

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

ТРУДЫ
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГЛАВНОЙ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ
им. А. И. ВОЕЙКОВА

Выпуск

428

306109

ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ
ПОГОДЫ И КЛИМАТА

Под редакцией
канд. геогр. наук В. Ф. ЛОГИНОВА
канд. геогр. наук Б. И. САЗОНОВА

Ленинградский
Гидрометеорологический ин-т
БИБЛИОТЕКА
Дал 193196. Малоохтенский пр., 98



ЛЕНИНГРАД ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ 1979

Н. И. Михайлова

ЦИКЛИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И РИТМЫ ПЛАНЕТ

В сверхдолгосрочном прогнозировании важная роль отводится цикличности. В результате многочисленных исследований выяснилось, что циклические колебания бывают различной деятельности и амплитуды и изменяются в зависимости от времени года и географического района.

По мнению многих ученых, многоритмичный характер колебаний природных процессов объясняется влиянием комплекса космико-географических факторов, среди которых ведущая роль принадлежит солнечной активности [1]. В том числе академик М. В. Келдыш считал, что прогресс в области долгосрочных прогнозов следует ожидать в создании космической теории погоды [2]. Начиная с работы Вольфа в 1859 г. до наших дней, неоднократно предпринимались попытки объяснить флуктуации солнечной активности воздействием планет.

Несмотря на отсутствие приемлемой теории, работы в этом направлении стимулируются известными успехами в результатах чисто эмпирических сопоставлений. К настоящему времени известно несколько десятков работ такого плана.

Интересные исследования проведены группой ученых Главной астрономической обсерватории. Анализ гелиоцентрических эклиптических долгот Юпитера в эпохи максимумов солнечной активности с учетом ориентации эклиптики в пространстве позволил авторам [3, 4] высказать предположение о влиянии планет на солнечную активность.

В результате многолетних исследований возможного механизма связи между космическим пространством и атмосферой Земли Б. И. Сазонов пришел к заключению, что ведущая роль в этом процессе принадлежит протонам высоких энергий — космическим лучам, способным передавать значительную долю своей кинетической энергии слоям атмосферного воздуха. Сложный характер цикличности автор объясняет соединением планет, оставляющих в потоке солнечной плазмы области слабых и неупорядоченных

магнитных полей. Эти области могут служить каналами, по которым протоны высоких энергий могут проникать из Галактики в атмосферу Земли [5].

Таким образом, результаты исследований различных авторов дают основание для сравнения циклов, обнаруженных во временных температурных рядах, с ритмами, образующимися при соединении планет.

Первоначальный поиск и расчет циклических параметров температуры воздуха был проведен по средним зимним температурным данным Ворошиловграда [6], затем по январским температурам Киева. Экстраполяция найденных гармоник позволила нам спрогнозировать температуру января в Киеве на 25 лет вперед.

Далее была предпринята попытка проанализировать непрерывный ряд средних месячных температур с января по декабрь, поскольку дискретные ряды по данным отдельных месяцев не позволяли рассчитать параметры циклов с периодом колебаний меньше 8 лет. Для этой цели был использован ряд наблюдений с 1926 по 1972 г. над температурой воздуха в Киеве. Как и ранее, вычислению циклических составляющих предшествовали расчет отклонений температуры от норм и исключение тренда по уравнению прямой. Полученные в результате этих расчетов значения $\Delta t^{\circ}\text{C}$ были умножены на отношение $\frac{\sigma_{\text{я}}}{\sigma_i}$, с тем чтобы в какой-то степени исключить расхождение в колеблемости температуры различных месяцев. Здесь $\sigma_{\text{я}}$ — среднее квадратическое отклонение для средней месячной температуры января, σ_i — аналогичный показатель варьирования для очередного месяца.

