Причина вековых вариаций климата: астрономическая гипотеза или фликкер-шум?

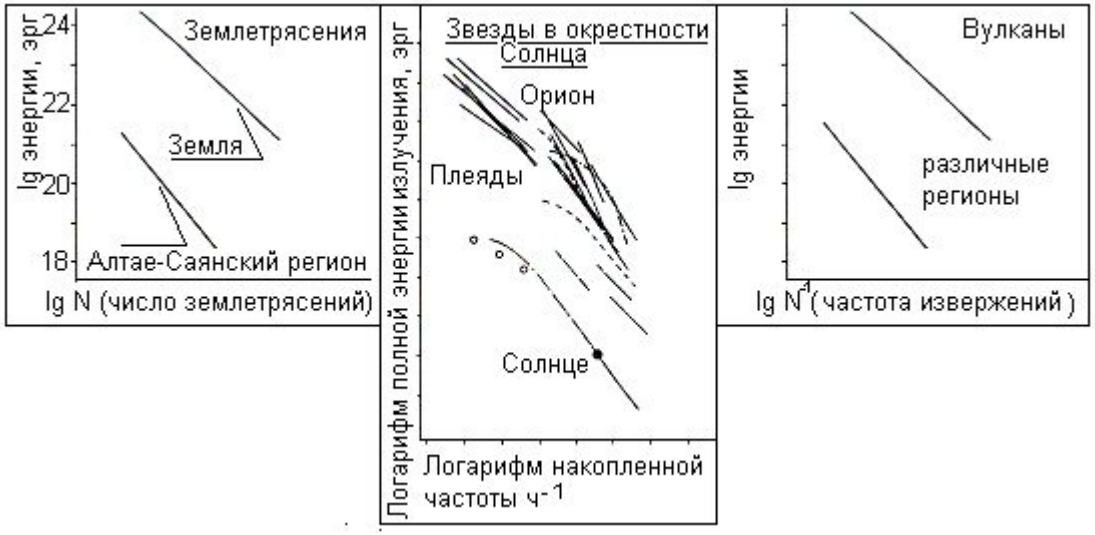
В.В. Кузнецов,

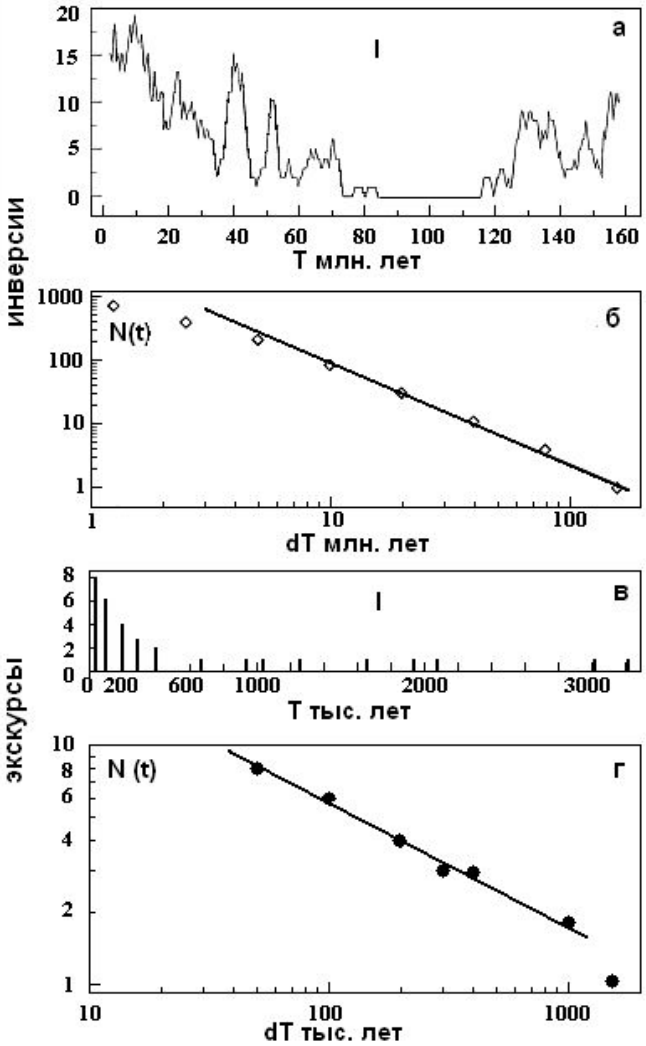
Н.Д. Кузнецова

Что такое фликкер-шум?

- Flicker noise – (1/f шум) фликкер-шум, шум мерцания.
- Разливы Нила - фликкер-шум (ФШ).
- Закон Гутенберга- Рихтера, вспышки на Солнце, инверсии и экскурсы геомагнитного поля – ФШ.
- В 1996 году в В. П. Ковердой и В. Н. Скоковым были экспериментально обнаружены интенсивные тепловые пульсации при переходе от пузырькового режима кипения жидкого азота к плёночному на тепловом участке высокотемпературного сверхпроводника. Спектр этих пульсаций соответствует фликкер-шуму.
- ФШ - возникает в открытых самоорганизующихся системах.
- Проявляется обычно при низких частотах, при высоких же обычно затмевается белым шумом.

Примеры фликкер-шума





Повторяемость землетрясений, энергетические спектры вспышек, частота извержений вулканов.

Распределение количества инверсий *I*, произошедших в течение трех млн. лет, за *T* = 160 млн. лет эволюции геомагнитного поля (Харланд, 1985) - (а); б - оценка величины клеточной фрактальной размерности (*D* = *lgN*(*t*)/*lgdT*); Количество экскурсов *I* в течение 3 млн. лет - в; клеточная фрактальная размерность экскурсов – г.

Климат – фликкер-шум?

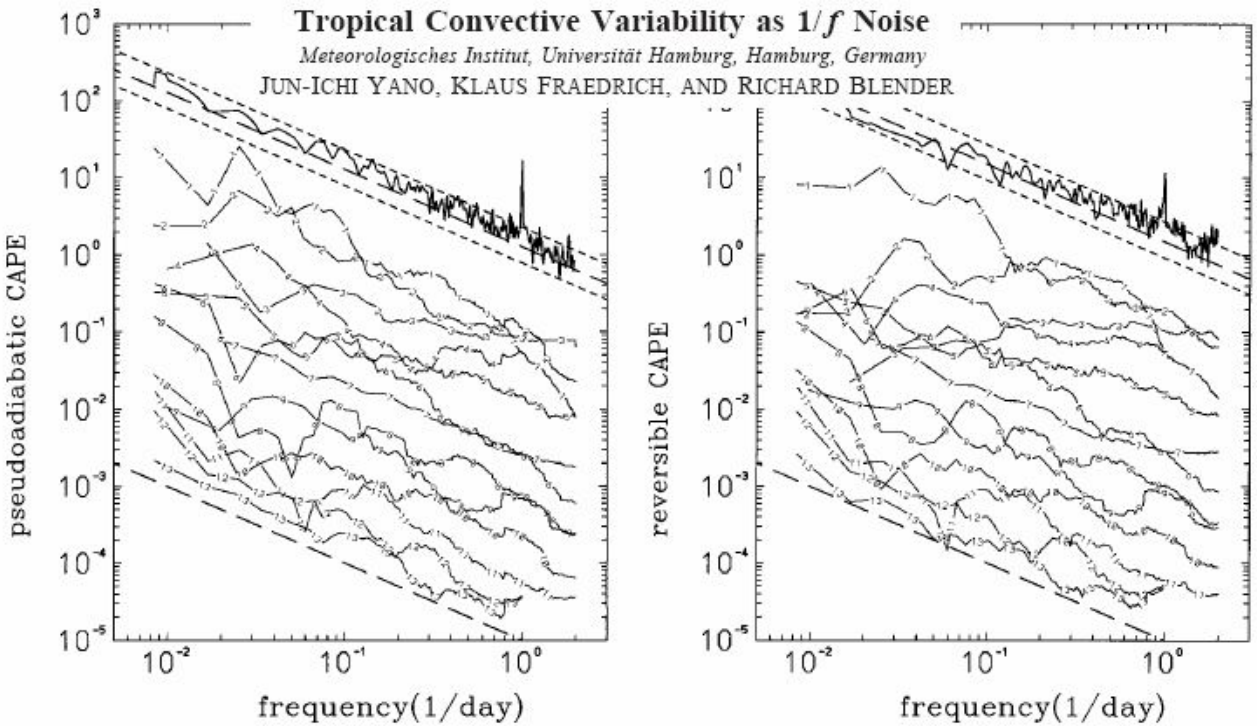
(Введение в физику горячей Земли)

