

ДВИЖЕНИЕ ПЛАНЕТ И ЦИКЛИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ СОЛНЦА.
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ

В. А. Власов, Л. И. Гудзенко, В. Е. Чертонцов

УДК 523.84

Показано, что взаимодействие планет с Солнцем энергетически слабо не только для поддержания циклической активности Солнца, но и для сколько-нибудь заметного влияния на ее характеристики.

По современным представлениям, большая часть энергии циклической активности покидает Солнце, и энергетические потери за 11-летний цикл составляют $E_0 = 10^{37}$ эрг. (Погрешность этой оценки, получаемой как из расчета магнитной энергии пятен, так и из подсчета измеряемой в межпланетном пространстве энергии активности, не превышает порядка). Циклическая активность сильно флуктуирует. Флуктуации с характерными временами $\Delta t = 2 - 3$ года имеют стандарт изменения мощности $\sigma_{\Phi} > 10^{-1} E_0 / T_0$ ($T_0 \approx 11$ лет - средний период цикла). Чтобы на фоне таких флуктуаций мог работать спусковой механизм, энергия "спускового крючка" должна превышать $\Delta E_c = \Delta t \cdot 3\sigma_{\Phi} > 6 \cdot 10^{35}$ эрг.

Известно, что максимальная амплитуда планетных приливов не превышает 0,1 см, а изменение ускорения силы тяжести $< 10^{-7}$ см/сек. Перемножение этих величин и массы Солнца дает верхнюю (с большим запасом) оценку энергии приливных воздействий за 1/2 оборота Солнца - $2 \cdot 10^{25}$ эрг. Следовательно, связанная с планетными приливами энергия возмущения за цикл не превосходит $E_{пр} = 6 \cdot 10^{27}$ эрг $< 10^{-8} \Delta E_c$, и приливное воздействие на циклическую активность даже посредством спускового механизма нереально.

Ряд авторов (см., например, /1-3/) предполагает, что влияние планет на циклическую активность не ограничивается их приливным воздействием (в ходе которого расходуется энергия вращения Солнца и растут большие полуоси орбит планет), а имеется еще неизвестный механизм. Вне зависимости от природы такого ме-

ханизма, источник его энергии искать нигде, кроме как в обращении планет вокруг Солнца — только этот энергетический резервуар можно еще принимать во внимание для описания любого стабильного воздействия на активность.

Для выяснения реальности "непрямых" воздействий, обратимся к элементам планетных орбит, воспользовавшись в дальнейших оценках работой /4/. Расход энергии планет вызывает изменения в оскулирующих элементах их орбит. Поскольку такие изменения не учитываются теорией движения планет (дающей, как известно, хорошее согласие с наблюдениями), они лежат за пределами точности теории. Как показывают расчеты, наибольшая неопределенность в оценке изменения энергии планетной системы связана с неточностями в определении больших полуосей орбит. Случайная относительная ошибка оценки энергии взаимодействия планеты с Солнцем равна по модулю случайной относительной ошибке в определении большой полуоси. Энергия взаимодействия Юпитера составляет $1,8 \cdot 10^{42}$ эрг, а относящийся к 1913 году стандарт относительной ошибки в большой полуоси равен $5,7 \cdot 10^{-9}$; следовательно, неопределенность энергии составляла 10^{34} эрг. Учитывая, что в настоящее время оценка большой полуоси орбиты значительно надежнее, получим, что верхний предел монотонного изменения за цикл энергии взаимодействия Солнце—Юпитер составляет $E_1 = 10^{34}/6 = 1,5 \cdot 10^{33}$ эрг. Аналогично найдем, что верхний предел для Сатурна и Урана в 2 раза меньше, а для планет с внутренними по отношению к Юпитеру орбитами он на 2–3 порядка ниже. Учет взаимодействия планет друг с другом меняет эти оценки не более, чем на 5%. Таким образом, изменение энергии планетной системы за 11-летний цикл не превосходит $\Delta E_{11} = 3 \cdot 10^{33}$ эрг $< 5 \cdot 10^{-3} \Delta E_c$. Следовательно, воздействия планет не только не являются источником 11-летней солнечной активности, но также не могут быть "спусковым крючком" активных процессов внутри Солнца.

Источник же циклической активности заведомо находится внутри Солнца, и для оценки влияния на нее движения планет остается выяснить, могут ли они вообще существенно менять характеристики автогенератора циклической активности. Используя уравнения автогенератора активности /5/, находим, что (даже при отсутствии флуктуаций в генераторе) для изменения его периода на $\Delta T = 1$ год

необходимо (но недостаточно!) изменение энергии на $0,005 E_0$. Для $\Delta E_{\text{пл}} = 3 \cdot 10^{33}$ эрг получаем (с неопределенностью меньше порядка) $\Delta T < 0,06$ года. Итак, влияние планет на продолжительность цикла солнечной активности не может быть существенным.

Отметим, что имеется много работ, где говорится о статистической связи между движениями планет и 11-летним циклом, но нигде связь достоверно не подтверждалась. Если бы такая связь была обнаружена, то это скорее свидетельствовало бы не о воздействии планет на Солнце, а о влиянии циклической активности Солнца на движение планет.

Поступила в редакцию
2 июля 1974 г.

Л и т е р а т у р а

1. R. A. Bureau, L. B. Craine. *Nature* 228, N 2275, 984 (1970).
2. Г. Я. Васильева, Д. А. Кузнецов, Н. С. Петрова, А. А. Шпитальная. *Солнечные данные*, № 8, 106 (1972).
3. K. D. Wood. *Nature*, 240, N 5376, 91 (1972).
4. G. Oesterwinter, Ch. J. Cohen. *Celestial Mechanics*, 2, №3, 136 (1972).
5. Л. И. Гудзенко, В. Е. Чертопруд. *Астроном. журнал*, 41, № 4, 697 (1964).