

# ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА ЗЕМЛИ

О.Г. Сорохтин

Российская академия естественных наук

**В** момент образования Земли около 4,6 млрд лет назад она была лишена и атмосферы и гидросферы, а ее рельеф напоминал лунную поверхность, на которую падало солнечное излучение с характерной эффективной температурой  $T_*$ , под которой вращающаяся планета видна из Космоса:

$$T_* = [S(1 - A)/(4\sigma)]^{1/4}, \quad (1)$$

где  $S$  — солнечная постоянная (ее современное значение равно  $1,367 \cdot 10^8$  эрг/(см<sup>2</sup>·с);  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$  эрг/(см<sup>2</sup>·с·град<sup>4</sup>) — постоянная Стефана-Больцмана;  $A \approx 0,07$  — альbedo молодой Земли. Если учесть, что в момент образования Земли солнечная постоянная была на 20 — 30 % ниже современной, то оказывается, что средняя температура земной поверхности в те далекие времена не превышала 266 К, или  $-7^\circ\text{C}$  [11].

Около 4 млрд лет назад, в связи с началом гравитационной дифференциации Земли произошла ее активная дегазация с образованием плотной углекислотно-азотной атмосферы давлением до 5 — 6 атм [8]. Климатическим ответом стало резкое повышение приземной температуры до 60 — 70 °С.

О температурах прошлых геологических эпох, как известно, можно судить по изотопным сдвигам кислорода, например, в морских кремнях, обычно формирующихся в равновесии с окружающей их водой. Судя по таким определениям, обычно предполагается, что высокая температура атмосферы возникла уже около 3,4 млрд лет назад [16]. В середине архея предполагается повышение температуры океанических вод до 70 °С [14]. На рис 1. приведено распределение тяжелого изотопа кислорода  $\delta^{18}\text{O}$  в

морских кремнях разного возраста и соответствующие им температуры морских вод. В результате оказалось, что температура земной поверхности на уровне моря, начиная с архея, только снижалась, несмотря даже на то, что солнечная активность при этом только возрастала. Это важный парадокс и ему, безусловно, необходимо дать объяснение.

Из приведенного примера видно, что помимо солнечного излучения главным фактором, определяющим климат Земли, является давление земной атмосферы. При этом чем плотнее атмосфера (чем выше ее давление), тем теплее климат. Поэтому высокие температуры в архее, при низкой светимости Солнца, можно объяснить только повышенным давлением атмосферы, а постепенное снижение со временем температуры океанических вод, при плавном возрастании светимости Солнца, — только постепенным снижением атмосферного давления.

Рассматривать этот вопрос можно только с точки зрения физики теплообмена в достаточно плотных планетных тропосферах, в которых помимо радиационной передачи тепла существует и значительно более эффективный конвективный теплообмен. Именно с этой целью автором и была разработана адиабатическая теория парникового эффекта [7, 8].

## Основы адиабатической теории парникового эффекта

В плотной атмосфере теплообмен в основном осуществляется благодаря конвективному перемешиванию воздушных масс тропо-

сферы и выносу тепла из плотной тропосферы к подошве разреженных слоев перекрывающей ее стратосферы, где тепло теряется уже радиационным путем. Таким образом, распределение температуры  $T$  в плотной тропосфере с давлением  $p > 0,2$  атм подчиняется адиабатическому закону  $T = Cp^a$ , где  $a$  — показатель адиабаты, зависящий только от теплоемкости воздушной смеси атмосферы.

Важно отметить, что конденсация влаги в тропосфере порождает облачность, которая является главным фактором, определяющим альbedo Земли. Это создает сильную отрицательную обратную связь между приземной температурой  $T_*$  и температурой, характеризующей интенсивность солнечного облучения Земли. Действительно, любое повышение приземной температуры усиливает испарение влаги и увеличивает облачность Земли, а это, в свою очередь, повышает альbedo планеты и отражательную способность земной атмосферы. В результате увеличивается отражение солнечного тепла от облаков в Космос, а поступление тепла на Землю сокращается и средняя температура земной поверхности вновь снижается до прежнего уровня.

При этом надо учитывать, что любая глубокая отрицательная обратная связь в системе приводит к линейной зависимости реакции на выходе системы от воздействия на ее входе. Это свойство систем с отрицательными обратными связями универсально и проявляется вне зависимости от природы самих систем, будь то атмосфера планеты, электронный усилитель или центробежный регулятор Уатта в паровых машинах. Именно поэтому приземная температура всегда оказывается пропорциональной значению температу-

В статье автор использует единицы различных систем, а также внесистемные. Следует учитывать, что 1 кал = 4,2 Дж; 1 эрг =  $10^7$  Дж; 1 атм = 101,32 кПа.

