

Глобальные изменения климата. Часть 1. Происходит ли потепление и почему?



Современные изменения климата – один из самых обсуждаемых вопросов среди ученых, политиков, чиновников, журналистов и общественности уже несколько десятилетий. Большинство климатологов считает доказанным, что на Земле сейчас происходит слишком быстрое потепление и скорее всего из-за углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу при сжигании ископаемого топлива. Но это до сих пор часто оспаривается. И все же, что происходит в данной области на самом деле?

Аналитическая служба
info@geoinfo.ru

Проблемы современных изменений климата, особенно быстрых в последние десятилетия, все больше беспокоят мировое сообщество. Они постоянно обсуждаются в научных публикациях, на международных форумах и в средствах массовой информации, плотно переплетаясь с политическими играми и зарабатыванием денег. Журналисты, хватаясь за тему изменений климата, зачастую становятся на позиции, крайне заостренные с того или иного конца – от полного отрицания проблем до предреkania «конца света».

Чтобы разобраться в этих вопросах, ученые советуют читать первоисточники, написанные специалистами, а не «дилетантские» публикации в СМИ. Однако и среди первоисточников встречается полный спектр мнений, подкрепленных теми или иными доказательствами, на первый взгляд вполне убедительными. Все существующие гипотезы хотя бы кем-нибудь, но оспариваются, являясь одновременно активными направлениями исследований. А специалисты, случается, обвиняют в некомпетентности не только журналистов, но и друг друга.

Наша редакция изучила большое количество публикаций самого разного сорта, в том числе обзоров и интервью с учеными, в попытках вывести нечто среднее. Но это оказалось

очень трудно. Возникло ощущение, что многие даже весьма уважаемые ученые подобны слепцам, которые ощупывают одного и того же слона с разных сторон, тщательно описывая тот или иной факт вместо целого и споря между собой.

Подходит также сравнение, которое могли бы привести древнеиндийские йоги: все пытаются подняться на одну и ту же гору с разных сторон и каждый уверяет, что знает истину или по крайней мере самый короткий путь наверх. Но до вершины еще, ох, как далеко! И вполне возможно, что даже самые разные выводы об этой горе не отрицают, а дополняют друг друга – и в этом случае только их комплексный учет поможет продвинуться наверх.

На современном этапе исследования, связанные с климатом, зачастую тормозятся или даже направляются теми, кто может за них платить (например, в виде грантов) или оказывать политическое, административное или общественное давление. А это неизбежно, поскольку изменения климата и меры по предотвращению их возможных негативных последствий плотно связаны с экономическими, политическими или карьерными интересами сильных мира сего.

Но все-таки мы попытаемся в доступной форме описать, как обстоят дела в этой сфере. Отметим, что, по большому счету, ни о чем здесь пока нельзя говорить со 100%-ной уверенностью. Можно только считать что-то более вероятным, а что-то менее вероятным.

Наблюдаемые изменения климата

Анализ данных наблюдений со спутников, в атмосфере, в толще воды, по всей поверхности Земли (суши, Мирового океана, льда, снега), в скважинах, полученных с использованием самых разных методов, а также результаты численного моделирования доказали, что в последние 100–150 лет происходят глобальные изменения климата, слишком быстрые по крайней мере для последних 0,8–3 млн лет (в сотни или тысячи раз быстрее). Они касаются роста температуры в приземном воздухе, в тропосфере (при понижении температуры в нижней стратосфере), увеличения температуры воды в приповерхностных слоях Мирового океана, изменения характеристик его теплых течений (Гольфстрима, Эль-Ниньо), повышения уровня моря примерно на 3 мм в год, сокращения массы и площади ледников и морских льдов, деградации многолетней мерзлоты, роста удельной влажности воздуха, увеличения количества атмосферных осадков и др. (рис. 1).

