

УДК 529.9–52

## Функциональные роли Солнца и планетной системы в формировании 20-летнего цикла

Г.Я. Васильева<sup>1</sup>, М.Н. Нестеров<sup>2</sup>, Л.И. Румянцева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Главная Астрономическая (Пулковская) обсерватория РАН, Россия, Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, Россия, Санкт-Петербург

Поступила в редакцию 30 июля 2003 г.

### Аннотация.

Анализ Солнечной системы как целого и взаимодействий между всеми тремя ее подсистемами, – Солнце, межпланетная среда и планетная система, – свидетельствует, что солнечная активность есть феномен Солнечной системы, а не только самого Солнца.

Был выполнен синтез двух известных подходов к анализу пятнообразовательной активности в 20-летнем цикле, отражающих две глобальные гелиодинамические реакции Солнца на две формы внешних динамических воздействий на него со стороны планетной системы, и в целом, определяющих энергетический обмен между двумя подсистемами (Васильева, Невская, 2002, Васильева и др., 2002).

С одной стороны, вариации динамических параметров орбитального вращения Солнца вокруг центра Солнечной системы (вариации  $L_x$ ,  $L_y$ ,  $L_z$  и их производных) проявляются в изменении величины прецессии и скорости вращения Солнца вокруг полярной и экваториальных осей инерции Солнца на частоте синодического обращения Юпитера и Сатурна с периодом 19.86 года. (Васильева и др., 2002).

С другой стороны, существование вариаций пятнообразовательной активности ( $W$  и  $Sp$ ) на частотах обращения вокруг Солнца планет земной группы указывает на резонансный характер глобальных диссипативных процессов конвективной зоны. Это открывает возможность перехода от временных вариаций  $W$  и  $Sp$  на частотах обращения вокруг Солнца Меркурия, Венеры, Земли и Марса к пространственно-временной 20-летней спиральной диссипативной структуре конвективной зоны Солнца, меняющей направление закрученности с переполюсовкой ОМП Солнца в эклиптической гелиоцентрической системе координат и отражающей фазовую синхронизацию в движении планет земной группы вокруг Солнца в 20-летнем цикле.

В результате исследования Солнечной системы как целого

1. Найдено соответствие между ускорением и замедлением вращения Солнца в нечетных и четных циклах и направлением закрученности 20-летней спирали структуры.
2. Вывод о радиальных 20-летних пульсациях Солнца с образованием спиральных диссипативных структур, ответственных за пятнообразовательную активность, подтверждается структурой 20-летней фоновой компоненты солнечной магнитосферы.
3. Вывод о 20-летних синхронных пульсациях Солнца Земли как основном механизме солнечно-земных связей подтверждается данными о параметрах вращения Земли по данным Международной службы движения полюса Земли.

THE FUNCTIONS OF THE SUN AND PLANETARY SYSTEM IN THE FORMATION OF THE 20-YEAR SOLAR CYCLE, by *G.J. Vasileva, M.M. Nesterov, L.I. Romyantseva*. Analysis of the Solar system as a whole and the interrelation between its subsystems, – the Sun, planetary system and interplanetary medium, – points to the facts, that the solar activity is a phenomenon of the Solar system, but is not of the Sun itself (Vasilyeva, Nevskaya, 2002; Vasilyava et al., 2002).

The synthesis of the two approaches, associated with two different types of sunspot activity reactions toward the dynamical interrelations and energy exchange between the Sun and planetary system throughout the 20-year solar cycle has been carried out.

On the one hand, evolution of orbital global parameters of the Sun motion about the centre of mass of Solar system is reflected by the changes of precession and velocity of solar rotation around the solar axes of inertia throughout the synodical the Jupiter-Saturn period of rotation 19.86 years (Vasilyava et al., 2002).

On the other hand, the existence of sunspot activity variations ( $W$  and  $Sp$ ) at the frequencies of the revolutions around the Sun of the Earth's group planets indicates the resonance nature of global dissipative processes of convective zone and possibility to calculate the 20-year evolution of the regular spiral dissipative structure, which changes the sign of its helicity with the solar dipolar field reversal.

