

Последствия потепления

Резюме, основанное на результатах, изданных в четвертом докладе (AR4) МГЭИК относительно состояния системы климата.

Большинство последствий изменения климата нашей планеты прямо или косвенно связаны с глобальным потеплением. Потепление, главным образом, зависит от парниковых газов, особенно углекислого газа. Важно не только, сколько углекислого газа выпускается людьми, но также, сколько из этого количества остается в атмосфере.

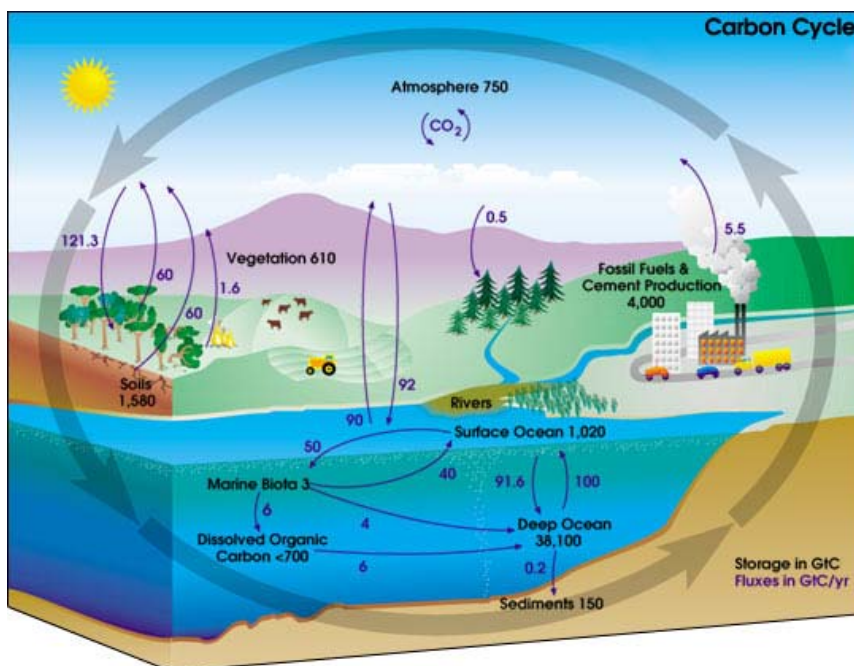


Взаимодействие изменения климата и круговорота углерода

Океан и суша хранят гораздо большее количество углерода, чем атмосфера. Они обмениваются с атмосферой углекислым газом, кроме этого атмосфера принимает также большое количество дополнительного углекислого газа, эмитированного впоследствии человеческой деятельности.

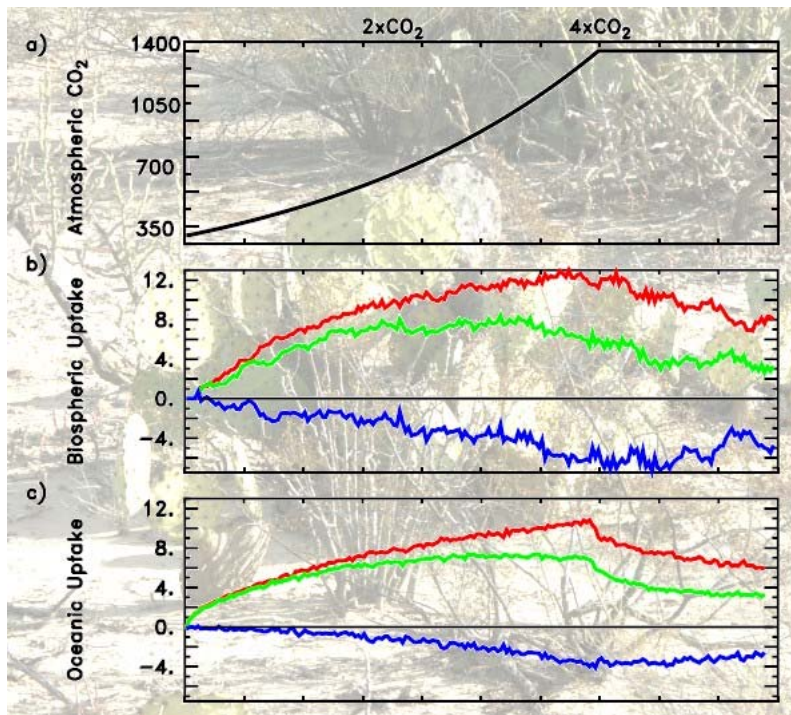
Ежегодный природный обмен CO_2 между поверхностью планеты и атмосферой приблизительно в восемь раз выше, чем ежегодная эмиссия от деятельности человека. Но это означает также что, если есть небольшое изменение в "в" и "от" между сушей и атмосферой и океаном и атмосферой, концентрация CO_2 в атмосфере может измениться значительно, и, следовательно, это будет иметь воздействие на глобальное потепление.