Одним из наиболее значимых и представительных временных рядов климатических вариаций является известный ряд средних месячных температур в Центральной Англии за 1659-1674 гг., опубликованный Гордоном Мэнли и продолженный затем, как в прошлое, до 1400 г (по годовым кольцам деревьев), так и до наших дней. Эта зависимость, после исключения сезонных колебаний и пятилетнем осреднении, представляет собой «белый шум». Если период осреднения данных увеличить до 30 лет (Монин, Шишков, 1998), то спектральная плотность ряда имеет вид «красного» – фликкер-шума ($1/f$). Этот пример показывает ещё раз, что климат фрактален, более того, характерное время самоорганизации климатической структуры оказывается порядка 30 лет. Ниже будет показано, что в масштабе в нескольких сотен тысяч лет – климат «контролируется» геомагнитным полем и, вместе с тем, обладает ярко выраженными фрактальными свойствами. Здесь нет парадокса, т.к. и сами инверсии и экскурсы так же фрактальны.

JOURNAL OF CLIMATE 1 SEPTEMBER 2001 VOLUME 14

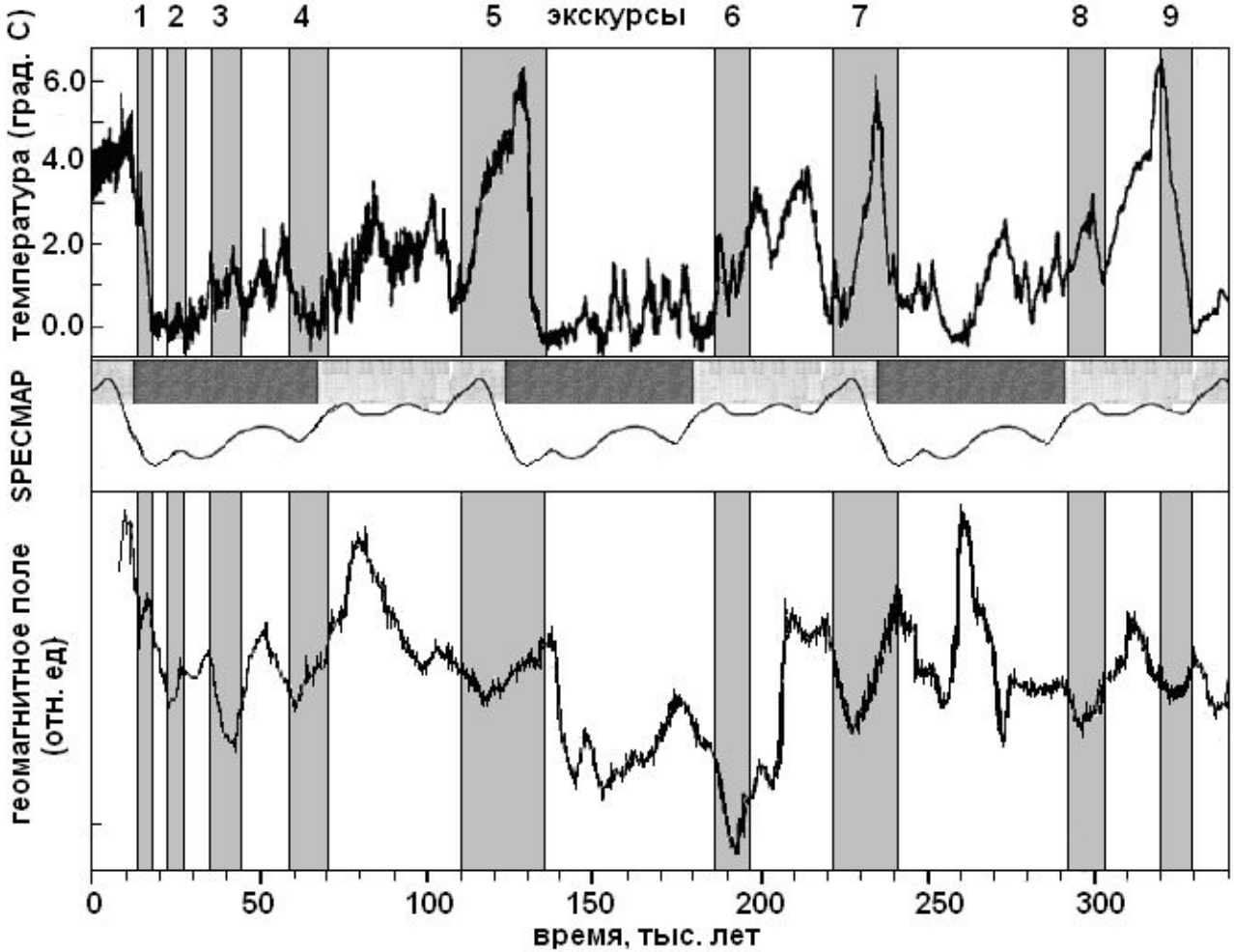
Tropical Convective Variability as 1/*f* Noise

Meteorologisches Institut, Universität Hamburg, Hamburg, Germany
JUN-ICHI YANO, KLAUS FRAEDRICH, AND RICHARD BLENDER



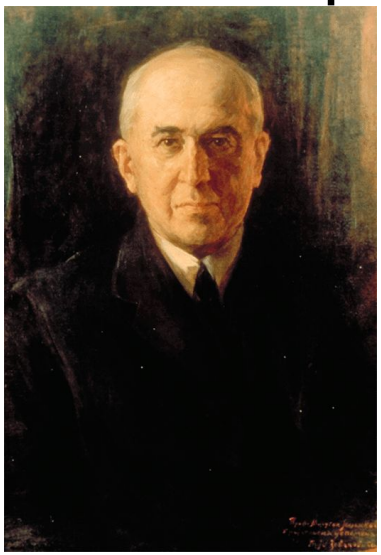
The frequency spectra of (a) pseudoadiabatic and (b) reversible CAPE for the 13 TOGA COARE stations. Numbers on curves correspond to the station numbers in the first column of Table 1. Each spectrum curve is shifted by an arbitrary unit in order to show them separately. In addition, the composite spectrum for all 13 stations is shown by a thick solid curve. The slope for $1/f$ noise is indicated by two long-dash lines: one matched to the composite spectrum, and the other to the bottom of frame so that a general tendency of individual station to follow this slope can be examined. The 95% confidence interval assuming the χ^2 distribution is also shown by two short-dash lines relative to the long-dash line attached to the composite.

