

Современные проблемы экологии

Лекция (4 часа). Биосферный цикл углерода и глобальное потепление климата.



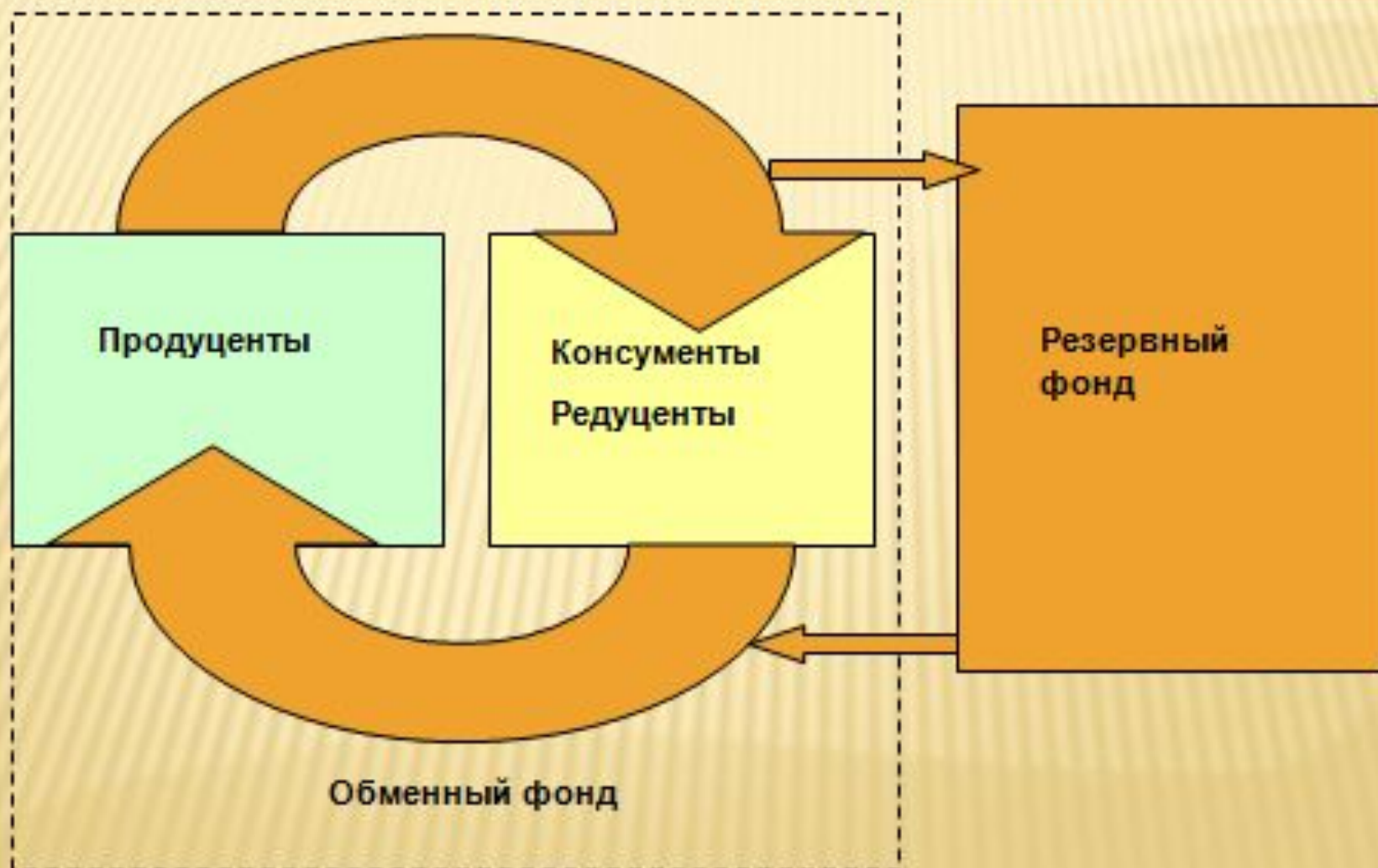
Профессор кафедры общей экологии
Ахмед Кадималиевич Юзбеков

- uak2003@mail.ru
- +7(926)733-19-44

Углерод - C

- Органическая химия – химия соединений углерода
- Жизнь на Земле – жизнь на углеродной основе
- В сухой массе растений и бесскелетных животных – около 50% углерода
- Оксид углерода CO_2 – углекислый газ
- Парниковый эффект ...+15....-23...Обеспокоенность научного сообщества –усиление антропогенной эмиссии CO_2
- Ископаемое топливо (уголь, нефть, газ)
- **Обеспокоенность научного сообщества – усиление антропогенной эмиссии CO_2**

Обобщенная схема биогеохимического цикла

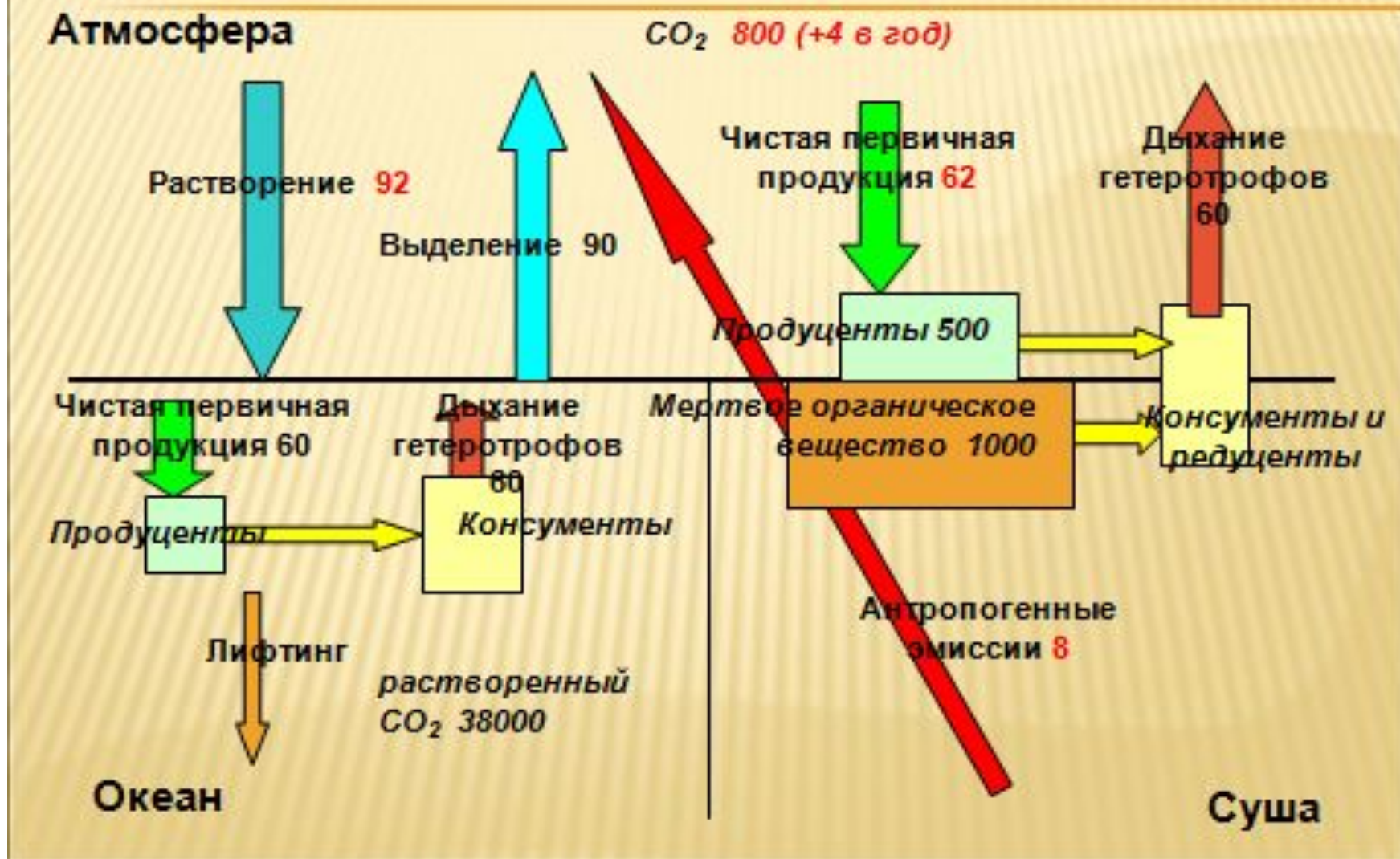


Количество углерода на Земле

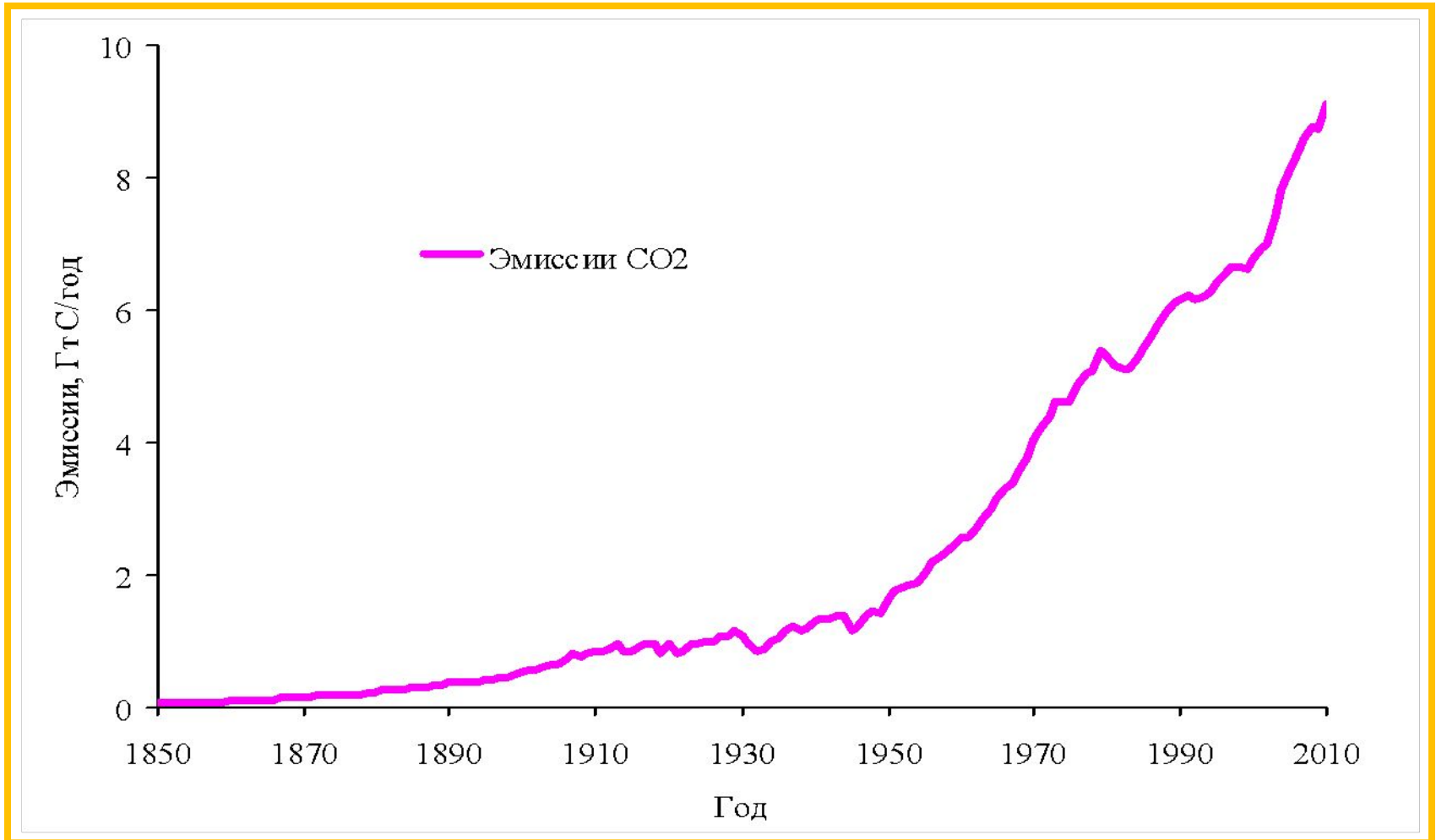
Среда и форма	Масса углерода (в гигатоннах)
Вся литосфера	> 75 000 000
Карбонаты кальция и магния (осадочные породы)	> 60 000 000
Кероген (осадочное органическое вещество)	15 000 000
Ископаемое топливо (уголь, торф, нефть, газ)	4130
Вся гидросфера (океаны)	38 400
Растворенные бикарбонаты и карбонаты (в целом)	37 400
Растворенные бикарбонаты и карбонаты (поверхностные воды)	670
Растворенные бикарбонаты и карбонаты (глубинные воды)	36 730
Органическое вещество (растворенное и взвешенное)	1000
Водная биота (масса живых организмов)	1–2
Атмосфера (CO₂)	720
Наземная биота (в целом)	1800 – 2200
Масса живых организмов	600 – 1000
Масса отмерших организмов	1200