Модели климата непрерывно улучшаются и становятся все более развиты с увеличением мощности компьютеров. Несколько лет назад модели еще не включали взаимодействие системы климата с круговоротом углерода.



1. Круговорот углерода. Есть интенсивный обмен между сушей, атмосферой и океанами, который является на много большим, чем эмиссия CO_2 от человеческой деятельности. Количество (в гигатоннах углерода) изменяются из года в год. © Обсерватория Земли НАСА->

По исследованиям, которые были выполнены за прошлые годы, получен результат, что в будущем



более теплом мире возможность суши и океана принимать CO₂ уменьшится по сравнению с настоящим временем. В настоящее время суша является слабым, но еще стоком CO₂. Из-за увеличения засушливости и уменьшения растительности суша может превратиться в источник CO₂. Эти возможные последствия были включены впервые в четвертый доклад МГЭИК, что привело к небольшому увеличению диапазона неопределенности предполагаемого потепления до 2100 г. и, в особенности, к более сильному потеплению для сценариев с высокими эмиссиями.

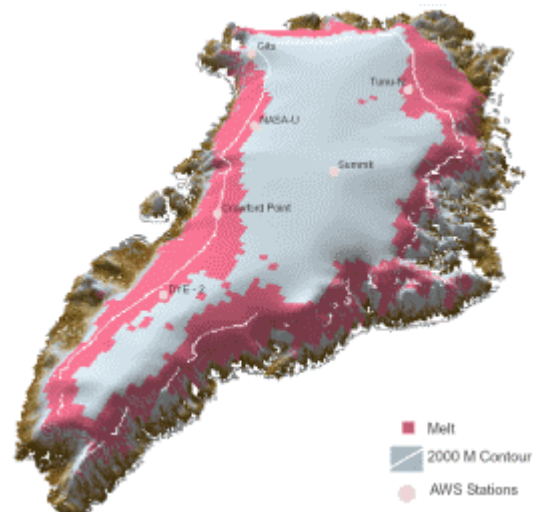
2. На графике показано: в b) и c) красной кривой – поглощение углекислого газа сушей и океаном в модели с экспоненциальным увеличением концентраций CO₂; в (a) – для неизменяющегося климата. Зеленая кривая показывает меньшее поглощение при изменении климата. Разницу между ними показывает синяя кривая. Это дополнительное количество осталось бы в атмосфере и вызвало бы дальнейшее потепление. Результаты модели. Источник: Friedlingstein et al., Geophys. Res. Letters, 2001.



Отступление льда

Наблюдаемая реальность в арктических регионах дает самые ясные намеки, что изменение климата имеет место. А модели климата предполагают самое сильное потепление в Арктике. Лед в океане (морской лед) тает (теря приблизительно 2,7 % в десятилетие) и этим разрушает окружающую среду некоторых животных (например, белого медведя). Сильные колебания морского льда будут простирались до Антарктиды. Но пока для этого нет никакой ясной тенденции.

В Гренландии полное исчезновение слоя льда не является невозможным. Это вызвало бы повышение уровня моря приблизительно на 7 м. Но этот процесс наиболее вероятно занял бы несколько столетий.