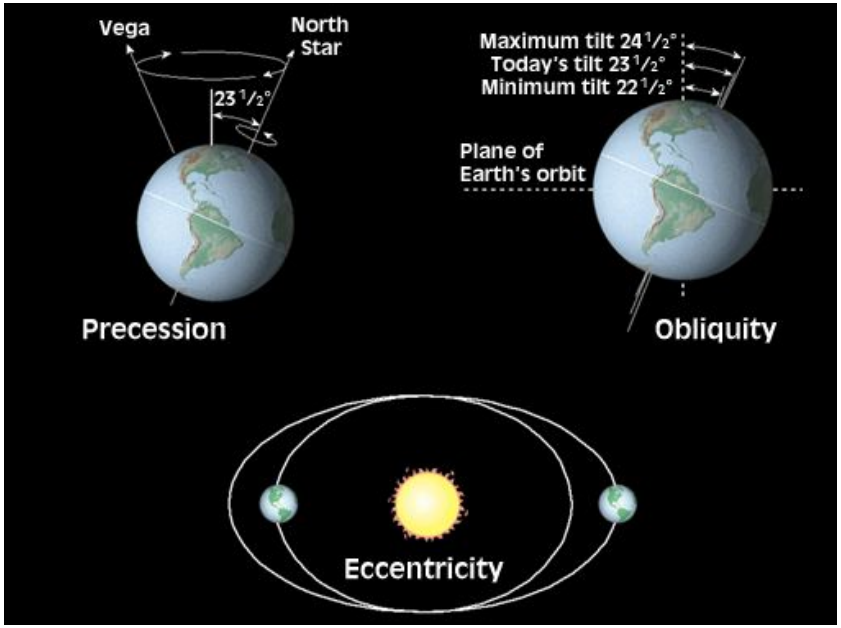
Используемые материалы

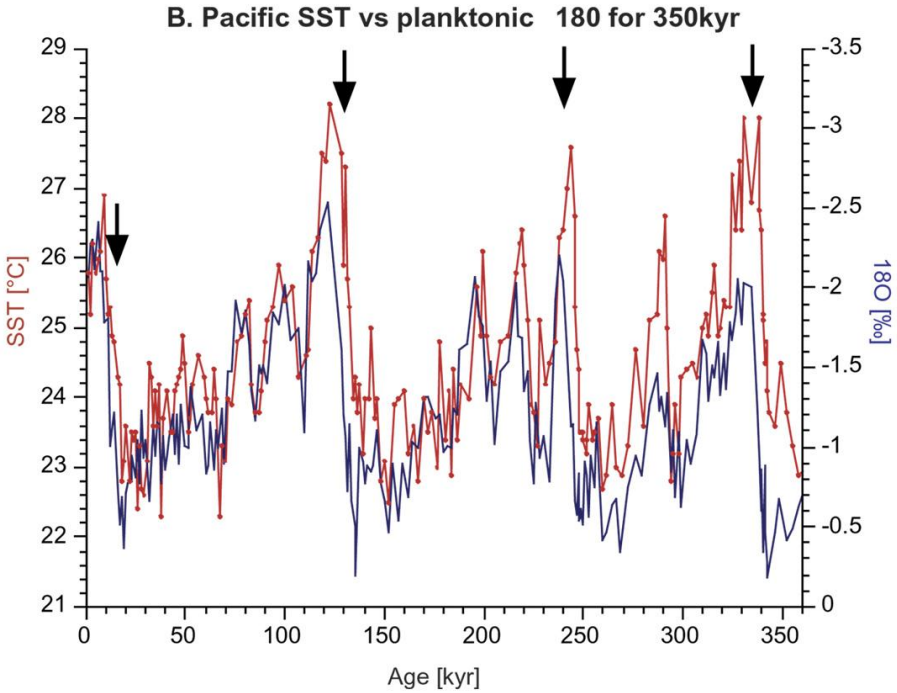


Изменение температуры поверхности Земли (верхняя панель), SPECMAP (средняя панель) и интенсивность геомагнитного поля (нижняя панель). Вертикальные полосы – понижение геомагнитного поля в периоды экскурсов (слева направо): Gothenburg (1); Mono Lake (2); Laschamp (3); Kargopolovo (Event Gaotai) (4); Blake (5); Biwa – I (6); Jamaica (7); Biwa – II (9). Понижение поля 300 тыс. лет (8) с экскурсом не идентифицировано.