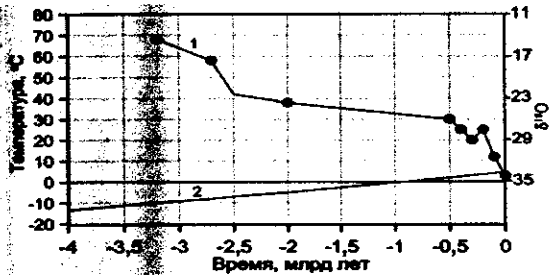


Рис. 1. Средняя изотопная температура (1) образования морских кремней, характеризующая среднюю температуру придонных вод Мирового океана (точками отмечены содержания тяжелого изотопа кислорода  $\delta^{18}O$  в морских кремнях по Т. Шопфу [10]) и температура абсолютно черного тела ( $A=0$ ), характеризующая собой светимость Солнца (2)

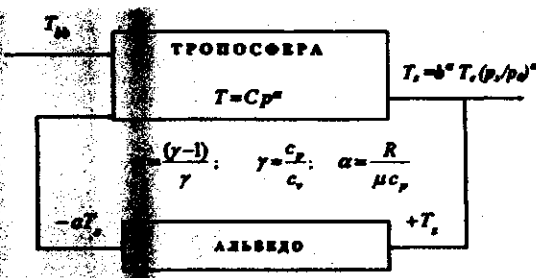


Рис. 2. Блок-схема преобразования температуры в тропосфере ( $T_s$  — температура "абсолютно черного тела", К, на расстоянии Земли от Солнца)

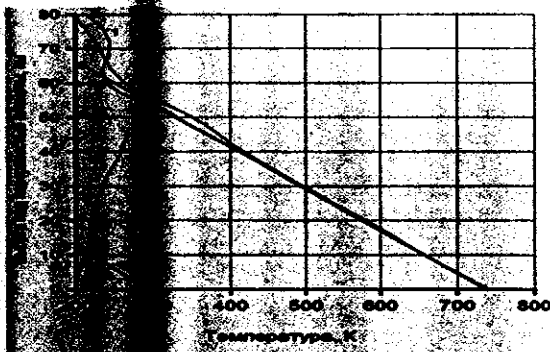


Рис. 3. Распределение температуры в тропосфере Венеры на широте  $75^\circ$  (1), на широте  $30^\circ$  (2), в тропосфере и стратосфере Земли (4) в сопоставлении с теоретическими температурными распределениями (5 и 3), построенными по выражению (2)

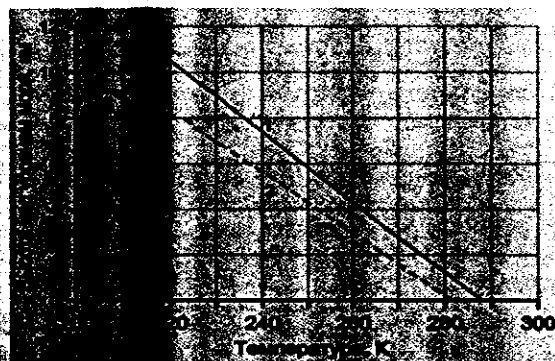


Рис. 4. Средние распределения температуры в земной тропосфере: 1 — для существующей азотно-кислородной атмосферы; 2 — для гипотетической углекислотной атмосферы с тем же давлением

ры, характеризующей солнечное излучение с учетом альbedo Земли, т.е. ее эффективной температуре  $T_e$  (рис. 2).

Согласно адиабатической теории парникового эффекта приземная температура  $T$  и температура тропосферы (нижнего слоя атмосферы), на любом ее уровне, выраженная в абсолютных градусах Кельвина, пропорциональна эффективной температуре  $T_e$  вращающейся планеты на расстоянии Земли от Солнца, зависящей от интенсивности солнечного излучения (солнечной постоянной), давления атмосферы  $p$  в степени показателя адиабаты  $\alpha$ , зависящего от теплоемкости атмосферы:

$$T = b^{\alpha} \left[ \frac{S(1-A)}{\sigma \left( \frac{\pi/2 - \psi}{\pi/2} + \frac{\psi}{\pi/2} \cdot 2 \cdot \frac{2}{1 + \cos \psi} \right)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} \left( \frac{p}{p_0} \right)^{\alpha} \quad (2)$$

где  $\alpha = (\gamma-1)/\gamma$  и  $\gamma = c_p/c_v$ , а  $c_p$  и  $c_v$  — соответственно теплоемкость воздушной смеси при постоянном давлении и постоянном объеме; современное значение альbedo Земли  $A=0,3$ ;  $b = 1,186$  атм — масштабный коэффициент пропорциональности, по размерности обратный давлению и постоянный при постоянном угле прецессии вращающейся планеты;  $p_0 = (p_0)_0 = 1$  атм;  $\psi$  — угол прецессии Земли. Показатель адиабаты тропосферы  $\alpha \approx 0,1905$  при  $b^{\alpha} = 1,093$  легко находится по составу атмосферы и ее характеристическим температурам:

$$\alpha = R/[\mu(c_v + C_v + C_w)]; \quad (3)$$

$$C_v = [R/(\mu\alpha)][(T_s - T_e)/T_s]; \quad (4)$$

$$C_w = [R/(\mu\alpha)][(T_s/T_e) - c_v], \quad (5)$$

где  $R = 1,987$  кал/(К·моль) — газовая постоянная;  $\mu$  — молярная масса воздушной смеси атмосферы (для Земли  $\mu = 28,8$ );  $T_s = 288$  К ( $15^\circ\text{C}$ ) — средняя температура земной поверхности на уровне моря;  $T_e = 263,5$  К — эффективная температура Земли, под которой она видна из Космоса при угле прецессии  $\psi = 23,44^\circ$ ;  $C_v + C_w$  — поправочные коэффициенты с размерностью теплоемкости, учитывающие суммарный тепловой эффект процессов конденсации влаги  $C_w = 0,0897$  кал/(г·К) (во влажной атмосфере) и поглощения парниковыми газами теплового излучения Земли и Солнца  $C_v = 0,036$  кал/(г·К);  $c_v = 0,2394$  кал/(г·К). Для тропосферы средней влажности поглощающей ИК-излучение  $C_v + C_w = 0,1203$  кал/(г·К). Для планет с атмосферами другой природы под этими параметрами следует понимать характеристику любых теплофизических или химических процессов, приводящих к выделению или поглощению (при  $C_v + C_w < 0$ ) тепла в недрах тропосферы.

Доминирование конвективной составляющей выноса тепла из тропосферы объясняется самым естественным образом. Действительно,

при поглощении парниковыми газами ИК-излучения само излучение пропадает, а его энергия переходит в колебательные движения газовых молекул, т.е. в разогрев облученного объема газа. В результате облученный газ расширяется, становится более легким и быстро выводится конвективными движениями от земной поверхности к разреженным слоям стратосферы, где далее тепло теряется радиационным путем, а на место поднявшихся объемов газа опускается уже охлажденный воздух. При этом средняя температура воздуха практически не меняется.

Теоретическое распределение температуры в тропосфере Земли практически полностью совпадает с осредненными экспериментальными данными. Значительно более жесткой проверкой универсальности выведенной закономерности является расчет распределения температуры в плотной углекислотной тропосфере Венеры с другим давлением и составом атмосферы (в тропосфере Венеры температуры измерялись советскими и американскими космическими аппаратами). Для атмосферы Венеры:  $p_s = 90,9$  атм;  $T_s = 735,3$  К, по другим данным  $p_s = 95$  атм и  $T_s = 740$  К,  $S = 2,62 \cdot 10^6$  эрг/(см $^2$ ·с), а  $\psi = 3^\circ$  [4]. Тогда аналогичным методом для Венеры находим  $\alpha = 0,1732$ , однако наилучшее совпадение теоретической кривой с эмпирическими данными получается при значении  $\alpha = 0,1798$ . Как видно, теоретическое распределение температуры в тропосфере Венеры также неплохо совпало с ее эмпирическими измерениями, приведенными в книге [6] (рис. 3). Такое совпадение нельзя считать случайным, скорее всего, оно убедительно свидетельствует о справедливости рассматриваемой здесь теории и о возможности ее использования для восстановления определения, каким был климат Земли в прошлые геологические эпохи и прогнозирования его изменения в будущем.

Из физической теории парникового эффекта, в частности, следует, что небольшие концентрации парниковых газов практически никак не влияют на температуру воздуха в тропосфере. При значительных же концентрациях углекислого газа развивается обратная картина — происходит похолодание, а не потепление климата. Так, при мысленной замене азотно-кислородной атмосферы Земли на углекислотную, но с тем же давлением в 1 атм в соответствии с выражением (2) средние температуры тропосферы понижаются на несколько градусов, а не повышаются, как это принято думать (рис. 4). Снижение температуры в углекислотной атмосфере объясняется

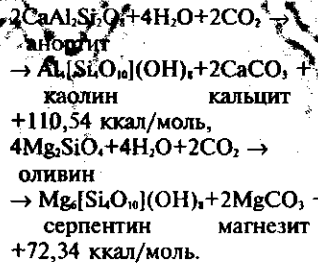
что показатель адиабаты для углекислотной атмосферы  $\alpha_{CO_2} = 0,1428$  оказывается ниже, чем для азотно-кислородной атмосферы  $\alpha_{N_2+O_2} = 0,1905$ , а молярная масса, наоборот, выше  $\mu_{CO_2} = 44 > \mu_{N_2+O_2} = 28,89$ . Аналогично этому при мысленной замене углекислотной атмосферы Венеры на азотно-кислородную, но при том же давлении 90,9 атм, ее поверхностная температура повышается с 735 до 777 К (с 462 до 504 °C). Отсюда видно, что усиление атмосферы углекислым газом, несмотря на поглощение им теплового излучения, при прочих равных условиях всегда приводит не к повышению, а только к снижению парникового эффекта и средней температуры во всей толще планетной тропосферы. Связано это с тем, что углекислотная атмосфера, подобно тонкому одеялу с меньшей теплоемкостью, хуже сохраняет тепло, чем более протяженная азотно-кислородная атмосфера, обладающая к тому же и большей теплоемкостью.

