

УДК 521.937

Г. С. Курбасова¹, А. А. Корсунь², М. Н. Рыбалова¹, Г. Н. Шликать¹

¹Науково-дослідний інститут «Кримська астрофізична обсерваторія», Наукове, Крим

²Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук, Київ

Солнечно-земные связи по экспериментальным данным об изменениях длительности суток в 1832—2000 гг.

Надійшла до редакції 26.10.06

Обговорюються результати аналізу послідовності експериментальних даних про середньорічні відхилення D тривалості доби від стандартного значення (86 400 с) на інтервалі 168 років. Досліджується знайти можливий зв'язок між основними неприпливними варіаціями величини D і змінами деяких характеристик сонячної активності, процесів у магнітосфері, сейсмічної активності Землі. Отримано, що сонячна активність може впливати на процес генерації основних неприпливних коливань величини D . В основі цього впливу, очевидно, лежить тенденція до синхронізації обертових і коливальних рухів у Сонячній системі.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование влияния Солнца на режим суточного вращения Земли требует комплексного подхода, который включает проблему согласованности временных изменений характеристик магнитных и гравитационных полей. Длительные наблюдения динамики активности Солнца обнаруживают изменения, подобные изменениям в динамике вращения Земли. Различная природа источников генерации этих изменений вызывает необходимость обоснования механизма их взаимосвязи.

В многолетних данных о среднегодичных отклонениях D длительности суток от стандартных (http://www.iers.org/documents/publications/ar/2000/ar2000_055.pdf) обнаруживаются колебания с периодами более 20 лет, которые принято называть неприливными. В настоящее время большинство исследователей высказывают предположение о внутриземном (на границе ядро — мантия) происхождении этих колебаний [5].

Основная цель работы заключается в установлении спектрального состава и характера связи

неприливных изменений в данных D с изменениями некоторых характеристик солнечной активности, магнитосферы, землетрясений.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Для сравнительного анализа использовались данные о характеристиках солнечной активности и процессов в магнитосфере (<http://www.wdcb.ru/>): W — среднегодовые числа солнечных пятен (числа Вольфа); aa — среднегодовые индексы геомагнитной активности; SSC — геомагнитные внезапные начала бурь (количества отсчетов N из года в год). Кроме того, использовались данные о характеристиках сейсмической активности Земли: $EQ7$ — землетрясения с магнитудой более 7 (количество отсчетов N из года в год) (<http://neic.usgs.gov/neis/eqlists/7up.html>); IEQ — среднегодовые значения интегральной сейсмической энергии [3].

Результаты спектрального анализа, обсуждаемые ниже, получены с помощью классического метода (периодограммные оценки) и двухка-

нального авторегрессионного (АР) оценивания относительной спектральной плотности мощности (СПМ) [2, 4].

ДВЕ МОДЕЛИ ДАННЫХ D ЗА ПЕРИОД С 1832 г. ПО 2000 г.

Спектральная модель (периодограмма) данных D после удаления линейного тренда представлена на рис. 1 в виде графика оценок относительной спектральной плотности мощности в децибелах соответствующих отсчетов частот в циклах на год. Видны три пика, соответствующие колебаниям с периодами 64, 32 и 21 г. (колебания S_{64} , S_{32} , S_{21}). Попытаемся выделить эти колебания с помощью квазиполиномиальной модели наилучшего приближения [1]:

$$S(t) = \sum_{m=1}^n \sum_{l=0}^{k_l-1} a_{ml} t^l e^{z_m t}, \quad (1)$$

где $n \geq 1$, $k_l \geq 1$ — целые числа, z_m — некоторые несовпадающие комплексные числа.

При вещественных коэффициентах a_{ml} и вещественном аргументе t квазиполином $S(t)$ принимает вещественные значения.

Параметры в (1) вычислены на основе данных D . Относительная погрешность приближения составляет 12 % на всем интервале (168 лет) и 2.6 % — в средней точке.

Основные составляющие в структуре модели (1) представлены нелинейным трендом S_0 и колебаниями с периодами 63.6, 32.2 и 20.7 г., имеющими переменные амплитуды. После удаления из данных D нелинейного тренда S_0 и

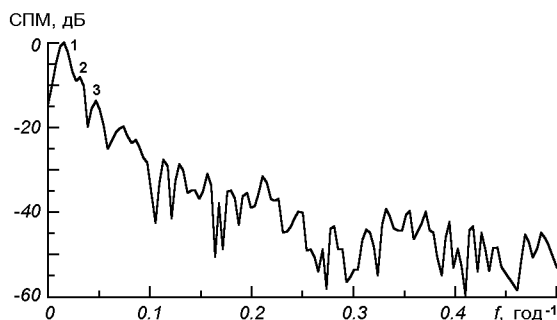


Рис. 1. Периодограммные оценки относительной СПМ данных D в децибелах (классический метод)

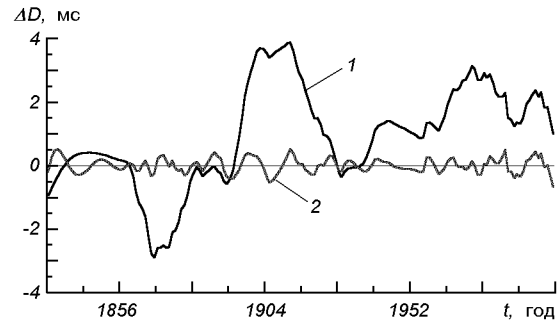


Рис. 2. Квазиполиномиальная модель исходных данных: 1 — исходные данные D , 2 — данные D после удаления S_0 , S_{64} , S_{32} , S_{21}

колебаний S_{64} , S_{32} , S_{21} в остатках обнаруживаются отклонения, не превосходящие по абсолютной величине 0.6 мс (рис. 2).