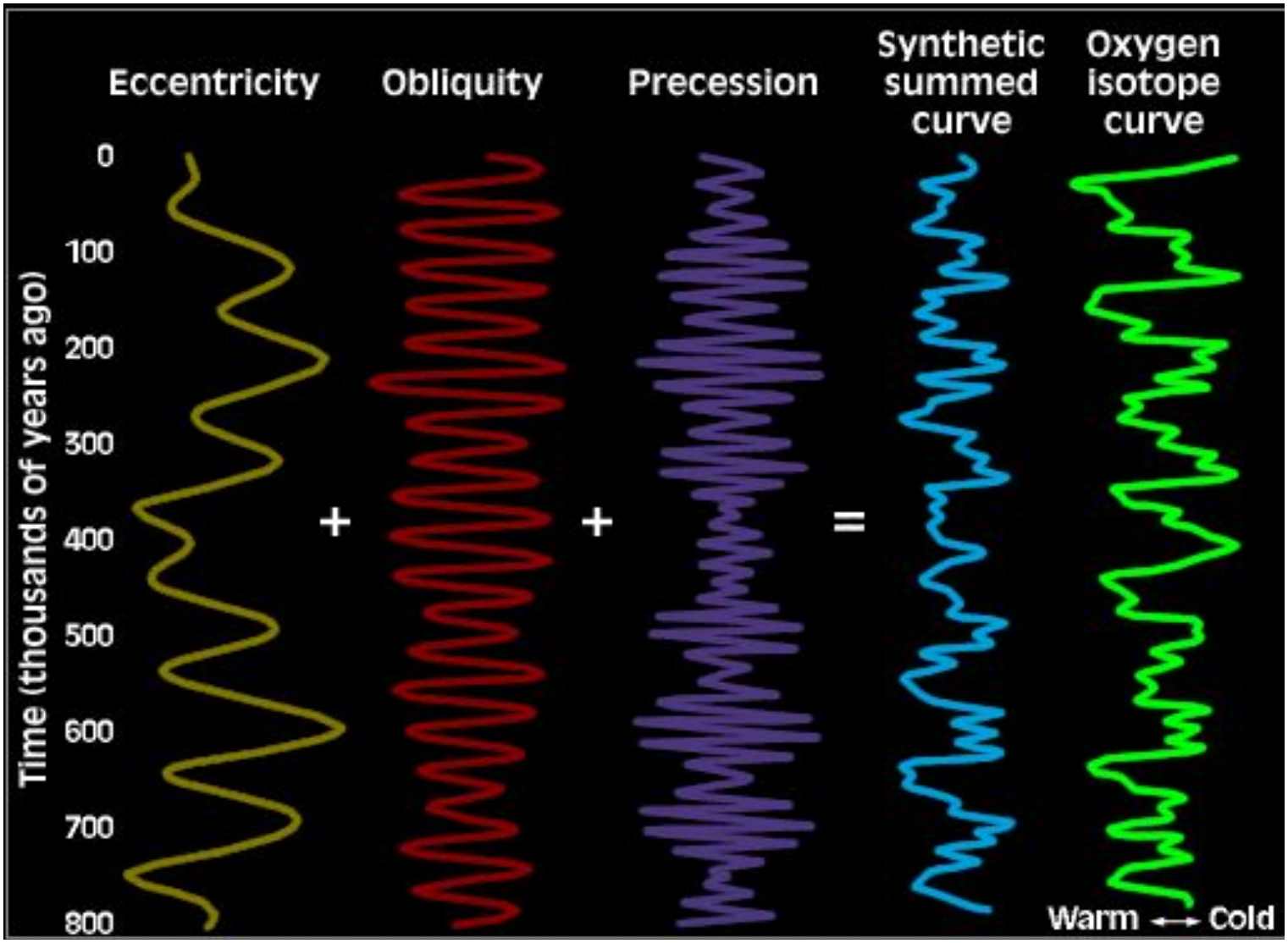
Астрономическая гипотеза Миланковича

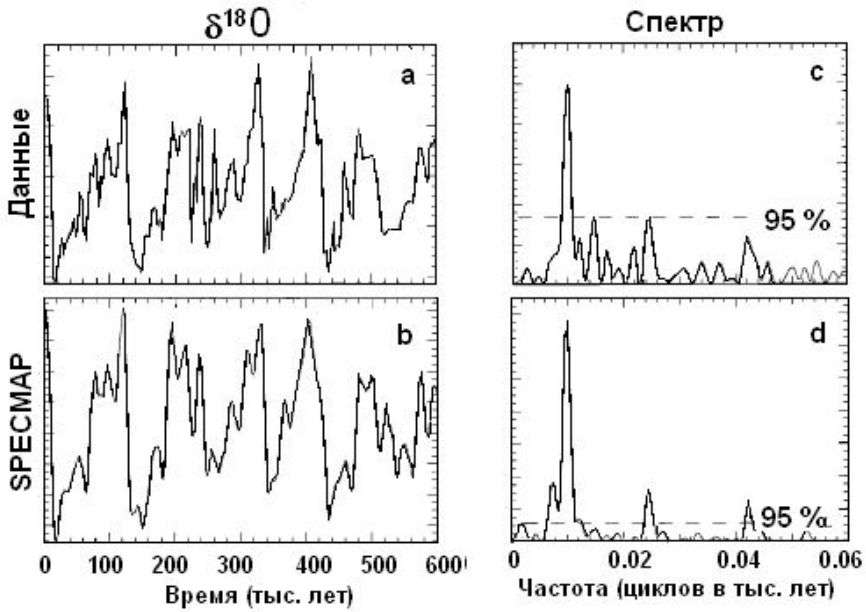




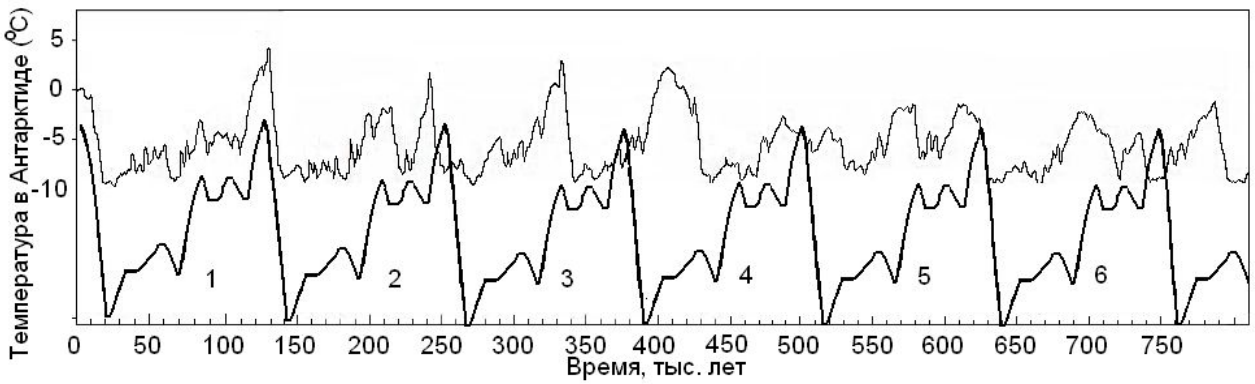


Астрономическая гипотеза Миланковича





Кислородная кривая δ18O для последних 800 тыс. лет: данные – a; после обработки программой SPECMAP - b; Спектры мощности: данных – c; после обработки SPECMAP -d. В теории Миланкоича: пик около 0.01 (100 тыс. лет); 0.024 (41 тыс. лет) – наклонение орбиты; 0.043 (23 тыс. лет) – прецессия [Muller, MacDonald; 1997]

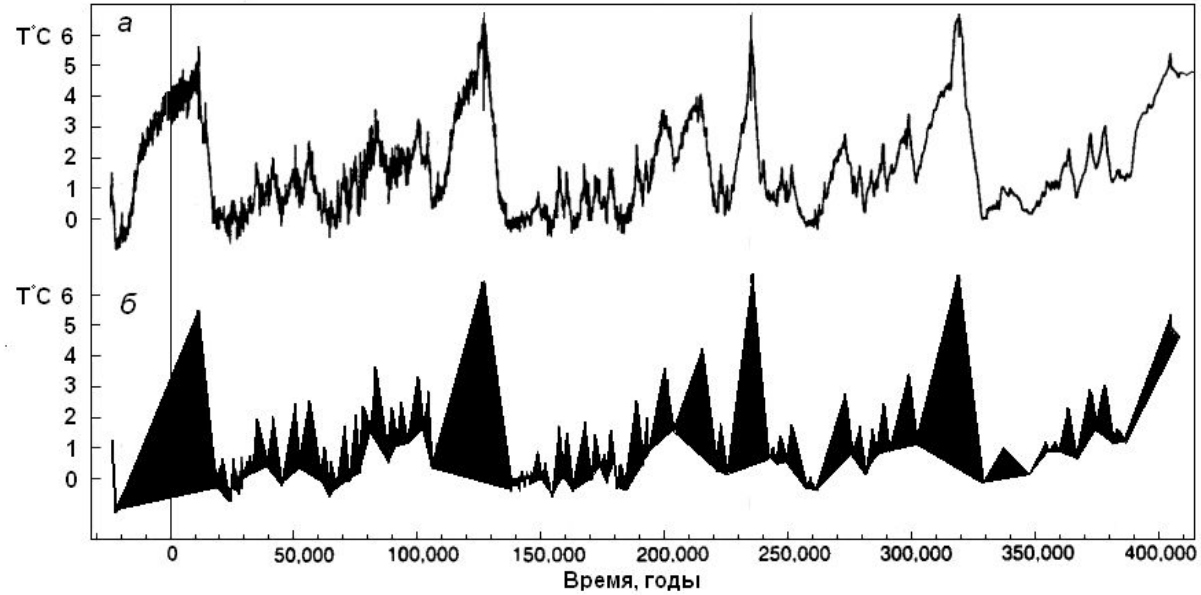


Верхняя кривая – температура (по данным льда в Антарктиде), нижняя – шесть циклов SPECMAP.

Реальность астрономической гипотезы климата подвергалась сомнению ещё 70 лет тому назад, когда метеоролог В.А. Костицын [Эволюция атмосферы, биосферы и климата. М.: Наука. 1984] полагал, что в результате прецессии может происходить лишь небольшое смещение равноденствий. Известно, насколько слаба климатическая роль эллиптичности земной орбиты. Максимальный, возможный эффект прецессии свелся бы, как считал Костицын, к увеличению продолжительности зимы или лета, - на несколько дней, максимум, - на неделю. До оледенения континента отсюда так далеко, что приходится удивляться распространенности этой гипотезы

Теория Миланковича не может объяснить резких потеплений. Действительно, если началось похолодание и оледенение планеты, то альбедо будет только возрастать, что приведет к ещё большему похолоданию. В такой ситуации не находится причин для потепления и т.п.

Климат – фликкер шум. Фрактальность климата



Вариация температуры в течение 400 тыс. лет. Верхняя панель – по данным (Petit et. Al., 1999; Vimeux et al., 2002), нижняя – эта же кривая после преобразования.