Отсюда становится понятным, что с увеличением концентрации углекислого газа и поглощения им теплового излучения в еще большей степени возрастает конвективный массообмен воздуха, выносящий это тепло за пределы тропосферы. Этот теоретический вывод наглядно иллюстрируется и экспериментальными данными по бурению ледникового покрова Антарктиды. Так, оказалось, что кривая температурных колебаний несколько опережает соответствующие им изменения концентраций углекислого газа в тропосфере, в среднем приблизительно на 500 — 600 лет [12; 5]. Это запаздывание как раз соответствует времени перемешивания верхнего (деятельного) слоя Мирового океана и времени дегазации этого слоя. Но океан, как известно, является главным резервуаром свободного углекислого газа на Земле (в океане  $CO_2$  растворено в 60 — 90 раз больше, чем содержится в атмосфере). Кроме того, растворимость  $CO_2$  в океанических водах приблизительно обратно пропорциональна их температуре. Именно поэтому любое повышение температуры океанических вод приводит к их дегазации и повышению парциального давления  $CO_2$  в атмосфере, что мы и наблюдали в течение последних десятилетий. Это бесспорное и однозначное свидетельство того, что изменения концентраций  $CO_2$  в атмосфере являются следствием глобальных изменений температуры, а не их причиной. Таким образом, на поверку выходит, что общепринятые представления о потеплении климата при накоплении в атмосфере  $CO_2$  и других парниковых газов являются глубоким заблуждением и мифом [7, 8].

### Эволюция состава и давления земной атмосферы

Не вдаваясь в детали расчетов, приведем полученную картину эволюции состава и давления земной атмосферы (рис. 5) [8, 9]. Как видно из приведенной картины состава и давления земной атмосферы, в архее существовала весьма плотная углекислотно-азотная атмосфера с общим давлением до 6 атм. Именно поэтому, согласно уравнению (2), в архее и существовал жаркий климат, несмотря даже на то, что обилие углекислого газа несколько снижало его температуру.

Резкое снижение парциального давления углекислого газа на рубеже архея и протерозоя (около 2,6 млрд лет назад) объясняется связыванием атмосферного  $CO_2$  в карбонатах после перекрытия поверхностью Мирового океана рифтовых зон раннего протерозоя, поступления в них океанических вод и образования серпентинитового слоя океанической коры:



Снижение же парциального давления азота в протерозое и фанерозое происходило благодаря жизнедеятельности азотпоглощающих бактерий и грозовой деятельности атмосферного азота согласно уравнению (2) приводило к похолоданию климата. После широкого развития в конце мезозоя цветковых растений — главных "производителей" кислорода — его парциальное давление достигло своего максимального значения и даже временно скомпенсировало снижение давления азота. Однако после выхода давления кислорода на стационарный уровень, приблизительно равный 230 мбар, благодаря продолжающемуся биогенному снижению парциального давления азота в кай-

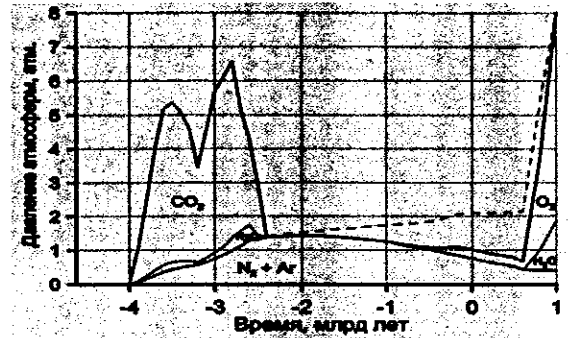
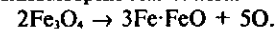


Рис. 5. Эволюция состава и давления земной атмосферы (штриховой линией отмечено атмосферное давление в предположении, что бактериальное поглощение азота отсутствует)

нозое атмосферное давление вновь стало уменьшаться.

Резкое увеличение парциального давления кислорода в далеком будущем связано с дегазацией абиогенного кислорода в связи с процессом формирования земного ядра после того, как все двухвалентное железо мантии окажется окисленным до стехиометрии магнетита:



В результате, когда все вещество Земли окажется предельно окисленным, свободный кислород начнет поступать в земную атмосферу, а его парциальное давление должно будет быстро превысить 10 атм, вызвав тем самым на Земле сильнейший парниковый эффект со средними температурами, значительно превышающими 180 °C. После же вскипания океанов давление атмосферы должно будет подняться еще выше — до 270 атм, а температуры — выше 600 °C (т.е. выше, чем на Венере — около 460 °C). Естественно, в таких условиях нечего и говорить о возможности сохранения не только высокоорганизованной, но и самой примитивной жизни.

