

Потоки и резервуары углерода на территории России

Конвенция по климату обязывает (Рио-де-Жанейро, 1992):

- уменьшать источники CO_2
- увеличивать стоки
- сохранять резервуары предшественников парниковых газов.

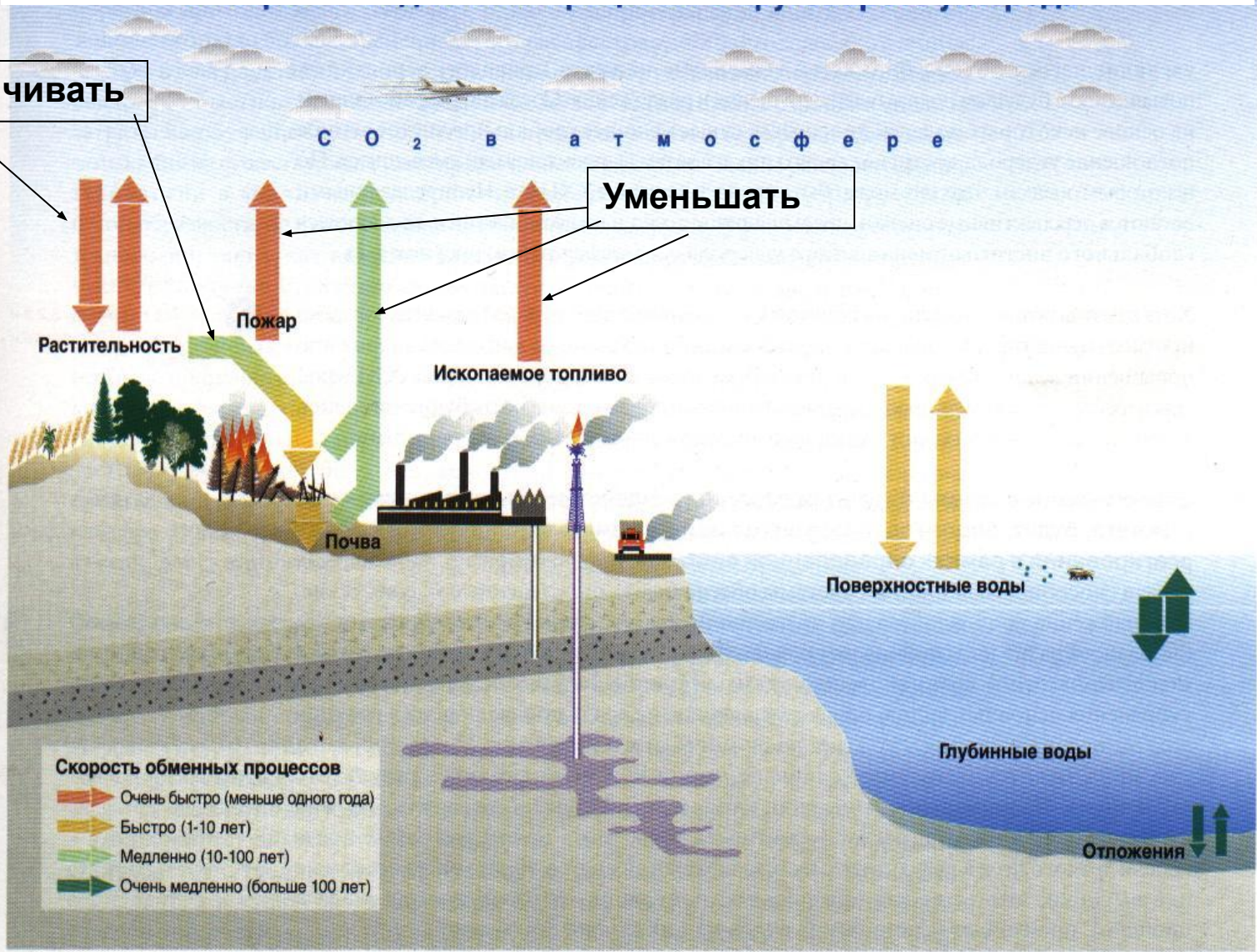
Киотский протокол обязывает (Киото, 1997):

- ограничить промышленные источники CO_2
- увеличить сток углерода в «леса Киото»

Цели Киотского Протокола

Увеличивать

Уменьшать



Рамочная комиссия ООН по изменению климата (РКИК)

Конечная цель РКИК ООН заключается в том, чтобы **«добиться стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему».**

- Для достижения этой цели члены РКИК ООН принимают на себя ряд обязательств. Главное из которых состоит в **«содействии рациональному использованию поглотителей и накопителей всех парниковых газов, включая биомассу, леса и океаны и другие наземные, прибрежные и морские экосистемы».**
- Однако за два с лишним десятилетия, прошедшие с момента принятия РКИК ООН, достижения на пути реализации данного пункта были крайне скромными. В основном они связаны лишь с управлением лесами развитых стран в рамках Киотского протокола.