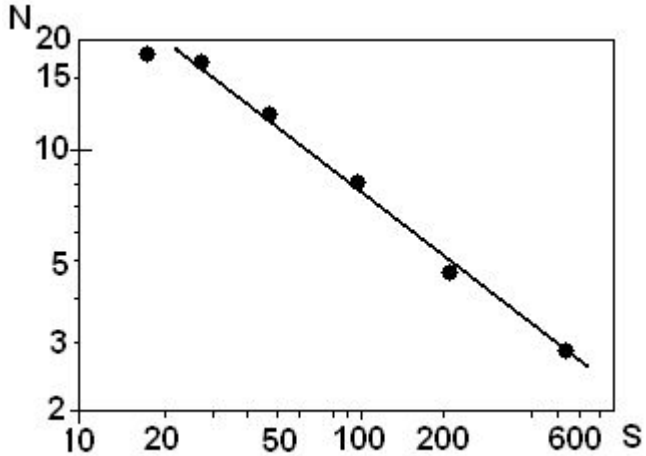
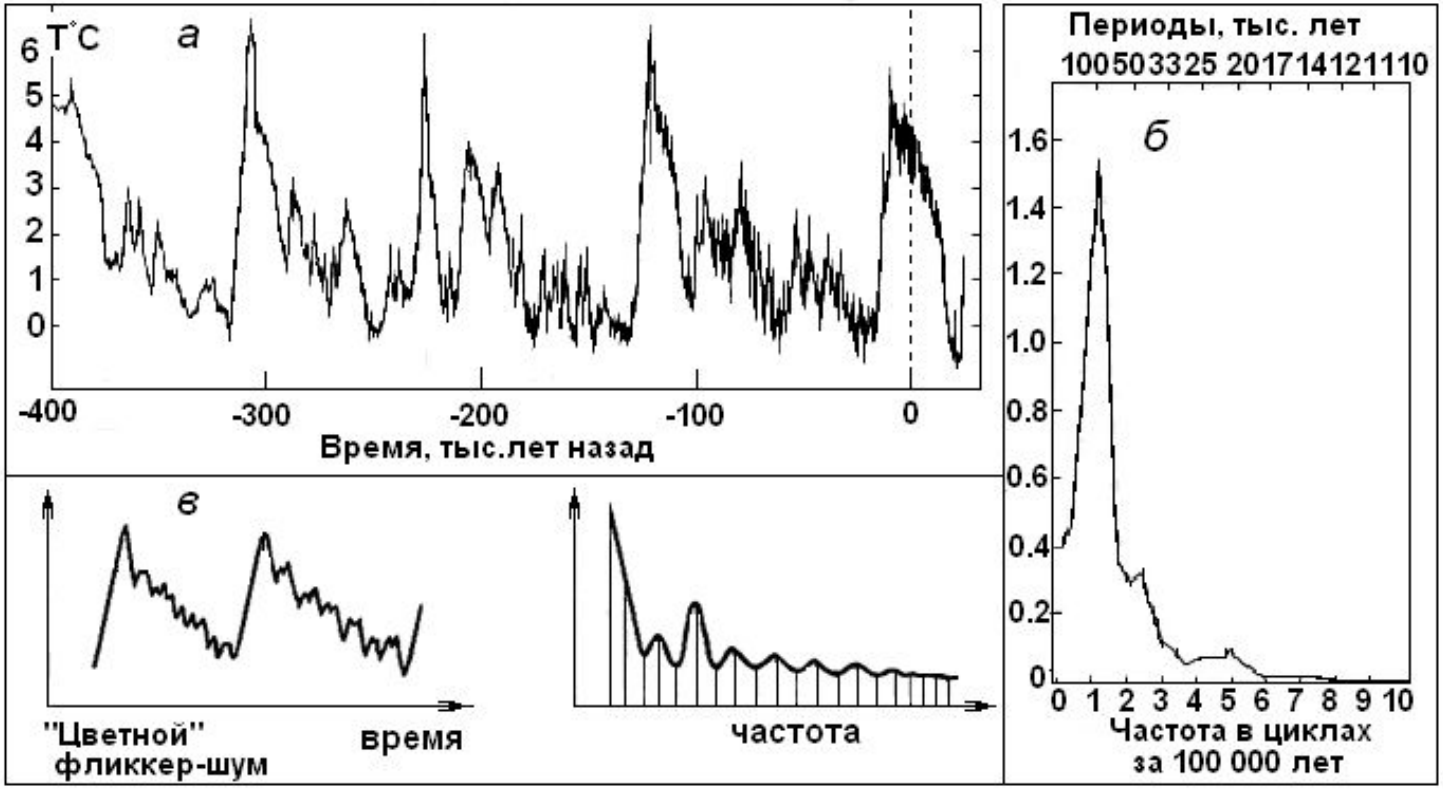


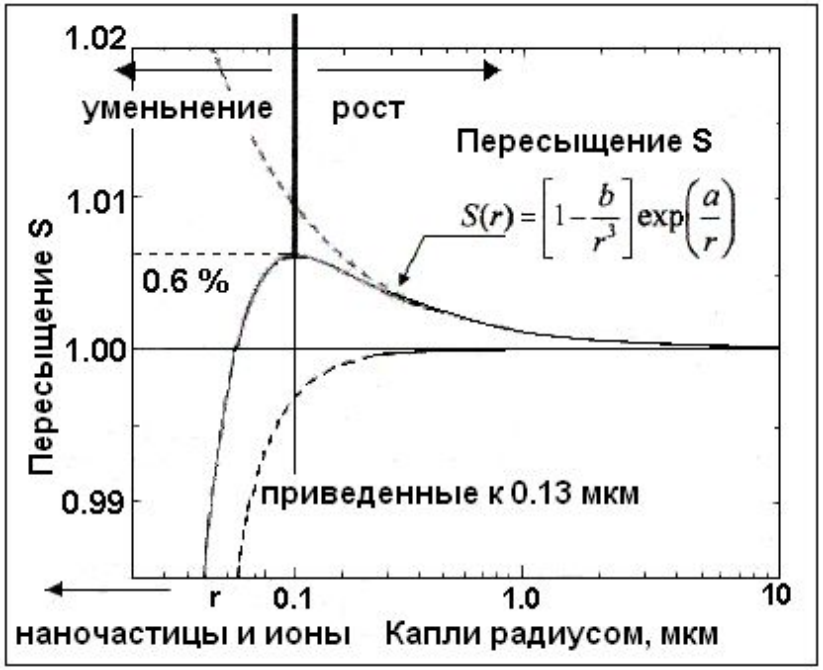
График lg*N* – lg *S* , где *S* – «пик» повышения температуры (в отн. ед.), *N* – число пиков в интервале величин *S*. В течение 400 тыс. лет выделено 45 «пиков».

Климат фликкер-шум.

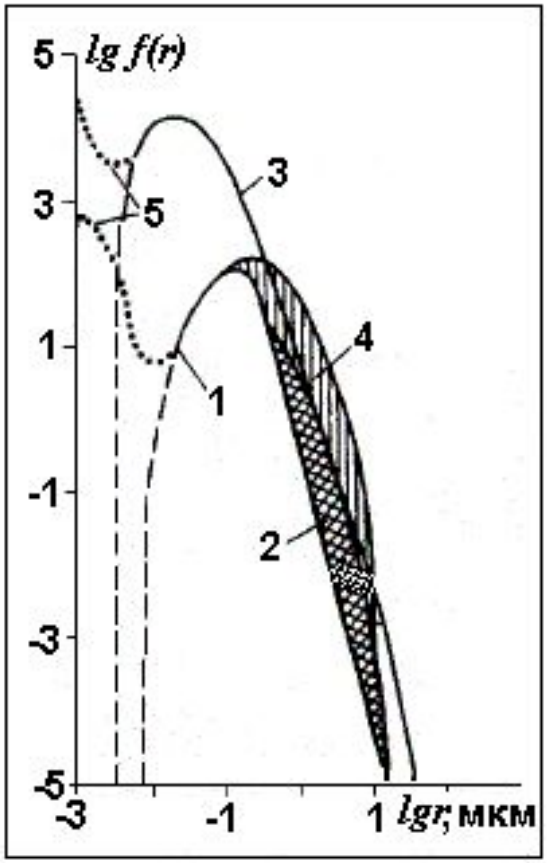


Изменения температуры в «нормальной» шкале времени – *а*; спектр колебаний климата в плейстоцене по Дж. Имбри и Н. Шеклтону [Монин, 1977, рис. 72] – *б*; «цветной» фликкер-шум и его спектр [Жвирблис, 1983] - ***в***.

Главная (основная) частота



Зависимость размера водного аэрозоля от степени насыщения (Harrison, 2001). Капли размером, $r < 0.13$ мкм будут испаряться, большим – расти.