### Прецессионные циклы и ледниковые эпохи Земли

Возникновение прецессии вращения Земли, как известно, связано с отклонениями распределения земных масс от полной сферической симметрии. Такое отклонение симметрии, прежде всего, вызывается

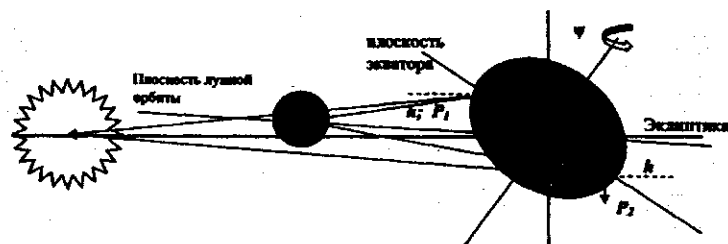


Рис. 6. Схема влияния лунно-солнечного притяжения на экваториальное инерционное вздутие Земли, приводящее к приближению экваториальной плоскости Земли к плоскости обращения Луны вокруг Земли и к плоскости эклиптики, т.е. к снижению угла прецессии Земли (масштабы схемы, для наглядности, существенно искажены)

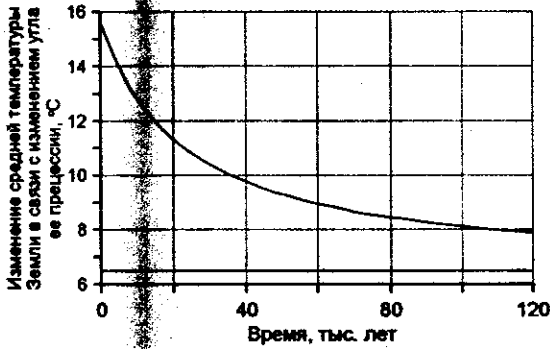


Рис. 7. Изменение средней температуры поверхности Земли под влиянием притяжения Луны и Солнца экваториального вздутия Земли и асимметричного расположения континентов на земной поверхности. При монотонном уменьшении угла ее прецессии с 24 до 2,5°, температура меняется от 15 °С и со временем асимптотически приближается к своему предельно минимальному значению 6,5 °С

расположением континентов и океанов на поверхности Земли. Однако на угол прецессии Земли оказывают влияние гравитационные взаимодействия Луны и Солнца с экваториальными вздутиями земного эллипсоида, поскольку, как известно, форма Земли весьма близко соответствует форме эллипсоида вращения жидкого тела, обладающего инерционным экваториальным вздутием (рис. 6). Притяжения Луны и Солнца одновременно действует на обе стороны экваториального вздутия Земли, стремясь повернуть их в противоположные стороны. Но сила воздействия лунно-солнечного притяжения на ту часть вздутия, которая обраще-

на к Луне или к Солнцу, оказывается несколько большей, чем на противоположную сторону. Такие взаимодействия стремятся повернуть Землю в сторону приближения экваториальной плоскости к плоскости эклиптики, что соответствует уменьшению угла прецессии, а следовательно, согласно выражению (2) и похолоданию земного климата [7, 8].

Теперь, используя выражение (2), можно легко найти и зависимость изменения приземной температуры от времени (рис. 7). Как только средняя приземная температура Земли достигает некоторого критического значения (около 9 °С), начинается процесс оледенения. Образование же и рост ледниковых покровов в приполярных районах неизбежно приводит к нарушению сферической симметрии Земли, ее равновесного вращения и к новому и достаточно быстро возрастанию угла прецессии. По нашим оценкам, характерное время увеличения угла прецессии и потепления климата происходит всего за 2500 — 5000 лет. Полученная оценка, безусловно, является весьма приближенной, но она позволяет оценить характерное время потепления климата и деградации оледенений — оно оказалось порядка нескольких тысяч лет, что, по-видимому, и наблюдалось в действительности. Так, по оценкам В.М. Котлякова [3], "распад гигантского плейстоценового оледенения в Северном полушарии произошел геологически очень быстро — всего за несколько тысяч лет".

Для расчета температурных изменений климата необходимо еще учитывать влияние на него прецессии орбиты Земли при ее обращении вокруг Солнца и периоды полного цикла прецессии самой Земли (циклы Миланковича). Главные гармоники циклов Миланковича характеризуются периодами около 40 тыс. лет и 26 тыс. лет. Их влияние приводит к температурным колебаниям около  $\pm 2 + \pm 3$  °С.

Построенная с учетом таких колебаний кривая изменений средней температуры Земли позднего плейстоцена в сопоставлении с изотопной температурой толщи антарктического льда на станции "Восток" [2] приведена на рис. 8. Корреляция полученных теоретических значений температуры с экспериментальными данными оказывается весьма хорошей, хотя теоретические кривые и являются более сглаженными.