As a result of the analysis of the Solar system as a whole:

1. Parameters of solar rotation around its own axes for even and odd cycles are appropriated to the sign of 20-year spiral dissipative structure helicity.
2. Conclusion about the 20-year radial solar pulsations, accompanied by the formation of the spiral dissipative structure and responsible for the sunspot activity, is confirmed by the existence of the background component of the solar magnetosphere inside the Mars orbit.
3. Conclusion about the synchronous Solar and the Earth's pulsations as an fundamental mechanism of solar-terrestrial interrelations is confirmed by the 20-year variations of the Earth's parameters of rotation (1890 – 1981).

**Ключевые слова:** центр масс Солнечной системы, спиральная диссипативная структура, синхронизация, пульсации Солнца

---

## 1 Постановка задачи

Наблюдаемые проявления взаимодействия Солнца с планетной системой в 20-летнем цикле позволяют оценить процессы энергетического обмена между ними, которые

- с одной стороны, сопровождаются изменениями момента вращения Солнца вокруг своей оси при ненаблюдаемом положении этой оси на поверхности Солнца, но при известном изменении положения ЦМСС от 0.6 до 1.6 солнечного радиуса на частоте синодического обращения Юпитера и Сатурна (19.86 г.). (Васильева и др., 2002);
- с другой, – логической эволюцией  $4^X$ -компонентной 20-летней диссипативной спиральной структуры в ненаблюдаемой конвективной зоне Солнца на частотах обращения вокруг Солнца планет земной группы в гелиоцентрической эклиптической системе координат (Васильева, Невская, 2002; Васильева, Федоров, 1981).

При этом, изменение прецессии оси вращения Солнца вокруг полярной оси инерции и изменение скорости собственного вращения (увеличение в нечетном цикле и уменьшение – в четном) оказывается согласованным с изменением степени фазовой синхронизации в 20-летнем цикле между четырьмя резонансными диссипативными компонентами конвективной зоны, рассчитанными на 8-ми фазах 20-летнего цикла (ветвь спада, минимум, ветвь роста, максимум при двух знаках ОМП Солнца), и изменением направления спиральности глобальной диссипативной структуры (левовинтовой в нечетном цикле, правовинтовой – в четном) меняющейся после переполюсовки ОМП Солнца.