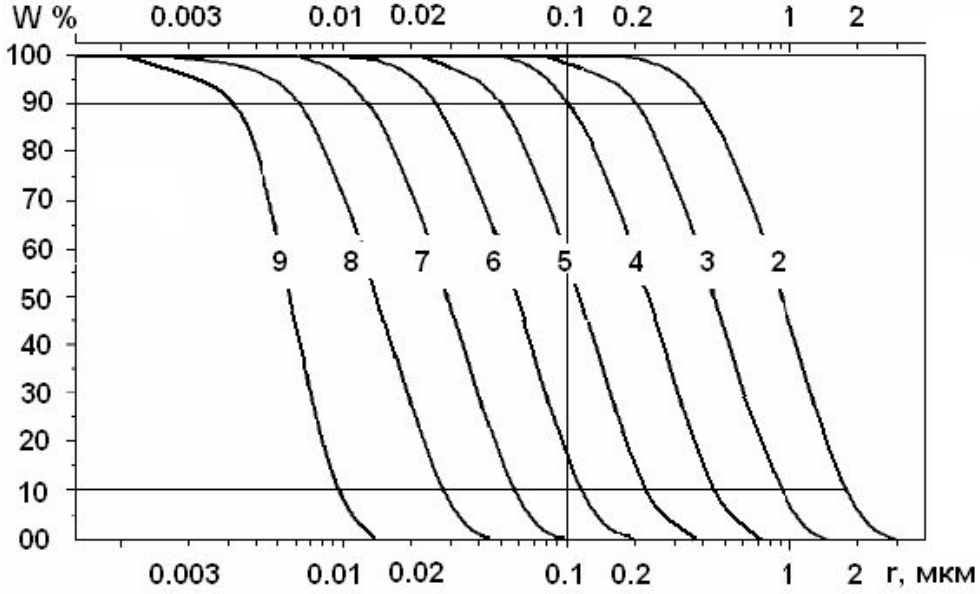


Распределение атмосферных аэрозолей по размерам [Ивлев, Довгалюк, 1999]

Ослабление солнечного излучения при рассеянии его на слое СА оценивается по порядку величины множителя ослабления (дБ/км), который определялся при помощи закона Бугера:

$$\beta \square \int r^2 N f(r) K(x,\varepsilon)\, dr$$

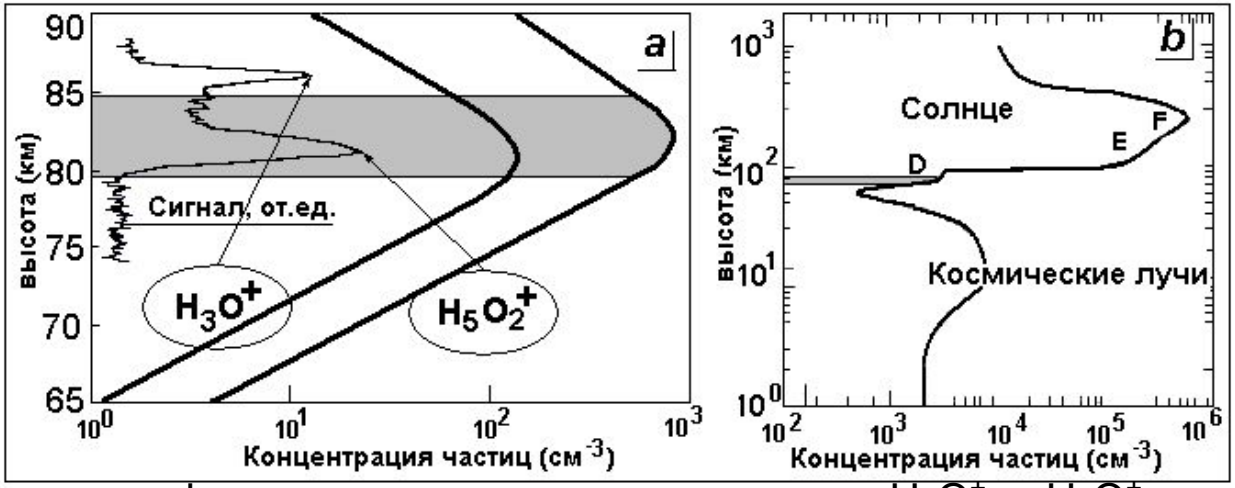
***N* – концентрация аэрозолей (см$^{-3}$); *r* - радиус капель (мкм); *f*(*r*) - закон распределения частиц по размерам; *K*(*x,ε*) - коэффициент рассеяния электромагнитных волн на частицах аэрозоля, определяемый по уравнениям Ми. Коэффициент *β* используется при оценке коэффициента прозрачности атмосферы *W* (%) .**



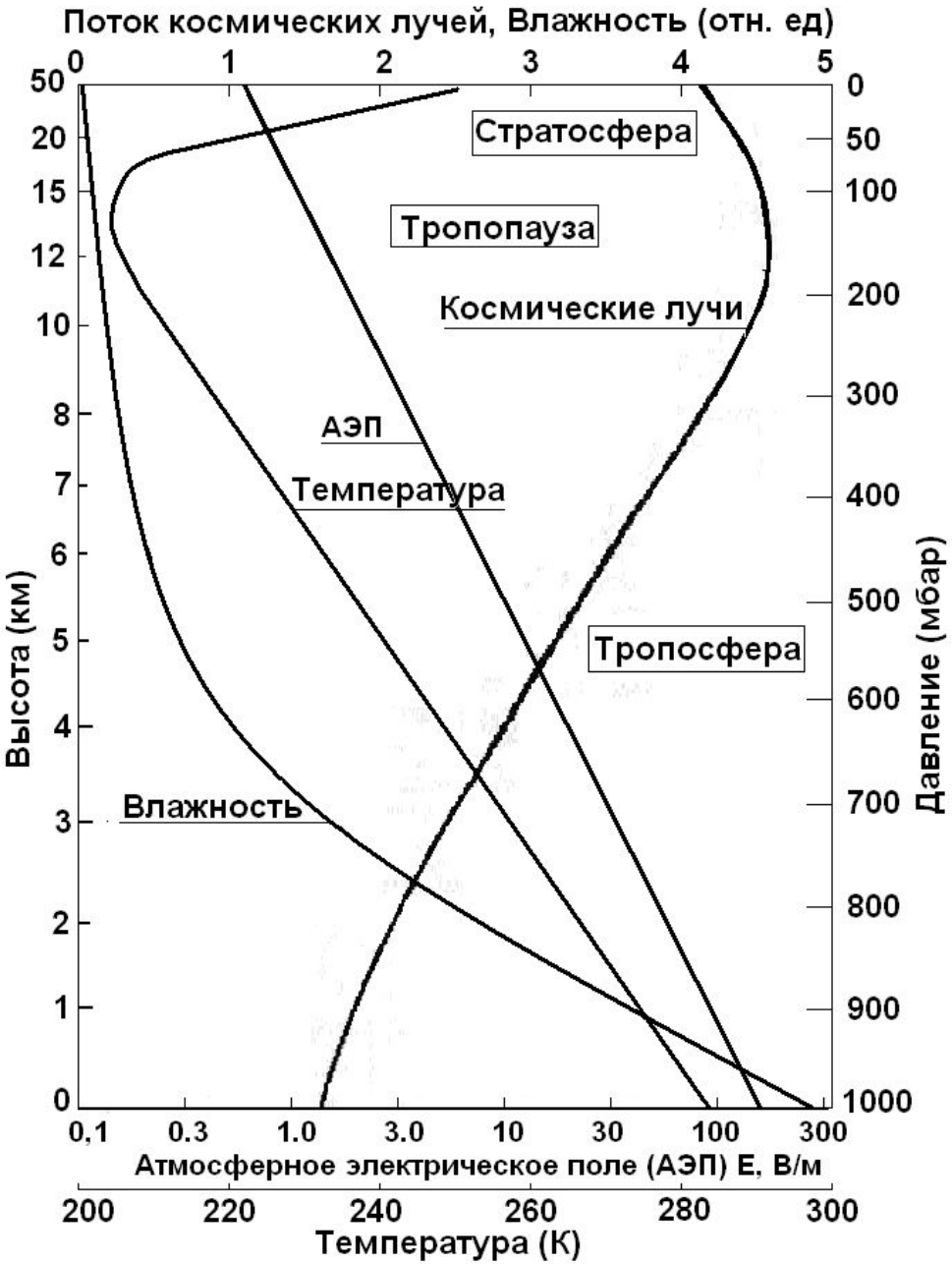
Коэффициент прозрачности стратосферы *W* для отражающего слоя толщиной 1 км в зависимости от размера СА для слоев различной концентрации (кривая 2 соответствует *N* = 100 см$^{-3}$ и т.д. (Гончаренко Ю.В., Кивва Ф.В. О размерах частиц атмосферного аэрозоля в отражающих слоях, появляющихся после сильных солнечных вспышек. // Радиофизика и электроника. 2002. Т. 7. № 3. С. 509-512).