Таким образом, в результате Лунно-Земных связей в плейстоцене периодически происходили медленные, но закономерные похолодания климата на 8 — 10 °С, продолжавшиеся в течение приблизительно 100 — 120 тыс. лет. После же образования мощных ледниковых покровов наступало быстрое, в течение нескольких тысяч лет, потепление климата все на те же 8 — 10 °С и столь же быстрая деградация оледенений. Следовательно, Лунно-Земные связи, в сочетании с оледенениями Земли, возбуждают существенно нелинейные автоколебательные климатические процессы, столь характерные для всего позднего плейстоцена. Причем в будущем нас ждет только похолодание и, быть может, даже более значительное, чем все предыдущие. Отметим здесь же, что общее похолодание климата происходит благодаря жизнедеятельности азотпоглощающих бактерий, постоянно снижающих парциальное давление азота, а следовательно, и общее давление земной атмосферы. Но снижение атмосферного давления согласно выражению (2) неизбежно приводит к похолоданию, причем такое похолодание земного климата, во всяком случае, начиная с рифея, происходит в нарастающем режиме (см. рис. 5).

Продлив теперь аналитическое решение температурных колебаний, изображенных на нижней половине рис. 8, на большие времена, можно получить прогноз изменений климата и в будущем. Такой прогноз приведен на рис. 9: Как видно, в обозримом будущем нас ждет только похолодание климата, а в более отдаленном времени (после 50 тыс. лет) и наступление нового ледникового периода с его кульминацией около 100 тыс. лет.

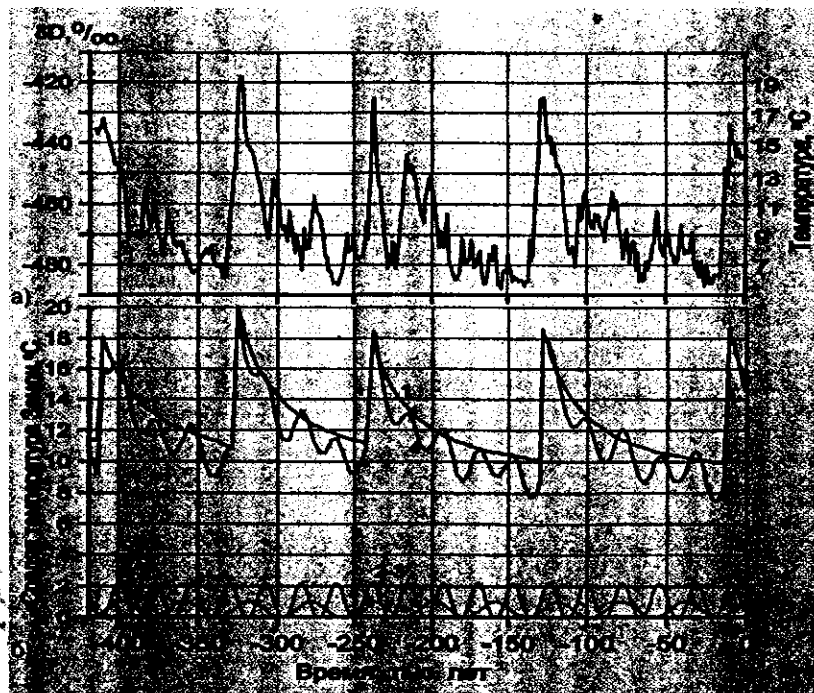


Рис. 8. Корреляция экспериментальных значений температуры океанических вод, испарение которых породило ледниковый покров Антарктиды (а), с теоретическими значениями температуры этих же вод (б). Экспериментальные температуры определялись по отклонениям содержания дейтерия к содержанию водорода,  $\delta D$ , ‰, в керне льда Антарктического ледникового покрова, пробуренного на станции "Восток"

**Влияние на климат  
солнечной активности**

О колебательных изменениях земного климата, при его общем и закономерном похолодании, за последние тысячелетия говорят и геологические данные. Так, по изотопным сдвигам кислорода в остатках планктонных фораминифер и других микроорганизмов Саргассового моря видно, что на протяжении последних трех тысяч лет температура поверхностных вод этого моря, хоть и с колебаниями, но закономерно снижалась (рис. 10). Как видно из этого рисунка, мы сейчас живем вблизи "вершины" очередного, но не самого значительного потепления, которое началось еще в XVII в., когда о техногенных выбросах углекислого газа в атмосферу не приходилось и говорить. А до этого, в средние века, когда Викинги открывали Гренландию, они называли этот ныне ледяной остров Зеленой Землей.

Сейчас существуют астрофизические данные [1, 15], свидетельствующие, что в ближайшем будущем начнется новая фаза похолодания климата. Что же касается последнего потепления, то, по геологическим данным, оно наблюдается на фоне общего похолодания климата с градиентом около  $-0,33\text{ }^{\circ}\text{C}$  за тысячу лет. Судя по нашим теоретическим расчетам, приведенным на рис. 8 и 9, приблизительно на том же интервале времени (от 0 до 4 тыс. лет назад) такой градиент похолодания был равен  $-0,32\text{ }^{\circ}\text{C}$  (как видно, и здесь совпадение теории с экспериментом оказывается весьма хорошим).