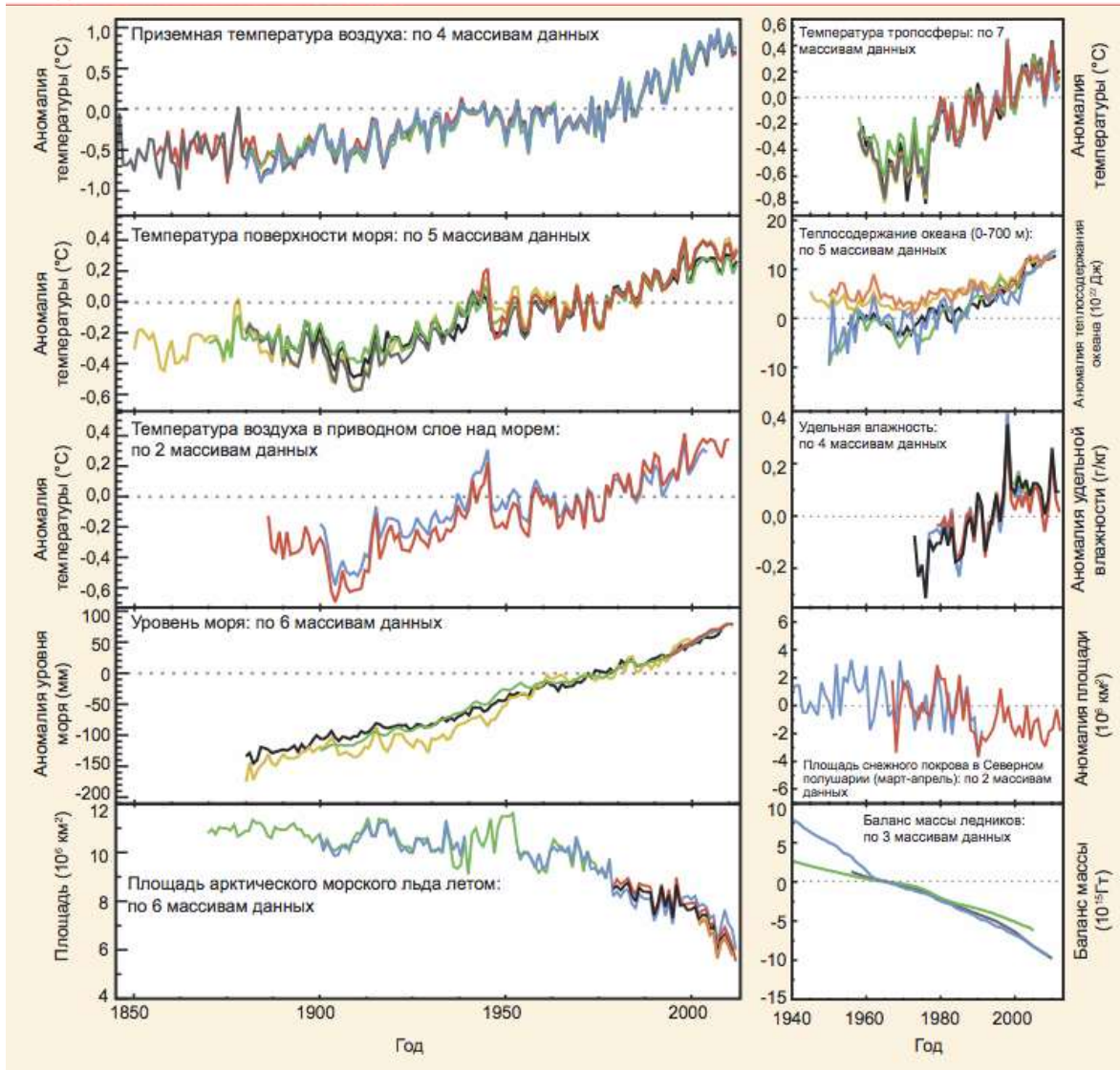


Рис. 1. Совокупность климатических изменений на Земле за последние 170 лет [39]

Изменения температуры приземного воздуха

Проследить за глобальным ходом температуры непросто из-за ее межгодовой, межсезонной, внутрисуточной и пространственной изменчивости. Однако по мере усреднения данных для все более длительных рядов измерений и для все более обширных территорий стало возможным увидеть, что за последние 100 с лишним лет температура приземного воздуха на нашей планете поднялась примерно на 0,9 град., причем по крайней мере на 2/3 – за последние 40 лет.

Чтобы лучше увидеть эту тенденцию за межгодовой изменчивостью, средние температуры по всем метеостанциям Земли усредняют за 5, 10, а лучше всего за 30 лет (рис. 2, 3).

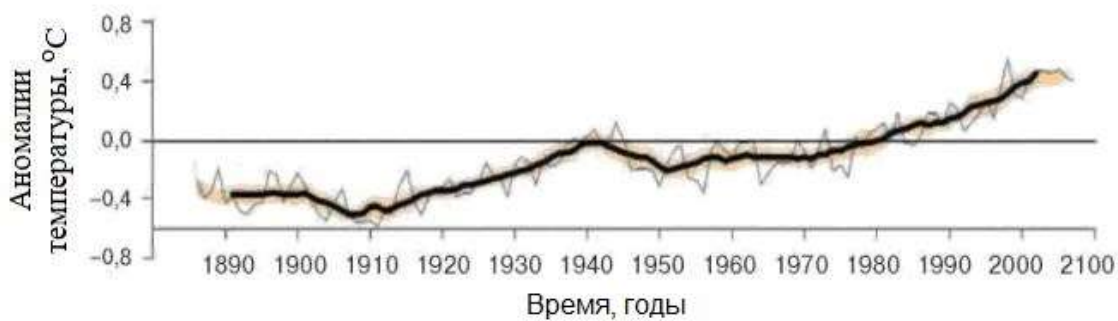


Рис. 2. Изменения среднегодовой температуры приземного воздуха начиная с конца XIX века, осредненные по земному шару (серая кривая). Жирная черная линия показывает сглаженный ход температуры (11-летние скользящие средние). Затененная коричневая область обозначает границы 95%-ного доверительного интервала для 11-летних средних [6]

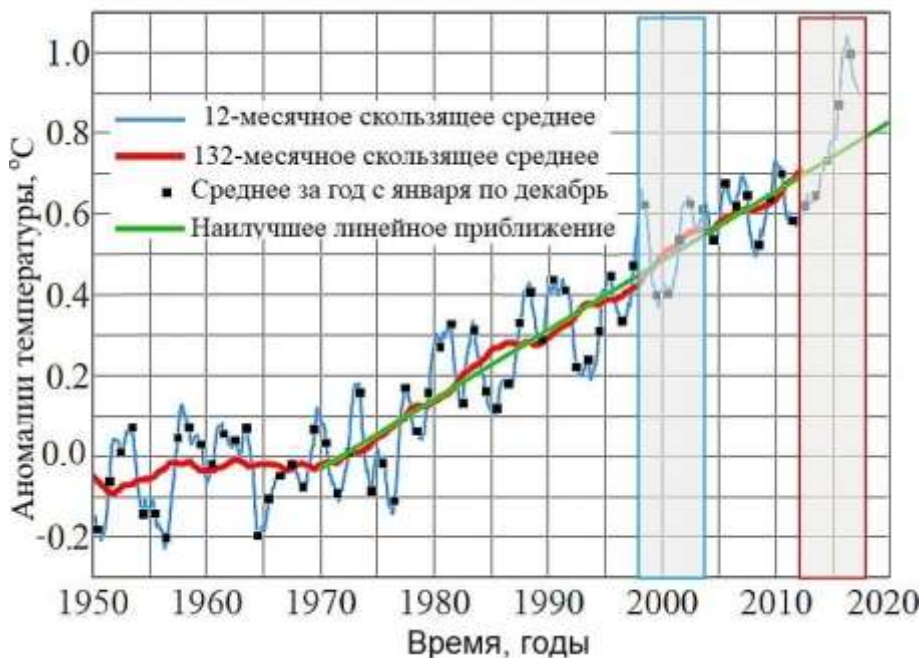


Рис. 3. Глобальные аномалии приповерхностной температуры воздуха начиная с 1950 года [50]

Увеличение температуры происходит неравномерно в разных частях планеты (рис. 4, 5), а это усиливает нестабильность климата и, соответственно, растет количество резких погодных аномалий и связанных с ними стихийных бедствий (штормов, ураганов, наводнений, засух и т.д.), что подтверждает статистический анализ результатов наблюдений. Современное потепление наиболее заметно над континентами, особенно в средних и северных широтах. Над океанами изменения в целом меньше, но там они более выражены в тропиках. Тренд к повышению температуры более бесспорен для Северного полушария, где к тому же заметен меридиональный градиент (с увеличением к северу). Встречаются и отдельные регионы с отсутствием изменений температуры или даже с ее понижением. На территории России средняя температура за 100 с лишним лет повысилась на 1,3 град., причем в арктических регионах – еще больше.