АЭП как параметр климата и как климатообразующий фактор

В.И. Герасименко (Электрические и метеорологические поля нижней тропосферы. В кн. Атмосферное электричество. Л. Гидрометеоиздат. 1976. С. 25-31) приводит высказывание знаменитого английского физика Томсона (Лорда Кельвина) о том, что в будущем предсказание погоды будет осуществляться посредством электрометра.



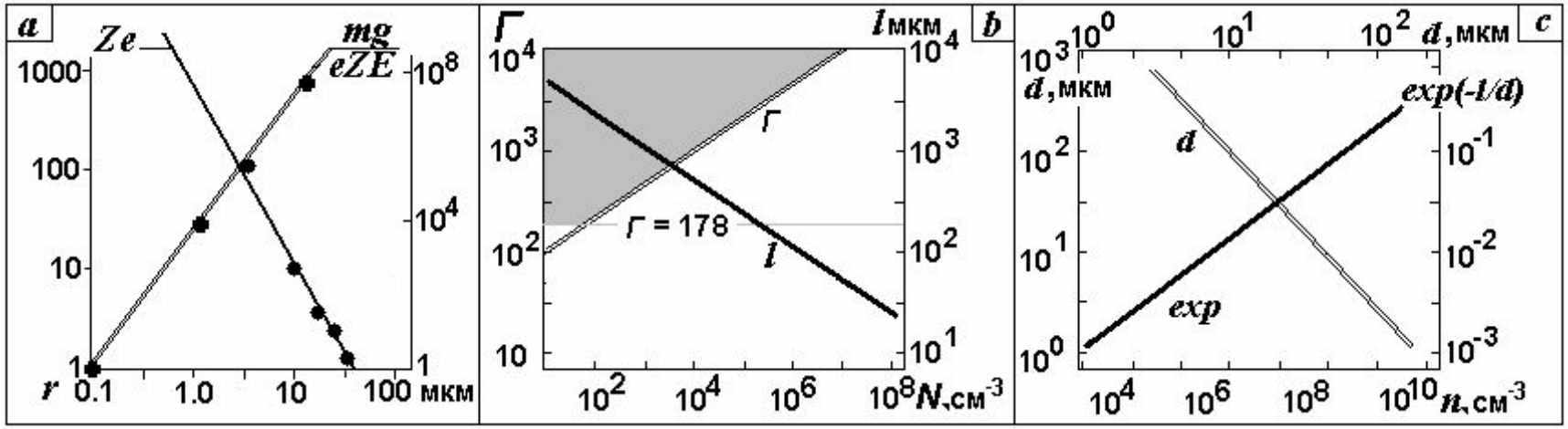
Вертикальные профили плотности: водных кластеров $H_5O^+_2$ и H_3O^+, и ионизированных частиц в атмосфере: (Ferguson, Fehsenfeld, 1969) – *a*, (Marsh, Svensmark, 2000) – *b*.



Поток галактических космических лучей, АЭП, температура воздуха и влажность в зависимости от высоты и атмосферного давления.

Оценим «время жизни» пылинки в стратосфере. Примем размер пылинки равным 0.1 мкм, её масса $m = 10^{-14}$г. Концентрацию пылинок n примем исходя из того, что слой пылинок принятого размера полностью экранирует Землю от Солнца ($W = 0$): равной $n = 10^{6} - 10^{7}$см$^{-3}$. Расстояние между пылинками l □ 100 мкм, концентрация зарядов в стратосфере $n_e = 10^{4}$см$^{-3}$, дебаевский радиус $d = (kT/4\pi n_e e^2)^{1/2} = 10$ см. На расстояниях, больших d, электрическое поле заряда пылинки экранируется зарядами противоположного знака и становится пренебрежительно малым. В нашем случае $l << d$, и это говорит о том, что экранирования поля пылинки не происходит и, следовательно, она будет взаимодействовать с внешним атмосферным электрическим полем стратосферы E.

Принято считать, что вещество проявляет квантовые свойства, если безразмерный параметр $\Gamma = Ee/Ek$, который показывает отношение средней энергии кулоновского взаимодействия ($Ee = Ze^2/re$, re - радиус экранирования) к кинетической энергии ($Ek = kT$), больше некоторого критического ($\Gamma > 178$).



a - Величина заряда частицы *Z* от её размера [Ивлев, Довгалюк, 2000]. Отношение силы тяжести к электростатической силе *mg*/*eZE* от размера частицы и её заряда.

b - Параметр *Г* и расстояние между аэрозолями *l* в зависимости от их концентрации *N*.

c - Величина *exp*(*-l/d*) и дебаевский радиус *d* в зависимости от плотности зарядов *n*.

Выполнение очевидного условия: $mg = eZE$, где вертикальное атмосферное электрическое поле в стратосфере $E \approx 1$В/м, eZ – заряд пылинки, позволяет оценить количество единичных зарядов на пылинке $Z = 1000$. Заметим, что $Z = 1000$ зарядов на одной пылинке, входит в диапазон значений, соответствующий наблюдениям. Выполнение этого условия, при отрицательном заряде пылинки, вызванным прилипанием к ней свободных электронов, должно обеспечить существование их в стратосфере бесконечно большое время. В этом случае силы гравитационного притяжения Земли уравновешиваются силами электростатического отталкивания между каплями аэрозоля в электрическом поле стратосферы. В принципе в природе возможна ситуация, когда пылинки действительно находятся в стратосфере бесконечно долго. Реально, они рано или поздно притянутся друг к другу, слипнутся и упадут на Землю. Авторы [Гундиенков В.А., Яковленко С.И. Взаимодействие заряженных пылинок в плазме //ЖТФ 2002. Т. 28. вып. 21. С. 81-90] полагают, что силы притяжения между пылинками возникают, когда дебаевский радиус равен расстоянию между пылинками, а также, если заряды одного из знаков сосредоточены преимущественно на пылинках. Если пылинки несут малую долю зарядов одного из знаков, пылинки отталкиваются. В рассматриваемом нами случае, возможны оба варианта в зависимости от того, насколько изменились внешние условия: увеличилась концентрация зарядов, например, за счет дополнительной ионизации заряженными частицами, или уменьшилось количество зарядов на пылинках – за счет рекомбинации их с положительными ионами.

Потенциал положительно заряженной электросферы (ионосферы) относительно отрицательной Земли V = 300 кВ, плотность тока в «конденсаторе» Земля-ионосфера $j \approx 10^{-12}$ А/м^2, полный ток «разрядки» $I \approx 1$ кА, иначе, 10^3 кулон в сек. Предположим, что 3 % элементарных отрицательных электрических зарядов уходит на зарядку пылинок (аэрозолей) размером 0.1 мкм, причем на каждую частицу приходится заряд $Z = 1000\,e$. Концентрация таких частиц в экранирующем солнечное излучение слое примем равным $n = 10^6$см$^{-3}$. Толщина слоя h была принята равной 1 км. Подсчитаем необходимый для образования такого слоя на Земле заряд: $Q = ZnhSe$, где S - площадь поверхности Земли ($5\cdot10^{18}$ см^2), $e = 1.6\cdot10^{-19}$ кулона, элементарный заряд. Отсюда величина $Q = 10^{14}$ кулон. Для того чтобы «зарядить» током I = 30 А аэрозольный слой толщиной h = 1км, полностью экранирующий солнечное излучение, - необходимо время $t = 3\cdot10^{12}$ с или 10^5 лет. Таким образом, основной период колебаний климата в 100 тыс. лет может быть связан с накоплением аэрозолей в атмосфере до полного перекрытия ими солнечного излучения.

