Известия НАН Армении, Физика, т.33, №6, с. 316-322 (1998)

УДК 521.1

ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЗЕМЛЕ

Р. А. ВАРДАНЯН

Бюраканская астрофизическая обсерватория НАН Армении

(Поступила в редакцию 10 октября 1997г.)

Показано, что на глобальное изменение температуры Земли, кроме других факторов, действует также появление кометы Галлея и других комет больших размеров. Выявлены также 19-летний и 18400-летний периоды изменения температуры на Земле, первый из которых (19-летний), возможно, обусловлен нутационным изменением движения оси Земли. Кроме того, с увеличением периода изменения температуры наблюдается рост изменения самой температуры на Земле.

1. Введение

Ряд исследователей пришли к выводу о зависимости изменения температуры Земли от астрофизических факторов. К этим факторам относятся изменение потока солнечной радиации, положение планет относительно Солнца и т.д. Особое значение уделяется циклам активности Солнца. Ледниковые периоды иногда связывают с изменением геометрических связей Земли и Солнца: как основные факторы рассматриваются наклон плоскости эклиптики, прецессии равноденствия и эксцентриситета земной орбиты.

Югославский геофизик Миланкович в 1920-х годах высказал идею о существовании следующих ритмов [1]:

1. Изменение прецессии равноденствия: 21000-25000 лет.
2. Изменение наклона эклиптики: около 41000 лет.
3. Изменение эксцентриситета земной орбиты: 90000-100000 лет.

Время, соответствующее третьему пункту, уточнено геологами – оно составляет 92000 лет [2].

В литературе [1] приводится 2500-летний ритм оледенения. Существуют также более мелкие осцилляции температур на земле с интервалами 180, 80 и 30-40 лет, причина которых, согласно [1], недостаточно ясна. В работе [3] автор считает, что 80-летний цикл изменения земной температуры коррелирует с индикатором солнечной активности, т.е. с солнечным циклом.

Более детальный анализ глобального изменения температуры на Земле приводится в работе [4]. В ней указывается, что за последние 10000 лет средняя глобальная температура на Земле изменялась в среднем на 1,5°С с периодом 2500 лет, но причина этого до сих пор не ясна [5].

2. Актуальность решения задачи о причине глобального изменения температуры на Земле

В настоящее время указывается [6,7], какая катастрофа может наступить при глобальных изменениях температуры на Земле. В работе [6] показано, что потепление, которое уже идет на Земле достаточно быстро, может ускориться, если человечество не предпримет решительных мер, чтобы замедлить или остановить его. Однако, некоторые ученые считают, что "страх перед глобальным потеплением – это классический пример преувеличения ожидаемой катастрофы на Земле". Это противостояние, по нашему мнению, обусловлено именно тем, что до сих пор однозначно не определен дальнейший ход изменения температуры на Земле, а последнее связано с тем, что не все механизмы, действующие на изменение температуры, ясны однозначно и обоснованно.

В настоящей статье мы остановимся именно на некоторых астрономических данных, связанных с появлением кометы Галлея, а также на изменениях одного из земных параметров, который, возможно, играет определенную роль в изменениях температуры на Земле.

3. Сведения о комете Галлея

Как известно [8], у кометы при прохождении вблизи Солнца (в точке перигелия) появляется хвост, состоящий из многокомпонентного газа и пыли, которые иногда отрываются от головной части кометы и рассеиваются в межпланетном пространстве. В пользу существования пыли в кометах говорят также данные поляриметрических исследований кометы Икейя-Сека [9] и кометы Галлея [10], проведенные нами в Бюраканской обсерватории. Отметим, что скорость удаления пылинок при отрыве хвоста кометы, а также скорость струйного потока астероидов составляет приблизительно 0,1-3,0 км в секунду [11,12].

Расчеты показывают, что появление кометы Галлея и других комет коррелирует со снижением температуры Земли через несколько лет (максимум через 13 лет).

Если такая взаимосвязь действительно существует, то мы должны были бы обнаружить и более длинные периоды (тысячелетия) изменения температуры на Земле, связанные с изменением параметров гигантской кометы Галлея (например, с изменением точки перигелия и частоты появления кометы).

