

## О ХАРАКТЕРЕ ПОТЕПЛЕНИЯ ТРОПОСФЕРЫ В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ ЗЕМЛИ

На *рис. 2* видим, что из-за несовпадения реально наблюдаемой продолжительности циклов с выбранным опорным периодом 12 лет происходит рост фазы. Отдельные участки этой кривой можно аппроксимировать линейной функцией. Наклон прямых изменяется вблизи минимумов векового цикла. Средняя продолжительность циклов (отмечена прямыми на *рис. 2*), рассчитанная по формуле (2), в пределах ошибок совпадает со значением периодов, которые показаны на *рис. 1*.

Таким образом, появление метода комплексной демодуляции позволяет детально проследить по изменениям фазы временную динамику продолжительности 11-летних циклов. Появление в спектре ряда чисел Вольфа двух близких пиков определяется, по-видимому, изменением в годы минимума векового цикла колебательного режима динамо-механизма, что приводит к изменению длительности 11-летних циклов характерного только для данного векового цикла.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Витинский Ю.И., Копецкий М., Куклин Г.В. Статистика пятнообразовательной деятельности Солнца. М.: Наука, 1986. 296 с.
2. Мордвинов А.В. Спектрально-временной анализ чисел Вольфа // Исследования по геомагнетизму, аэрономии и физике Солнца. 1988. Вып. 83. С. 134-141.
3. Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. М.: Мир, 1982. 428 с.
4. Чистяков В.Ф. О продолжительности «11-летних» циклов солнечных пятен // Солнечные данные. 1985. № 9. С. 59-65.

Анализ наблюдаемых рядов температуры позволил установить, что потепление, начавшееся в конце XIX в., особенно усилилось в конце XX столетия. Причину такого поведения климата некоторые исследователи объясняют антропогенным фактором, связанным с увеличением выбросов парниковых газов в атмосферу Земли в результате хозяйственной деятельности человека. Однако существенные изменения климата происходили и в более ранние времена.

По данным об изменениях среднемесячных значений температуры воздуха, взятых на сайте <http://www.giss.nasa.gov/data>, были исследованы особенности потепления воздуха в нижней тропосфере как в глобальном масштабе, так и в различных регионах Земли.

На *рис. 1* видно, что потепление тропосферы, наблюдаемое в настоящее время, определяется межвековыми колебаниями продолжительностью более 200 лет (на *рис. 1* они выделяются линейным трендом) и внутривековыми циклами продолжительностью 60–65 лет (тренд, выделенный полиномом 6-й степени). Причем на *рис. 1* хорошо видно, что амплитуда 60–65-летних колебаний годовой аномалии глобальной температуры резко возросла. Продолжительность внутривекового цикла подтверждается также и на *рис. 2*, на котором хорошо выделяется периодичность 60–65 лет как для ряда годовых значений температурной аномалии для всей Земли, так и для ряда среднегодовых значений для конкретного региона, а именно для Женевы. Отличие двух спектров *рис. 2* заключается в том, что для глобальной характеристики значительно «подавлены» короткопериодические колебания, в то время как период 60–65 лет выделяется хорошо в обоих спектрах. Т.е. 60–65-летние колебания температуры являются глобальными для всей атмосферы Земли, в то время как более короткопериодические колебания определяются также локальными особенностями. Аналогичные результаты получены в [1].