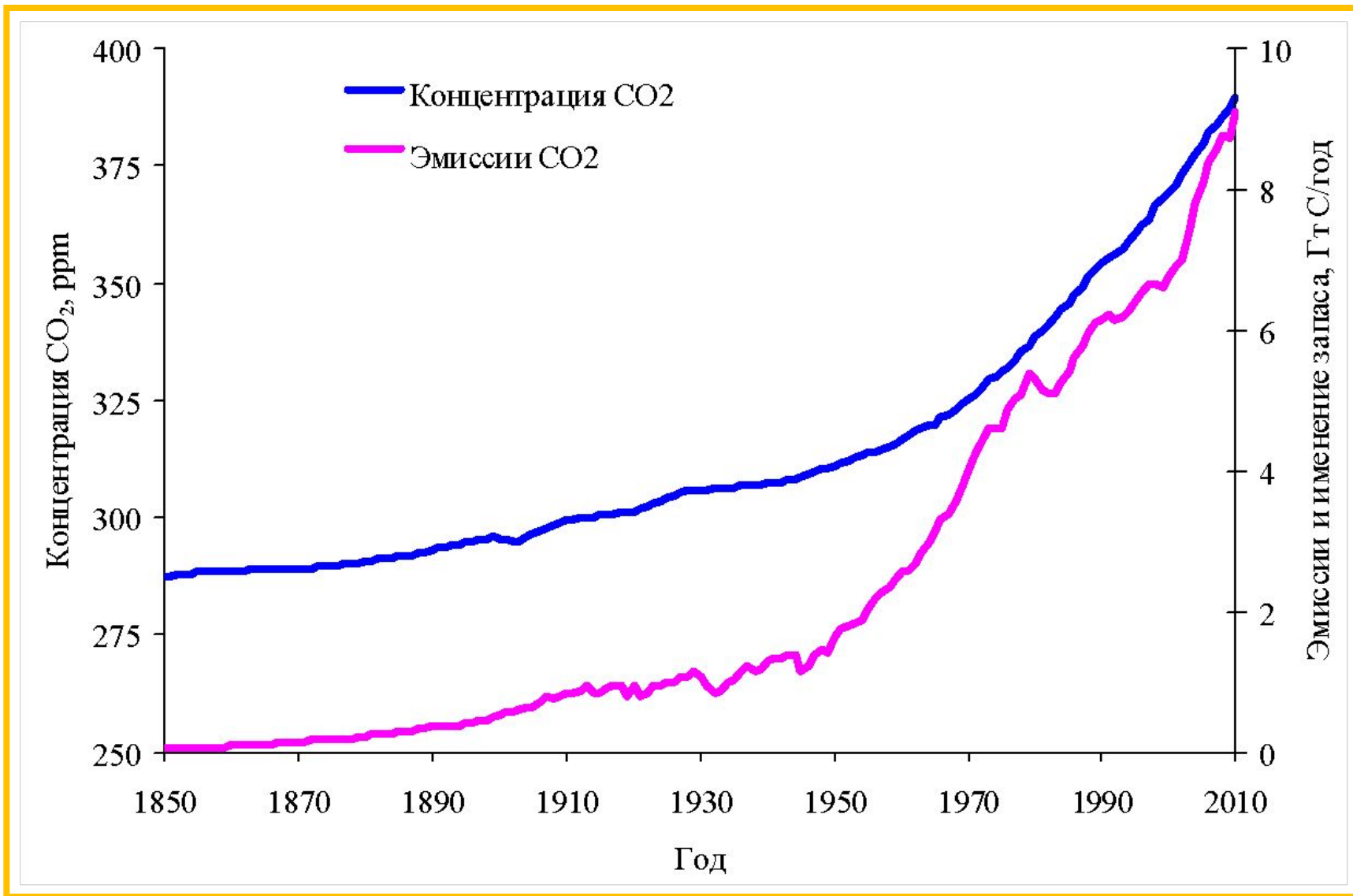
Цикл С в 2010 г.

Пулы – Гт С, потоки – Гт С в год, Гт – млрд. тонн



Антропогенные эмиссии CO₂ – причина современной модификации цикла С



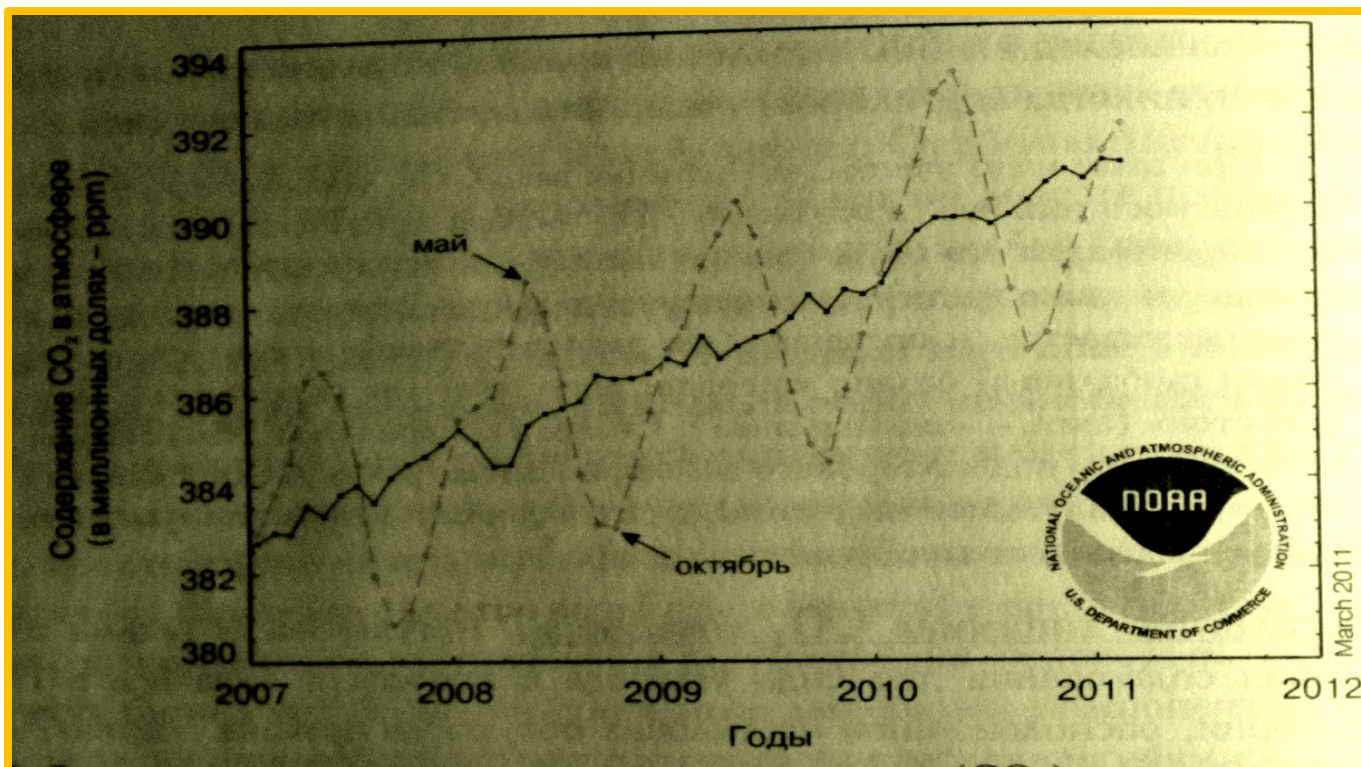


Современный состав воздуха

Примеси выражены в объемных частях на миллион (ppmv)

Молекулярный азот N_2	78%
Молекулярный кислород O_2	21%
Аргон Ar	~ 1%
Вода (пар) H_2O	от 0.5 до 4%
Диоксид углерода CO_2	400 ppm
Неон Ne	18.8 ppm
Гелий He	5.5 ppm
Метан CH_4	1.8 ppm

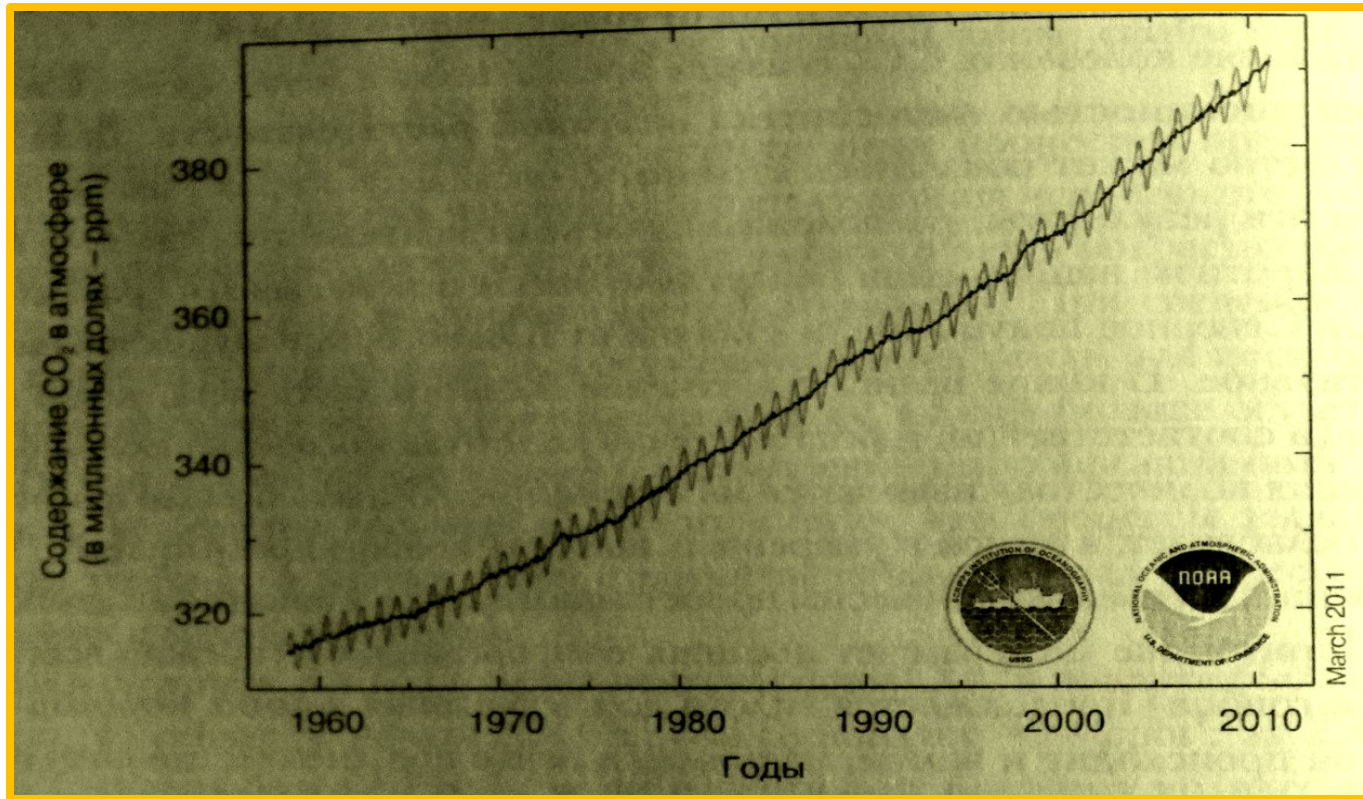
Сезонные изменения в содержании диоксида углерода в атмосфере в период с 2007 по 2010 г. (по данным обсерватории на вулкане Мауна-Лоа (о. Гавайи))



Обозначения: пунктирная линия - средние оценки для месяца (max – май; min – октябрь - объясняется сезонными колебаниями интенсивности фотосинтеза); сплошная линия – общая тенденция изменения CO₂.