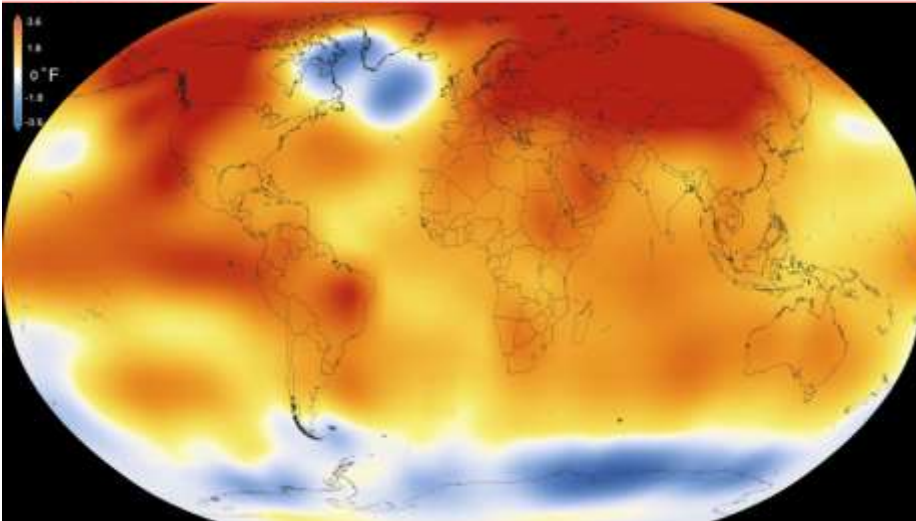


Рис. 4. Глобальные аномалии температуры в 2015 году по сравнению с уровнем 1951–1980 гг. [53, 54]. В ряду «желтый, оранжевый, красный» – увеличение положительных аномалий температуры; в ряду «голубой, синий, темно-синий» – усиление отрицательных аномалий; белый цвет – отсутствие аномалий



Рис. 5. Изменения средних континентальных температур за последние 100 с лишним лет [23]

Как показал статистический анализ результатов опросов и научных публикаций в рецензируемых изданиях, большинство (около 97%) климатологов мира считает, что рост приземной температуры воздуха действительно происходит.

Однако встречаются и те, кто подвергает сомнению вывод о глобальном потеплении в последние 100–150 лет, считая, что рост температуры начался только в 1980-х годах либо вообще может отсутствовать. Они мотивируют это тем, что период точных инструментальных измерений не очень велик, методики и средства измерений менялись и

совершенствовались, да и количество точек наблюдений не так давно охватило большую часть планеты, а их сетка все равно пока не является равномерной. Соответственно, надежность расчета планетарных средних менялась со временем. У некоторых ученых недоверие вызвало и, например, то, что данные по всем метеостанциям мира для подготовки выводов об изменениях глобальной температуры собирал для ООН в основном Университет Восточной Англии, но эти данные были в свое время изменены для устранения погрешностей, связанных с особенностями наблюдений, а исходная информация была уничтожена.

Сторонники потепления на это отвечают, что на Земле уже давно много тысяч метеостанций, правила наблюдений на которых контролируются Всемирной метеорологической организацией, и за последние десятилетия никаких изменений в этих правилах не произошло. При этом, когда говорят о потеплении, речь идет о разнице температур, которая примерно на порядок больше, чем погрешности любых признанных приборов для измерений температуры. И потом, наблюдения последних десятков лет хорошо согласуются с модельными расчетами.

Конечно, климат на Земле менялся и в прошлом, когда не могло быть влияния человека. Температура атмосферы нашей планеты подвержена естественным колебаниям различного характера, интенсивности и длительности, и в ее истории происходило чередование периодов потепления и похолодания (рис. 6). Это подтвердили в том числе результаты палеоклиматических исследований осадочных пород, анализ соотношений изотопов кислорода в ископаемых морских раковинах, а также изотопный анализ содержимого воздушных пузырьков в кернах, полученных при бурении глубоких скважин в ледяных щитах Антарктиды и Гренландии.

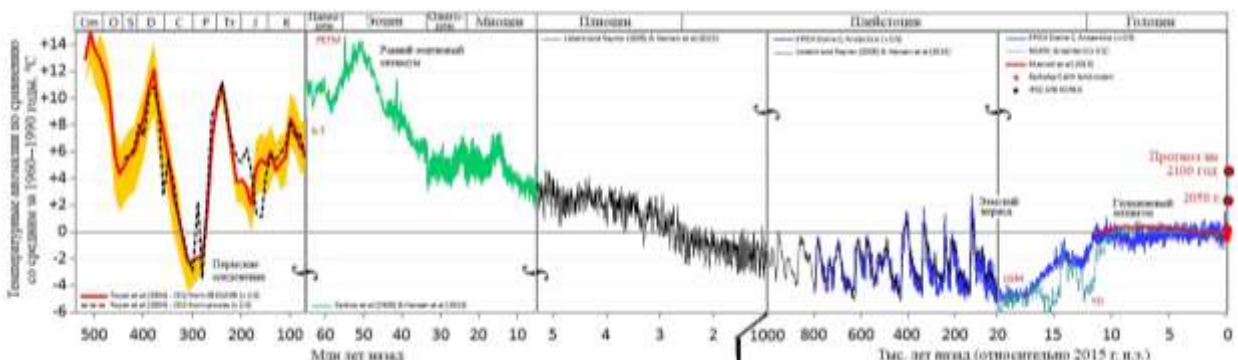


Рис. 6. Изменения глобальной температуры приповерхностного воздуха на Земле за последние 550 млн лет [49]

Публиковались разные данные о том, что существуют или могут существовать температурные циклы длительностью 11, 22, 60–70, 80–90, 179, нескольких сотен лет, а также 1,4, 11,4, 20, 40, 100 тыс. лет и другие. При взаимном наложении они могут усиливать, ослаблять или вообще отменять друг друга.