Таким образом, современное потепление носит ярко выраженное природное происхождение и в скором времени оно может смениться новой фазой похолодания [1, 15].

К аналогичным выводам также приходит известный немецкий климатолог Т. Ландшейдт, опубликовавший большую статью под названием "Новый малый ледниковый период вместо глобального потепления?" [15]. По его оценкам, несмотря на продолжающееся повышение парциального давления углекислого газа, в ближайшем будущем нас ждет только похолодание и наступление "малого ледникового периода" по типу XVII — XVIII вв. с опусканием средних температур более чем на градус. Причем первый импульс существенного похолодания нас ожидает приблизительно в 2030 г., но значительно более сильное похолодание, с опусканием температур до уровня начала XVII в., должно произойти в 2200 г. Этот вывод Т. Ландшейдта, как и предсказание Х.И. Абдусаматова [1], полностью коррелируется и с нашим прогнозом (см. рис. 9). В ближайшем же будущем нас также ждет сла-

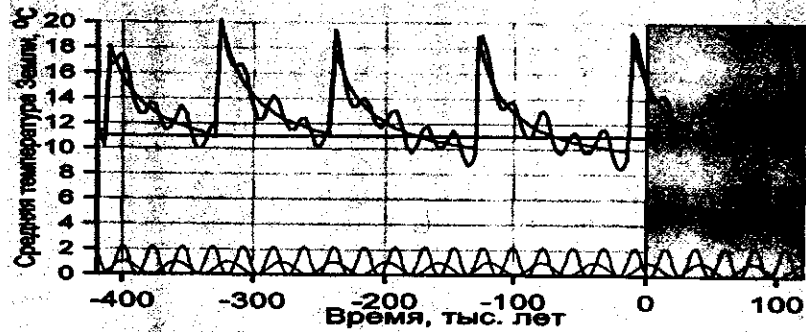


Рис. 9. Теоретический температурный прогноз климата на следующие 120 тыс. лет

бое похолодание климата, поскольку после максимума солнечной активности в 2007 г. начинается новый переход к периоду спокойного Солнца. При этом, как уже упоминалось выше, следует учитывать, что из-за большой теплоемкости вод поверхностного слоя океанов, климатическая реакция на снижение солнечной активности запаздывает на несколько лет по отношению к ее 12-летним пикам. Для определения же суммарной картины изменения климата в будущем необходимо сложить оба прогноза, полученных по механизму прецессионных климатических циклов и по анализу изменений светимости Солнца. Отсюда видно, насколько важным для изучения земного климата является изучение природы солнечной активности и, главное, ее прогнозирование на будущее.

Для полной картины надо учитывать еще и двенадцатилетние циклы влияния Юпитера на климат Земли (точнее, 11,86-летние циклы), поскольку эта массивная планета, обращаясь вокруг Солнца, меняет эксцентриситет и земной орбиты вокруг Солнца. Расчеты показывают, что холодные зимы и жаркие летние сезоны Северного полушария 1941, 1953, 1965, 1977, 1989,

2001 гг. были связаны именно с влиянием Юпитера на климат Земли. Аналогичные суровые зимы ожидаются в 2013 и 2025 гг., а в промежутках между ними будут сравнительно теплые зимы с относительно прохладными летними сезонами, примером чему могут служить зимы 2007 и 2008 гг.

Главными причинами изменения глобального климата Земли являются колебания инсоляции Солнца, изменения давления земной атмосферы как за счет связывания плотной архейской атмосферы в карбонатных породах, так и благодаря жизнедеятельности азотпоглощающих бактерий и грозовой деятельности, постоянно связывающих атмосферный азот в осадках, а также благодаря периодическим изменениям угла прецессии Земли. Кроме того, в существенно меньшей степени на климат Земли оказывает влияние притяжение Юпитера ( $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), меняющее эксцентриситет орбиты Земли при ее обращении вокруг Солнца. В противоположность приведенным факторам, парниковые газы практически никак не влияют на температурный режим климата, но могут несколько увеличить синоптическую активность земной атмосферы и повысить частоту штормов и тайфунов.

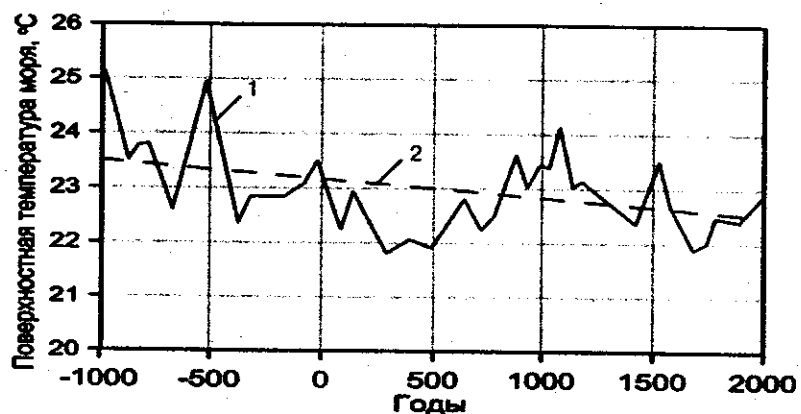


Рис. 10. Температура (1) поверхности Саргассова моря (с осреднением около 50 лет), определенная по изотопным отношениям кислорода в остатках планктонных морских организмов, погребенных в донных отложениях [13], и температурный тренд (2)