Среди многочисленных экосистем Мира имеются экосистемы, накапливающие наибольшие объемы углерода, **а именно, тундры, степи, торфяники.**

Примеры, характеризующие глобальное значение этих экосистем:

- **Экосистемы криосферы** (то есть преимущественно тундры) при доле площади 16% хранят около 50% запасов углерода глобального почвенного покрова.
- **Степи** являются мощным накопителем углерода в расчете на единицу площади, экосистемные запасы углерода здесь выше в 1.6 раза, чем в бореальных лесах.
- Самые мощные накопители углерода среди всех наземных экосистем представлены **торфяниками**, у них средние на единицу площади запасы углерода выше по сравнению с бореальными лесами в 7 раз.

Запасы органического углерода в почвах и торфах России

Зоны	Площадь, млн. га	Запасы С в 0 - 100 см	
		т/га	Гт
Полярно - Тундровая	181	106	19,2
Лесотундровая – Северотаёжная	233	168	39,4
Среднетаёжная	238	219	52,0
Южнотаёжная	237	262	61,9
Лесостепная	681 (40%)	304	38,4
Степная	80	267	21,3
Сухостепная	28	100	2,8
Полупустынная	15	73	1,1
Горные области	576		60,0
Всего	1714		296,1

(Орлов, Бирюкова, 1995)

Площади почв и запасы С орг. в них

Наименование	Площадь млн. км ²	%	Запасы С орг. в слое 0-100 см Г т	%
Почвы Мира	143.6	100	1500	100
Почвенный покров России	16.9	11.7	296	20

Углерод фитомассы в экосистемах Мира и России

Наименование	Г т	%
Наземные экосистемы Мира <i>(IPCC, 1990)</i>	550	100
Лесные системы России <i>(Исаев, Коровин, 1999)</i>	39.8	7

Почвенно-растительный пул углерода и относительный вклад в него почвы и растительной биомассы

Регионы	Надземная биомасса + почва, <i>Gt C</i> (0-100 см)	Вклад (%) почвенного <i>C</i> орг. (0-100 см)	Вклад (%) надземной растительной биомассы
Мир	<i>2050</i>	<i>73</i>	<i>27</i>
Россия	<i>340</i>	<i>88</i>	<i>12</i>

Запасы органического углерода в почвах и эмиссия CO₂

Почвенный покров	Эмиссия C- CO ₂ из почв, Гт/год	Запасы C _{орг} в почвах (0-100 см), Гт	Эмиссия CO ₂ в % к запасам C _{орг} в почвах
Мира (IPCC)	60	1500	4.00
России	4.3	296	1.45

Наземные экосистемы и дыхание ПОЧВ

Экосистемы	Млн. км ²	% от общей наземной территории Земли	Почвенное дыхание (C-CO ₂), % от мирового
Тропическая+субтропическая	17.4	12	34
Умеренная хвойная и лиственная	26.0	18	18
Тундры, болота	6.5	4.5	0.9
Россия (вся территория)	16.9	11.7	6.3

Микробное дыхание почв России

Почвенно-климатические зоны	Площадь, млн. га	C - CO ₂ , млн. т/год	т/га/год
Полярно-тундровая	181	89	0.49
Лесо-тундровая северотаежная	233	245	1.05
Средне-таежная	238	499	2.09
Южно-таежная	237	663	2.79
Лесостепная	126	440	3.49
Степная	80	307	3.83
Сухостепная	28	39	1.39
Полупустынная	15	16	1.06
Горные	576	604	1.04
Всего	1714	2902	1.69

Эмиссия CO₂ из почв в % к запасам С в почвах

<i>Почвенно-климатические зоны</i>	<i>%</i>
Полярно-тундровая	0.46
Лесо-тундровая, северотаежная	0.62
Средне-таежная	0.96
Южно-таежная	1.07
Лесостепная	1.14
Степная	1.44
Сухостепная	1.4
Полупустынная	1.42
Горные	1.00
Среднее	1.01

Факторы продукции и деструкции

Продукция зависит от:

1. Освещенности
2. Температуры воздуха
3. Влажности

Деструкция зависит от:

1. Температуры почвы
2. Влажности почвы
3. Затопления (заболачивания)

Продукция и деструкция зависят от этих факторов по-разному

Ловушки для органического углерода определяются блокированием микробной деструкции

- **Анаэробная ловушка зависит от уровня грунтовых вод**
- **Холодная ловушка зависит от температуры почвы**
- **Физическая ловушка зависит от погребения в осадках**