В качестве самых теплых периодов за последние несколько миллионов лет были выделены климатические оптимумы плиоцена (около 4 млн лет назад), предыдущего межледникового периода (125 тыс. лет назад) и голоцена (4–6 тыс. лет назад, см. рис. 6).

Если говорить о последних сотнях лет, то раньше в качестве примера часто приводился расчетный график потепления, представленный М. Манном, Р. Брэдли и М. Хьюзом в 1998 году в журнале Nature, который был похож на хоккейную клюшку,

поскольку показывал почти полное отсутствие колебаний температуры приземного воздуха за пять столетий и резкий ее рост с середины 20 века. Но тот график оказался не соответствующим истине. Позже выяснилось, что при выполнении указанными исследователями статистического моделирования вводились преднамеренно выбранные данные, а использованный алгоритм приводил к «ключке» даже при введении в качестве исходных данных случайных чисел.

Оказалось, что примерно в VIII–XIII веках было временное потепление климата (благодаря чему, например, норвежским викингам удалось заселить Гренландию и основать поселение в Северной Америке), в XIV–XIX веках произошло похолодание (и тогда норвежские колонисты в Северной Америке и Гренландии вымерли, а каналы в Голландии и Темза в Англии зимой иногда покрывались льдом). В конце XIX – начале XX века температура воздуха снова стала повышаться, что совпало с началом особенно бурного техногенного развития человеческого общества. Это последнее потепление продолжается до сих пор, причем нарастающими темпами. Хотя следует отметить, что после выраженного потепления 1910–1945 годов наблюдалось небольшое относительное похолодание в 1946–1975 годах (которое иногда объясняют охлаждающим эффектом более сильного загрязнения атмосферы сульфатными аэрозолями в тот период). Начиная с 1976 года вновь начался интенсивный рост температуры приземного воздуха, который немного притормозился в начале XXI века, но потом опять ускорился (рис. 7, см. также рис. 2, 3).

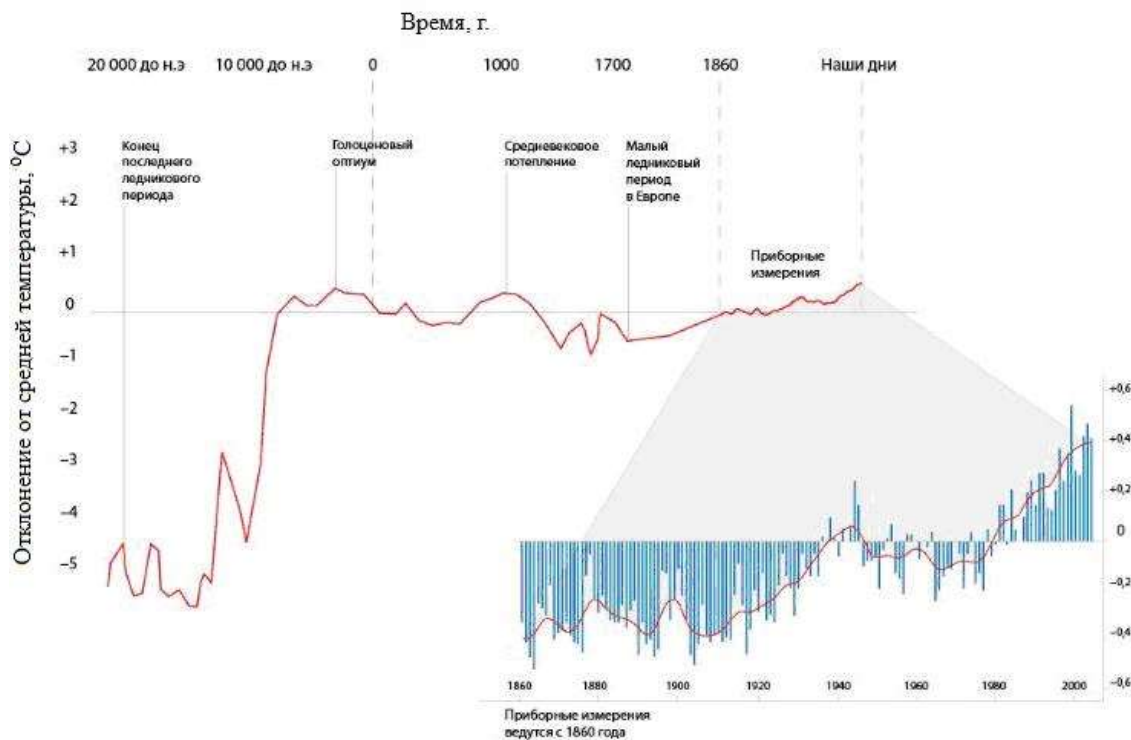


Рис. 7. История климата на Земле в последние 20 тыс. лет [23]

Изменения концентрации углекислого газа и других парниковых газов в атмосфере

Одновременно с наблюдаемым ростом приземной температуры воздуха измерения показали такое же быстрое увеличение (примерно на треть) содержания в атмосфере

углекислого газа (CO_2) – наиболее долго сохраняющегося в воздухе по сравнению с другими парниковыми газами (рис. 8, а).

Усредненные графики изменений концентрации CO_2 и температуры почти повторяют друг друга. Эта корреляция сама по себе не является доказательством того, что причиной потепления является увеличение содержания в атмосфере углекислого газа, но она навела многих ученых на мысль о том, что именно он является основной причиной современных изменений климата.