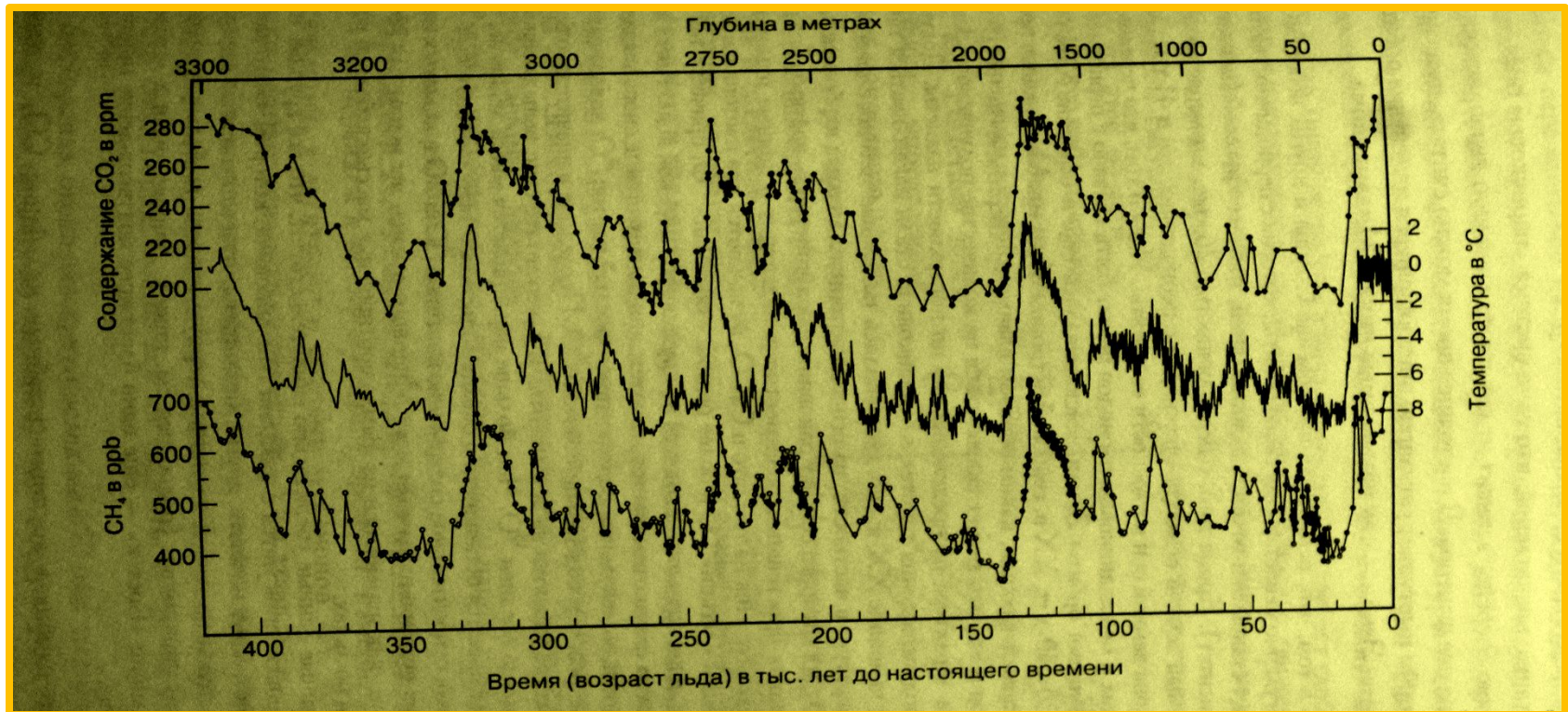
Изменение содержания диоксида углерода в атмосфере в период с 1958 по 2010 г.

(по данным обсерватории на вулкане Мауна-Лоа (о. Гавайи))



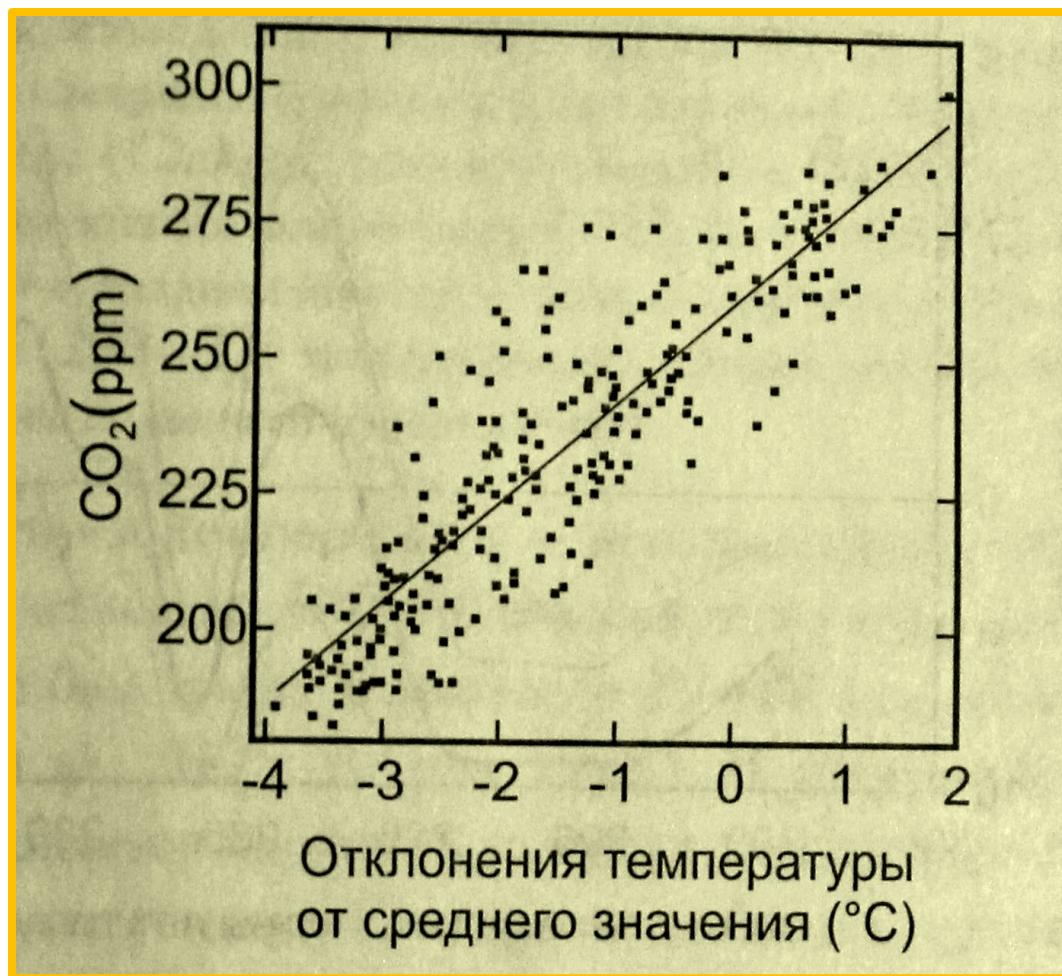
Видны ежегодные сезонные колебания концентрации CO₂, связанные с сезонностью развития растительности. Более ровная линия – общая тенденция изменения CO₂. К январю 2011 года концентрация CO₂ составила 391 ppm.

**Динамика содержания в атмосфере
углерода (верхний график) (в частях на млн. - ppm)
и метана (нижний график) (в частях на млрд. - ppb)
(по данным анализа пузырьков воздуха из ледового керна
со станции «Восток»)**

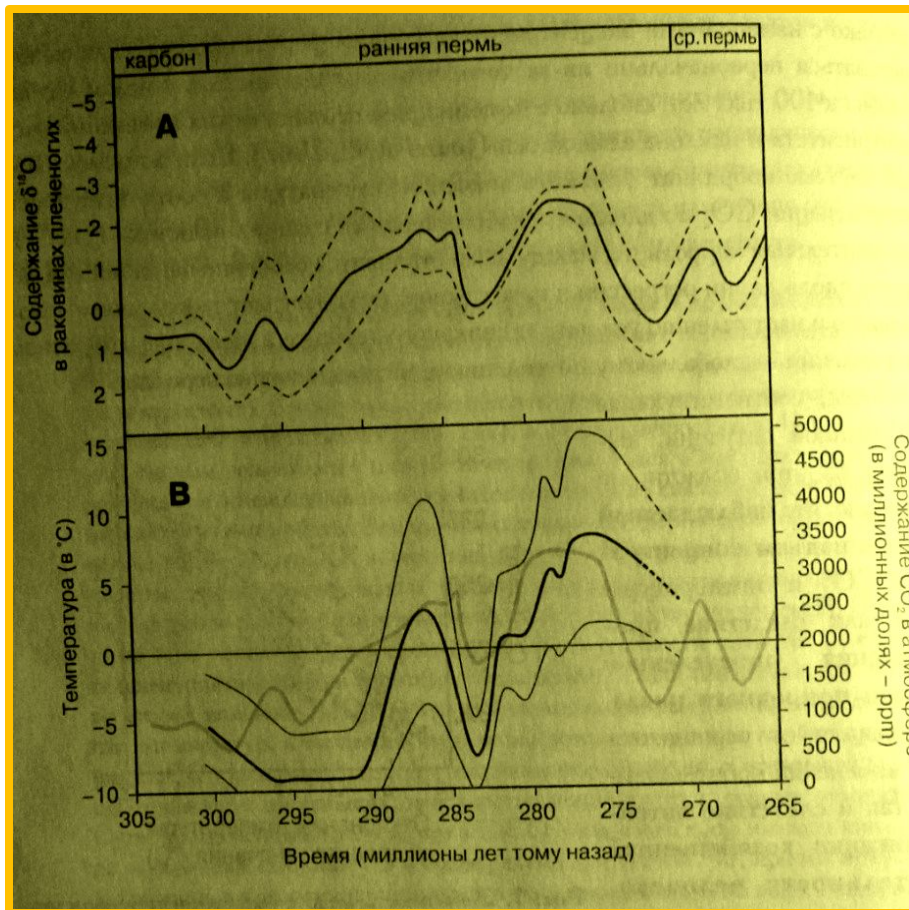


Средний график – изменения температуры, оцененной по содержанию дейтерия во льду. Нижняя шкала - время, охватывает 420 тыс. лет до настоящего времени. Верхняя шкала - глубина нахождения соответствующего слоя льда.