**Экосистема служит источником или
стоком CO_2 в зависимости от
баланса
первичной продукции
и
микробной деструкции**

Леса и болота России определяют баланс углерода Северной Евразии



Естественные изменения мощности степных почв

(Оценка на основе палеопочвенного метода)

Увеличение мощности почв

- **Маломощные черноземы**
Поволжья и Украины:
последние 4 тыс. лет
развивались со скоростью
+1 см/100 лет
- **Среднемощные черноземы**
Поволжья, Украины, ЦЧО в
период 4-2.4 тыс лет назад
развивались
+3.5 см/100 лет
- **Мощные черноземы**
Предкавказья, ЦЧО.
В период 4-1 тыс лет назад
развивались со скоростью
+1.5 см/100 лет

Уменьшение мощности почв

- **Нормальная денудация**
осредненная за 4 тыс лет
0.6-0.7 см/100 лет.
Суммарная величина денудации
почв за 7 тыс лет – **45 см.**
- **Ускоренная водная денудация,
эрозия, вызванная распашкой,**
перевыпасом скота за последние
0.8 тыс лет **1.1 см/100 лет**
- **Ветровая денудация** имела
преимущественно локальный
характер
- **Трещинная деградация**
гумусового горизонта в период
5.2-3.8 тыс. лет назад составляла
0.4-1.0 см/100 лет

(Иванов, Табанакова, 2004)



1

1M

2M

2008

Перенос $C_{\text{орг}}$ в результате эрозии почв Европейской части РФ

Эрозии подвержено:

- сельскохозяйственных земель - **23%**;
- пашни – **27%**.
(в Центрально-Черноземном районе – **53-56%**).
- увеличение площади смытых почв в черноземной полосе – **0.3% в год**,
в некоторых районах – **до 1% в год**.

Потери твердой фазы:

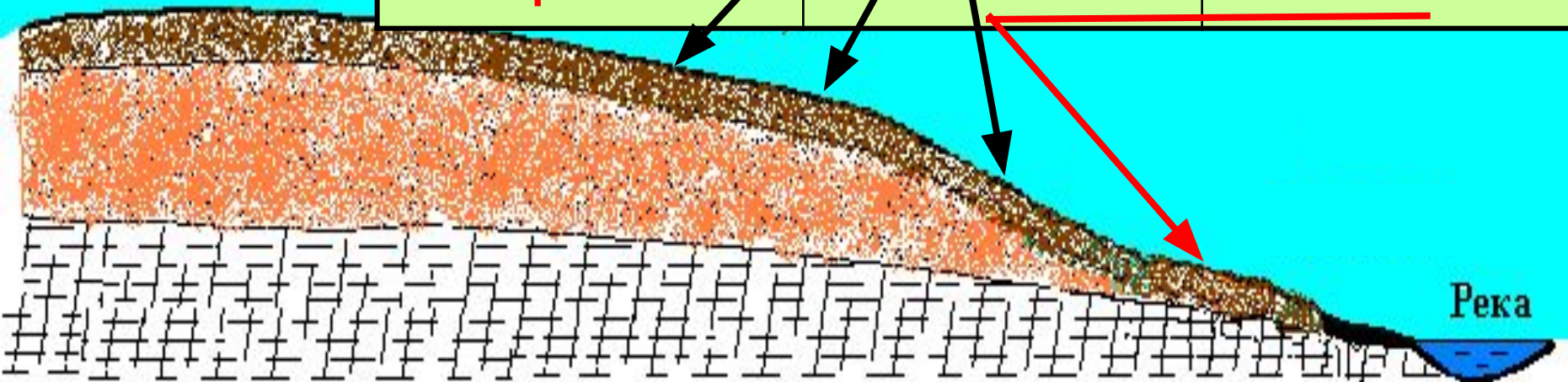
- для серых лесных, оподзоленных и выщелоченных черноземов
5.8-6.7 т/га;
- средняя скорость смыва **6.0 т/га**.