Заряженные частицы находящиеся на равноудаленных расстояниях представляют собой «пылевую кристаллическую плазму».

Явления возникновения «пылевой кристаллической плазмы» исследованы не только в лаборатории, но и в природе, в частности, в облаках.

- Перламутровые облака - очень тонкие просвечивающие облака, которые возникают в стратосфере на интересующих нас высотах 20 км. Эти облака имеют радужную окраску вследствие дифракции света на частицах облаков - переохлажденных каплях или ледяных кристаллов. Вследствие редкости этого явления перламутровые облака мало изучены.

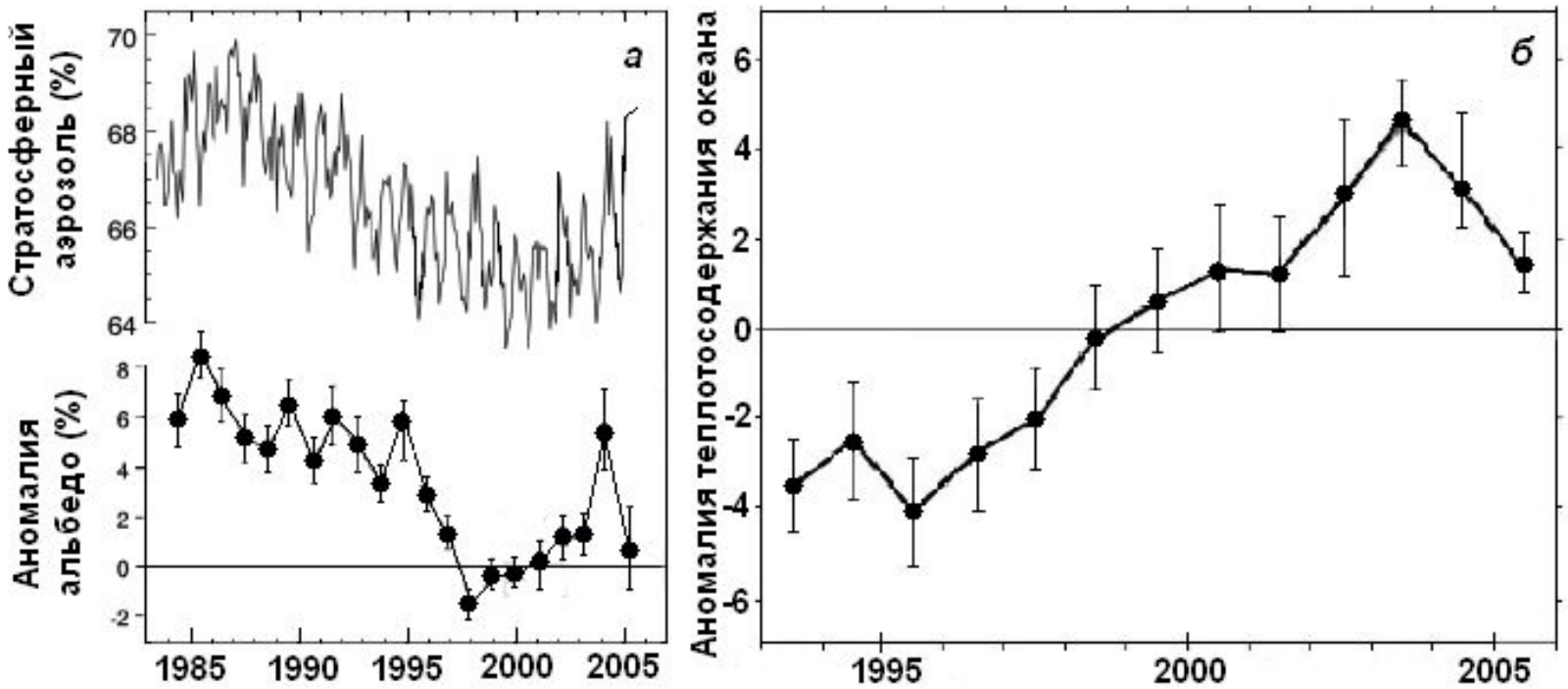
- Серебристые облака наблюдаются более ста лет. В литературе имеется огромное количество публикаций на эту тему. Физика их, также как перламутровых, до недавнего времени оставалась недостаточно ясной. Авторами [Scales, Ganguli; 2004] предложена модель образования серебристых облаков как структуры типа пылевого плазма-кристалла возникающего на высоте 80-90 км, образующегося на водных аэрозолях размером порядка 50 нм. Аэрокосмическое агентство в CARE (Charged Aerosol Release Experiment) готовит эксперимент по выбросу заряженного аэрозоля с геофизической ракеты Black Brant-XII. Предполагается выпустить облако с микрочастицами пыли. Под воздействием космического излучения микрочастицы приобретут электрический заряд и тем самым станут светиться, как серебристые облака.

Уравнение эволюции температуры поверхности Земли описывает два процесса, один из которых приводит к похолоданию – за счет увеличения альбедо Земли и уменьшения солнечного тепла, попадающего на Землю, и второй, приводящий к увеличению прозрачности атмосферы, увеличению потока тепла и нагрева земной поверхности. Это уравнение можно записать следующим образом:

$$\partial T/\partial t = dT_o/dt + \partial/\partial \boldsymbol{h}\,[F\,\partial T/\partial \boldsymbol{h} - KT],$$

где dT_o/dt – вариация температуры Земли за счет изменения потока Солнечного излучения. Сюда могут входить как астрономические причины, так и вековые изменения светимости Солнца, $\boldsymbol{h}$ – высота атмосферы, F – коэффициент диффузии солнечного излучения ($F \approx \lambda c$, λ – длина пробега фотона в «мутной» среде, c – скорость света), K – параметр дрейфа, который в нашем случае имеет смысл скорости переноса аэрозоля (пыли) в стратосфере Земли.

Что ждет Землю: дальнейшее потепление, или начало похолодания?



Вариации концентрации стратосферного аэрозоля % и альбедо Земли (*а*) (Palle E., Goode P.R., Montanes-Rodriguez P., Koonin S.E. Can Earth's albedo and surface temperature increase together? // Eos, 2006. V. 87, N 4, P. 37, 43), аномалии теплосодержания океана (*b*) (Головко В.А. Современный энергетический дисбаланс Земли: доказательства существования и возможные последствия // Конференция ИКИ. Москва. 2006).

ВЫВОДЫ

- По нашей модели, климат фрактален и представляет собой фликкер-шум. Это означает, что климатическая система представляет собой открытую самоорганизующуюся структуру. Влияние на климат геомагнитного поля и космических лучей ситуацию не изменяет, т.к. эти параметры также являются фликкер-шумом.

- Во время экскурсов и инверсий интенсивность геомагнитного поля падает, в результате чего увеличивается проникающий поток космических лучей, воздействующий на оптические свойства атмосферы.

- Увеличение плотности потока галактических космических лучей в случае запыленной атмосферы вызывает очищение атмосферы за счет коагуляции аэрозольных частиц и последующего осаждения. Прозрачная атмосфера пропускает солнечную радиацию, что приводит к потеплению климата. Если экскурс начинается в условиях прозрачной атмосферы, которая наблюдается в настоящее время, тогда возросший поток космических лучей действует, как ионизующий агент, генерируя ядра конденсации с образованием аэрозолей, которые отражают солнечное излучение, приводя к похолоданию.

БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ!

Представленные в наших докладах работы не имеют финансовой поддержки уже 2 года.

Авторы ищут лиц заинтересованных в этой тематике.

Подробности на сайте: http://www.vvkuz.ru/