Для проведения такого анализа мы введем параметр $k = p/q$, т.е. отношение периода кометы Галлея (p) к расстоянию точки перигелия от Солнца (параметр q). При максимальных значениях параметра k, согласно [13], на Земле должно наблюдаться потепление. В случае, когда значение k минимальное, мы должны наблюдать понижение температуры на Земле (поскольку частота появления кометы больше и точка перигелия сравнительно близко расположена к земной орбите). Тогда вероятность увеличения потока пылинок и достижения ими земной орбиты больше.

Как следует из наших расчетов, максимальные значения параметра k обнаружены с 300 до 1300гг., т.е. в период, который охватывает

время оптимальной температуры, наблюдавшейся на Земле [4]. Минимальные значения параметра k наблюдались в 1266г. до н.э.; а согласно работе [4], около 3300 лет назад на Земле наблюдалась самая низкая температура за последние 10000 лет. Вместе с тем, в период с 1300 до 1500гг. наблюдается сильное уменьшение параметра k (от 138 до 131), а с 1550 до 1750гг., как известно [4], наступил малый ледниковый период.

Рассмотрим еще один возможный эффект, который может влиять на изменение температуры.

4. Роль нутации Земли в изменениях температуры

В работе [4] приводятся кривые изменения средней температуры на Земле за 130-летний период (с 1855 по 1985гг.). На рис.1 представлена средняя кривая изменения температуры южной широты в море, взятая из работы [4]. Из рисунка ясно видно, что в 1910 году наблюдалась самая минимальная температура, а в интервале с 1945 до 1976гг. рост температуры не наблюдался, несмотря на увеличение диоксида углерода в атмосфере.

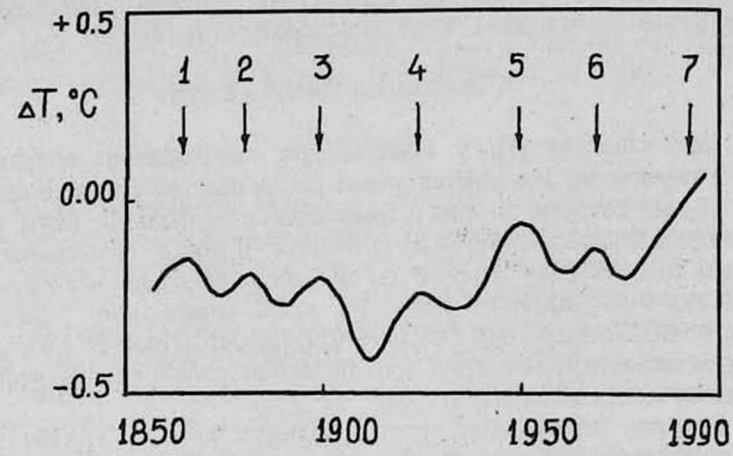

Рис.1. Изменение температуры за последние 130 лет в южной полусфере Земли (в море).

Как видно из рис.1, кроме спада температуры до 1910г. и дальнейшего роста до 1985г., за этот период времени явно наблюдается и некоторое колебание температуры, в среднем на 0,12°С. С первого взгляда видно, что интервал времени между максимумами составляет 15 ÷ 25 лет, который охватывает время земной нутации (18,6 лет). Теперь нам остается, анализируя кривую, приведенную на рис.1, выяснить – существует ли цикл (периодичность) в изменениях температуры на Земле за 130-летний период, и если существует, то насколько он совпадает с периодом нутации Земли. Для этой цели, учитывая, что наблюдается небольшое число максимумов (всего 7), мы решили на миллиметровой шкале (которая соответствует времени 1мм = 2,2 года [4]) выписать расстояние максимумов относительно начальной точки (1850г.) и потом рассчитать последовательные разницы, т.е. разницы расстояний между

каждым последующим и предыдущим максимумами в миллиметрах.

В табл.1 приводятся последовательно номера (№) точек максимумов, расстояние (L) от начальной точки (1850г.) и разница между последующим и предыдущим максимумами (ΔL).