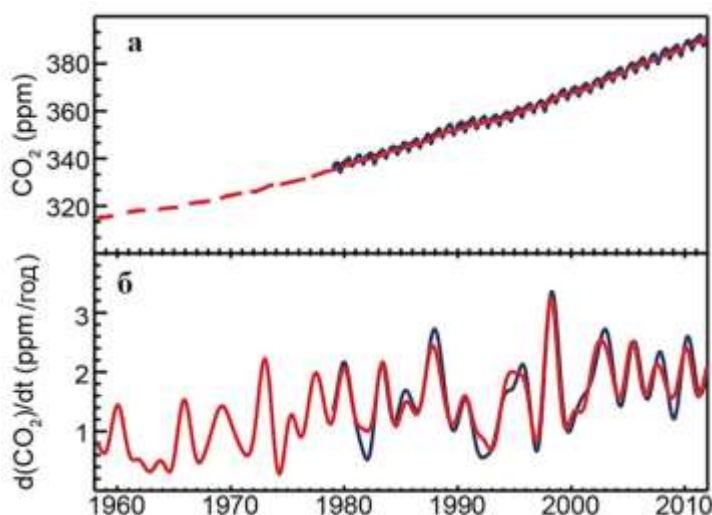


Рис. 8. Глобальные изменения содержания углекислого газа в атмосфере: а – красной линией показаны измеренные концентрации углекислого газа, осредненные по годам, в частях на миллион частей воздуха (ppm), синей линией показаны данные еженедельных спутниковых измерений, колебания которой скорее всего отражают сезонные изменения активности северных лесов; б – скорость изменений содержания углекислого газа [49]

Достаточно точный изотопный анализ показал, что в наше время в атмосфере растет концентрация именно того углерода, который входил в состав горючих полезных ископаемых, то есть в воздухе добавляется углекислый газ в основном от сжигания топлива в процессе хозяйственной деятельности человека. Дело в том, что в атмосфере содержится некоторое количество радиоактивного изотопа углерода. Но он распадается примерно за 15 тыс. лет, поэтому в любом ископаемом топливе (кроме молодого торфа) его нет. Что касается вулканов, то они среди прочих веществ выбрасывают сразу углекислый газ, а топливо при сжигании потребляет кислород из воздуха, поэтому в антропогенных выбросах CO_2 будет присутствовать характерное соотношение изотопов не только углерода, но и кислорода.

Конечно, есть и природные причины изменений концентрации углекислого газа в атмосфере: выделение его океанами и грунтами при нагревании и поглощение при охлаждении, выбрасывание вулканами, поглощение при фотосинтезе растениями и некоторыми бактериями, выделение при дыхании живых организмов, при лесных пожарах и т.д.

Из естественных причин наибольший вклад вносит Мировой океан. Теплая вода не может содержать в растворенном виде столько же углекислого газа, сколько холодная, поэтому при нагревании она отдает в атмосферу часть CO_2 . Но в этом случае, по результатам изотопных исследований пузырьков ископаемого воздуха в ледяных кернах из

скважин, пробуренных в Антарктиде и Гренландии, рост температуры на 500–800 лет опережал увеличение концентрации углекислого газа (то есть потепление являлось причиной, а не следствием), поскольку перемешивание и суммарное прогревание океанических вод – процесс небывший.

В ответ на споры, возникающие по поводу взаимных опережений или запаздываний между ростом глобальной температуры и концентрации атмосферного углекислого газа, было высказано предположение, что это зависит от типа влияющих на климат факторов и временных масштабов. Моделирование показало, что само по себе значительное антропогенное увеличение концентрации CO_2 в достаточно короткие периоды времени будет незначительно опережать повышение температуры, то есть являться причиной потепления. А при постепенном естественном росте температуры воздуха за долгое время ситуация будет обратной – сначала прогреется приземный слой атмосферы и океан, но только лет через 500–800 произойдет заметное увеличение содержания углекислого газа в воздухе в ответ на потепление (тем самым усиливая это потепление) – в основном за счет выделения его нагретым океаном после полного перемешивания вод. Связанные с этим циклические изменения и «зафиксировали» в себе ледяные керны.

Однако в целом для такой сложной системы, как климатическая, при наложении антропогенного воздействия на естественные факторы запаздывание или опережение между концентрацией углекислого газа и температурой за последние 100 с небольшим лет не обязательно будет отражать преобладающие причинно-следственные связи. Встречаются данные о почти синхронных недавних изменениях этих параметров или о том, что современное потепление сопровождается повышением содержания CO_2 с задержкой только в 5 месяцев, а не в несколько сотен лет. Тогда это вполне могло бы свидетельствовать о наложении антропогенного потепления на естественное.

В публикациях обычно указывается, что такого высокого содержания CO_2 , как сейчас, то есть около 400 частей на миллион частей воздуха (ppm), или 0,04% от полного состава воздуха, в земной атмосфере не было уже по крайней мере 650–800 тыс. лет, а то и все 3 млн лет, а такой высокой скорости его увеличения не было, вероятно, никогда.

Но встречаются и публикации, где это опровергается и говорится о сходных с современными концентрациях углекислого газа в не такие далекие от нас доиндустриальные времена.

Отмечают также, что в ордовикский период палеозойской эры (около 450 млн лет назад) концентрация углекислого газа в атмосфере была более чем на порядок выше, чем сейчас, но при этом наблюдались признаки некоторого оледенения (хотя пока не доказано, что эти явления действительно были синхронными).

В настоящее время скорость увеличения содержания CO_2 в воздухе составляет примерно 0,5% в год и колеблется в соответствии с экономической активностью. Например, кризис в начале 1990-х годов, связанный с распадом СССР, и экономический кризис 2008 года достаточно хорошо отображаются на рисунке 8, б в виде замедления прироста содержания углекислого газа.

При сжигании угля, газа, нефти и их продуктов в атмосферу ежегодно выбрасывается до 32 млрд тонн CO_2 , что примерно в 100 раз превышает вулканический вклад (сами по себе вулканические выбросы при наиболее мощных извержениях привели бы также к образованию аэрозолей в стратосфере, задержке ими солнечного излучения и понижению температуры приземной части атмосферы). Около 3/4 всего антропогенного увеличения содержания углекислого газа в воздухе объясняется сжиганием ископаемых углеводородов, а большая часть остального – вырубкой лесов. При этом около половины

выделяемого при человеческой деятельности CO_2 остается в атмосфере и не поглощается растениями и океанами.