Зависимость между содержанием углекислого газа (по данным ледового керна на станции «Восток») и отклонением температуры от ее среднего значения (за весь рассматриваемый период)



Изменения температуры и содержания в атмосфере CO_2 в начале пермского периода (300-270 млн.лет назад)



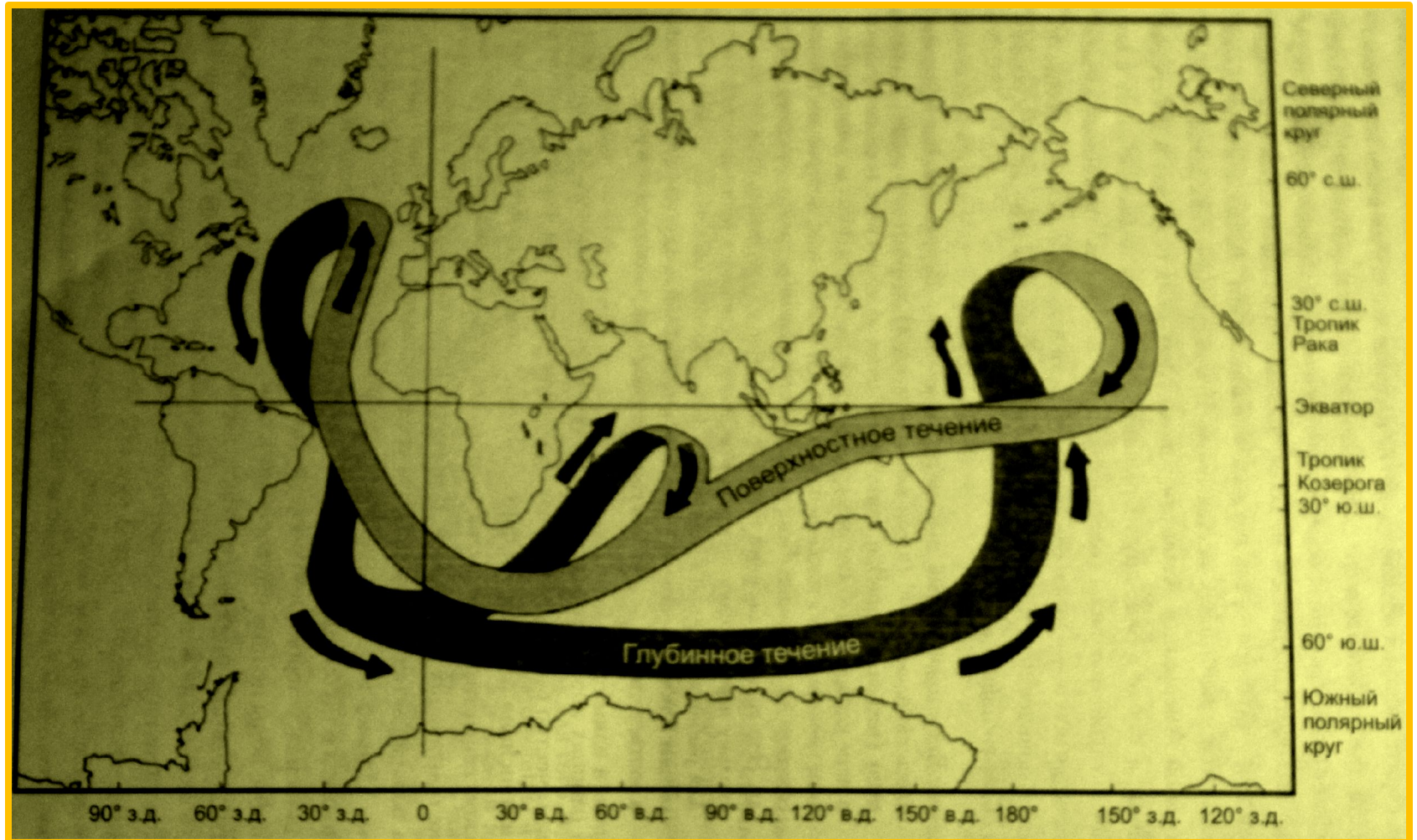
Верхняя панель (А) :

сплошная линия – относительное содержание стабильного тяжелого изотопа кислорода ^{18}O в раковинах морских плеченогих. Чем меньше содержание изотопа (чем выше идет кривая), тем теплее. Пунктирные линии- доверительные интервалы.

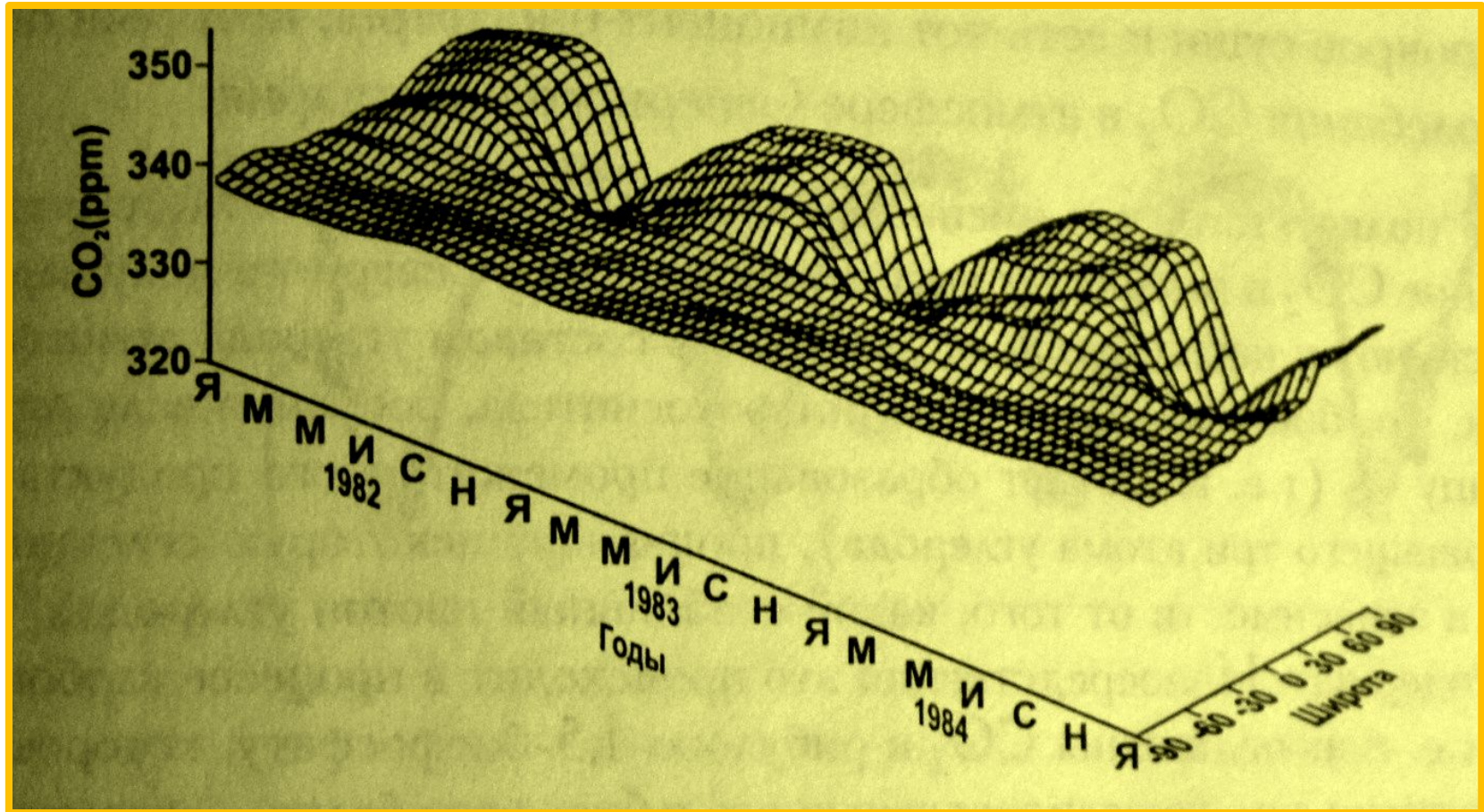
Нижняя панель (В) :

более толстая и светлая кривая – отклонения температуры поверхности океана от средней, равной $17,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (горизонтальная линия, обозначенная как 0). Толстая черная кривая –среднее содержание CO_2 в атмосфере.

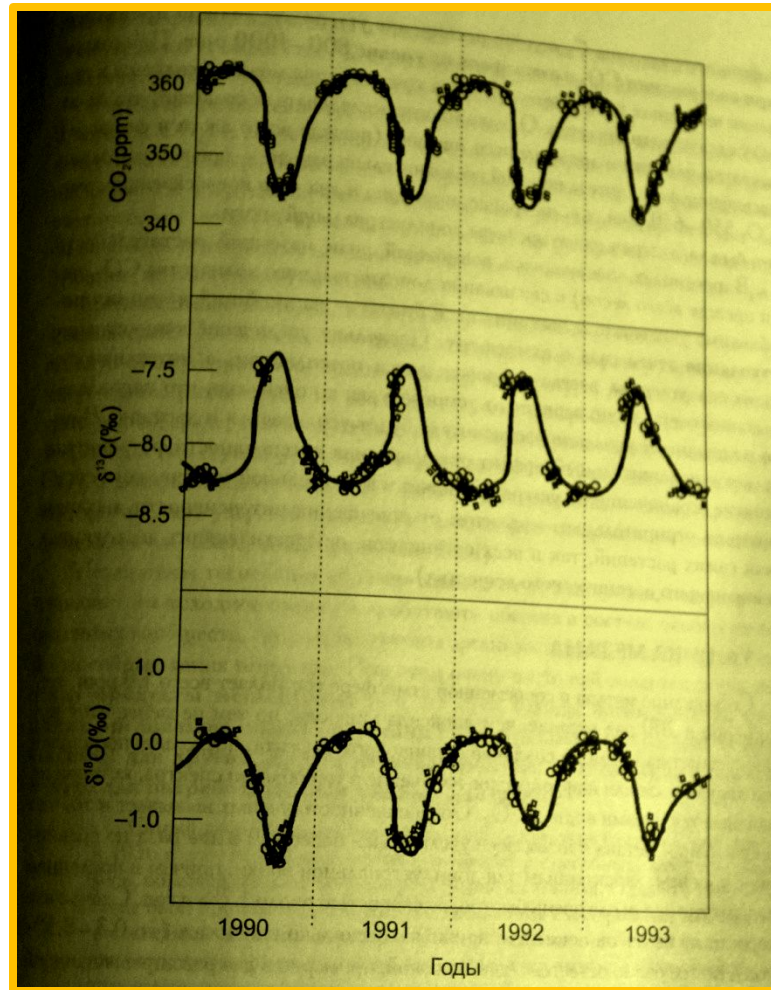
Обмен поверхностных и глубинных вод в океане



Изменение глобальной атмосферной концентрации CO_2 в зависимости от широты (отрицательные значения относятся к Южному полушарию) и времени



Сезонные изменения концентрации изотопов ^{13}C и ^{18}O из атмосферного CO_2 на мысе Барроу, Аляска