Таблица 1

№	L	ΔL
1	6	—
2	13	7
3	21,5	8,5
4	31	9,5
5	41	10
6	49	8
7	58	9

Итак, среднее расстояние между максимумами составляет $\overline{\Delta L} = 8{,}666$, т.е. по временной шкале $\Delta t = 8{,}666 \cdot 2{,}2 = 19{,}065$ лет. Эта величина всего на 0,5 года больше периода нутации Земли.

Учитывая, что в табл.1 приведенное количество точек мало (всего 7), для определения цикла максимумов мы применили другой метод, который заключается в следующем. Из табл.1 не только определены разницы (L) соседних максимумов, но и расстояния всех максимумов друг от друга, т.е. разницы между величинами L под номерами: 2-1, 3-2, 4-3, 5-4, 6-5, 7-6, 3-1, 4-2, 5-3, 6-4, 7-5, 4-1, 5-2, 6-3, 7-4, 5-1, 6-2, 7-3, 6-1, 7-2 и 7-1. В итоге, вместо 6-ти величин L получены 21. Из величин ΔL, разбив шагом на 1мм, т.е. ΔL_i = 1,2,3... до 53мм (которая является самой большой разницей между точками максимумов №7 и №1) подсчитано количество (n_i) точек в каждом интервале ΔL_i.

Таким образом, мы получили новый ряд ΔL_i и соответствующие величины n_i . Нет сомнения, что если какой-нибудь ΔL_i (допустим ΔL_5) будет соответствовать величине периода или цикла функции (которая наложена на гораздо медленнее изменяющуюся функцию), то на данном $\Delta L_5 \pm \varepsilon$ интервале, а также кратных интервалах мы будем наблюдать самые максимальные количества n_i.

Подвергая Фурье-анализу вновь полученный ряд n_i, мы получим периодограмму, которая приводится на рис.2, где ординаты пропорциональны амплитуде функции n_i, а обратная величина частоты (f) абсциссы (в положении максимума аргумента) соответствует величине цикла или периода ($p = 1/f$). Как следует из рис.2, при значении $f = 0{,}11538$ наблюдается резко выраженный максимум. Этот максимум соответствует значению $p = (1/0{,}11538) \cdot 2{,}20$ лет=19,07 лет.

Итак, существует незначительное (~ 0,12°С) изменение температуры с периодом 19,07 лет, и он всего лишь на 0,5 лет превосходит период нутации Земли (18,6 лет).

Теперь рассмотрим, насколько применяемый метод и его результат (сильно выраженный пик на $f = 0{,}11538$) достоверны. Чтобы убедиться в достоверности применяемого метода, мы его применили для ряда функций, характеризующих изменение температуры на Земле, период которых заранее был известен.

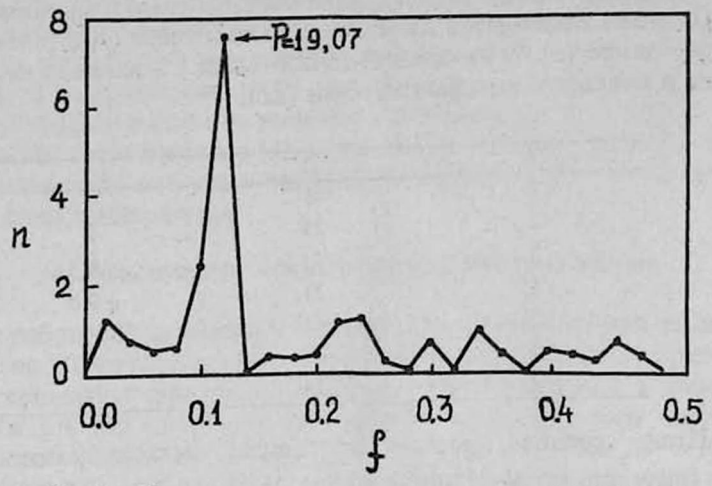

Рис.2. Периодограмма, полученная по изменениям температуры на Земле за последние 130 лет.