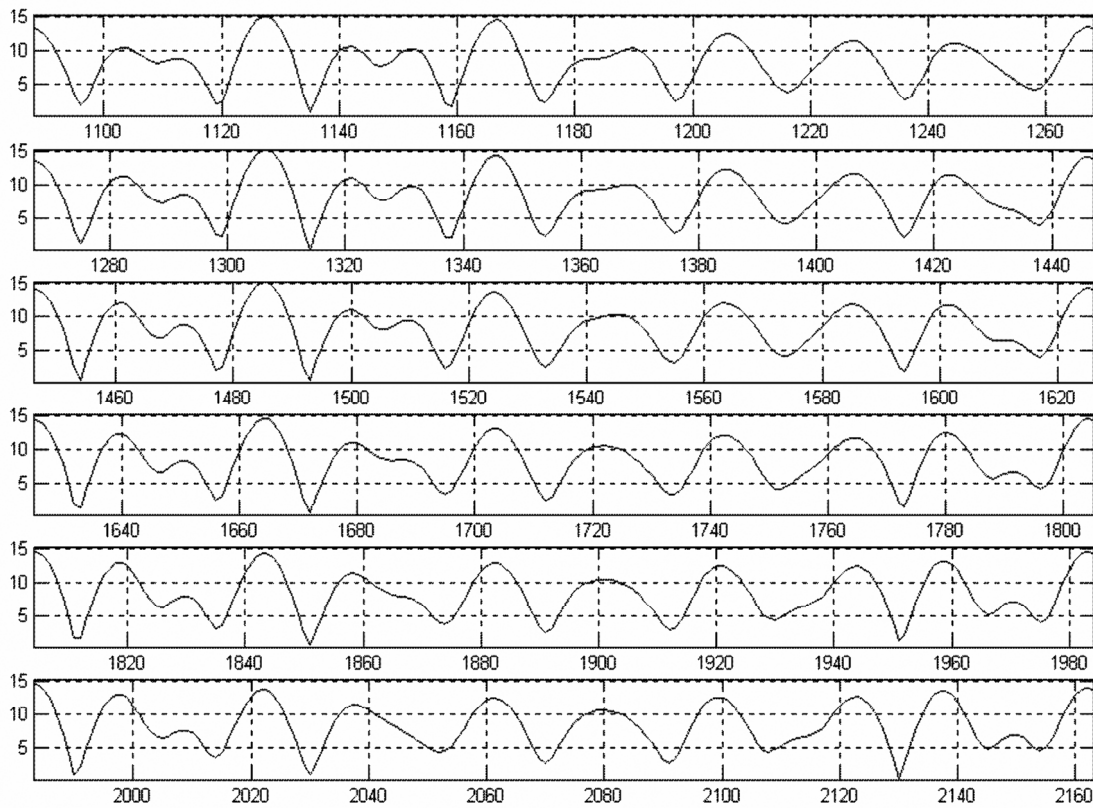
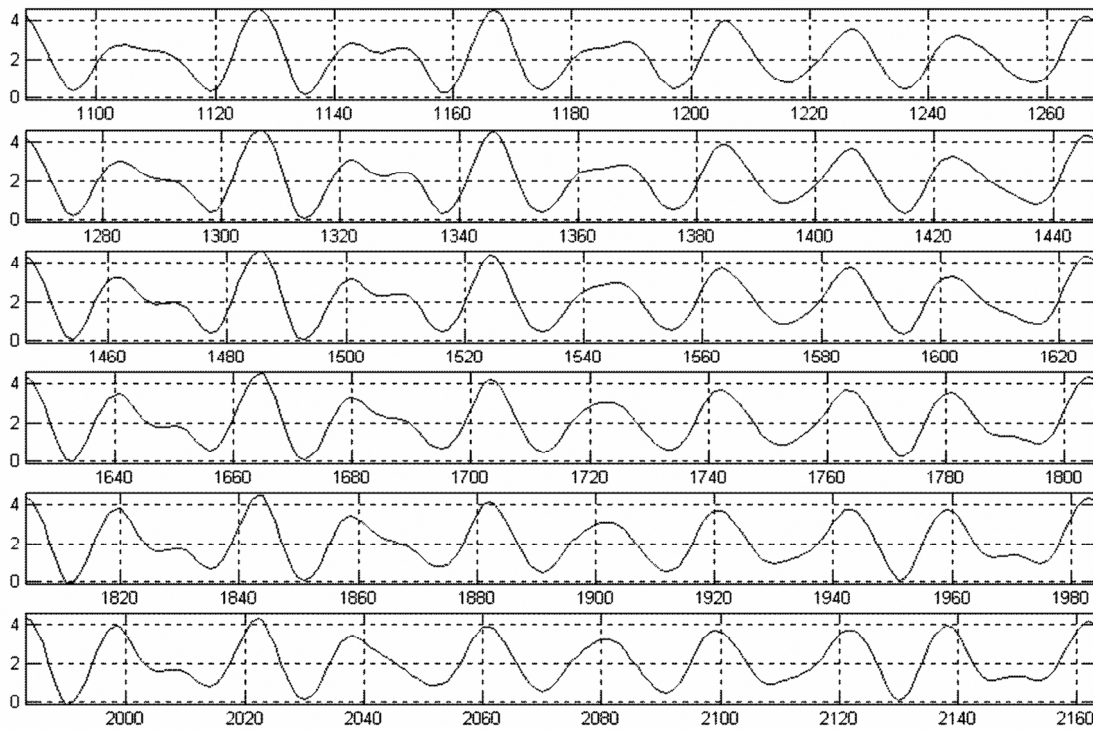


Рис. 1. Воспроизводимость в 180-летних циклах  $R_C$  от Солнца до ЦМСС

Следует отметить, что воспроизводимые в 20-летнем цикле резонансные диссипативные компоненты 20-летней спиральной структуры отслеживают в пространстве (в гелиоцентрической системе координат) фазовую синхронизацию обращений вокруг Солнца Меркурия, Венеры, Земли и Марса, с максимумом пространственной когерентности в условиях обоих максимумов 20-летнего цикла.

