

УДК 523.45

## Проявление Юпитера в геофизических данных

*С.Н. Самсонов, Н.Г. Скрябин*

Институт космофизических исследований и аэронавтики СО РАН им. Ю.Г. Шафера, Россия, г. Якутск

Поступила в редакцию 4 ноября 2005 г.

**Аннотация.** Юпитер инжектирует большое количество заряженных частиц в межпланетное пространство, что может привести к изменению напряженности межпланетного магнитного поля ММП. При таком предположении проведен анализ экспериментальных данных, являющихся параметрами межпланетной среды (плотность, температура солнечного ветра и модуль ММП) и геофизическими параметрами (риометрическое поглощение и Кр-индекс). В итоге показано, что амплитуда 399-суточной вариации (синодический период Юпитера) в интервале периодов вариаций (20–800) суток имеет наибольшее значение. Она уступает только 11-летним, 22-летним вариациям и их старшим модам. Влияние Юпитера образует “отклик” как в межпланетной среде, так и в геофизических данных. Величины откликов в межпланетной среде составляют для плотности и температуры Солнечного ветра 6.7 % и 3.5 %, а в модуле ММП 2.9 %. Величины откликов на влияние Юпитера в геофизических параметрах составляют в риометрическом поглощении 4.7 %, в геомагнитной активности 2.6 % (Кр-индекс). Эти величины свидетельствуют о том, что влияние Юпитера на гелиогеофизические параметры составляет заметную величину  $\approx 2.6 \div 6.7$  %.

MANIFESTATION OF THE JUPITER IN GEOPHYSICAL DATA, *by S.N. Samsonov, N.G. Skryabin*. The Jupiter injects a great number of charged particles into the interplanetary space that can lead to the change of interplanetary magnetic field (IMF) intensity. Under this assumption the experimental data being the parameters of interplanetary space (density, solar wind temperature and IMF module) and geophysical parameters (riometer absorption and Kp-index) have been analyzed. As a result, it is shown that the amplitude of 399-day variation (synodic period of the Jupiter) in the interval of variation period of (20-800) days is of the greatest value. It is the second only to the 11- and 22-year variations and to their elder modes. The influence on the Jupiter forms the “response” in the interplanetary space as well as in geophysical data. The values of responses in interplanetary space are 6.7 % and 3.5 %, respectively, for the density and temperature of solar wind. The values of responses to the influence of the Jupiter in geophysical parameters are 4.7 % in riometer absorption and 2.6 % (Kp-index) in geomagnetic activity. These values testify that the influence of the Jupiter on the heliogeophysical parameters is of noticeable value  $\approx 2.6 \div 6.7$  %.

**Ключевые слова:** Юпитер, солнечный ветер, частицы, магнитное поле, риометрическое поглощение, Кр-индекс

---

### 1 Введение, постановка задачи

В работах (Ченнет и др., 1974; Мак-Дональд, Трейнор, 1979; Скрябин и др., 2005) отмечалось, что Юпитер является мощным источником низкоэнергичных и высокоэнергичных частиц. Естественно,