Отметим, что антропогенные выбросы CO_2 составляют только 4–5% от всей его эмиссии с поверхности суши и океана. Однако необходимо учитывать, что потоки углекислого газа между разными естественными компонентами климатической системы (например, между атмосферой и океаном, атмосферой и биотой/грунтами) находятся в динамическом равновесии, которое установилось за очень долгое время, поэтому небольшая антропогенная добавка вполне могла нарушить этот баланс. Ведь сжигая горючие полезные ископаемые и их продукты, человечество всего за 150–200 лет возвращает в атмосферу углерод органического происхождения, который накапливался в осадочных породах в течение многих десятков, а то и сотен миллионов лет.

Напомним, что вообще-то парниковые газы необходимы для выживания людей и других живых существ, поскольку они предотвращают полное отражение солнечного тепла обратно в космос и делают Землю пригодной для жизни (рис. 9). Если бы их не было, то глобальная температура на планете была бы около минус 18 град., но она сейчас составляет плюс 15 град. То есть за счет парникового эффекта температура приземного воздуха выше на 33 град., из которых только 1 град. – за счет влияния человеческой деятельности. То есть деятельность человека не создает парниковый эффект, а скорее всего только усиливает его.

Газ	Формула	Вклад, %
Водяной пар	H_2O	36 — 72
Диоксид углерода	CO_2	9 — 26
Метан	CH_4	4 — 9
Озон	O_3	3 — 7

Рис. 9. Основные парниковые газы в порядке их воздействия на тепловой баланс Земли в отсутствие антропогенной деятельности [31]

Концентрация в воздухе других парниковых газов, например метана, также выросла, но было показано, что больше всего с текущим потеплением связан все же рост содержания CO_2 как самого «долгоживущего» из них в атмосфере. Так, по спутниковым данным, верхние слои атмосферы Земли стали выпускать в космос меньше теплового излучения с длиной волны 12–17 мкм. А ведь инфракрасное излучение именно с такой длиной волны поглощается углекислым газом (но потом опять излучается, в том числе и в сторону поверхности планеты, дополнительно нагревая ее и усиливая естественный парниковый эффект) (рис. 10).



Рис. 10. Основные области поглощения инфракрасных лучей углекислым газом и водяным паром [44]

Знания о процессах и обратных связях в климатической системе Земли по-прежнему не являются полными, поэтому иногда задают вопрос, не компенсируется ли потепление из-за антропогенных выбросов парниковых газов изменениями в распределении водяных паров, облаков, функционированием биосферы или воздействием других климатических факторов, и предлагают более тщательно проверить это, прежде чем делать окончательные выводы.

Также пока нет определенности и в оценке чувствительности климатической системы планеты к росту концентрации углекислого газа. Многие считают, что при удвоении концентрации CO₂ в атмосфере ее температура в приземном слое вырастет на величины от 2 до 4,5 град., что является очень неточным и в ряде случаев вообще оспаривается.

Те ученые, которые отрицают влияние современного повышения концентрации CO₂ в атмосфере на температуру приземного воздуха, приводят, например, результаты расчетов, показывающие, что даже двукратное увеличение содержания такого слабого парникового газа, как углекислый, привело бы к увеличению температуры только на 0,5 град.

Есть также те, кто напоминает, что, например, 450 млн лет назад концентрация CO₂ в атмосфере была более чем на порядок выше современной, но это был один из самых холодных периодов за последние полмиллиарда лет.

Более того, изредка встречается даже неожиданное мнение о том, что повышение концентрации углекислого газа, наоборот, может сдерживать нагревание приземного воздуха, внося охлаждающий эффект за счет усиления вертикальной циркуляции в атмосфере и более быстрого рассеивания энергии в космосе.

В качестве аргумента против антропогенной причины современного потепления приводят и то, что на Марсе сейчас тоже явно начался период глобального потепления и тают полярные шапки, а о влиянии человека там не может быть и речи.

О сравнении воздействий на современные изменения климата Земли со стороны антропогенных и естественных факторов мы поговорим в следующей части статьи.

Список литературы и других источников

1. А. Кокорин: в изменениях климата виноват человек // Центр по изменению климата в Кыргызской республике. 18.06.2014. URL: <http://climatechange.kg/a-kokorin-v-izmeneniyah-klimata-vinovat-chelovek/>.
2. Аксенова Е. Профессор МГУ предостерег о приближении малого ледникового периода // TVZvezda. 17.08.2018. URL: https://tvzvezda.ru/news/vstrane_i_mire/content/201808171113-5yts.htm.
3. Андреев С.С. К вопросу о глобальном потеплении // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2007. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-globalnom-poteplenii>.
4. Арутюнов В.С. Глобальное потепление: катастрофа или благо? // Российский химический журнал (Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева). 2005. Т. 49. № 4. URL: <http://www.chem.msu.su/rus/jvho/2005-4/102.pdf>.
5. Балина С. Колебания климата. Мифы и реальность // Библиофонд. Дата последнего обращения: 01.04.2019. URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=117857>.
6. Владимиров В.А., Чураков Ю.И. Проблема глобального изменения климата как природная опасность // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования.