Только после рассмотренной предварительной обработки температурных данных был проведен их спектральный анализ, т. е. были рассчитаны значения функции C_i в зависимости от значений периода колебаний T_i . Величину C_i вычисляют по формулам

$$C = \sqrt{A^2 + B^2}; \quad (1)$$

$$A = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N t_i \cos \frac{2\pi}{T} i; \quad (2)$$

$$B = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N t_i \sin \frac{2\pi}{T} i. \quad (3)$$

Здесь C — амплитуда колебаний, T — период колебаний, $t^{\circ}\text{C}$ — текущее значение средней месячной температуры во временном ряду, N — длина ряда, равная 540 мест.

В соответствии с формулами (2) и (3) при расчете коэффициентов A и B определяется степень соответствия временного ряда гармонике с периодом T_i : чем ближе их совпадение, тем больше амплитуда колебаний и тем значительней пики функции C_i .

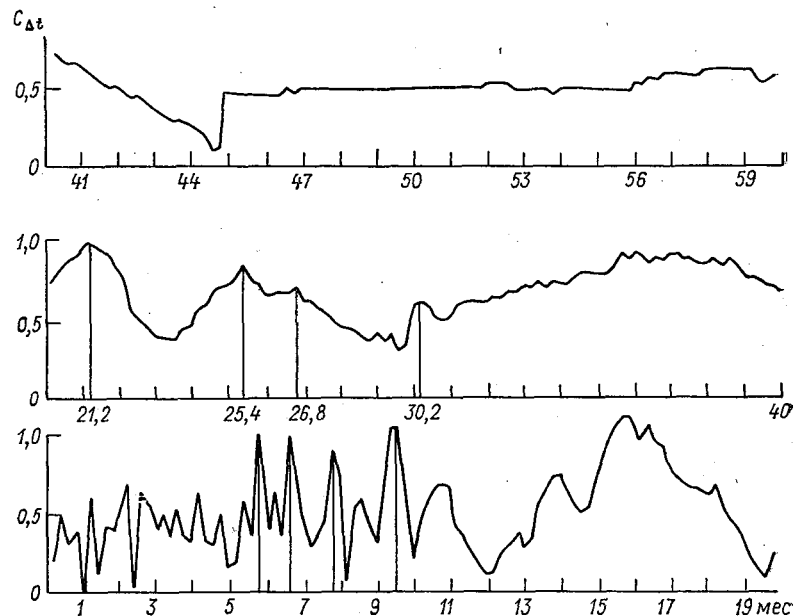


Рис. 1. Периодограмма температуры воздуха $C_{\Delta t}$ при изменении периодов колебания (T_i) от 1 до 60 мес (Киев, январь—декабрь 1955—1969 гг.).

На рис. 1 представлена периодограмма средних месячных значений $C_{\Delta t}$ по данным Киева за период с 1955 по 1969 г. Спектр построен с шагом 0,2 мес. На нижней горизонтальной оси его отмечаются периоды колебаний (T_i) от 0,2 до 20, на средней — от 20,2 до 40 и на верхней — от 40,2 до 60 мес.

Если проанализировать пики этого спектра, то можно выделить ритмы, отмеченные в табл. 1. Амплитуды колебаний их значительны (0,6—1,0°С), причем это лишь половина размаха колебаний. В этой же таблице указаны периоды колебаний (T_i), которые могут возникнуть при парном соединении планет от Венеры до Юпитера на прямой по одну сторону Солнца. Для ряда планет указаны значения ($T/2$), так как при определенном механизме воздействия возможно возникновение циклов с периодом $T/2$.

Если сравнить ритмы и периоды колебаний, то можно видеть очень близкое их совпадение; предельное расхождение в продолжительности периодов колебаний не превышает 0,2—0,3 мес. В спектре земных температур отсутствует лишь ритм Земля—Венера (19,2 мес) и слабо выражен 13-месячный ритм Земля—Юпитер, что вероятнее всего обусловлено близким совпадением фаз этого цикла и 14-месячного, обусловленного колебанием земной оси, а также возникновением интерференционного 15—16-месячного ритма.