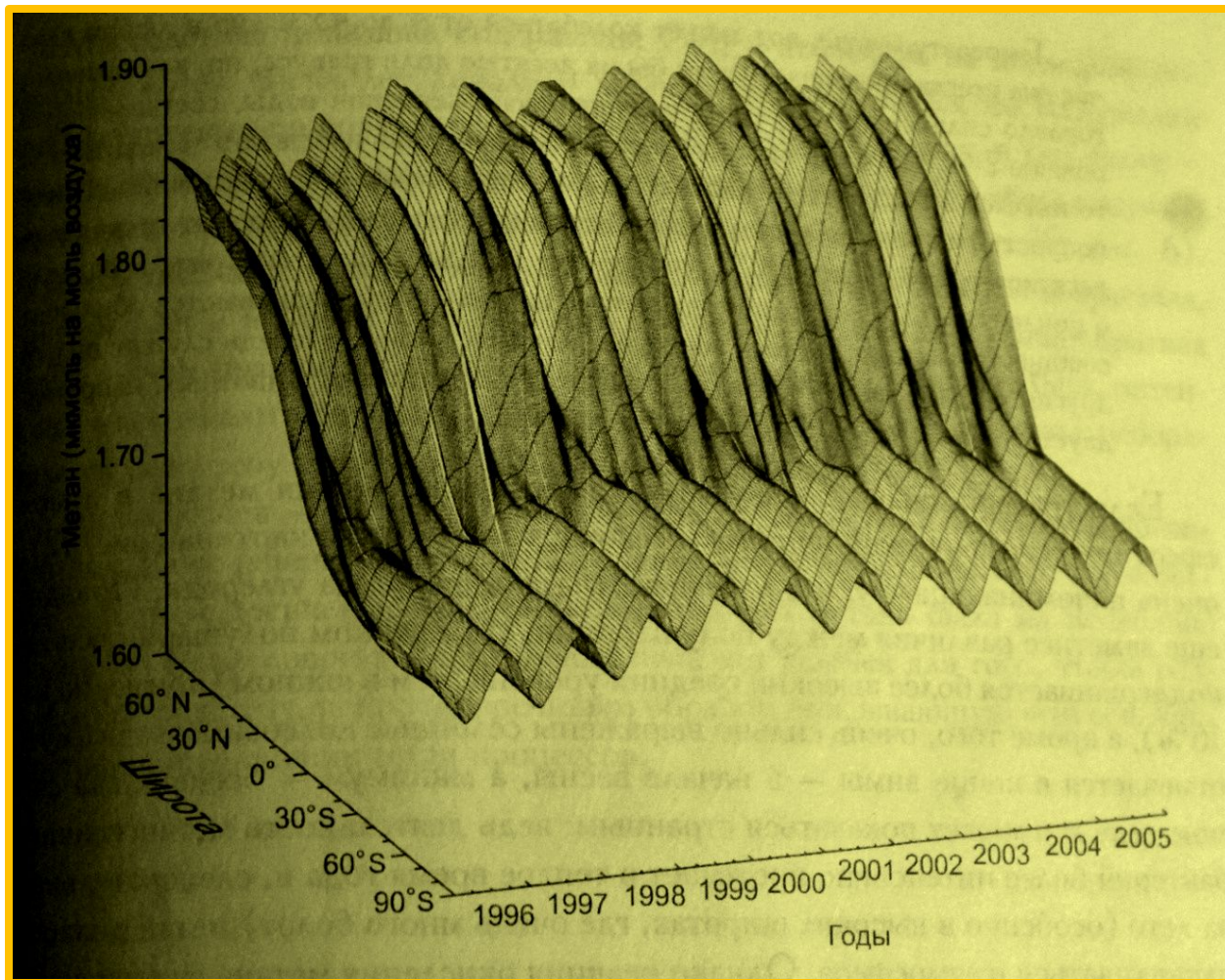


Соотношение источников поступления метана в атмосферу и процессов его потребления (млн. т метана в год)

Источники поступления метана	Наиболее вероятная оценка	Разброс разных оценок
Болота и прочие увлажненные территории	145	92–237
Рисовые поля	60	40–100
Жвачные животные	93	80–115
Термиты	20	20–20
Сжигание биомассы (лесов в первую очередь)	52	23–55
Производство энергии человеком	95	75–110
Свалки	50	35–73
Океан	10	10–15
Гидраты (в море и на суше)	5	5–10
Суммарное выделение по всем источникам	530	500–600

Процессы и места «стока» метана	Наиболее вероятная оценка	Разброс разных оценок
Окисление в тропосфере	507	450–510
Потери в стратосфере	40	40–46
Связывание в почве	30	10–44
Суммарный «сток»	577	460–580

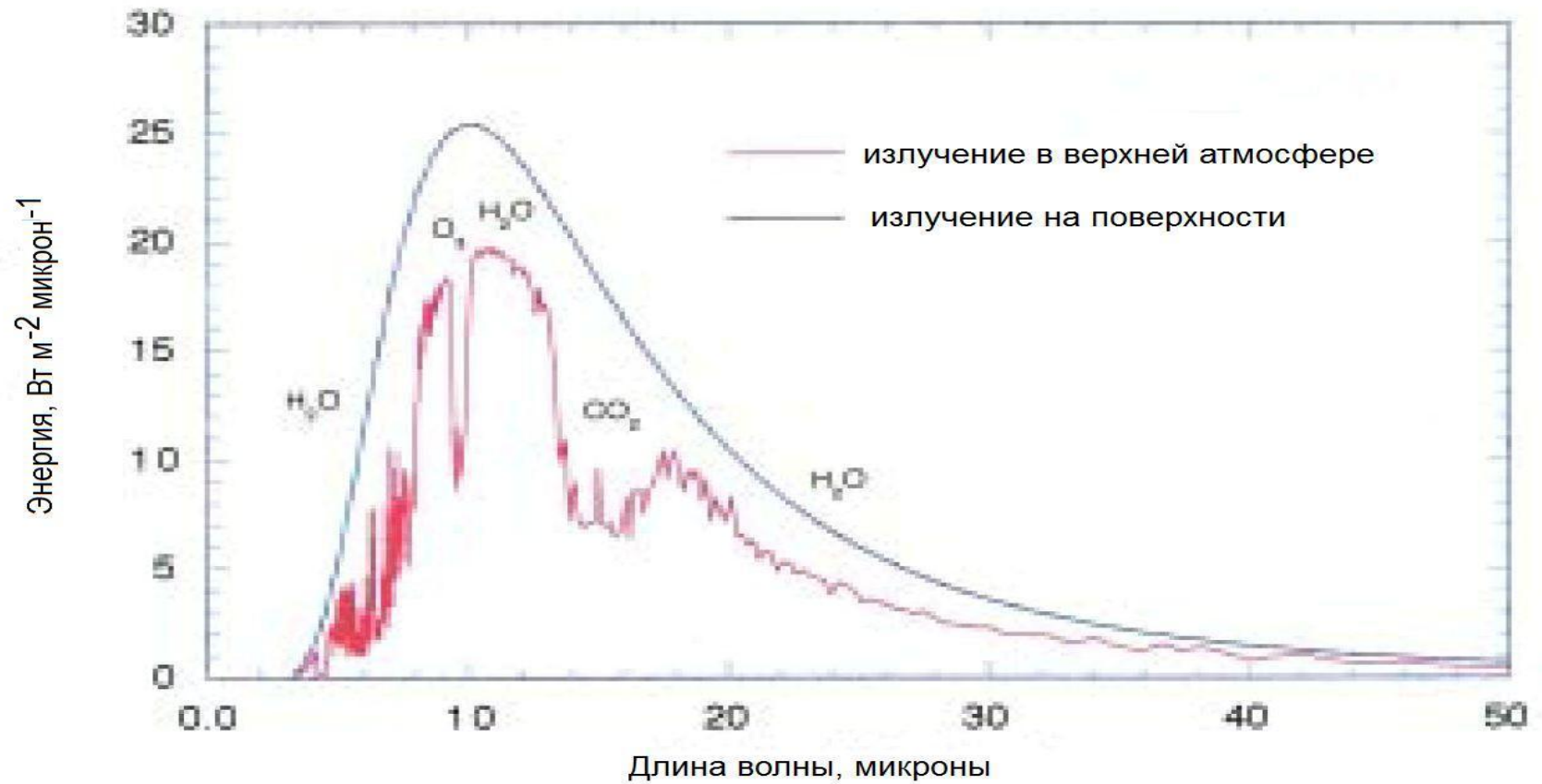
Изменение концентрации метана в морском пограничном слое атмосферы в зависимости от широты и времени



Парниковый эффект и радиационный баланс Земли



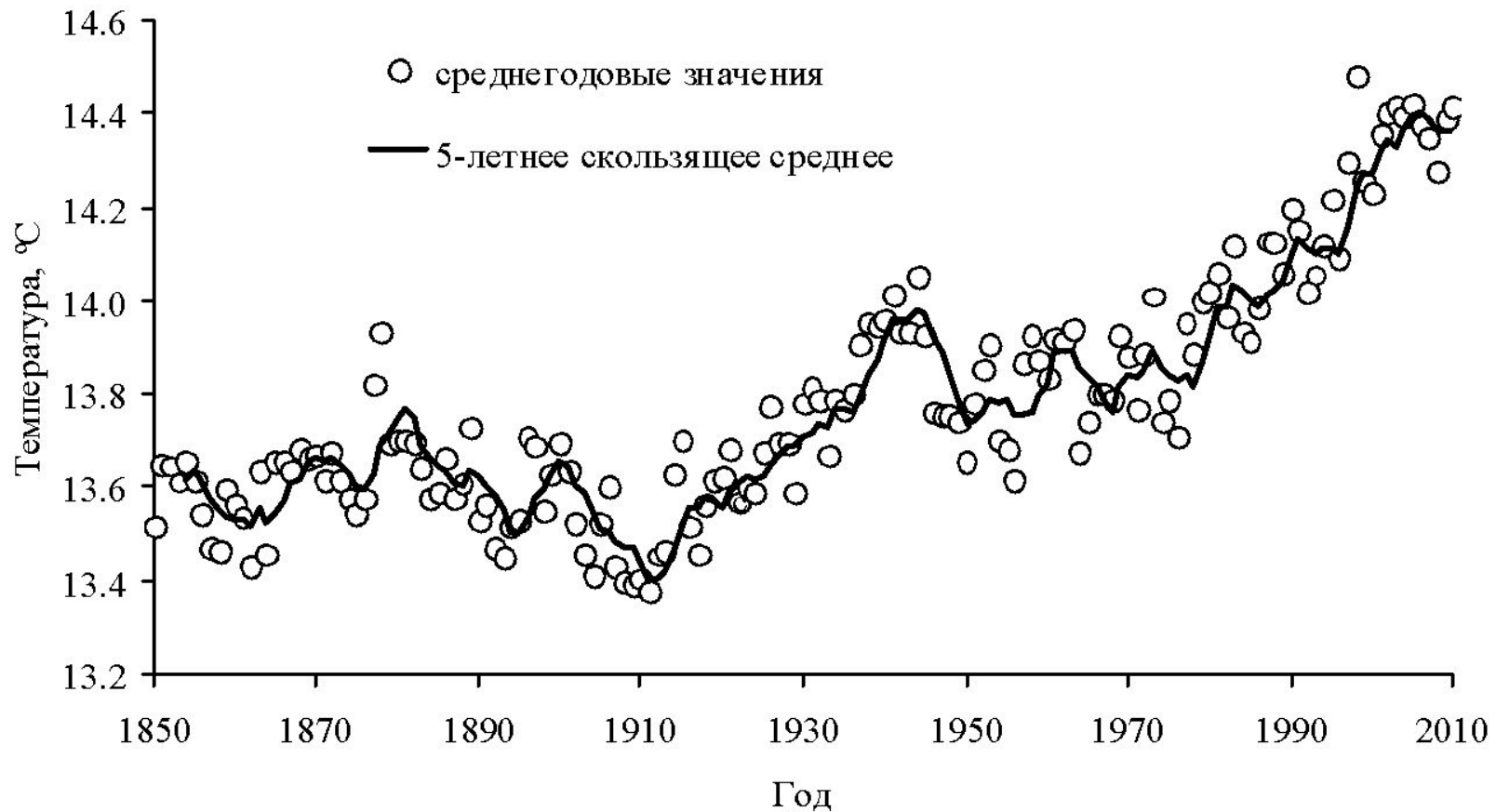
Полосы поглощения парниковых газов в спектре излучения Земли