3. Обозначенные красным цветом области, где таяние льда имеет место в Гренландии. Данные взяты со спутника, базируемого на микроволновых измерениях. Щелкните для полного представления! (75 К)
 Источник. Группа Конрада Штеффена, Колорадский Университет, Боулдер.



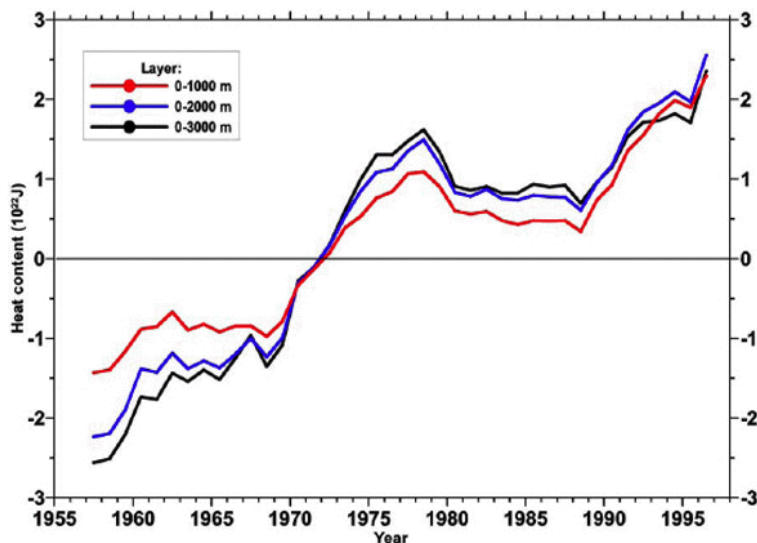
4. Области вечной мерзлоты северного полушария. Карта © UNEP.



Потепление океана и его последствия

Приблизительно 80 % тепла, которое было добавлено к нашему климату с 1961 г., были принято океанами. Они нагрелись на глубину до 3000 м. Это вызвало две проблемы. 1. Теплая вода имеет более низкую плотность, чем холодная вода, и занимает больший объем. Океаны расширяются и повышается их уровень. 2. Тропические циклоны (ураганы, тайфуны...) требуют определенной температуры океанской поверхности для своего формирования, и получают больше энергии от более теплой воды. Зоны риска для таких штормов медленно расширяются, а штормы становятся более сильными.

Параллельно наблюдается всемирное отступление горных ледников. Снежный покров там сжимается. Кроме того, тает лед в областях вечной мерзлоты. До этого грунт здесь был полностью заморожен. С 1900 года северное полушарие потеряло приблизительно 7 % почвенной мерзлоты. Это вызывает не только проблемы для местной инфраструктуры (строительство и слив в грязь отходов транспортных средств), но также и для растительности. Параллельно имеется увеличение риска выпуска из грунта пока замороженного метана. Метан является очень сильным парниковым газом.



5. График показывает увеличение температуры в Северной Атлантике в течение прошедших сорока лет. Атлантика вносит большой вклад в потепление океанов, чем Тихий и Индийский океаны вместе взятые.



Тенденции в штормовой деятельности

Приблизительно с 1970 г. наблюдается увеличение деятельности циклонов в Северной Атлантике, сопровождающееся повышенными температурами морской поверхности, и тенденция этого более сильная, чем модели климата могут предсказать. Пока нет никаких признаков, что число штормов увеличивается. В будущем они станут более сильными, пики ветра станут более интенсивными, и связанные с этим осадки усилятся. Вы найдете больше о тропических циклонах в выпуске [ACCENT special "cyclones"](#).



6. Прибрежный город Билокси был разрушен ураганом Катрина летом 2005 г. Источник: спутниковая документация американской Национальной службы погоды, NOAA.

Повышение уровня моря

С 1961 до 2003 гг. уровень моря повышался приблизительно на 1,8 мм ежегодно. Эта скорость увеличилась за последние десять лет до 3,1 мм ежегодно. Однако мы не можем все же сказать, устойчива ли эта тенденция или это временное колебание.