Кроме пиков, совпадающих с ритмами планет, на периодограмме (рис. 1) можно отметить лишь три размытые вершины, вероятно, интерференционного происхождения (14—16, 30—40, 56—59 мес). О происхождении пика на частоте 21,3 мес будет сказано ниже. Ритмы с периодами менее 5 мес не рассматривались, поскольку по средним месячным данным выделить и рассчитать их параметры практически невозможно. В связи с этим в табл. 1 не

Таблица 1

Периодичность соединения планет и ритмы температуры воздуха (мес)

| Планеты | Время между соединением планет (T и $T/2$) | Ритмы температуры воздуха (Киев, I—XII 1957—1969 гг.) | Амплитуда колебаний, °C |
|---------------|--|---|-------------------------|
| Земля—Юпитер | 13,1 | — | — |
| Земля—Юпитер | 6,6 | 6,6 | 1,0 |
| Земля—Марс | 25,6 | 25,4 | 0,8 |
| Земля—Венера | 19,2 | — | — |
| Земля—Венера | 9,6 | 9,4—9,6 | 1,0 |
| Юпитер—Марс | 26,8 | 26,8 | 0,7 |
| Юпитер—Марс | — | 13,7—14,1 | 0,7 |
| Юпитер—Венера | 7,8 | 7,8 | 0,9 |
| Марс—Венера | 11,3 | 10,5—11,1 | 0,7 |
| Марс—Венера | 5,7 | 5,8 | 1,0 |

приводятся ритмы Меркурия, соединение которого с различными планетами происходит через короткие интервалы времени (3—5 мес). Однако этим ритмам, по-видимому, принадлежит ведущая роль в образовании размытых вершин на частотах 15—17 мес.

Спектральный анализ был проведен для 10 наиболее длиннорядных станций Украины. На каждой из них довольно отчетливо выделяются пики, соответствующие ритмам с периодами 115—118, 143—148, 193—198 и 225—230 мес, несколько слабее — на частотах 60, 70—75 и 93—96 мес.

Реальны ли эти ритмы, каково их происхождение? Интересные выводы по этому вопросу можно получить, если сопоставить пики спектра с расчетами, представленными в табл. 2.

Можно предположить, что изменение амплитуд колебаний связано с различным положением Земли на ее орбите в момент соединения планет, при этом меняются угол наклона земной оси, расстояние от Солнца, а следовательно, и условия проникновения корпускулярного потока к различным точкам земной поверхности. В таком случае продолжительность производных ритмов можно рассчитать, основываясь на данных о промежутках времени между парными соединениями планет и периоде обращения Земли вокруг Солнца.

Например, промежуток времени между соединением Марса и Земли на прямой по одну сторону от Солнца составляет 25,6 мес. При каждом очередном соединении Земли с Марсом ее гелиоцент-

рическая долгота будет отличаться от долготы в момент предыдущего соединения на число градусов, или отрезок орбиты, который она проходит за $25,6 - 24 = 1,6$ мес. Соединение рассматриваемых планет в той же части земной орбиты произойдет после семикратной встречи Земли и Марса $12 : 1,6 = 7,5$, т. е. через $25,6 \times 7,5 = 192$ мес. Следовательно, период производного ритма, обусловленного изменением амплитуды квазидвухлетнего цикла,

Таблица 2
Производные ритмы планет и температуры воздуха (мес)

| Планеты | Ритмы планет | Циклы температуры воздуха | Амплитуды |
|---------------|---|---------------------------|-----------|
| Юпитер—Венера | $12 - 7,8 = 4,2$; $12 : 4,2 = 2,86$; $7,8 \times 2,86 = 22,4$ | 20—22 | 0,75—1,0 |
| Земля—Венера | $24 - 19,2 = 4,8$; $12 : 4,8 = 2,5$; $19,2 \times 2,5 = 48$ | 45—60 | 0,5 |
| Юпитер—Марс | $26,8 - 24 = 2,8$; $12 : 2,8 = 4,3$; $26,8 \times 4,3 = 116$ (9,6 г.) | 115—118 | 0,5—1,1 |
| Юпитер—Земля | $13,1 - 12 = 1,1$; $12 : 1,1 = 10,9$; $13,1 \times 10,9 = 143$ (11,9 г.) | 142—148 | 0,5—1,1 |
| Марс—Земля | $25,6 - 24 = 1,6$; $12 : 1,6 = 7,5$; $25,6 \times 7,5 = 192$ (16,0 г.) | 192—200 | 0,5—1,1 |
| Марс—Венера | $12 - 11,3 = 0,7$; $12 : 0,7 = 17,2$; $11,3 \times 17,2 = 194$ (16,1 г.) | 192—200 | 0,5—1,1 |