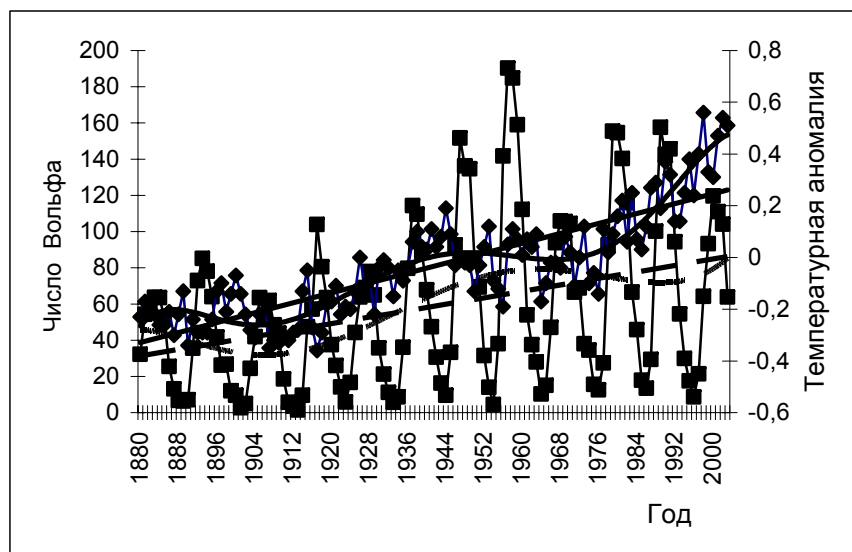


Рис.1. Глобальная среднегодовая аномалия температуры нижней атмосферы Земли (ромбы), среднегодовые числа Вольфа (квадраты) и их аппроксимации линейной функцией и полиномом 6-й степени (сплошные жирные линии и пунктир)

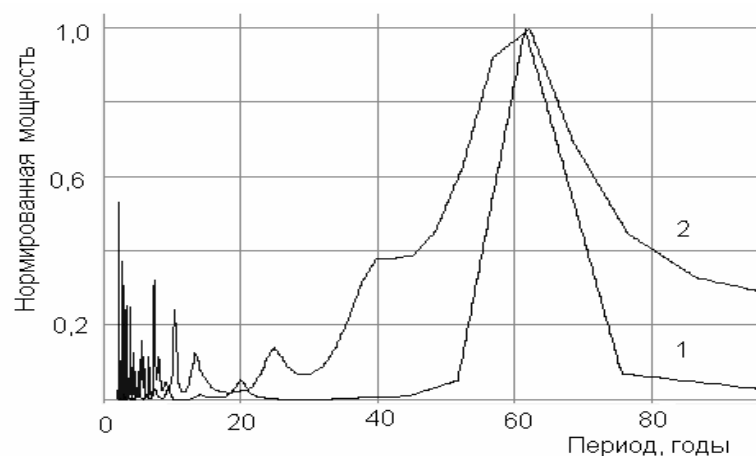


Рис.2. Нормированные спектры, рассчитанные методом максимальной энтропии, для годовых значений температурной аномалии (кривая 1) и среднегодовых значений температуры для Женевы (кривая 2)

Внутривековые колебания, аппроксимированные полиномом 6-й степени для рядов чисел Вольфа и температурной аномалии, характеризуются разной продолжительностью циклов, поэтому наблюдаются временные отрезки, на которых эти две величины изменяются либо в фазе, либо в противофазе. Отмечая моменты максимумов и минимумов внутривековых циклов аномалии глобальной температуры, видим, что в ближайшие годы следует ожидать уменьшение градиента потепления. Если считать, согласно В.А. Дергачеву и О.М. Распопову [2], что межвековой цикл связан с 210-летними колебаниями солнечной активности, то следует также ожидать в ближайшее время начала похолодания.

Скорость межвекового потепления тропосферы можно охарактеризовать угловым коэффициентом линейной регрессии  $A$  (см. рис.1). Исследуя годовой ход коэффициента  $A$  от среднемесячной температуры  $B$  для нескольких метеорологических пунктов рис. 3, мы установили, что потепление проявляется тем сильнее, чем ниже среднемесячная температура и чем больше размах годового хода температуры. Точность линейной аппроксимации функции  $A=f(B)$  определяется сдвигом фаз кривых годового хода среднемесячной температуры  $B$  и показателя потепления  $A$  [3].

Годовой ход показателя потепления в средних широтах показывает антикорреляцию с годовым ходом среднемесячной температуры и совпадает с годовым ходом диоксида углерода, а на других широтах может и не совпадать, что, возможно, говорит о влиянии других парниковых газов, вызывающих потепление.

Потепление нижней атмосферы Земли, начавшееся в конце XIX столетия, определяется межвековыми колебаниями с периодом более 200 лет и внутривековыми продолжительностью 60–65 лет. Межвековые температурные колебания, возможно, связаны 210-летним солнечным циклом.