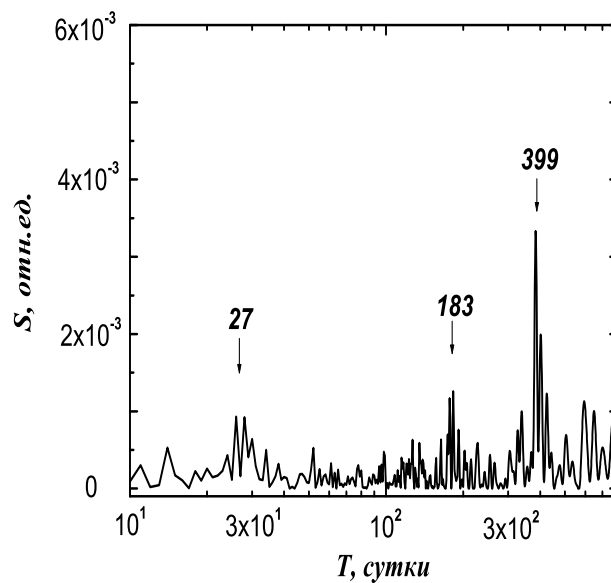


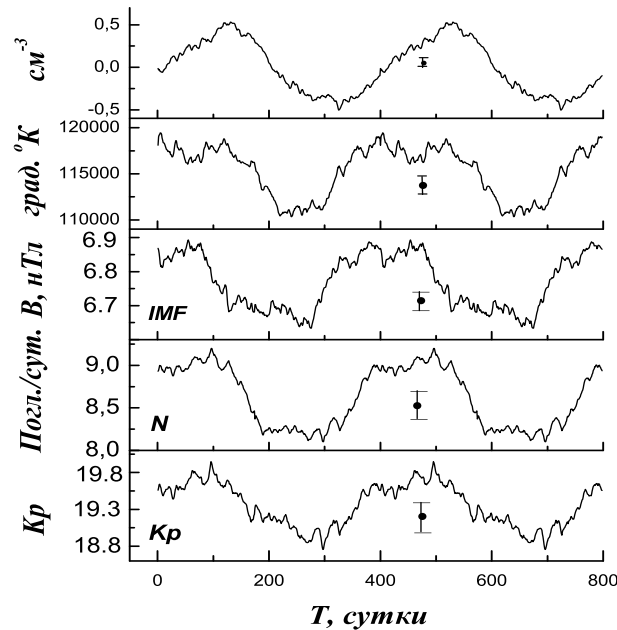
Рис. 1. Спектр мощности плотности частиц солнечного ветра

следует отметить, что большие потоки этих частиц могут оказывать заметное влияние на параметры межпланетной среды и через изменения физических условий в межпланетном пространстве МП это влияние должно проявиться в геофизических данных. Цель настоящей работы – обнаружить экспериментально факт влияния Юпитера на параметры межпланетной среды и в геофизических данных.

## 2 Анализ экспериментального материала и обсуждение

Предположим, что низкоэнергичные юпитерианские частицы достигли орбиты Земли. Тогда в плотности солнечного ветра будет содержаться некоторая доля юпитерианских частиц. В таком случае в параметрах солнечного ветра должен проявиться синодический период Юпитера (399 суток). С целью обнаружения возможных вариаций параметров солнечного ветра с синодическим периодом Юпитера вычислялся спектр мощности. И действительно, 399-суточная вариация отчетливо проявилась в параметрах солнечного ветра. Так, например, в спектре мощности плотности солнечного ветра 399-суточная вариация в интервале периодов  $20 \div 800$  суток имеет наибольшую амплитуду (см. рис. 1). Первичные данные для построения рисунка взяты из (OMNI, 2003) с 26.07.65 по 31.12.2002 года. Из рисунка видно, что 399-суточная вариация имеет наибольшую величину по сравнению с другими вариациями (на рисунке для сравнения отмечены 27-суточная и полугодовая вариации).

В остальных гелиогеофизических параметрах эта вариация проявляется только после применения полосовой фильтрации данных. Конструкция фильтра проста. Она представляет собой разность двух вероятностных трендов с осреднением 100 и 700 суток, что соответствует их параметрам  $\sigma = 25$  и  $\sigma = 175$  суток. Применение такого фильтра значительно уменьшает (на 1–2 порядка) все вариации с периодами меньшими 100 суток и большими 700 суток. При этом вариации в интервале 100–700 суток остаются без изменений. После такой фильтрации был применен метод наложения эпох. Реперные точки (даты противостояний Юпитера и Земли) были взяты из (Астрон.



**Рис. 2.** Проявление синодического периода Юпитера в параметрах солнечного ветра и геофизических параметрах. Сверху-вниз: плотность частиц солнечного ветра, их температура, изменение модуля ММП, число риометрических поглощений в сутки, Кр-индекс

ежегодник, 1965–2002 гг.).

