**.
- Согласно МГЭИК, кадастр парниковых газов включает оценки выбросов и поглощения CO_2 , CH_4 , N_2O , являющихся следствием **антропогенной деятельности** в лесном хозяйстве и при землепользовании.
- **Естественные потоки** парниковых газов между экосистемами и атмосферой **не рассматриваются**.



Выбросы и стоки ПГ в секторе ЗИЗЛХ



Основные источники/поглотители выбросов парниковых газов и соответствующие процессы в управляемых экосистемах (МГЭИК, 2007)



Intergovernmental Panel on Climate Change

2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

Volume 4

Agriculture, Forestry and Other Land Use

Edited by Simon Eggleston, Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara and Kiyoto Tanabe



IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme

IGES

<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html>

ИГКЭ
IGCE



ИНСТИТУТ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЭКОЛОГИИ РОСГИДРОМЕТА И РАН

Полный учет земель

- Учет площадей разных категорий землепользования:
 - А. Лесные земли
 - В. Возделываемые земли
 - С. Сенокосы и пастбища
 - D. Водно-болотные угодья
 - Е. Поселения
 - F. Прочие земли
- Каждая категория землепользования далее подразделяется на земли, остающиеся в той же категории и земли, переустроенные из одной категории в другую.
- Разделение земель на управляемые и неуправляемые

Управляемые земли (managed lands)

- Управляемые земли определены как территория, где осуществляются систематическая антропогенная деятельность или вмешательства для целей выполнения соответствующих социальных, экономических и экологических задач (МГЭИК, 2003; МГЭИК, 2007).

Полный учет земель РФ (по данным Росреестра)

Типы земельных угодий	Динамика площадей по годам, тыс. га ²⁾													Изменения	
	1990	1995	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2011 г. к 2010 г.	2011 г. к 1990 г.
5.А Лесные земли (ЛЗ)	778537,5	818091,7	857645,8	873467,5	881378,3	889289,2	897200,0	897300,0	897300,0	897317,0	897334,0	897334,8	897499,7	164,9	118962,2
5.А.1 Лесные земли, остающиеся ЛЗ	778444,5	778253,8	778114,5	778065,9	778032,6	777997,5	777962,9	777946,1	777918,4	777875,1	777835,3	777796,6	777760,3	-36,3	-684,1
– управляемые	609470,4	614795,4	614719,1	615254,7	616951,3	619447,6	620564,1	620564,1	620553,4	620929,3	664010,1	665964,2	661403,2	-4561,0	51932,8
– неуправляемые	168974,0	163458,4	163395,4	162811,2	161081,3	158549,9	157398,8	157382,0	157365,0	156945,8	113825,2	111832,4	116357,1	4524,7	-52616,9
5.А.2 Земли, переустроенные в ЛЗ	93,0	39837,9	79531,4	95401,6	103345,7	111291,7	119237,1	119353,9	119381,6	119441,9	119498,7	119538,2	119739,4	201,2	119646,3
5.В Пахотные земли	132532,5	120962,4	103554,3	100547,4	95373,1	94039,2	91402,9	89752,0	88974,1	91256,7	92374,1	90430,5	91232,4	802,0	-41300,1
5.С Луговые угодья (ЛУ)	89106,1	98135,7	114010,9	115980,5	121001,0	121902,0	123946,8	124933,4	125127,4	121837,7	120357,1	122301,9	121541,5	-760,4	32435,4
5.С.1 Луговые угодья, остающиеся ЛУ	87938,5	86692,8	87954,5	87715,3	87960,4	87826,5	87582,5	87299,8	86976,0	86333,0	86332,3	86330,2	86247,3	-83,0	-1691,2
– управляемые (сенокосы и пастбища)	80139,0	78669,0	72642,0	71577,0	71471,0	70918,0	70481,6	70053,5	70092,0	70297,0	70021,1	70103,7	70179,5	75,8	-9959,5
– неуправляемые	7799,5	8023,8	15312,5	16138,3	16489,4	16908,5	17100,9	17246,3	16884,0	16036,0	16311,2	16226,5	16067,8	-158,8	8268,3
5.С.2 Земли, переведенные в ЛУ ³⁾	1167,6	11442,9	26056,4	28265,2	33040,6	34075,5	36364,3	37633,6	38151,4	35504,7	34024,8	35971,7	35294,2	-677,5	34126,6
5.Д Водно-болотные угодья	179295,0	191307,1	203319,3	208124,1	210526,6	212929,0	215331,4	217733,9	220136,3	222538,7	225055,1	225053,7	225068,9	15,2	45773,9
5.Д.1 Водно-болотные угодья (ВБУ), остающиеся ВБУ	177015,8	177585,6	178155,4	178383,3	178497,2	178611,2	178725,1	178839,1	178953,0	179067,0	179294,9	181572,7	183861,2	2288,5	6845,4
– управляемые ВБУ ⁴⁾	316,6	309,6	261,0	246,5	235,0	228,3	223,1	222,2	218,7	215,2	211,6	208,1	204,6	-3,5	-112,0
– неуправляемые ВБУ	176699,2	177276,0	177894,3	178136,8	178262,2	178382,9	178502,0	178616,9	178734,4	178851,8	179083,3	181364,6	183656,6	2292,0	6957,4
5.Д.2 Земли, переведенные в ВБУ	2279,2	13721,6	25163,9	29740,9	32029,3	34317,8	36606,3	38894,8	41183,2	43471,7	45760,2	43481,0	41207,7	-2273,3	38928,5
5.Е Поселения (П)	9152,7	10377,4	11535,6	11999,9	12230,6	12463,1	12695,1	12930,4	13166,1	13406,9	13644,0	13682,7	13718,8	36,1	4566,1
5.Е.1 Поселения, остающиеся П	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9080,4	9152,7	9401,9	249,1	321,5
5.Е.2 Земли, переустроенные в П	72,4	1297,0	2455,3	2919,5	3150,2	3382,7	3614,7	3850,0	4085,7	4326,5	4563,6	4530,0	4316,9	-213,0	4244,6
5.Ф Прочие земли (ПЗ)	521200,4	470949,9	419758,2	399704,7	389314,6	379201,7	369248,0	367175,6	365120,2	363467,2	361060,2	361021,0	360763,3	-257,7	-
5.Ф.1 Прочие земли, остающиеся ПЗ	521200,4	470492,9	418844,3	398608,0	388126,5	377922,2	367877,1	365712,3	363566,6	361822,1	359323,4	359282,8	359116,2	-166,6	162084,1
5.Ф.2 Земли, переведенные в ПЗ	0,0	457,0	913,9	1096,7	1188,1	1279,5	1370,9	1462,3	1553,7	1645,1	1736,5	1738,3	1647,1	-91,2	1647,1
Всего земель	1709824,2	1709824,2	1709824,2	1709824,2	1709824,2	1709824,2	1709824,2	1709824,2	1709824,2	1709824,2	1709824,2	1709824,6	1709824,6	0,0	0,4