Показатель межвекового потепления  $A$  имеет годовой ход и зависит от величины среднемесячной температуры  $B$ . Точность линейной аппроксимации функции  $A=f(B)$  определяется сдвигом фаз между кривыми годового хода среднемесячной температуры и показателя потепления. Годовой ход показателя потепления не всегда совпадает с годовым ходом диоксида углерода. Это говорит о роли

И.В. Кузьменко

## РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЦА НА ЧАСТОТЕ 2,8 ГГц В УАФО ЗА 2002–2004 гг.

### 1. УТОЧНЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО КАЛИБРОВОЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА

Принцип приема радиоизлучения и описание измерительной аппаратуры радиотелескопа РТ-2 приведены в [2]. Об ошибках определения антенной температуры и о предварительных результатах наблюдений было сказано в [1]. Однако в связи с оцифровкой наблюдений в последние годы стало возможным проводить более точные расчеты значений радиопотока и сравнивать наблюдения в УАФО с данными других станций.

Результатом калибровок в начале и конце наблюдений являлось определение потока радиоизлучения Солнца в относительных единицах (антенной температуры  $T_a$ ). Вычисления проводились по общепринятой методике, где в качестве эталона используется излучение черного тела в термостате. При обработке «вручную» они состояли в том, что измеренное значение «Солнце–фон» в миллиметрах на ленте самописца умножалось на калибровочный коэффициент

$$k_0 = \frac{T_{CH}}{|ноль - фон|}.$$

Здесь  $T_{CH}$  – температура согласованной нагрузки, «фон» – радиоизлучение неба, *ноль* – нуль аппаратуры; величина радиоизлучения неба относительно нуля отрицательна, Солнца – положительна. Поскольку радиоизлучение неба мало, значение «ноль – фон» (на ленте в миллиметрах) соответствует значению температуры «нагрузки» модулятора  $T_{CH}$  в кельвинах (на одном входе – сигнал с антенны, на другом – излучение этой нагрузки). Антенную температуру от Солнца можно найти по формуле:

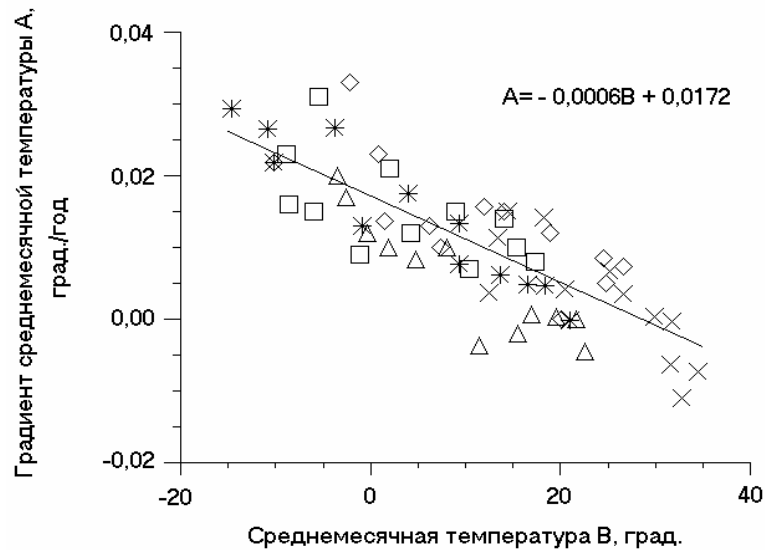


Рис.3. Зависимость коэффициентов линейной регрессии А (показателя потепления) от многолетней среднемесячной температуры В по данным метеостанций Владивостока (звездочки), Ташкента (ромбы), Одессы (треугольники), Санкт-Петербурга (квадраты), Лахора (крестики)

других парниковых газов. Учитывая продолжительность межвекового и внутривекового циклов, в ближайшее время следует ожидать начала похолодания.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Даценко Н.М., Монин А.С., Берестов А.А., Иващенко Н.Н., Сонечкин Д.М. О колебаниях глобального климата за последние 150 лет // Доклады академии наук. 2004. Т.399. № 2. С. 253-256.
2. Дергачев В.А., Распопов О.М. Долговременные процессы на Солнце, определяющие тенденцию изменения солнечного излучения и поверхностной земной температуры // Геомагнетизм и аэрономия. 2000. Т.40, № 3. С. 9–14.
3. Крамынин А.П., Кузьменко И.В. О характере потепления климата // Солнечная активность и ее влияние на Землю. Владивосток: Дальнаука, 2004. С. 88–97. (Тр. УАФО; т.8, вып.8).