Смыв $C_{\text{орг}}$ с твердой фазой:

- оподзоленные и выщелоченные черноземы
170-220 кг С/га/год;
- серые лесные и дерново-подзолистые
90-120 кг С/га/год

Переотложение С орг. в почве по элементам рельефа, (%)

<i>Элемент рельефа склона</i>	<i>Серая лесная</i>	<i>Дерново-подзолистая</i>
Верхняя часть	2.87	0.83
Средняя часть	2.25	0.82
Нижняя часть	2.73	1.34
Шлейф склона	3.50	1.97



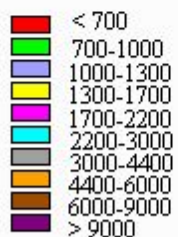
Возраст С орг. в осадках старичного озера (Волго-Ахтубская долина)





ЭМИССИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ИЗ ПОЧВ РОССИИ



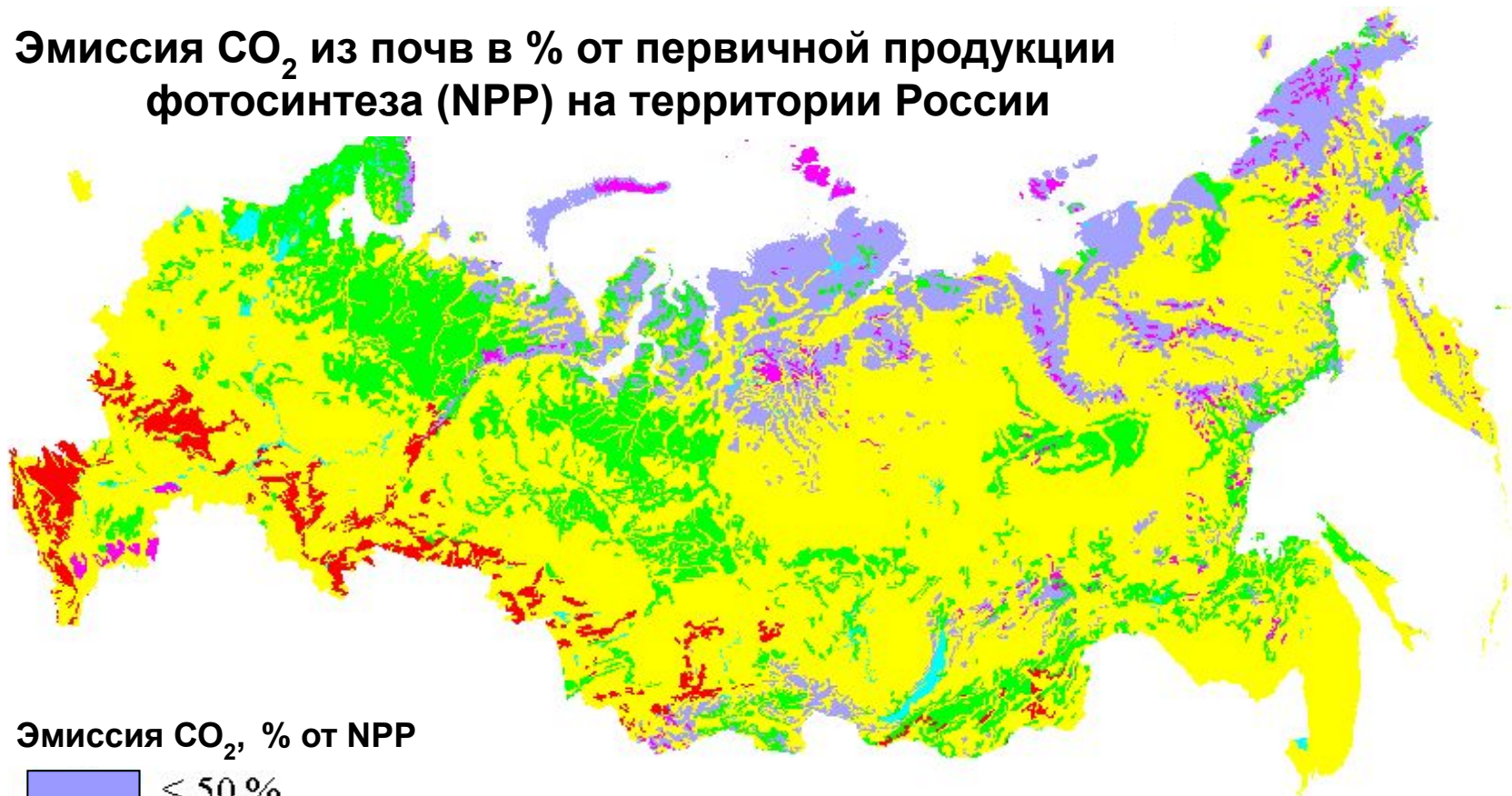
Эмиссия CO₂, кг С-CO₂ / га / год



 водные объекты
 непочвенные объекты

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Пушкино, Московская область

Эмиссия CO₂ из почв в % от первичной продукции фотосинтеза (NPP) на территории России