2014. Т. 4. № 2 (7). С. 506–519. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/problema-globalnogo-izmeneniya-klimata-kak-prirodnaya-opasnost>.
7. Гипотезы об изменении климата // BioFile. Дата последнего обращения: 31.03.2019. URL: <http://biofile.ru/bio/35480.html>.
 8. Глобальная бюрократия // Sunhome.ru. Дата последнего обращения: 02.04.2019. URL: <https://www.sunhome.ru/journal/122889>.
 9. Глобальное потепление – миф или реальность? // МКС онлайн. Дата последнего обращения: 01.04.2019. URL: <http://mks-onlain.ru/news/globalnoe-poteplenie-mif-ili-realnost/>.
 10. Глобальное потепление – обман // Sunhome.ru. Дата последнего обращения: 01.04.2019. URL: <https://www.sunhome.ru/journal/116154>.
 11. Глобальное потепление на Земле отменяется // Naked Science. 01.02.2014. URL: <https://naked-science.ru/article/sci/globalnoe-poteplenie-na-zemle>.
 12. Глобальное потепление откладывается // Sunhome.ru. Дата последнего обращения: 01.04.2019. URL: <https://www.sunhome.ru/journal/121311>.
 13. Глобальное потепление – ложь века! // Мир прогнозов. Дата последнего обращения: 01.04.2019. URL: <https://www.mirprognozov.ru/prognosis/climate/globalnoe-poteplenie-loj-veka/>.
 14. Глобальное потепление – мифы, заблуждения, факты и чем может грозить потепление климата // Science Debate. Дата последнего обращения: 02.04.2019. <http://www.sciencedebate2008.com/vote/>.
 15. Глобальное потепление // Replyon. Дата последнего обращения: 03.04.2019. URL: <http://replyon.net/147-globalnoe-poteplenie.html>.
 16. Глобальное потепление // Sunhome. Дата последнего обращения: 03.04.2019. URL: <https://www.sunhome.ru/journal/125473>.
 17. Глобальное похолодание // Sunhome.ru. Дата последнего обращения: 01.04.2019. URL: <https://www.sunhome.ru/journal/16074>.
 18. Глобальному потеплению уготован конец? // Sunhome.ru. Дата последнего обращения: 01.04.2019. URL: <https://www.sunhome.ru/journal/118004>.
 19. Глобальный холод // Sunhome.ru. Дата последнего обращения: 01.04.2019. URL: <https://www.sunhome.ru/journal/120277>.
 20. *Городницкий А.* Конец мифа о глобальном потеплении // Новые известия. 10.02.2017. URL: <https://newizv.ru/comment/aleksandr-gorodnitskiy/10-02-2017/251901-konec-mifa-o-globalnom-poteplenii>.
 21. *Гулев С.* «Латынина слышала звон, да не знает, где он». Климатолог ответил на статью Латыниной о глобальном потеплении // Gazeta.ru. 10.07.2017. https://www.gazeta.ru/science/2017/07/10_a_10777604.shtml.
 22. Две статьи о глобальном потеплении // Batrachos.com. 15.03.2011. URL: https://batrachos.com/О_глобальном_потеплении.
 23. *Карлин Л.Н.* Изменение климата Земли: мифы и реальность // Mypresentation. Дата последнего обращения: 01.04.2019. URL: https://mypresentation.ru/presentation/izmenenie_klimata_zemli_mify_i_realnost.
 24. Колебания и изменения климата // РГАУ-МСХА. Дата последнего обращения: 31.03.2019. URL: <http://www.activestudy.info/kolebaniya-i-izmeneniya-klimata/>.
 25. *Кузнецов А.* 7 мифов о глобальном изменении климата. Как бороться со всемирным потеплением с пользой для экономики // Комсомольская правда. 25.04.2016. URL: <https://www.kp.ru/daily/26521.5/3537467/>.

26. *Максаковский В.П.* Гипотеза глобального изменения климата Земли // Географическая картина мира. Книга I. Общая характеристика мира. М.: Дрофа, 2008. 495 с. URL: <https://uchebnikfree.com/sotsialnaya-geografiya-ekonomicheskaya/176-gipoteza-globalnogo-izmeneniya-klimata-70921.html>.
27. Миф и реальность глобального потепления // SE7EN. 22.07.2017. URL: <https://se7en.ws/mif-i-realnost-globalnogo-potepleniya/>.
28. На Марсе началось глобальное потепление // Lenta.ru. 27.05.2016. URL: <https://lenta.ru/news/2016/05/27/mars/>.
29. Обсуждение глобального потепления // Sunhome.ru. Дата последнего обращения: 01.04.2019. URL: <https://www.sunhome.ru/journal/123296>.
30. Ответы климатолога Игоря Эзау на вопросы читателей об изменениях климата // 22century. 26.02.2018. URL: <https://22century.ru/popular-science-publications/climate-questions-and-answers>.
31. Парниковый эффект // Ru.wikipedia. 18.03.2019. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Парниковый_эффект.
32. Повышение уровня моря // Ru.wikipedia. 03 04 2019. https://ru.wikipedia.org/wiki/Повышение_уровня_моря.
33. Потепление и похолодание Земли // Sunhome.ru. Дата последнего обращения: 01.04.2019. URL: <https://www.sunhome.ru/journal/117299>.
34. Потеплению надо поработать над ошибками // Sunhome.ru. 31.08.2010. URL: <https://www.sunhome.ru/journal/129264>.
35. Проблема изменения климата. 8 мифов о климате // InfoEco. Дата последнего обращения: 03.04.2019. URL: http://www.infoeco.ru/dl/prez/6_climate_change.pdf.
36. Профессор МГУ о причинах потепления в Арктике // Universe-tss. 03.10.2018. URL: <https://universe-tss.su/main/klimat/61272-professor-mgu-o-prichinah-potepleniya-v-arktike.html>.
37. Пять мифов об изменении климата // Day.az. 08.12.2018. URL: <https://news.day.az/unusual/1070317.html>.
38. Разбор мифов об изменении климата // BBC. 06.06.2007. URL: http://news.bbc.co.uk/hi/russian/sci/tech/newsid_6716000/6716897.stm.
39. Российская наука – об изменении климата (глобальном потеплении) // RenEn. 16.01.2018. URL: <http://renen.ru/russian-science-on-climate-change-global-warming/>.
40. Российские ученые рассказали о будущих изменениях климата // KM.RU. 16.05.2012. URL: <http://www.km.ru/nauka/2012/05/16/issledovaniya/rossiiskie-uchenye-rasskazali-o-budushchikh-izmeneniyakh-klimata>.
41. *Сергеев А.* Глобальное потепление, или высокий градус политики // Вокруг света. 01.07.2006. URL: <http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/2726/>.
42. *Смирнова Ю.* «Мифическое» потепление // Экология и право. BELLONA. 18.12.2016. URL: <https://bellona.ru/2016/12/18/climate-myths/>.
43. Современные изменения климата // Libsid.ru. Дата последнего обращения: 30.03.2019. URL: <https://www.libsid.ru/klimatologiya-i-meteorologiya/klimatologiya-i-meteorologiya/sovremennye-izmeneniya-klimata>.
44. Справочник химика 21. Химия и химическая технология // Chem21. URL: <https://www.chem21.info/page/012110030011195114202190142128092154225011017152/>.
45. Углекислый газ в атмосфере Земли // Ru.wikipedia. 05.02.2019. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Углекислый_газ_в_атмосфере_Земли.