Матрица земель (1990-2014), тыс. га

Типы земельных угодий	Было на 01.01.1990	Изменение площадей								Итого изменение ⁵⁾	Стало на 01.01.2015
		Лесные земли		Пахотные земли (управл.)	Луговые угодья		Водно-болотные угодья	Земли поселений	Другие земли		
		управл.	неуправл.		управл. (сенокосы и пастбища)	неуправл.					
Лесные земли – управляемые ¹⁾	609607,0		54955,6	484,1					-482,1	54690,4	664297,4
– неуправляемые	168986,1	-54955,6				2539,8			-177,2	117157,3	234127,3
Пахотные земли (управляемые)	132544,6	-484,1			-29944,8	-5471,6	-176,0	-3986,3	-1771,7	-41001,4	91543,2
Луговые угодья – управляемые (сенокосы и пастбища) ²⁾	81306,6			29944,8		-10661,9				20268,4	101575,0
– неуправляемые ²⁾	7799,5		-2539,8	5471,6	10661,9				111,4	13705,2	21504,7
Водно-болотные угодья ³⁾	179295,0			176,0					45553,1	45946,9	225241,9
Земли поселений ⁴⁾	9097,2	482,1	177,2	3986,3					98,5	4870,1	13967,3
Другие земли	521188,3		-117157,3	1771,7		-111,4	-45553,1	-98,5		-160926,0	360262,3
Итого земель в Российской Федерации	1709824,2	-54957,6	-64564,3	41834,6	-19282,9	-13705,2	-45729,1	-4744,1	161148,7	2694,8	1712519,1



Источники информации

- Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз)
- Федеральное агентство государственной регистрации, кадастра и картографии Минэкономразвития (Росреестр)
- Федеральная служба государственной статистики (Росстат)



2 методических подхода для оценки годовых изменений запасов углерода на лесных землях

- Балансовый подход (метод поступлений и потерь), который оценивает результирующий итог пополнения резервуара углерода и его потерь;
- Подход, основанный на оценке запасов углерода – оценивает разницу в запасах углерода между двумя моментами времени (использовался в национальном кадастре парниковых газов до 2010 г.)

Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов (МГЭИК, 2007)

1. Метод поступлений и потерь (балансовый подход)

Годовые изменения запасов углерода в любом резервуаре можно оценить по уравнению:

$$\Delta C = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Где:

ΔC = годовое изменение запасов углерода в резервуаре; тонны С/год,

ΔC_G = годовые поступления углерода; тонны С/год,

ΔC_L = годовые потери углерода; тонны С/год.

2. Метод разности запасов

Запасы углерода в соответствующих резервуарах измеряются в два момента времени :

$$\Delta C = \frac{(C_{t_2} - C_{t_1})}{(t_2 - t_1)}$$

где: ΔC = годовое изменение запасов углерода в резервуаре;
тонны С/год,

C_{t_1} = запас углерода в резервуаре в момент времени t_1 ;
тонны С,

C_{t_2} = запас углерода в резервуаре в момент времени t_2 ;
тонны С.

Оценки выбросов не CO₂, газов

$$E = A \cdot EF$$

где: E - выбросы иных, чем CO₂, газов; тонны,
A - данные о деятельности, относящиеся к источнику выбросов (это может быть площадь или единица массы в зависимости от типа источника),
EF - коэффициент выбросов для конкретного газа и категории источника; тонны / единица A

Углеродные пулы

- Годовые изменения запасов углерода для разных категорий земель должны рассчитываться как сумма изменений во всех пулах:
 - биомасса
 - мертвая древесина (лесные земли)
 - подстилка
 - почвы
 - заготовленные лесоматериалы (лесные земли).

Пример – методика по лесам

- В национальном кадастре парниковых газов для сектора лесного хозяйства принята методика РОБУЛ, основанная на балансовом подходе МГЭИК.
- РОБУЛ разработана Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (ЦЭПЛ РАН, руководитель разработки – Д.Г. Замолодчиков) и ориентирована на использование материалов государственного лесного реестра (ГЛР). Уровень детализации – субъект РФ.
- Полное описание уравнений и конверсионных коэффициентов, а также программное обеспечение РОБУЛ размещено на веб-сайте ЦЭПЛ РАН: <http://old.cepl.rssi.ru/regional.htm>
- Доработана с учетом замечаний группы международных экспертов по проверке Российского НДК-2010 и опубликована в реферируемых журналах (Замолодчиков и др., 2011; 2013)
- Ежегодно успешно проходит проверку экспертами РКИК ООН , что свидетельствует о соответствии РОБУЛ руководящим принципам МГЭИК.



Основные этапы оценки запасов и бюджета углерода по пулам в программе РОБУЛ

1. Вычисление запаса углерода в пулах древесной фитомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы на основе региональных данных о площадях и запасах древесины по преобладающим породам и группам возраста и региональных конверсионных коэффициентов
2. Расчет текущих изменений запасов углерода на основе данных о запасах углерода по всем пулам в разрезе групп возраста насаждений с применением информации о продолжительности возрастных групп древостоев.
3. Оценка ежегодных потерь углерода в результате сплошных рубок, деструктивных пожаров и прочих причин гибели древостоев (на основе площадей вырубок и гарей с учетом времени зарастания)
4. Расчет ежегодного бюджета по пулам (разница между поглощением и потерями углерода)



Расчет запаса углерода в биомассе древостоев по группам возраста преобладающих пород

$$C_{P_{ij}} = V_{ij} K_{P_{ij}}$$

где:

$C_{P_{ij}}$ – запас углерода в биомассе древостоев группы возраста i преобладающей породы j , т С;

V_{ij} – объемный запас стволовой древесины насаждений группы возраста i преобладающей породы j , $\text{м}^3 \text{га}^{-1}$ (по данным ГЛР);

$K_{P_{ij}}$ – конверсионный коэффициент для расчета запаса углерода в биомассе древостоев группы возраста i преобладающей породы j , т С м^{-3} .