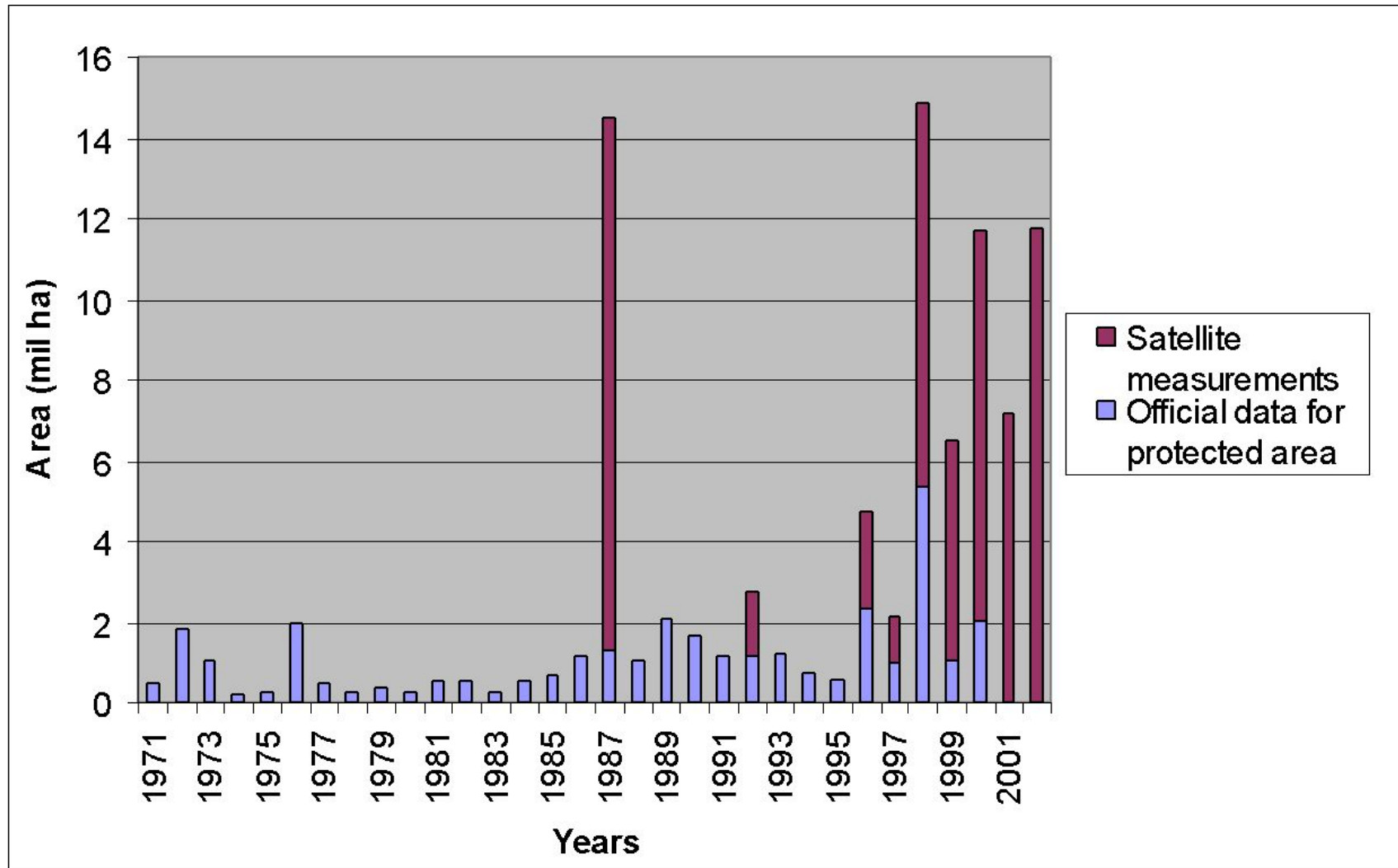


Эмиссия CO₂, % от NPP

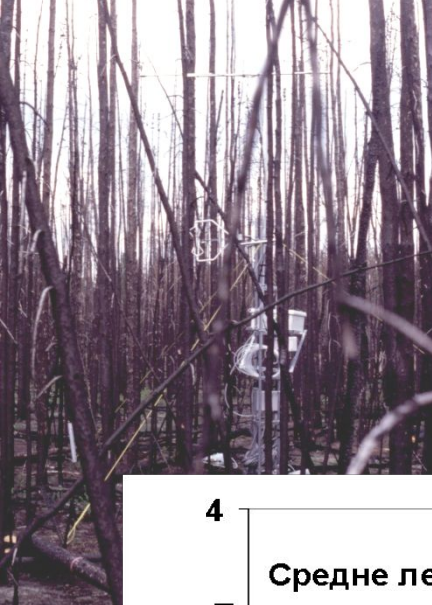
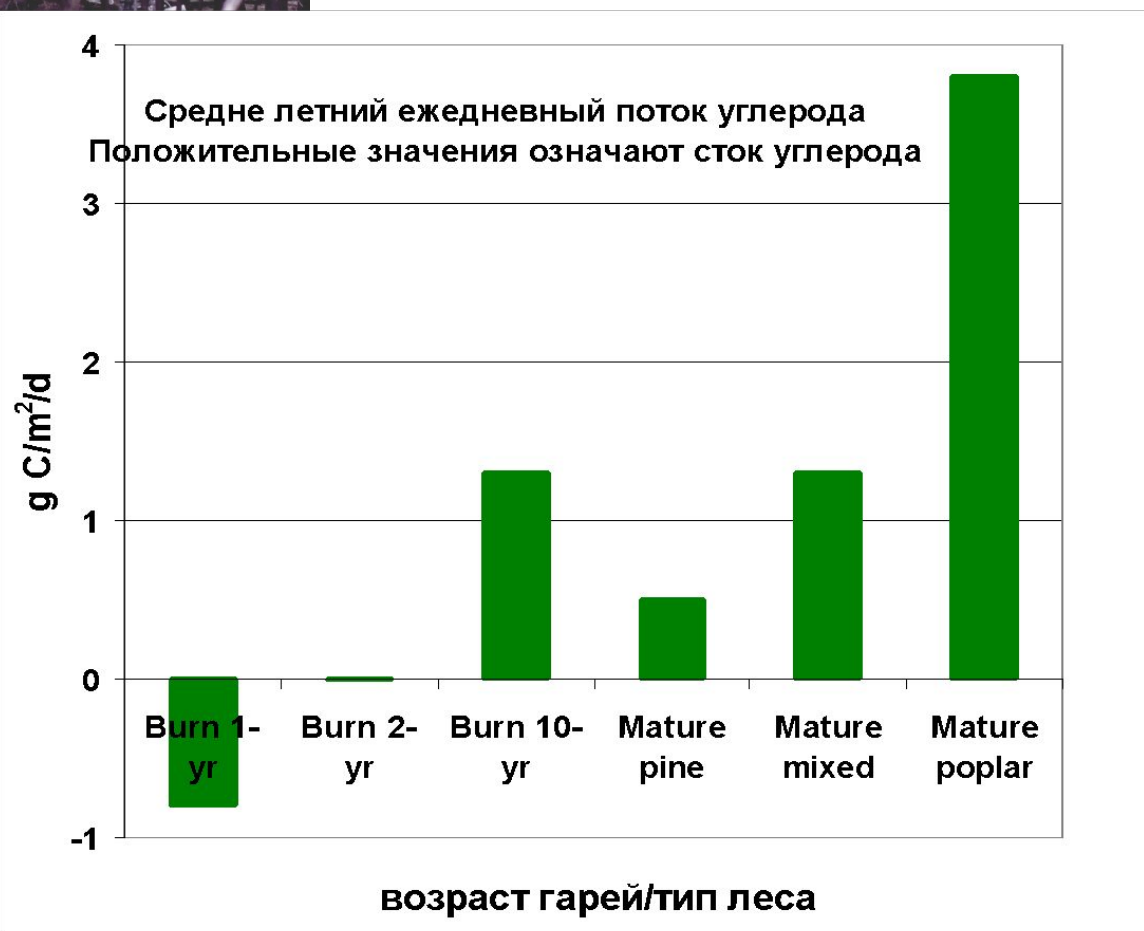


Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН

Лесные пожары в России за 1971-2002



**Сравнение газообмена CO_2 на площадках, недавно пройденных огнем со спелыми насаждениями (бореальные леса Канады).
Потоки CO_2 измерялись методом (eddy covariance from towers)**



Непочвенная эмиссия CO₂ на территории России (среднее за 1996-2006 гг.)

Источники	CO ₂ -С, млн. т/г	% от общего
Ископаемое топливо*	418	51.5
Продукция сельского хозяйства*	108.3	13.3
Заготовка древесины*	18.6	2.3
Добыча торфа*	2.03	0.3
Лесные пожары*	12.0	1.5
После пожарная эмиссия*	12.0	1.5
Поражение леса вредителями*	2.7	0.3
Разложение дробриса**	214	26.4
Известкование почв*	0.36	0.05
Речной сток (растворимый С)	21.8	2.7
Вымывание карбонатов из почв****	1	0.01
Всего	811	100

*Расчеты сделаны на основе статистических материалов – Россия в цифрах, 2008;