46. Ученые развенчали миф об изменении климата // Islamtoday. 24.01.2019. URL: https://islam-today.ru/svetskie_novosti/2019/01/24/ucenye-razvencali-mif-ob-izmenenii-klimata/.
47. Чернова К., Лукьянченко У. Глобальное потепление – афера бюрократов или научный факт? Мнение экологов // Futurist. 07.06.2017. URL: <https://futurist.ru/articles/999-globalynoe-poteplenie-afera-byurokratov-ili-nauchniy-fakt-mnenie-ekologov>.
48. Шабсис А. Изменения климата: мифы и реальность // Континент. 23.06.2017. URL: <https://kontinentusa.com/izmeneniya-klimat-mifi-i-realnost/>.
49. Эззу И. Мифы об изменениях климата (окончание) // 22century. 24.01.2018. URL: <https://22century.ru/popular-science-publications/climate-myths-2>.
50. Эззу И. Мифы об изменениях климата. Часть 1 // 22century. 22.01.2018. URL: <https://22century.ru/popular-science-publications/climate-myths-1>.
51. Яншин А.Л., Будыко М.И., Израэль Ю.А. Глобальное потепление и его последствия: Стратегия принимаемых мер // Глобальные проблемы биосферы. М.: Наука, 2003.
52. 2009 Ends warmest decade on record. NASA Earth observatory image of the day. 22 January 2010.
53. Brown D., Cabbage M., McCarthy L., Norton K. NASA, NOAA analyses reveal record-shattering global warm temperatures in 2015. NASA, 2016. 20 January.
54. Climate change // En.Wikipedia. 03.04.2019. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_change.
55. Climate change // United Nations. The last accessed date: 03.04.2019. URL: <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/climate-change/>.
56. Contoski E. Global warming, global myth // PrisonPlanet. 13.08.2008. URL: <https://www.prisonplanet.com/global-warming-global-myth.html>.
57. Global warming – myth or reality // Health. 26.05.2017. URL: <https://infoginx.com/global-warming-myth-reality/>.
58. Global warming controversy // En.Wikipedia. 21.02.2019. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming_controversy.
59. Global warming: myth or reality? Help with outline // Essayforum. 25.05.2010. URL: <https://essayforum.com/research/global-warming-myth-reality-help-outline-17053/>.
60. Global warming: myth vs. reality // Globalwarminginperspective. The last accessed date: 03.04.2019. URL: <https://globalwarminginperspective.wordpress.com/global-warming-myth-vs-reality/>.
61. Grandia K. Why temperature lags behind CO₂ – another "global warming myth" explained // Desmog. 23.11.2007. URL: <https://www.desmogblog.com/why-temperature-lags-behind-c02-another-global-warming-myth-explained>.
62. History of climate change debate // ProCon.org. 23.01.2019. URL: <https://climatechange.procon.org/view.resource.php?resourceID=006525>.
63. Idso C., Singer S.F. Climate change reconsidered: report of the nongovernmental panel on climate change (NIPCC) // The Heartland Institute. Chicago, IL, USA: The Heartland Institute, 2009. URL: https://www.heartland.org/_template-assets/documents/publications/NIPCC%20Final.pdf.
64. Is global warming a myth? How to respond to people who doubt the human impact on the climate // Scientific American. The last accessed date: 03.04.2019. URL: <https://www.scientificamerican.com/article/is-global-warming-a-myth/>.

65. *Mann M.E.* Do global warming and climate change represent a serious threat to our welfare and environment? // *Social Philosophy and Policy*. 2009. Vol. 26. № 2. P. 193–230. URL: http://www.meteo.psu.edu/holocene/public_html/shared/articles/MannSocialPhilos09.pdf.
66. *Muryshev K.E., Eliseev A.V., Mokhov I.I., Timazhev A.V.* Lead-lag relationships between global mean temperature and the atmospheric CO₂ content in dependence of the type and time scale of the forcing // *Global and Planetary Change*. 2017. Vol. 148. P. 29–41. URL: https://repository.kpfu.ru/?p_id=150284.
67. Pros and cons of global warming – new information // *BionomicFuel.com*. 22.02.2019. URL: <http://www.bionomicfuel.com/pros-and-cons-of-global-warming/>.
68. Pros and cons of global warming // *Lifestyle Lounge*. The last accessed date: 03.04.2019. URL: <http://lifestyle.iloveindia.com/lounge/pros-and-cons-of-global-warming-14010.html>.
69. Scientific opinion on climate change // *En.Wikipedia*. 23.03.2019. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_opinion_on_climate_change.
70. Surveys of scientists' views on climate change // *En.Wikipedia*. 26.02.2019. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Surveys_of_scientists%27_views_on_climate_change.
71. *Uscinski J.E., Douglas K., Lewandowsky S.* Climate change conspiracy theories // *Oxford Research Encyclopedias. Climate Science*. September 2017. URL: <http://oxfordre.com/climatescience/view/10.1093/acrefore/9780190228620.001.0001/acrefore-9780190228620-e-328>.
72. *Welsh Ch.* Global warming, myth or mayhem // *Timeless Myths*. 22.10. 2017. URL: <http://www.timelessmyths.co.uk/global-warming-myth-or-mayhem.html>.
73. What is climate change // *BBC*. 03.12.2018. URL: <https://www.bbc.com/news/science-environment-24021772>.
74. *Wigington D.* Global cooling or global warming, which is it? // *GeoEngineeringWatch.org*. 14.07.2015. URL: <https://www.geoengineeringwatch.org/global-cooling-global-warming-which-is-it/>.