Периоды годовой и 399-суточной вариаций отличаются всего на 10 %, поэтому было важно оценить влияние соседних вариаций на 399-суточный период. Технология оценки влияния соседних вариаций на синодический период Юпитера была подробно описана в работе (Скрябин и др., 2005).

Результаты применения метода наложения эпох для плотности и температуры солнечного ветра (два верхних графика на рис. 2), модуля ММП (отмечено на рисунке IMF), числа случаев риометрического поглощения в сутки (N) (пос. Тикси, геогр. широта – 71.6°, долг. – 129.0°) и геомагнитная активность (Кр-индекс) представлены на рис. 2.

На рисунке для наглядности показано два периода наложений по 399 суток. При этом первые, четырехсотые и семьсот девяносто девятые сутки соответствуют точкам противостояния. Ошибки, отмеченные на графике, рассчитывались по формулам работы (Джаминсон, Регал, 1982), описывающей приемы определения ошибки для метода наложения эпох. Средние значения параметров, а также вариации этих параметров с периодом в 399 суток и их ошибки составили: для плотности солнечного ветра  $7.46 \pm 0.04 \text{ см}^{-3}$  и  $0.5 \pm 0.05 \text{ см}^{-3}$ ; для температуры солнечного ветра  $115770 \pm 675^\circ\text{K}$  и  $4000 \pm 935^\circ\text{K}$ ; модуля ММП  $6.69 \pm 0.023 \text{ нТл}$  и  $0.193 \pm 0.025 \text{ нТл}$ ; для числа событий риометрического поглощения в сутки  $8.5 \pm 0.1 \text{ соб./сут.}$  и  $0.4 \pm 0.17 \text{ соб./сут.}$ ; для Кр-индекса  $19.3 \pm 0.1$  и  $0.5 \pm 0.15$ .

В настоящее время не известен какой-либо другой процесс с периодом 399 суток, кроме синодического периода Юпитера, обладающий таким же периодом. Поэтому все эффекты, показанные на рисунке – есть проявление влияния Юпитера. Влияние Юпитера на параметры межпланетной среды (плотность, температура солнечного ветра и модуль ММП) составляет 6.7 %, 3.5 % и 2.9 %, соответственно. Влияние на геофизические параметры (риометрическое поглощение и Кр-индекс) 4.7 % и 2.6 %. Таким образом, влияние Юпитера на солнечный ветер и геофизические параметры имеет заметную величину  $2.6 \div 6.7 \%$ .

### 3 Краткие выводы

Из полученных результатов можно сформулировать следующие выводы:

1. 399-суточная вариация (синодический период Юпитера) проявляется в параметрах межпланетной среды, а именно, в плотности, температуре солнечного ветра и в модуле ММП. В спектре плотности солнечного ветра 399-суточная вариация в интервале периодов 20-800 суток имеет наибольшую амплитуду. Она по величине уступает только 11-летним, 22-летним вариациям и их старшим модам.
2. Юпитер оказывает заметное влияние на физические свойства межпланетной среды и на геофизические параметры. Оценка величины такого влияния составляет (2.6 – 6.7) %.

Работа выполнена при частичной поддержке INTAS (grant 03-51-5359) и РФФИ (гранты 03-05-65670 и 03-02-96026).

### Литература

- Астрон. ежегодник. Л.: Наука. 1965–2002.
- Джамисон Б., Регал Р. // Солнечно-земные связи, погода и климат. М.: Мир. 1982. С. 204.
- Мак-Дональд Ф.Б., Трейнер Дж.Т. // Юпитер III. Магнитосфера и радиационные пояса. М.: Мир. 1979. С. 394.
- Скрябин, Тимофеев и др. (Skryabin N.G., Timofeev V.E., Miroshnichenko L.I. and Samsonov S.N.) // Astron. Lett. 2005. V. 31. № 12. P. 832.
- Ченнет, Конлон, Симпсон (Chenette D.L., Conlon T.E., Simpson G.A.) // J. Geophys. Res. 1974. V. 79. P. 3551.
- OMNI Database. <http://nssdc.nasa.gov/omniweb/ow.html> (2003).