равен $192 : 12 = 16$ годам. Это один из наиболее устойчивых циклов, хорошо известный многим исследователям. Однако происхождение его до последнего времени оставалось неясным.

Расчеты, аналогичные описанным выше, были произведены для всех парных соединений планет, указанных в табл. 1. Периоды производных ритмов, полученные в результате этих вычислений, приводятся в табл. 2. В этой же таблице перечислены периоды колебаний температуры воздуха.

Если их сопоставить, то можно снова наблюдать практическое совпадение ритмов космоса с периодами колебаний земных температур. Особенно велики амплитуды ритмов на частотах 115—117, 143—148 и 193—197 мес, возникающих под влиянием планет Земля, Юпитер, Марс. Последнее обстоятельство, по-видимому, может служить одним из доказательств связей Солнце—атмосфера Земли и значительной роли космических лучей [5]. Таким образом, большая часть пиков, прослеживающихся в спектрах земных температур на частотах от 90 до 200 мес, может быть объяснена возникновением производных ритмов при соединении планет. Этой же причиной, по-видимому, обусловлено и происхождение 21—22-месячного цикла на спектре рис. 1. По данным табл. 2 можно видеть, что производный ритм такой продолжительности может возникнуть при соединении Юпитера с Венерой.

В общей сложности во временных рядах температуры воздуха,

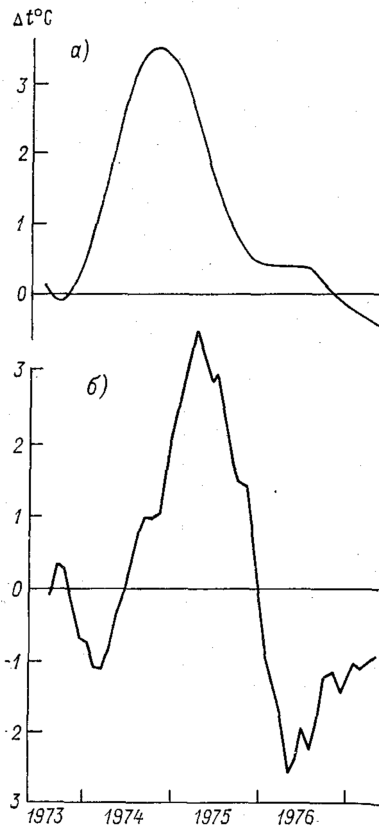


Рис. 2. Прогностическая (а) и фактическая (б) кривые хода средних месячных температур при 13-месячном осреднении (Киев, январь—декабрь 1973—1977 гг.).

в интервале частот от 5 до 250 мес, насчитывается около 20 циклов, практически совпадающих с ритмами планет. Это обстоятельство дает основание предполагать реальность существования этих ритмов и целесообразность расчета их параметров.

Для определения прогностической ценности обнаруженных циклов все рассчитанные гармоники были просуммированы и экстраполированы до 1983 г. Полученная прогностическая кривая в интервале 1973—1977 гг. была сопоставлена с ходом фактических средних месячных температур, подвергнутых 13-месячному скользящему осреднению (рис. 2). Такое осреднение позволило в какой-то степени исключить колебания температуры фактического ряда за счет еще не учтенных ритмов с периодами меньше 15 мес (это наиболее короткий цикл, использованный для прогно-

за — табл. 3). Коэффициент корреляции между рассматриваемыми кривыми оказался равным $0,65 \pm 0,07$. Ошибка уравнения составила $0,9^\circ\text{C}$. Как следует из рис. 2, учет ритмов космоса позволил довольно близко предсказать необычайно высокую положительную аномалию температуры 1975 г. и последующее резкое ее падение с заблаговременностью более двух лет.