Вклад газов в парниковый эффект

Газ	Вклад, %
H_2O	60
CO_2	26
O_3	8
$\text{CH}_4 + \text{N}_2\text{O}$	6

Увеличение парникового эффекта ведет к глобальному потеплению



**Сванте Аррениус
(1859-1927) –
открыл парниковый
эффект атмосферы.**



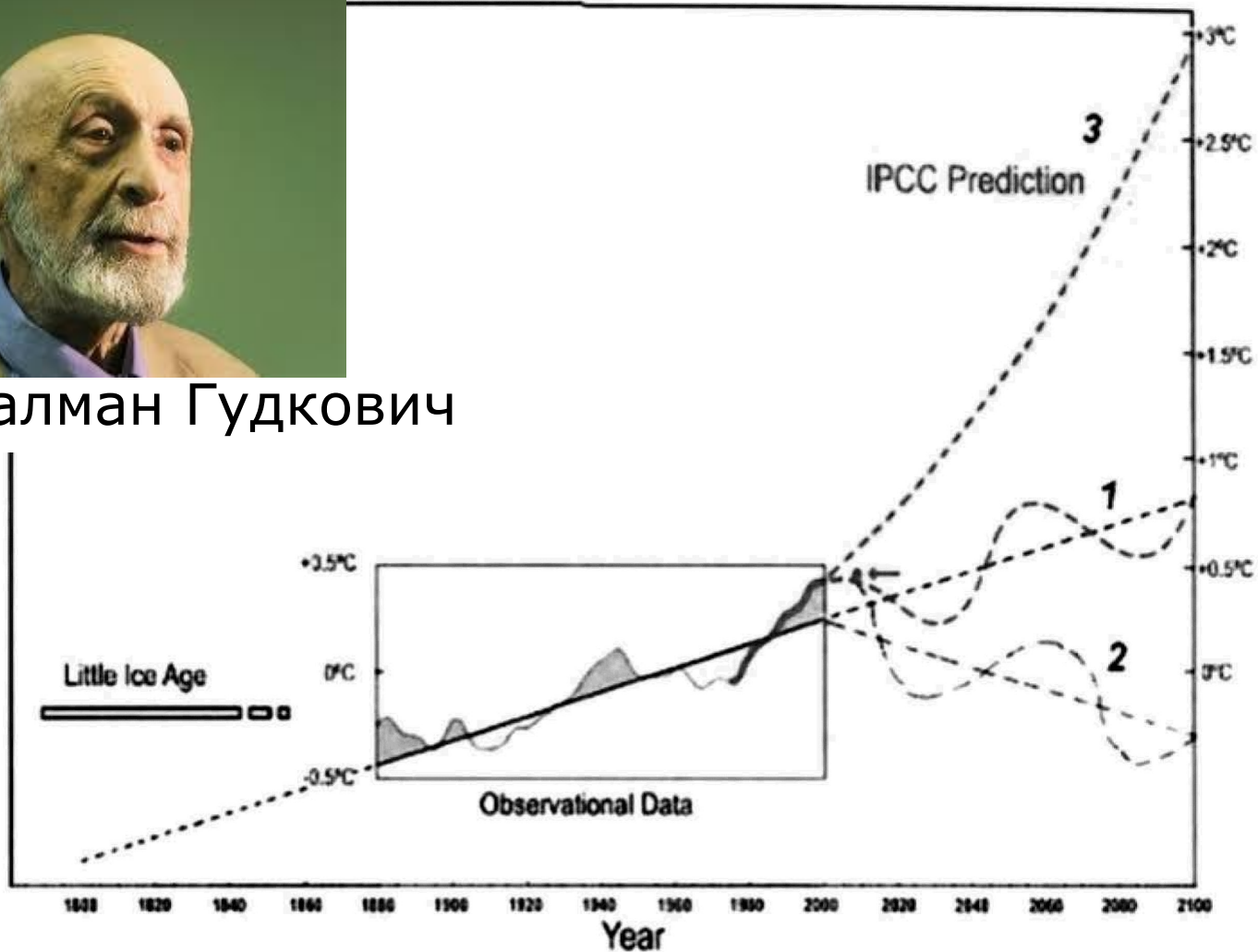
**Будыко Михаил Иванович
(1920-2001) –
автор концепции
глобального потепления.**



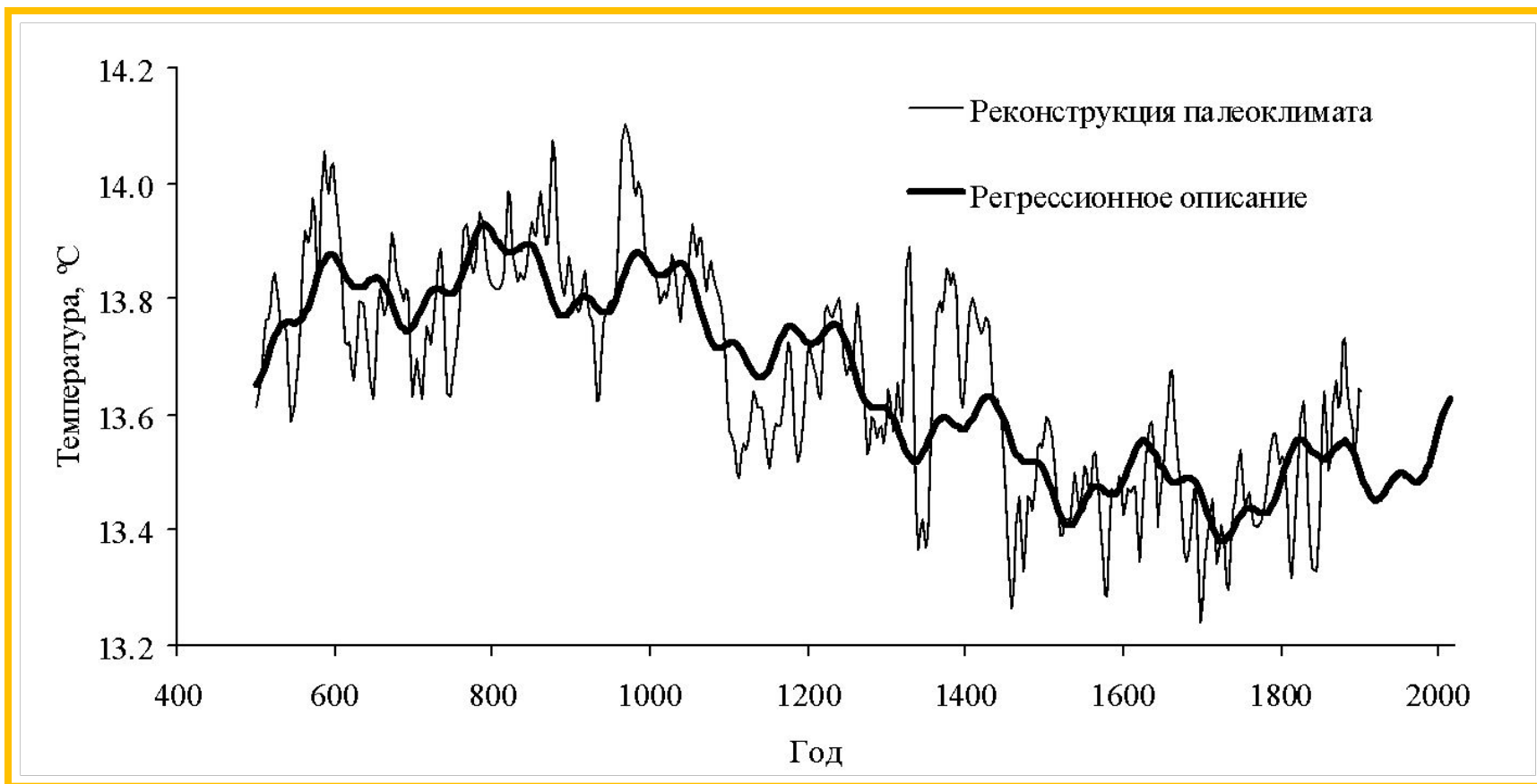
Концепция естественного потепления – восходящая ветвь долговременного цикла



Залман Гудкович



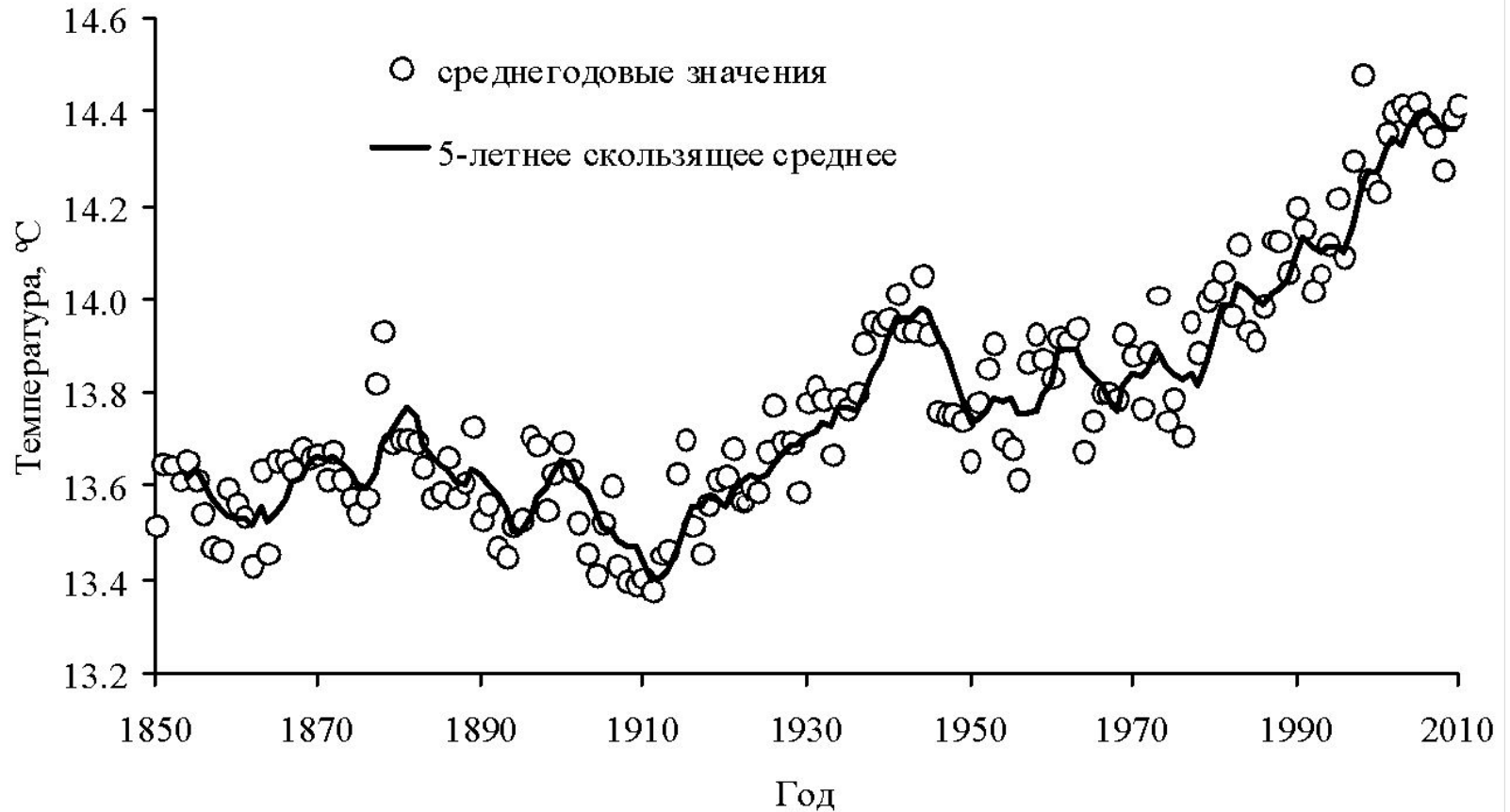
Действие солнечных циклов 1800, 210 и 70 лет