Метод был применен к функции, приведенной на рис.167 в работе [1], которая характеризует малый ледниковый период в Исландии. Определяя данные ΔL_i в соответствии с временем явно выраженных 38 пиков холодных сезонов, мы вычислили все возможные значения ΔL_i и по вышеприведенной методике была получена периодограмма. Как следовало из периодограммы, явно выраженный максимум соответствовал частоте $f = 0{,}3156$. На рис.167 [1] 1мм = 11,58 года. Из этих данных следует, что период изменения температуры составляет $P = 36{,}67$ года, а среднее изменение температуры $\Delta T = 0{,}25°C$. Этот результат полностью совпадает с периодом, полученным в [1], который составляет 30-40 лет.

Предложенный нами метод был применен и для кривой изменения солнечной радиации, поступившей на поверхность Земли за последние 600000 лет, приведенной на рис.31 в работе [1]. Период этих изменений, согласно [1], составляет 21000-25000 лет.

Из данных явно выраженных 17-и экстремальных значений максимума температуры мы получили периодограмму вышеизложенным методом. В периодограмме максимум соответствовал частоте $f = 0{,}26$, а поскольку на рис.31 [1] 1мм = 6000 лет, то получаем $P = 23000$ лет. Этот результат также согласуется с приведенным для данной функции периодом $P = 21000$-25000 лет, который совпадает с периодом прецессии равнодействия Земли.

Теперь остается убедиться в том, что полученные на гистограммах места нахождения пиков (максимумов) не только не случайны (в чем мы уже убедились), но и весьма существенны. Здесь мы подробно не будем останавливаться на этом вопросе, только отметим, что предложенный метод был применен на 20-ти различных выборках, состоящих из 20-ти случайных чисел (в качестве величин L_i), и явно выраженных пиков на периодограммах не было получено.

Таким образом, мы убедились в верности применяемой методики для выявления периодов (с помощью распределения отдельно выделенных всплесков или максимумов, наложенных на медленно меняющиеся

функции). Теперь попробуем применить этот метод и для кривой изменения температуры на Земле за 850000-летний период, который приводится в работе [4] на рис.2а.

С этой целью на рис.2а [4] было отобрано 30 достаточно заметных точек минимумов и для них был применен предложенный нами метод, периодограмма которого приводится на рис.3. На рис.3 явно выраженный максимум соответствует частоте $f = 0{,}2829$, а поскольку на рис.2а [4] 1мм = 5200 лет, то период изменения температуры на Земле составляет приблизительно 18400 лет. Здесь может возникнуть вопрос: почему данный метод не выявил 90000-летнего периода изменения температуры в среднем на 4,0°С. Причина ясна: поскольку мы берем пики, которые наложены на медленно меняющиеся функции, то естественно, данный метод дает возможность найти именно сравнительно небольшой период по сравнению с периодами, которые соответствуют медленному изменению функции.

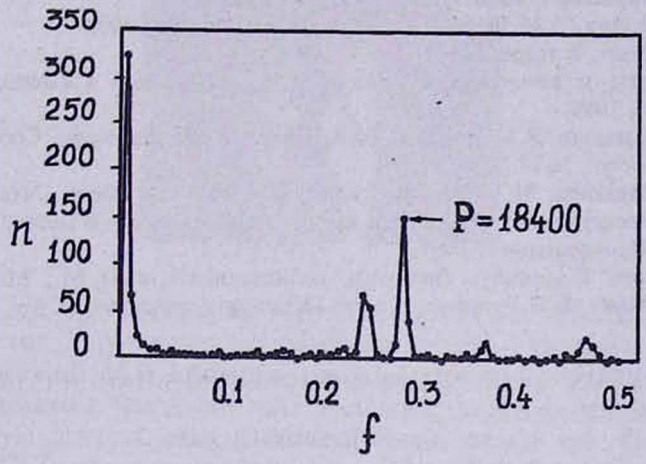

Рис.3. Периодограмма, полученная из кривой изменения температуры на Земле за последние 850000 лет.