Построенные различными методами модели данных D обнаруживают основные вариации с периодами около 64, 32 и 21 г., что увеличивает достоверность их выделения и математического описания в квазиполиномиальной модели.

ДУВУХКАНАЛЬНЫЙ АР-АНАЛИЗ

Применение АР-анализа для сравнения колебаний в исходных данных основано на эмпирическом подходе, состоящем в следующем: 1) истинный механизм явления неизвестен, но схема авторегрессии порядка p на данном ограниченном интервале описывает характер изменения данных; 2) механизм явления изменяется медленно по сравнению с оцениваемыми частотами.

Модель (1) была использована нами в АР-анализе для надежного (по сравнению с обычной фильтрацией) выделения интересующей нас полосы частот в данных D .

Результаты двухканального АР-анализа приведены в таблице.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

АР-анализ обнаруживает высокую степень когерентности колебаний с периодами около 21, 32 и 64 г. в сравниваемых данных. В четвертой графе таблицы приведены величины смещений

Результаты двухканального АР-анализа данных D (I канал) и сравниваемых данных (II канал)

Параметр (II канал)	Интервал времени	Периоды колебаний (II канал), лет	Смещение событий в I канале (D) относительно II канала, лет	Квадрат модуля когерентности, %	Примечание (D — исходные данные, S — модель)
W	1832—2000 гг.	22	-11	73	D
		22	-11	91	$S = S_{64} + S_{32} + S_{21}$
aa	1868—2000 гг.	64	-30	82	D
		22	11	88	$S = S_{64} + S_{32} + S_{21}$
		30	11	83	$S = S_{64} + S_{32}$
		64	-29	93	$S = S_{64}$
SSC	1868—2000 гг.	20	9	69	D
		20	9	85	$S = S_{64} + S_{32} + S_{21}$
		64	-24	74	$S = S_{64} + S_{32}$
		30	-13	80	$S = S_{64} + S_{32}$
$EQ7$	1900—2000 гг.	23	0	84	D
		64	-18	96	$S = S_{64}$
		34	-1	96	$S = S_{32} + S_{21}$
IEQ	1898—1989 гг.	32	-2	98	$S = S_{32} + S_{21}$

сравниваемых колебаний, откуда следует, что на рассматриваемом временном интервале колебание с периодом 22 г. в данных W опережает колебание с тем же периодом в данных D на 11 лет. Этот результат вполне согласуется с реальным процессом. То же самое можно сказать о колебании 64 г. в данных aa и D . Однако колебания с периодами 22 и 30 г. в данных D опережают на 11 лет колебания с теми же периодами в данных aa , что может указывать на сложный характер взаимосвязи. Происхождение землетрясений с магнитудами более 5 связывают, как и основные неприливные колебания, с внутриземными процессами. Это предположение подтверждает АР-анализ: связь между основными колебаниями с периодами 23 и 34 г. в сравниваемых данных D и $EQ7$ близка к синфазной; колебания с периодом 64 г. в $EQ7$ опережают колебания в D на нутационный период (18 лет).

Приведенные результаты позволяют сделать вывод: есть связь между механизмом генерации на границе ядро — мантия основных вариаций длительности суток с периодами около 64, 32 и 21 г. и солнечной активностью, изменениями в магнитосфере, землетрясениями. Механизм этой связи включает как непосредственное воздействие на Землю, так и косвенное через магнитосферу. В основе механизма солнечно-земных связей лежит всеобщее свойство Солнечной сис-

темы — тенденция к синхронизации динамических процессов различной природы.

1. Библиотека программ LIDA-2. — Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1983.—161 с.
2. Кендалл М. Дж., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. — М.: Наука, 1976.—736 с.
3. Котляр П. Е., Ким В. И. Положение полюса и сейсмическая активность Земли. — Новосибирск: ОИГТМ СО РАН, 1994.—123 с.
4. Марпл С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. — М.: Мир, 1990.—584 с.
5. Ривин Ю. Р. Циклы Земли и Солнца. — М.: Наука, 1989.—187 с.

SOLAR-TERRESTRIAL CONNECTIONS FROM EXPERIMENTAL DATA ON CHANGES OF DAY DURATION FOR 1832—2000

G. S. Kurbasova, A. A. Korsun, M. N. Rybalova, G. N. Shlikar

We discuss the results of our analysis of experimental data D on deviations of day duration from the standard one (86400 s) for 168-year interval. The analysis was made to find a possible connection between the basic untidal variations in the D data and changes of some characteristics of solar activity, magnetosphere processes, and seismic activity of the Earth. Our analysis results leave room for some influence of solar activity on the process of generation of the basic untidal fluctuations in the day duration. We suppose that this influence is based on the general property of the Solar system which is the tendency to synchronization of rotary and oscillatory movements in dynamic systems of a various nature.