В настоящее время мы ожидаем, что уровень моря в последней декаде будущего столетия (2090-2099 гг.) будет на 18-59 см выше, чем во время 1980-1999 гг. Однако изменения в ледниках еще достаточно не исследованы, чтобы оценить их вклад в это повышение.

125 000 лет назад, когда полярные районы были намного теплее, чем сегодня, таяние полярного льда приводило к повышению уровня моря на 4-6 м.



7. Ледники Гренландии тают быстрее, чем они могут восстановить свою массу от снегопада. Фотография: Майкл Фелдманн (www.eldey.de)

Море расширяется очень медленно, но за столетия нет шансов остановить это, если потепление имеет место. Поэтому, мы должны знать, что в настоящее время мы начинаем пошаговое и необратимое затопление побережий на долгое будущее.



8. а) городской свет ночью иллюстрирует плотность населения по береговым линиям (Европа).

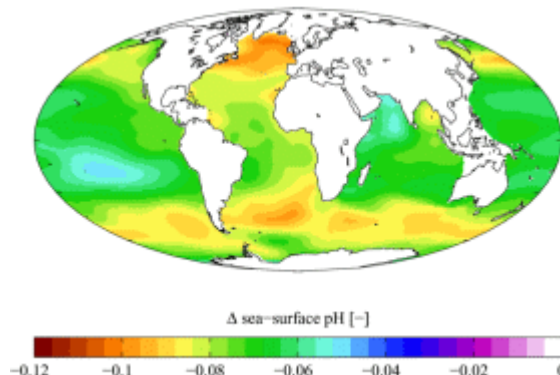


8. b) городской свет ночью (США).
Источник для 8 а)+b): NASA Citylights.



Закисление океанов

Увеличивающееся содержание углекислого газа в воздухе и поглощении газа океаном приводит к формированию угольной кислоты. Следовательно, морская вода становится более кислой. Значение pH в поверхностных водах упало приблизительно на 0,1 единиц с доиндустриальных времен и может уменьшаться в дальнейшем от 0,14 до 0,35 единиц в 21-м столетии.



9. Изменение pH морской поверхности из-за поглощения углекислого газа, в связи с человеческой деятельностью, с 1700-х по 1990-ые годы.

Данные: Глобальный проект анализа данных Океана. График: Ричард Зиб (лицензия GNU).

Последствия все же не могут быть предсказаны. Обмен веществ и рассредоточение морских водорослей меняются (многие из них формируют чувствительные карбонатные раковины). Такие водоросли как фитопланктон являются первым звеном морской пищевой цепочки, и изменение популяции морских водорослей может значительно изменить эту пищевую цепочку. Без сомнения будут затронуты коралловые рифы, которые называют тропическим лесом океанов из-за их биологического разнообразия. Запас их карбонатного кальция очень чувствителен к кислой среде.

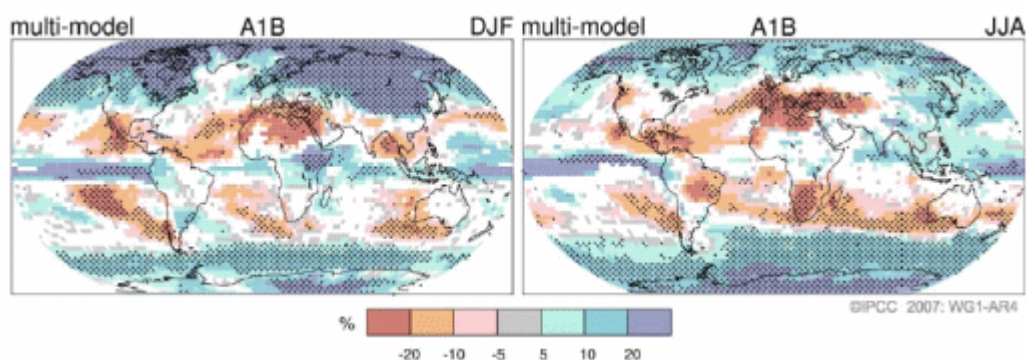


10. Коралловый риф.
© 2004, Ричард Линг
(лицензия GNU).