5. Обсуждение результатов

Поскольку в солнечной системе многие физические явления взаимосвязаны (в частности, явления резонансов, которые наблюдаются в движениях планет и т.д.), то расчеты показали, что периоды изменения температуры на Земле и периоды изменения различных параметров Земли, кометы Галлея и Солнца также находятся в резонансе.

Кроме этого, оказалось, что изменение средней температуры на Земле увеличивается с увеличением периодов изменения температуры. Так, например, при 19-летнем периоде изменение температуры на Земле равно $\Delta T = 0{,}12$°С, 80-летнем периоде – 0,6°С, 2500-летнем периоде – 1,5°С, 18400-летнем периоде – 1,5°С, а 90000-летнем периоде – 4,0°С.

6. Заключение

1. Изменение температуры на Земле, в частности, обусловлено появлением кометы Галлея и других комет больших размеров, из которых во время прохождения через точки перигелия отделяется пыль в

межпланетном пространстве. Похолодание на Земле ожидается не более чем через 13 лет после прохождения ими точки перигелия.

2. Нутационное движение оси Земли приводит к 19-летнему периоду изменения температуры на Земле в среднем на 0,12°С. Найден также 18400-летний период изменения температуры на Земле. Кроме того, с увеличением периода изменения температуры наблюдается рост изменения самой температуры на Земле.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Б.Джон, Э.Деребишир, Г.Янг, Р.Срейербридж, Дж.Эндрюс.** Зимы нашей планеты. М., "Мир", 1982.
2. **А.А.Горбовский.** Загадки древнейшей истории. М., "Знание", 1971.
3. **E.Friis-Christensen, K.Lassen.** Science, **254**, 698 (1991).
4. **H.W.Ellsacesser.** "Setting the 10000-year climate record straight", 21st Century, Science and technology, Washington, 1991.
5. **Ф.Моррисон.** В мире науки, №7, 90, (1989).
6. **Р.А.Хаутон, Д.М.Вудвелл.** В мире науки, №6, 6 (1989).
7. **Р.М.Уайт.** В мире науки, №9, 6 (1990).
8. "Кометы и прохождение жизни" (под редакцией **С.Поннаперумы**). М., "Мир", 1984.
9. **Р.А.Варданян, Р.А.Епремян, М.А.Казарян, Э.Е.Хачикян,** Сообщ. Бюраканской обсер., №38, 38 (1967).
10. **Р.А.Варданян, М.А.Ерицян,** Сообщ. Бюраканской обсер., №60, 107 (1989).
11. **С.К.Всехсвятский.** Природа и происхождение комет и метеорного вещества. М., "Просвещение", 1967.
12. **Х.Альвен, Г.Аррениус.** Эволюция солнечной системы. М., "Мир", 1979.
13. **Н.А.Беляев, К.И.Чурюмов.** Комета Галлея и ее наблюдение. М., "Наука". 1985.

ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ԳԼՈԲԱԼ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՐԿՐԻ ՎՐԱ

Ռ. Ա. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

Ցույց է տրված, որ Երկրի վրա ջերմաստիճանի գլոբալ փոփոխության վրա այլ ազդակներից բացի ազդում է նաև Հալեի գիսավորի և մեծ չափերի այլ գիսավորների հայտնվելը: Հայտնաբերվել է նաև 19 և 18400 տարվա պարբերությամբ Երկրի ջերմաստիճանի փոփոխություն, որից 19 տարվա փոփոխությունը հավանաբար պայմանավորված է Երկրի առանցքի նուտացիոն շարժումով: Բացի այդ Երկրի վրա ջերմաստիճանի փոփոխության պարբերության աճի հետ նկատվում է ջերմաստիճանի փոփոխության աճ:

GLOBAL CHANGES OF TEMPERATURE ON THE EARTH

R. A. VARDANYAN

It is shown that the global changes of temperature on the Earth, besides another factors, are acted also by the appearance of the Halley's and other comets of large sizes. It is discovered also 19 and 18400 years periodical changes of temperature on the Earth. The first of them (19 years) perhaps is conditioned by the nutational movement of the Earth. Besides this, with the increasing of the period of temperature variation a rising of the variations of temperature on the Earth is observed.