Выбросы ПГ от пожаров (CO₂, CH₄, N₂O, CO, NO_x)

- Оценку выбросов парниковых газов от пожара проводили по формуле (Руководящие принципы..., 2006*):

$$L_{\text{пожар}} = A M_B C_f G_{ef} 10^{-3}$$

- где:
- $L_{\text{пожар}}$ = количество выбросов парниковых газов от пожара; тонн каждого парникового газа, например, CH₄, N₂O и т.д.,
- A = выжигаемая площадь; га,
- M_B = масса доступного для горения топлива, тонн/га. Сюда входят биомасса, подстилка и валежная древесина – получены расчетным путем с помощью программы РОБУЛ.
- C_f = коэффициент сгорания; не имеет размерности. Используются значения 0,43 для верхового пожара и 0,15 для низового пожара в бореальных лесах (по таблице 2.6, Руководящие принципы..., 2006),
- G_{ef} = коэффициент выбросов; г/кг сжигаемого сухого вещества (таблица 2.5, Руководящие принципы..., 2006).

* Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 г. Т. 4. Сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования. Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов. МГЭИК, 2006.

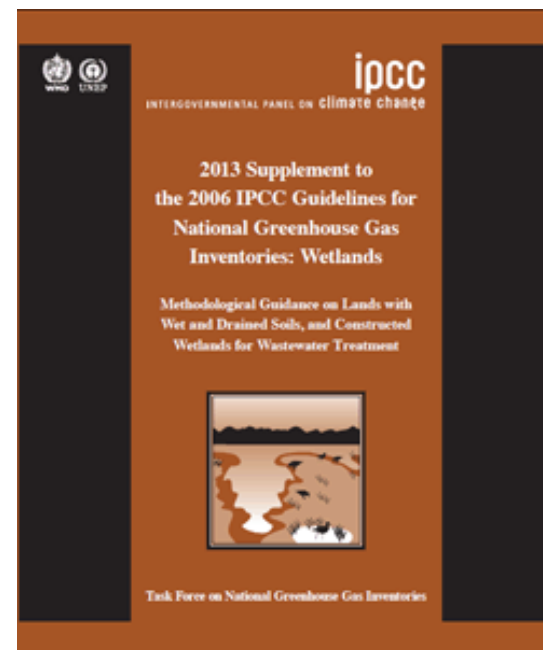
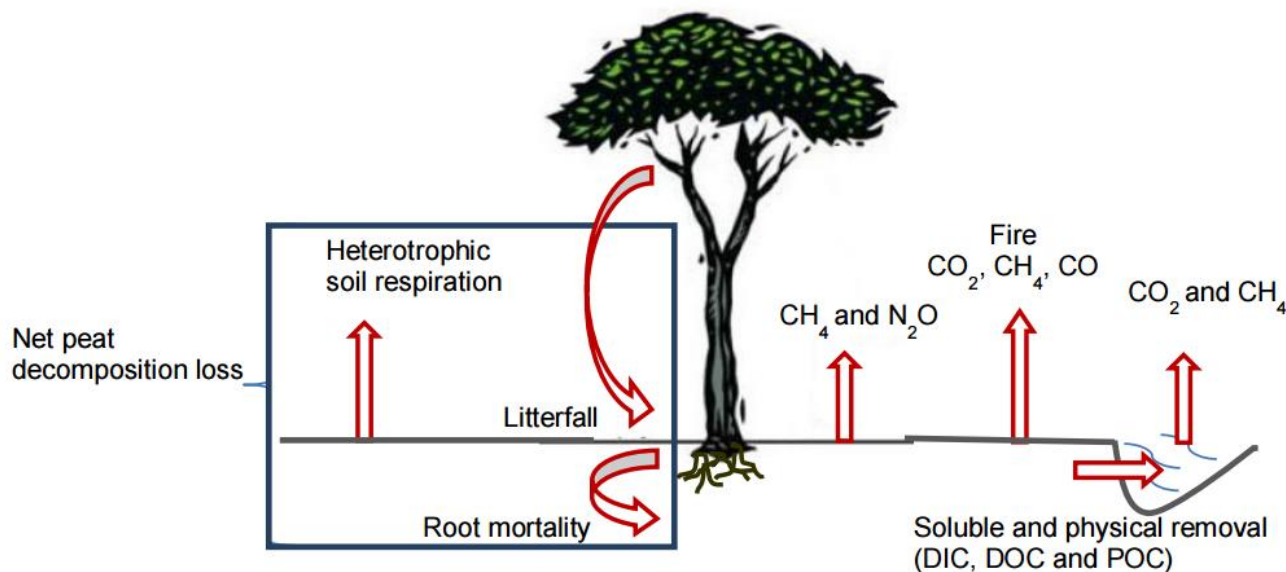