Осадки и засуха

Теплый воздух может содержать больше воды, чем холодный. И действительно, влагосодержание воздуха повысилось за прошлые годы как над сушей и над океаном, так и в верхней тропосфере. Это более высокое влагосодержание увеличивает риск тяжелых ливней и связанных с ними наводнений.



Относительные изменения осадков (в процентах) в течение периода 2090-2099 гг. по отношению к периоду 1980–1999 гг. Данные – средние значения из мульти-модели, основанной на SRES A1B-сценарии: для декабря-февраля (слева) и для июня-августа (справа).

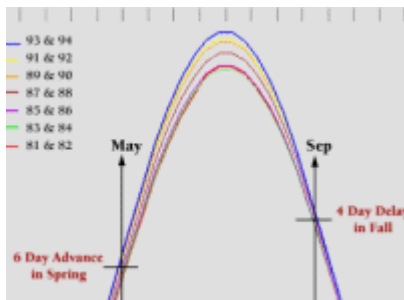
Белые области – это, где меньше чем 66 % моделей совпадают с направлением изменений, и с нанесенным пунктиром области – это, где больше чем 90 % моделей совпадают с направлением изменений.

Источник: IPCC AR4 – SPM.

Ожидается, что случаи очень сильных ливней увеличатся. Но распределение ливней неравномерно. В последние десятилетия сильные засухи были в Сахели, в средиземноморье и в южной Азии. Риск засух повышается из-за увеличивающегося испарения. Сильные ливни наблюдались в восточных частях обеих Америк, в северной Европе, в северной и центральной Азии. Нет уверенности, что эти явления усилятся именно в этих регионах. Но в любом случае интенсификация круговорота воды неблагоприятна для людей. Модели климата прогнозируют, что области, затронутые

засухой, могут увеличиваться, и чрезвычайные погодные события (включая сильный дождь и наводнения) станут более обычными.

Семь констатаций на будущее



Мы будем наблюдать больше теплых и меньше холодных дней и ночей на большинстве областей суши...

Изображение: более длинные периоды вегетации



Мы испытаем больше теплых и, часто, более жарких дней и ночей на большинстве областей суши.

Изображение: ночная жизнь на улицах Бразилии



Теплые периоды и частота волн тепла увеличатся на большинстве областей суши.

Изображение: "волна тепла" от Андре Лаакманна и Ларса Неллсена



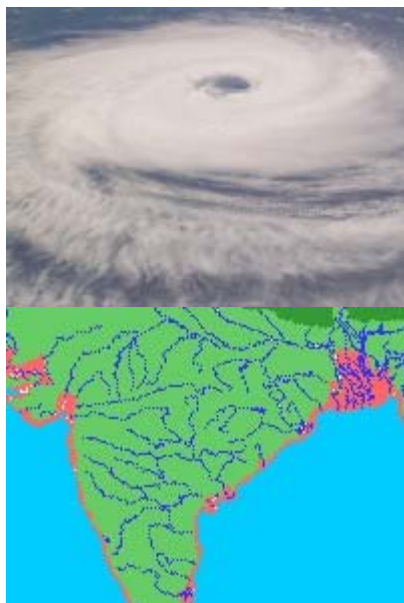
Частота (или соотношение глобального количества осадков к обильным осадкам) увеличится в большинстве областей Земли.

Изображение: наводнение в Аликанте, Испания (лицензия GNU)



Увеличатся затронутые засухой области.

Изображение: Иордан, Вади Рум (GNU), Фото: Штефан Фольк



Увеличатся интенсивности тропических циклонов.

Изображение: ураган, снятый из космоса

© [NASA Johnson Space Center](#)

Увеличатся зона экстремально высокого уровня моря *.

Изображение: подвергнутые опасности затопления низкие прибрежные зоны в Индии и Бангладеш

© FAO

*Экстремально высокий уровень моря определяется как самый высокий процент часовых значений морских приливов и отливов для определенного отрезка времени.

Последнее обновление 24.04.2007 © ACCENT - Atmospheric Composition Change 2007