## Особое мнение по сути Киотского протокола

Необходимо обратить особое внимание, что Киотский протокол не имеет научного обоснования, а по своей сути он еще и противоречит физике природных процессов и совершенно неверно объясняет влияние на климат антропогенных воздействий. Кроме того, необходимо учитывать, что повышение парциального давления углекислого газа в атмосфере приводит к повышению эффективности сельского хозяйства и скорости восстановления вырубаемых лесных массивов. Об этом сторонники Киотского протокола совершенно забывают (или просто не хотят знать). Следует отметить, что эффективность сельского хозяйства и скорость восстановления лесов повышается прямо пропорционально увеличению парциального давления углекислого газа в атмосфере [17]. Кроме того, в этой же работе убедительно показывается,



Побережье Антарктиды (будущее Земли)

что увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  ведет к повышению засухоустойчивости злаковых культур, в том числе и пшеницы.

Несмотря на плавное повышение солнечной активности, в обозримом будущем нас ждет только дальнейшее похолодание климата, связанное с уменьшением угла прецессии Земли и снижением общего давления земной атмосферы благодаря жизнедеятельности азотпотребляющих бактерий, постоянно удаляющих азот из воздуха и переводящих его в осадки. К сожалению, эти процессы неуправляемые и мы вряд ли сможем что-либо сделать для их приостановки.

Из всего сказанного однозначно следует, что Киотский протокол, в части предлагаемых мер против антропогенных выбросов в атмосферу "парниковых газов", — неверное и вредное решение важной экологической проблемы. Особенно вредны условия протокола для России, поскольку ее экономика в основном построена на использовании углеводородного топлива. К тому же наша страна является наиболее "холодной" и для ее "обогревания" требуются большие объемы природного топлива. Поэтому предлагаемые МГЭИК дорогостоящие (порядка десятков миллиардов долларов за год) мероприятия по стабилизации концентрации  $\text{CO}_2$  не имеют смысла и вредны для экономики и сельского хозяйства. Эти средства с большей пользой можно было бы использовать на развитие той же экономики, социальных сфер и науки.

## Литература

1. Абдусаматов Х.И. О долговременных скоррелированных вариациях активности светимости, радиуса Солнца и климата. Труды международной конференции "Климатические и экологические аспекты солнечной активности". СПб, 2003.
2. Котляков В.М. Гляциология Антарктиды. М.: Наука, 2000.
3. Котляков В.М. В мире снега и льда. М.: Наука, 2002.
4. Маров М.Я. Планеты солнечной системы. М.: Наука, 1986.
5. Мохов И.И., Безверхий В.А., Карпенко А.А. Циклы Миланковича и эволюция характеристик климатического режима и состава атмосферы по данным ледяных кернов с антарктической станции "Восток" // Материалы гляциолог. иссл. 2003. Т. 95.
6. Планета Венера (атмосфера, поверхность, внутреннее строение). М.: Наука, 1989.
7. Сорохтин О.Г. Эволюция глобального климата Земли и прогноз его изменений. М.-Ижевск. Институт компьютерных исследований, 2006.
8. Сорохтин О.Г. Жизнь Земли. М.-Ижевск. Институт компьютерных исследований, 2007.
9. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Развитие Земли. М.: Изд-во МГУ, 2002.
10. Шопф Т. Палеоокеанология. М.: Мир, 1992.
11. Bachall J.N. et al. Standard solar models and the uncertainties in predicted capture rates of solar neutrinos // Rev. Mod. Phys., 1982. V. 54.
12. Fischer H., Wahlen M., Smith J., Masterson D. & Deck B. Ice core records of atmospheric  $\text{CO}_2$  around the last three glacial terminations // Science. 1999. 283.
13. Keigwin L.D. Science. 1996. Vol. 274.
14. Knauth L.P., Lowe D.R. Oxygen isotope composition of steins from the Ocala Stage Group (3.4-1.8 Ma) in South Africa with implications for secular variations in the isotopic composition of steins // Geol. Soc. Lond. Abstracts with Programs (0-19).
15. Landscheidt T. New Little Ice Age. In: Geol. Soc. Lond. Special Publication. Energy and Environment 2003.
16. Perry F.C. Jr., Hill F.C. Significant isotopic variations in the carbon isotopic composition of primary productivity in carbonate rocks of southern Africa // Geol. Soc. Lond. Bull. 1972. Vol. 83.
17. Robinson P.A., Ballantyne S.L., Scott V.R. et al. 2007. Environment 2007. In: International Environmental Yearbook. Vol. 10. 1997.