Фактическое потепление идет быстрее



Действие солнечных циклов 70 и 11 лет



Негативные эффекты потепления

- Повышение уровня мирового океана
- Увеличение числа экстремальных погодных явлений (наводнений, засух, ураганов, и т. д.)
- Нарушения водоснабжения в аридных регионах
- Таяние вечной мерзлоты, разрушение инфраструктуры в Арктике
- Расширение ареалов болезней и вредителей
- Угрозы биоразнообразию

Повышение уровня мирового океана:

- 1) таяние наземных ледников;
- 2) термальное расширение воды

Контуры Европы 20000 лет назад и сейчас

20000 лет назад



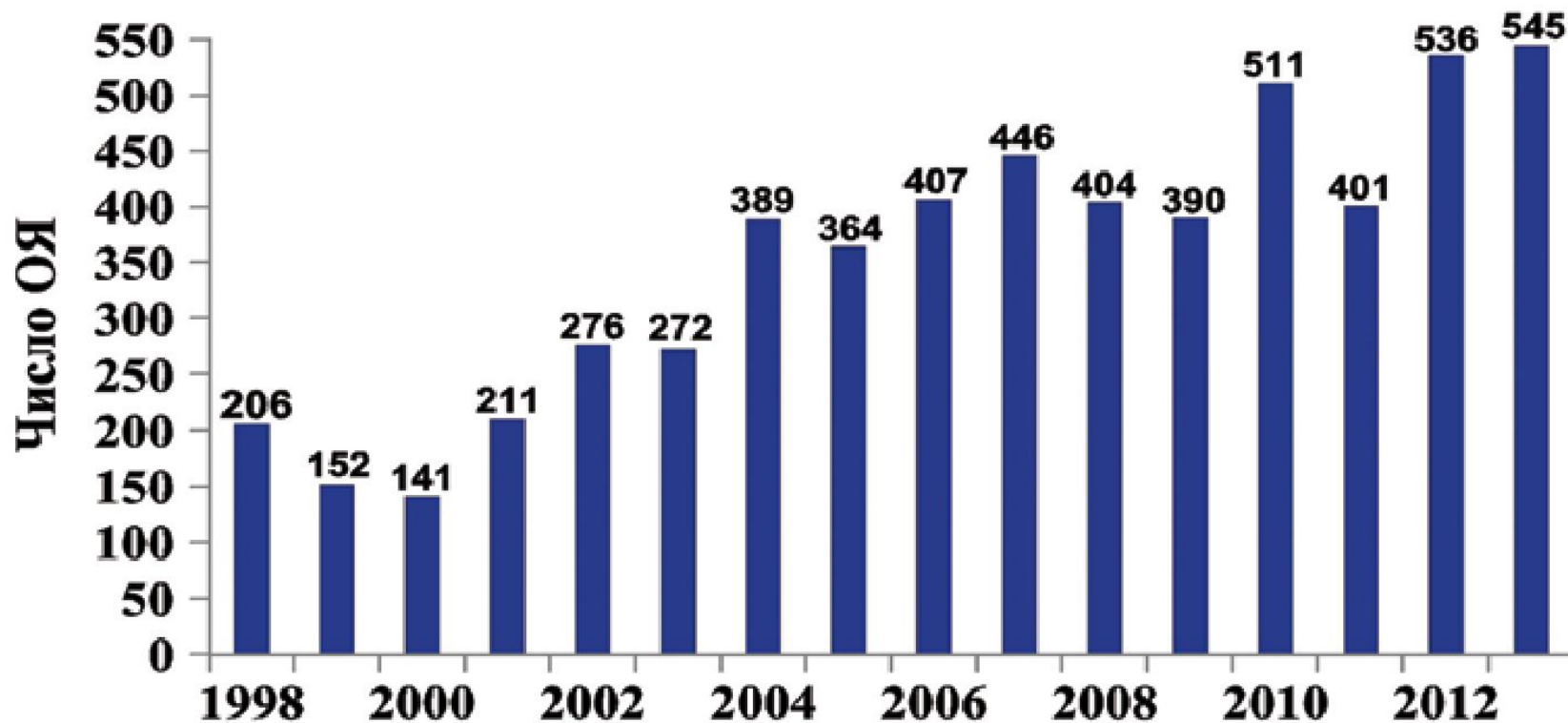
Повышение уровня мирового океана:

- 1) таяние наземных ледников;
- 2) термальное расширение воды



За XX век уровень океана повысился на 17 см.
К концу XXI века возможен подъем уровня океана на 1 метр.

Рост числа опасных погодных явлений (ОЯ) в России



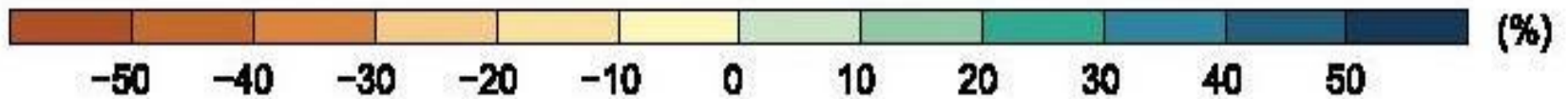
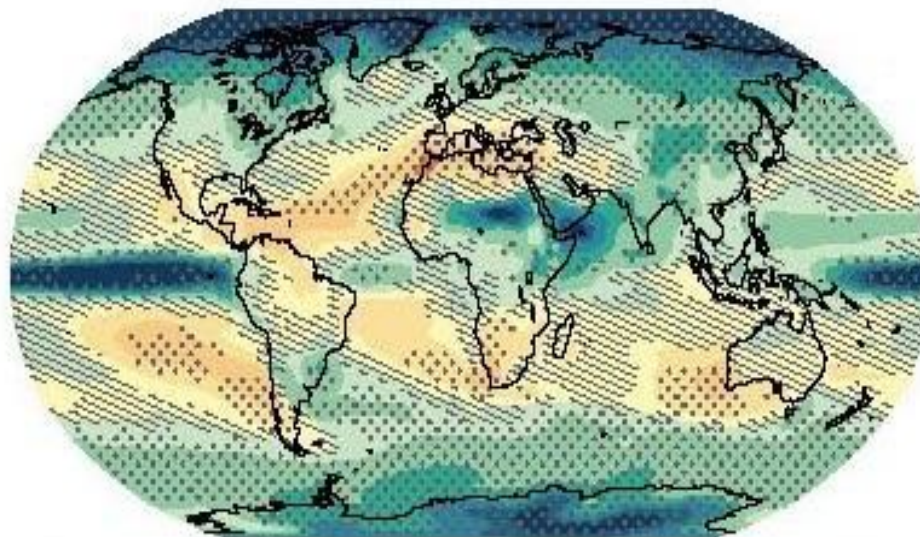
Последствия урагана «Катрина» в Новом Орлеане (2005)



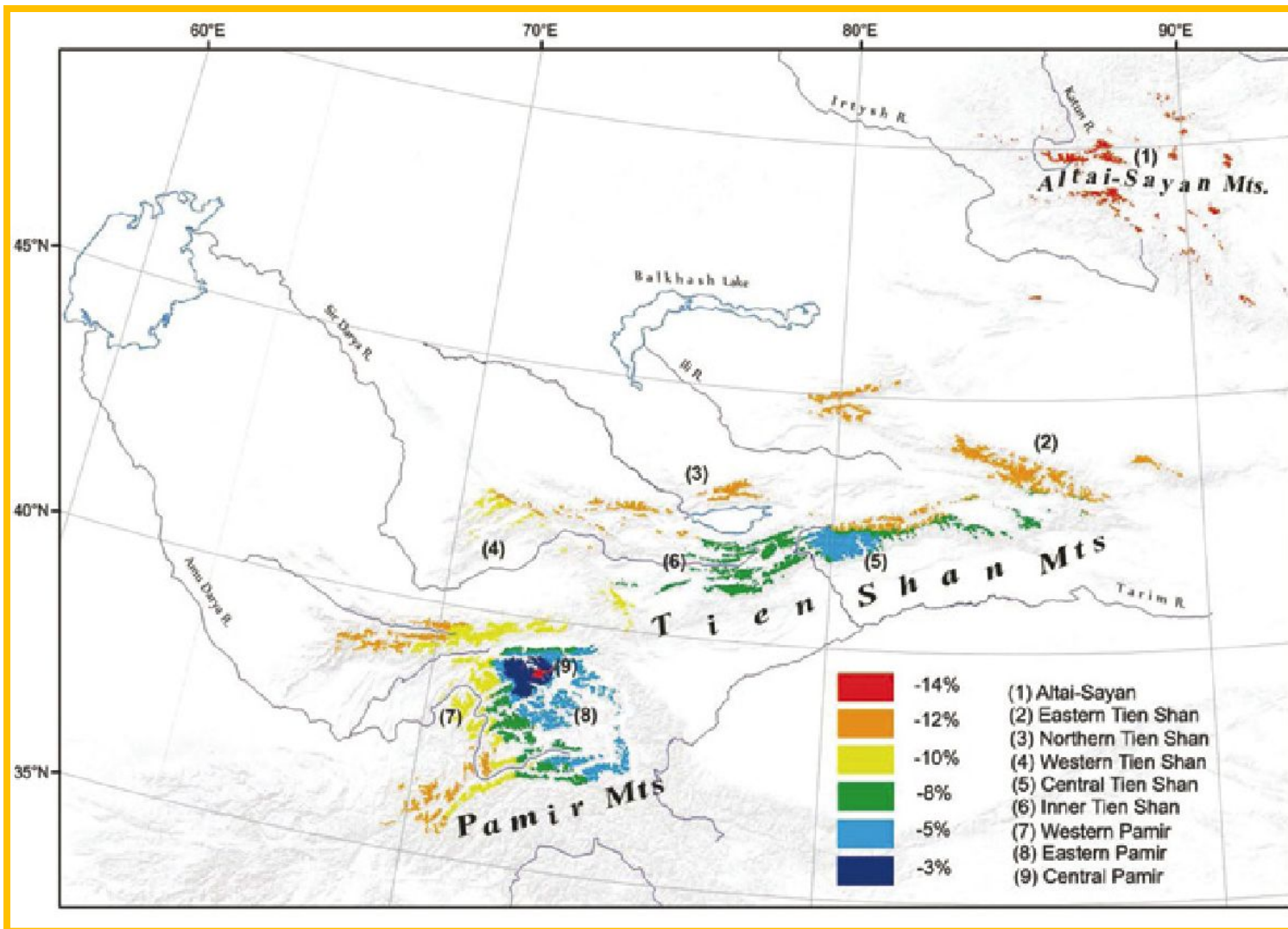
Ветровал в Костромской области



Изменение осадков к 2100 г. при жестком сценарии потепления



Сокращение площади ледников (1960-2008)