Пример рабочего формуляра для оценки выбросов ПГ от пожаров

Категории выбросов парниковых газов по категориям землепользования	Площадь пожара или масса сгоревшего органического вещества		Коэффициент выбросов			Выбросы		
	Единицы	Значения	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
	га или кг		(тонн/га или тонн/кг)			(тыс. тонн)		
Всего по всем категориям землепользования								
А. Лесные земли								
1. Постоянные лесные земли								
контролируемые пожары								
природные пожары								
верховые								
низовые								
подземные								
2. Земли, переведенные в лесные земли								
контролируемые пожары								
природные пожары								

Выбросы CO_2 , CH_4 , и N_2O от осушенных лесных почв (2013 Wetland Supplement)

Потоки парниковых газов от осушенных почв



<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/>



Выбросы CO₂, CH₄, и N₂O от осушенных лесных почв

$$E = A \cdot EF$$

где: E - выбросы ПГ; тонны,

A - площадь осушенных земель, га

EF - коэффициент выбросов для конкретного газа с
учетом типа осушенных торфяников; тонны /га

Выбросы CO₂ при осушении заболоченных лесных земель

- Разложения органического вещества почв (EF_CO2_on-site)
- Вымывание органического материала (растворенное органическое вещество) (EF_CO2_DOC).
 - Коэффициенты соответствуют:
 - EF_CO2_on-site = 0,59 тонн С/га/год (этот коэффициент получен исходя из комбинации коэффициентов выбросов для бедных элементами минерального питания органических почв – 0,25 т С/га/год и для богатых элементами минерального питания органических почв – 0,93 т С/га/год из табл. 2.1, раздел 2.2.1.1. для лесов бореальной зоны с учетом равного соотношения площадей богатых и бедных органических почв);
 - EF_CO2_DOC (= 0,12 тонн С/га/год) – табл. 2.2, раздел 2.2.1.2, стр. 2.16 для бореальной зоны.
- Полученный комбинированный пересчетный коэффициент равен 0,71 тонн С/га/год, который и был использован в расчетах.

Выбросы метана от осушения органических почв

$$\text{CH}_4_{\text{organic}} = A * (1 - \text{Frac}_{\text{ditch}}) * \text{EF}_{\text{land}} + A * \text{Frac}_{\text{ditch}} * \text{EF}_{\text{ditch}}$$

где: $\text{CH}_4_{\text{organic}}$ – выбросы метана;

A – площадь торфоразработок;

$\text{Frac}_{\text{ditch}}$ – доля общей площади под осушительными каналами;

EF_{land} – коэффициент выбросов для участков, не занятых осушительными каналами;

EF_{ditch} коэффициент выбросов для осушительных канав

Рекомендуемые коэффициенты соответствуют:

$$\text{Frac}_{\text{ditch}} = 0,5;$$

$$\text{EF}_{\text{land}} = 0,0 \text{ CH}_4 \text{ кг га}^{-1} \text{ год}^{-1};$$

$$\text{EF}_{\text{ditch}} = 1165 \text{ CH}_4 \text{ кг га}^{-1} \text{ год}^{-1}.$$



Итоговые значения выбросов ПГ в секторе ЗИЗЛХ

Категории источников и поглотителей парниковых газов	Нетто-поглощение или нетто-выброс CO ₂	Выброс CH ₄	Выброс N ₂ O	Итого, CO ₂ -экв.
	ТЫСЯЧИ ТОНН			
Всего по управляемым землям				
А. Лесные земли				
1. Постоянные лесные земли				
2. Земли, переведенные в лесные земли				
Б. Возделываемые угодья				
1. Постоянные возделываемые угодья				
2. Земли переведенные возделываемые угодья				
В. Пастбища				
1. Постоянные пастбища				
2. Земли, переведенные в пастбища				
Г. Водно-болотные угодья				
1. Постоянные водно-болотные угодья				
2. Земли, переведенные в водно-болотные угодья				
Д. Поселения				
1. Постоянные земли поселений				
2. Земли, переведенные в поселения				
Е. Прочие земли				
1. Постоянные прочие земли				
2. Земли, переведенные в прочие земли				
Ж. Прочие источники (конкретизируйте)				

Поглощение принимается отрицательной величиной и записывается со знаком (-), а выброс – со знаком плюс (+).

Выбросы метана в CO₂-эквивалент проводят умножением на значение потенциала глобального потепления 25.

Выбросы закиси азота в CO₂-эквивалент проводят умножением на значение потенциала глобального потепления 298.

Спасибо за внимание!