**Замолотчиков и др., 2004;

Виноградов и др., 1999;*Рысков и др., 2004

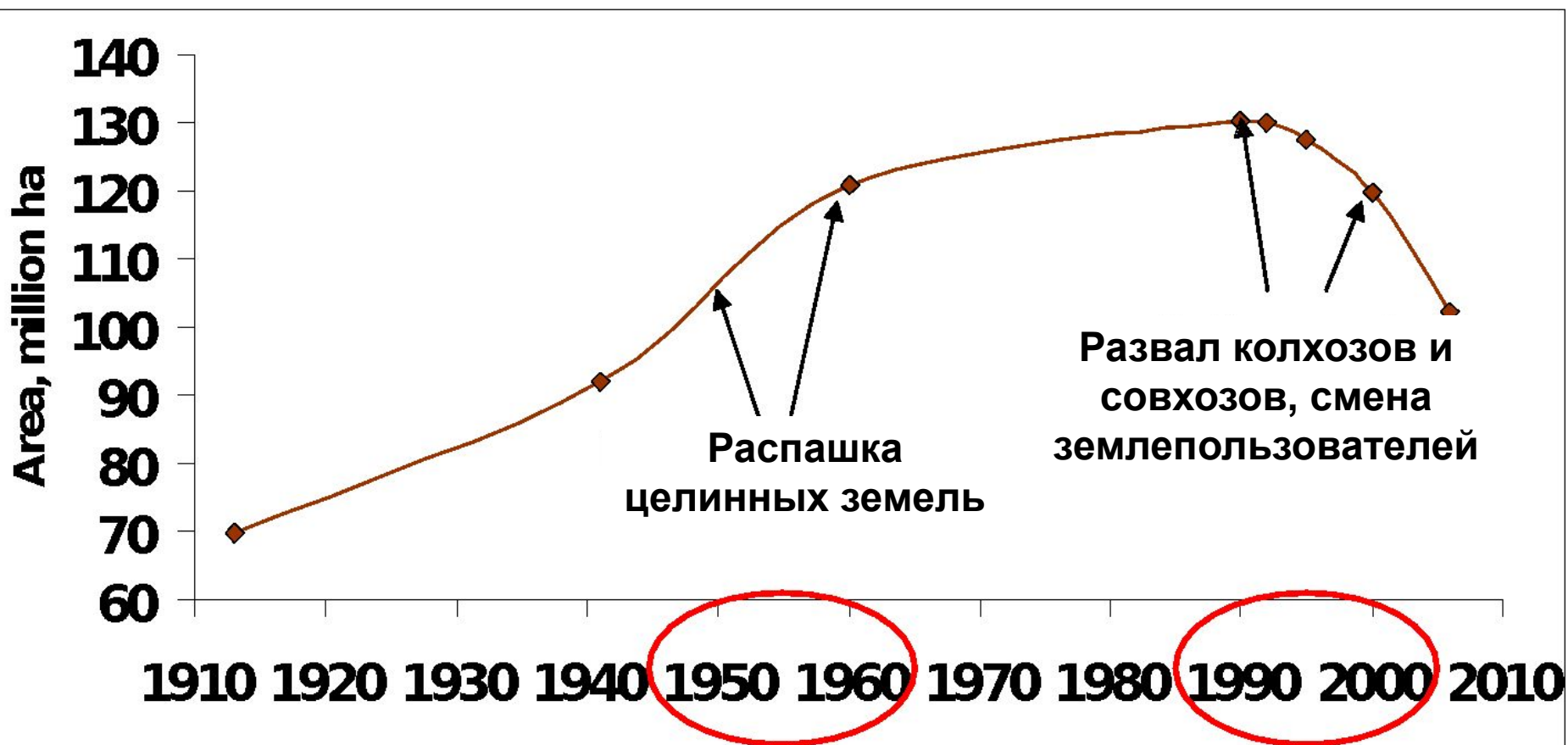
Баланс CO_2 -С на территории России в среднем за год (1996-2006)

Компоненты баланса	Мт/год	%
НРР	4450	100
Эмиссия (источники) CO_2	3611	81
В том числе:		
дыхание почвенных м/о	2800	63
непочвенная эмиссия	811	18
Баланс	839	20