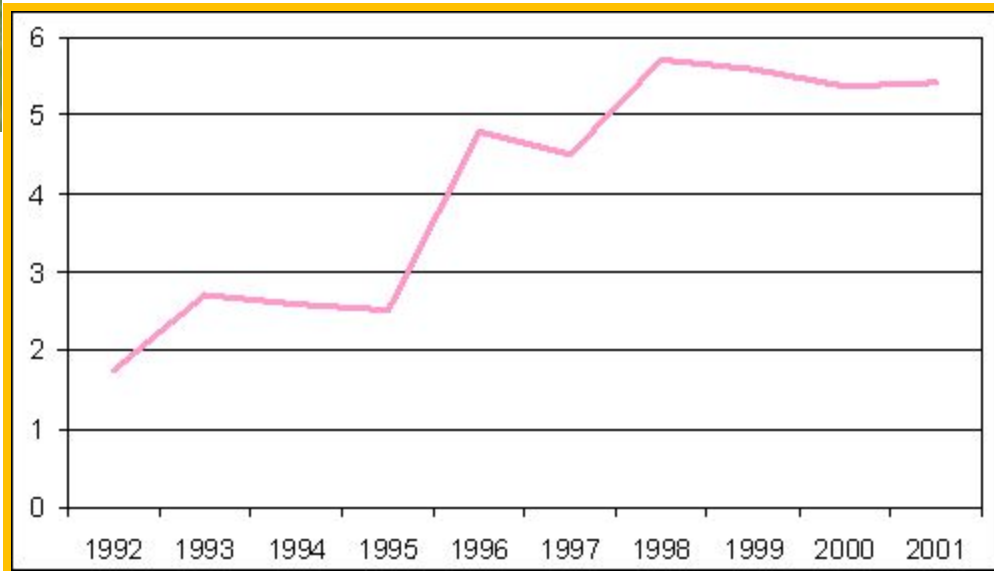
**Таяние мерзлоты: рухнувшее здание
в пос. Черский, Якутия**



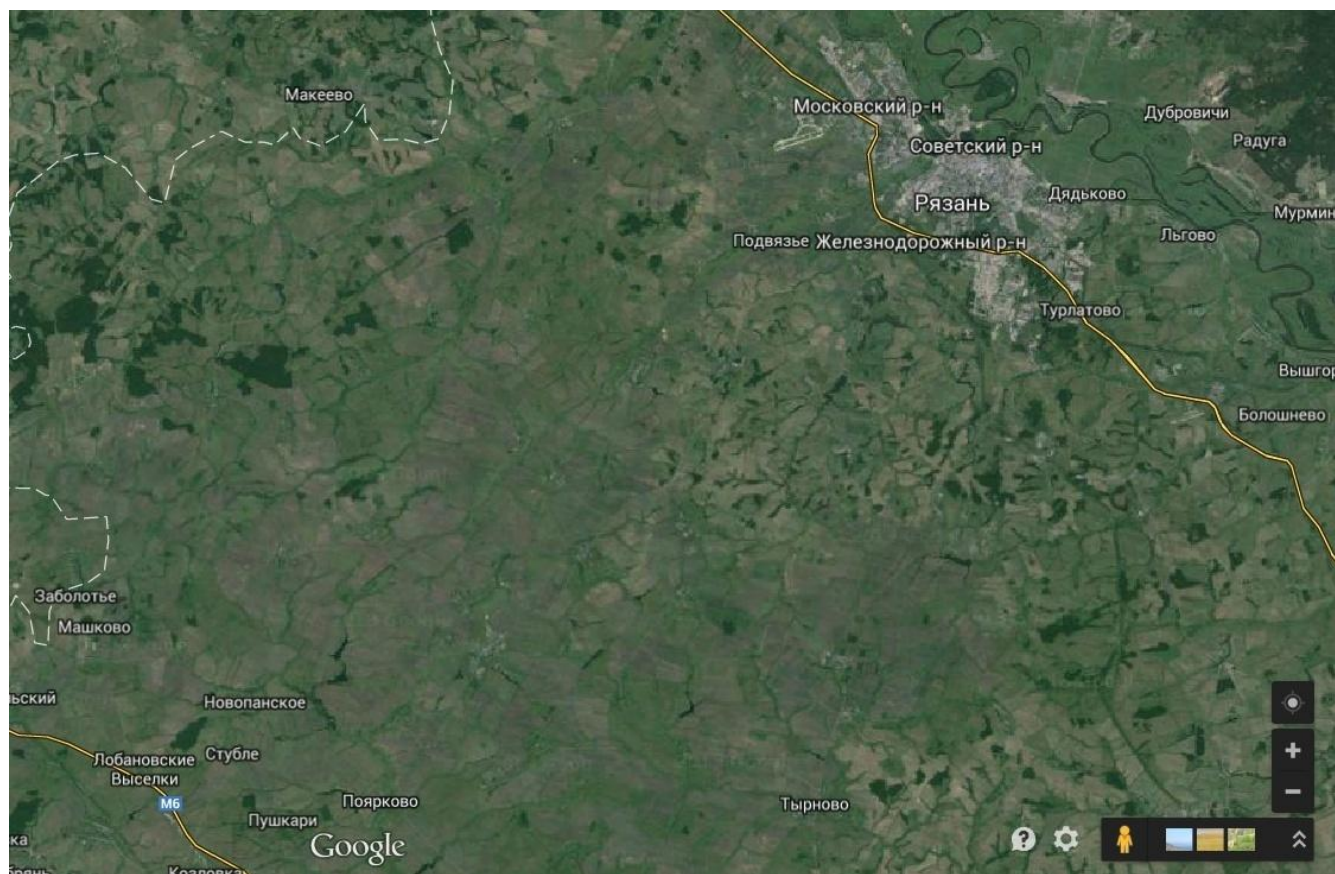
Пастбищный клещ расширяет ареал, растет заболеваемость энцефалитом (Россия)



Число заболевших энцефалитом на 100 тыс. населения



Угрозы биологическому разнообразию:
при потеплении выше 2°C до 40% видов может оказаться под
угрозой исчезновения.
Этому способствует фрагментация ландшафтов.



Некоторые позитивные для России эффекты глобального потепления

- Сокращение длины отопительного сезона
- Восстановление навигации по Северному морскому пути
- Увеличение продуктивности сельского хозяйства и площадей устойчивого земледелия (может быть нивелировано опасными погодными явлениями)

Соглашения о сохранении глобального климата

- **Рамочная конвенция ООН об изменении климата (1992 г.)**

Констатировала негативность и антропогенные причины потепления, необходимость сокращения выбросов, а также **различные роли развитых и развивающихся стран.**

- **Киотский протокол (1997 г.)**

Установил обязательства развитых стран по сокращению выбросов на 2008-2012 гг., ввел **рыночные механизмы** (торговля квотами, совместное осуществление, чистое развитие).

Примеры успешных углеродных рынков

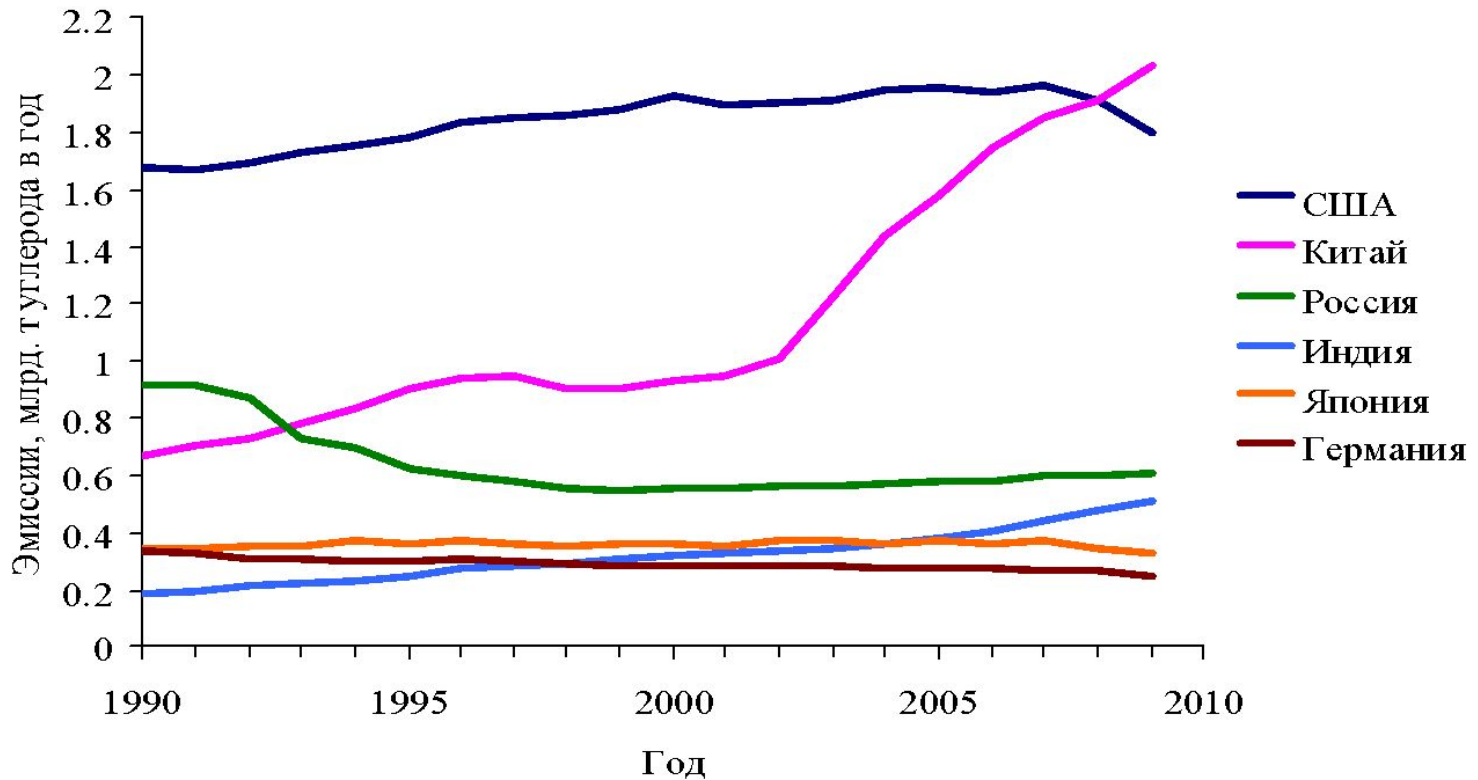
- ***Европейская система торговли квотами***

Контролирует примерно 50% выбросов стран ЕС, ежегодно уменьшает квоты, цель – снижение выбросов на 21% к 2020 г.

- ***Совместное осуществление в России (2008-2012)***

Действовало около 50 проектов, обеспечивающих сокращение выбросов на 100 млн. т CO₂-эквивалента.

Динамика эмиссий в крупнейших экономиках (Китай и Индия не имеют ограничений по Киотскому протоколу)



По данным <http://unfccc.int> и <http://cdiac.ornl.gov>

Фактический крах Киотского протокола

- США отказались ратифицировать протокол.
- Япония, Россия, Канада, Новая Зеландия отказались от участия во втором периоде Киотского протокола (2013-2018).
- Развитые страны, оставшиеся в протоколе на 2013-2018, контролируют всего 15% глобальных эмиссий.

Возможные решения проблемы

- Новое климатическое соглашение— Как разрешить имеющиеся противоречия?
- Активное воздействие на климат (геоинженерия).
– Слишком много непредсказуемых последствий глобального масштаба.
- Технологический прогресс – замена ископаемого топлива на новый источник энергии. –
Управляемая термоядерная реакция?