Для решения вопроса о том, на какую территорию может быть распространен прогноз, полученный по данным Киева, и для вы-

Таблица 3

Периоды и амплитуды ритмов,
использованных для прогноза температуры
(Киев, январь—декабрь 1927—1972 гг.)

| | Период колебаний, мес | Амплитуда, $^\circ\text{C}$ |
|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Луна | 224 (18,6 г.) | 0,4 |
| Земля—Марс | 192 (16 г.) | 1,1 |
| Солнце, Земля—Юпитер | 141 (11,8 г.) | 0,89 |
| Юпитер—Марс, Юпитер—Сатурн | 119 (9,9 г.) | 0,54 |
| Колебания земной оси | 88 (7,35 г.) | 0,54 |
| Земля—Венера | 48 | 0,33 |
| Интерференция | 33,7 | 0,51 |
| Юпитер—Марс | 26,8 | 0,88 |
| Земля—Марс | 25,6 | 0,46 |
| Венера—Юпитер | 20 | 0,78 |
| Венера—Земля | 19,2 | 0,3 |
| Интерференция | 15,4 | 0,56 |

яснения пространственных закономерностей циклических колебаний температуры были построены периодограммы для наиболее длиннорядных станций Украины, позволяющие проследить за изменением характера ритмики с севера на юг и с запада на восток республики. Везде наиболее четко выделяются пики на частотах 8, 16, 28—35 и 45—50 лет. Далее были построены периодограммы по данным непрерывных рядов средних месячных температур с января по декабрь, позволившие проанализировать закономерности более мелких по продолжительности ритмов. Расчеты были проведены для станции Кишинев, Тернополь, Умань, Кировоград, Днепропетровск, Ворошиловград, Киев, Харьков, Полтава, Одесса за период с 1891 по 1940 г.

Для определения общности спектров температуры в различных районах значения функции $S_{\Delta t}$ для отдельных пунктов были прокоррелированы между собой, значения коэффициентов корреляции оказались очень высокими, для каждой пары станций не опускались ниже 0,8.

Эти результаты дают основание считать, что характер ритмических колебаний является общим для основной территории Украины. Однако следует отметить и некоторое различие спектров,

проявляющееся главным образом в уменьшении амплитуд колебаний с севера на юг. Последнее обстоятельство, по-видимому, может служить одним из подтверждений космического происхождения большинства ритмов, поскольку известно, что солнечно-атмосферные эффекты наиболее резко выражены в высоких геомагнитных широтах.

Таким образом, полученные в настоящей работе результаты еще раз подтверждают целесообразность привлечения космических закономерностей к проблеме сверхдолгосрочного прогноза погоды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Логинов В. Ф. и др. Засухи, их возможные причины и предпосылки предсказания/Логинов В. Ф., Неушкин А. И., Рочева Э. В. Обзор.—Обнинск, Изд. ВНИИГМИ—МЦД, 1976.—72 с.
2. Келдыш М. В. Космические исследования.— В кн.: Октябрь и научный прогресс. М., 1967, с. 87—166.
3. Васильева Г. Я. и др. К вопросу о природе солнечной активности/Васильева Г. Я., Кузнецова Д. А., Шпитальная А. А.— В кн.: Солнечные данные. Л., 1971, № 8, с. 96—99.
4. Васильева Г. Я. и др. К вопросу о влиянии галактических факторов на солнечную активность/Васильева Г. Я., Кузнецов Д. А., Шпитальная А. А.— В кн.: Солнечные данные. Л., 1972, № 2, с. 99—106.
5. Дружинин И. П. и др. Космос—Земля—прогнозы/Дружинин И. П., Сазонов Б. И., Ягодинский В. Н.— М.: Мысль, 1974.—288 с.
6. Михайлова Н. И. О циклической структуре временных рядов температуры воздуха.— Труды УкрНИГМИ, 1975, вып. 139, с. 118—127.