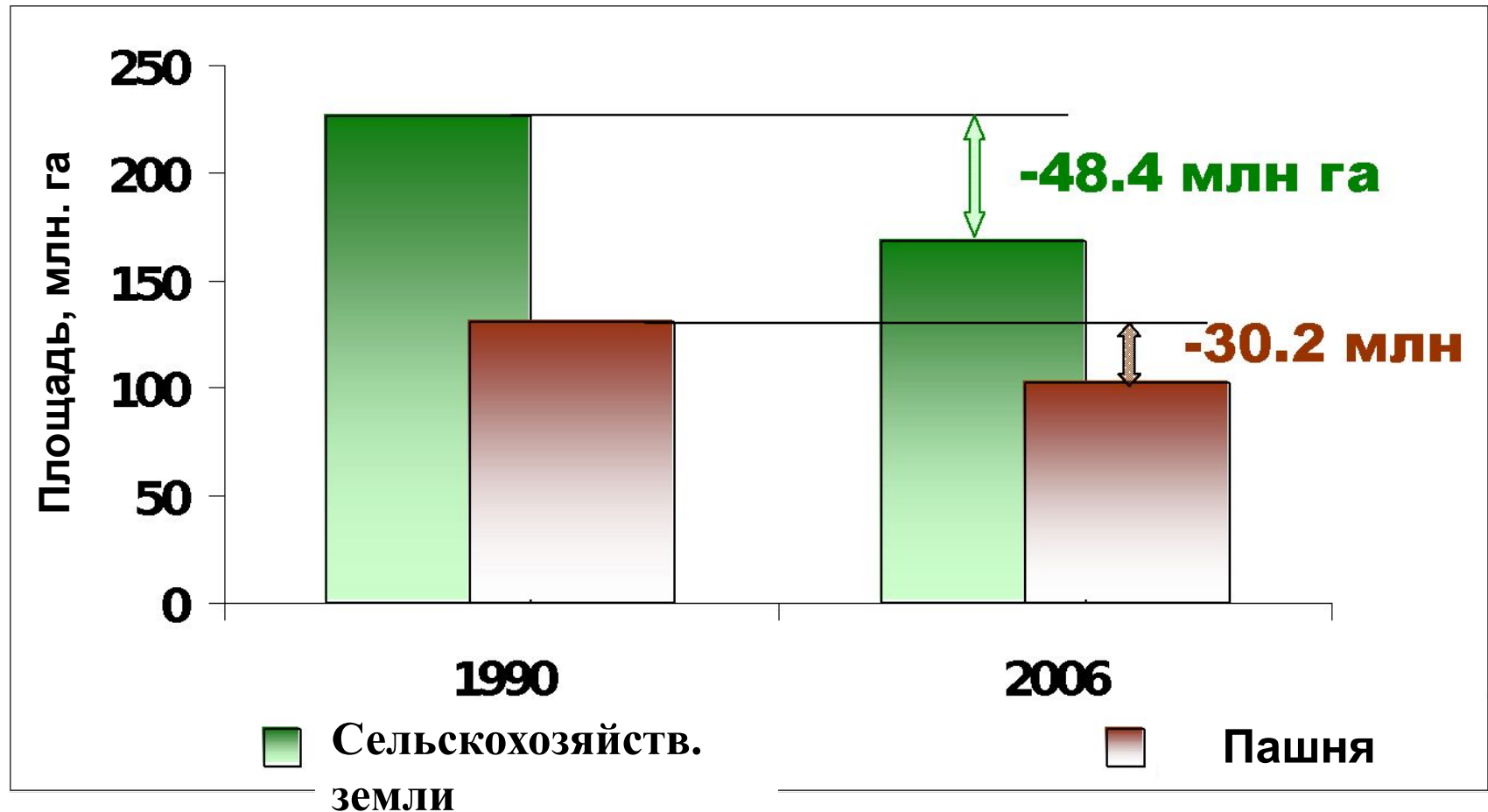
Оценки обмена CO₂ между атмосферой и наземными экосистемами по результатам 17 моделей (С, Гт/год) Gurney et al (25 авторов), 2003

Регион, климат зона	Мин	Макс	Среднее
Бореальная Азия	0.71±0.52	-1.7±0.58	-0.58
Европа	-0.02±0.58	-1.2±0.35	-0.60
Бореальная Сев. Америка	0.71±0.28	-0.21±0.32	0.26
Умеренная Сев. Америка	-0.34±0.61	-1.77±0.33	-0.81

Динамика площади пахотных земель РФ за 1913-2008 г.



Структурные изменения сельскохозяйственных земель за 1990-2006 гг.



Площадь пашни уменьшилась на 23%, а общая площадь с/х земель сократилась на 21.4% за период 1990-2006 гг.

Аккумуляция С гумусовых веществах главных типов почв (0-20 см) в зависимости от возраста залежи (g C m² /yr ±SE)

Почвы	Возраст залежи, годы		
	1-15	15-30	1-77
Дероново-подзолистые	131 ±13	91 ±22	88 ±22
Серые лесные	134 ±36	76 ±26	100 ±23
Черноземы	175 ±52	129 ±44	81 ±32
Каштановые	66 ±24	не опр.	не опр.
Все почвы	132 ±21	90 ±16	91 ±14

На площади 30.4 млн. га залежных земель дополнительное секвестирование углерода в почвах оценивается в 554 млн т С за период 1990-2005 гг.

(Данные Кургановой И.Н. и Лопес-де-Гереню, 2009, 2010)