Ключевым моментом обсуждаемой работы является синтез двух подходов к исследованию Солнечной системы как целого, подходов, отражающих наблюдаемую реакцию Солнца в форме пятнообразовательной активности на внешние воздействия, на динамические процессы в Солнечной системе в 20-летнем цикле таких явлений, как

- орбитальное вращение Солнца вокруг ЦМСС, в условиях которого изменяются: расстояние от центра Солнца до ЦМСС  $R$ , моменты его вращения вокруг полярной и экваториальных осей инерции  $Lz$ ,  $Lx$ ,  $Ly$ , а также их производные (рис. 1–3, Васильева и др., 2002);
- резонантность Солнечной системы, которая проявляется не только в параметрах вращения планет, но распространяется и на вариации пятнообразовательной активности ( $W$  и  $Sp$ ) на частотах обращения планет вокруг Солнца (в 20-летнем цикле – планет земной группы), а также отражается в анизотропии межпланетной среды по признаку положения планет на своих орбитах в максимуме 10 – 11-летнего цикла. Это обстоятельство дает возможность перехода от временных вариаций  $W$  и  $Sp$  к пространственно-временной структуре конвективной зоны в нормированных единицах  $W$  и  $Sp$  при определенных условиях обработки исходных рядов (рис. 4, Васильева, Невская, 2002; Васильева, Федоров, 2002).



**Рис. 2.** Эволюция момента количества вращения Солнца вокруг оси  $Z$  в последовательности 180-летних циклов

## 2 Результаты расчетов

При обсуждении параметров орбитального вращения Солнца вокруг ЦМСС в условиях изолированной (в первом приближении) Солнечной системы, когда моменты внешних сил, действующих на Солнце в его собственном вращении, отличаются знаком от моментов сил, действующих на Солнце в его орбитальном вращении  $\pm \frac{dL_z}{dt}$ ,  $\pm \frac{dL_x}{dt}$ ,  $\pm \frac{dL_y}{dt}$ , следует обратить внимание на следующее:

1. Момент вращения Солнца вокруг собственной оси в среднем составляет  $M \sim 10^{48}$  г см<sup>2</sup>/сек (Аллен, 1955), а изменение момента вращения Солнца вокруг ЦМСС  $L_z$  за 10-летний цикл меняется от 0 до  $\sim 5 \cdot 10^{47}$  г см<sup>2</sup>/сек. Объем энергетического обмена между Солнцем и планетной системой (получение в нечетном цикле, потеря – в четном) составляет  $\sim 10^{39}$  эрг за цикл, что на порядки превосходит объем энергии, требуемой для формирования пятнообразовательной активности ( $\sim 10^{28}$  эрг/сек по Альфвену) (рис. 1, 2, 3).
2. Изменение положения эпохи максимума 10–11-летнего цикла относительно  $\max$  величины  $\pm \frac{dL_z}{dt}$  определяется относительным положением на орбите Юпитера и Сатурна: опережает ли Юпитер Сатурн в эпоху максимумов или отстает от него (рис. 5а, 5б, Васильева и др., 2002).
3. Синхронное изменение  $\frac{dL_z}{dt}$  с изменением  $\frac{dL_x}{dt}$  и  $\frac{dL_y}{dt}$  представляет интерес в связи с проблемой меридиональной циркуляции на Солнце в результате вращения Солнца вокруг экваториальных осей инерции в 20-летнем цикле. Из-за того, что это вращение значительно слабее, чем вращение Солнца вокруг полярной оси инерции, проблема меридиональных движений к полюсу и экватору не рассматривалась в этом аспекте, т.к.  $\frac{dL_x}{dt}$  и  $\frac{dL_y}{dt}$  никогда ранее не рассчитывались (рис. 6, Васильева и др., 2002)

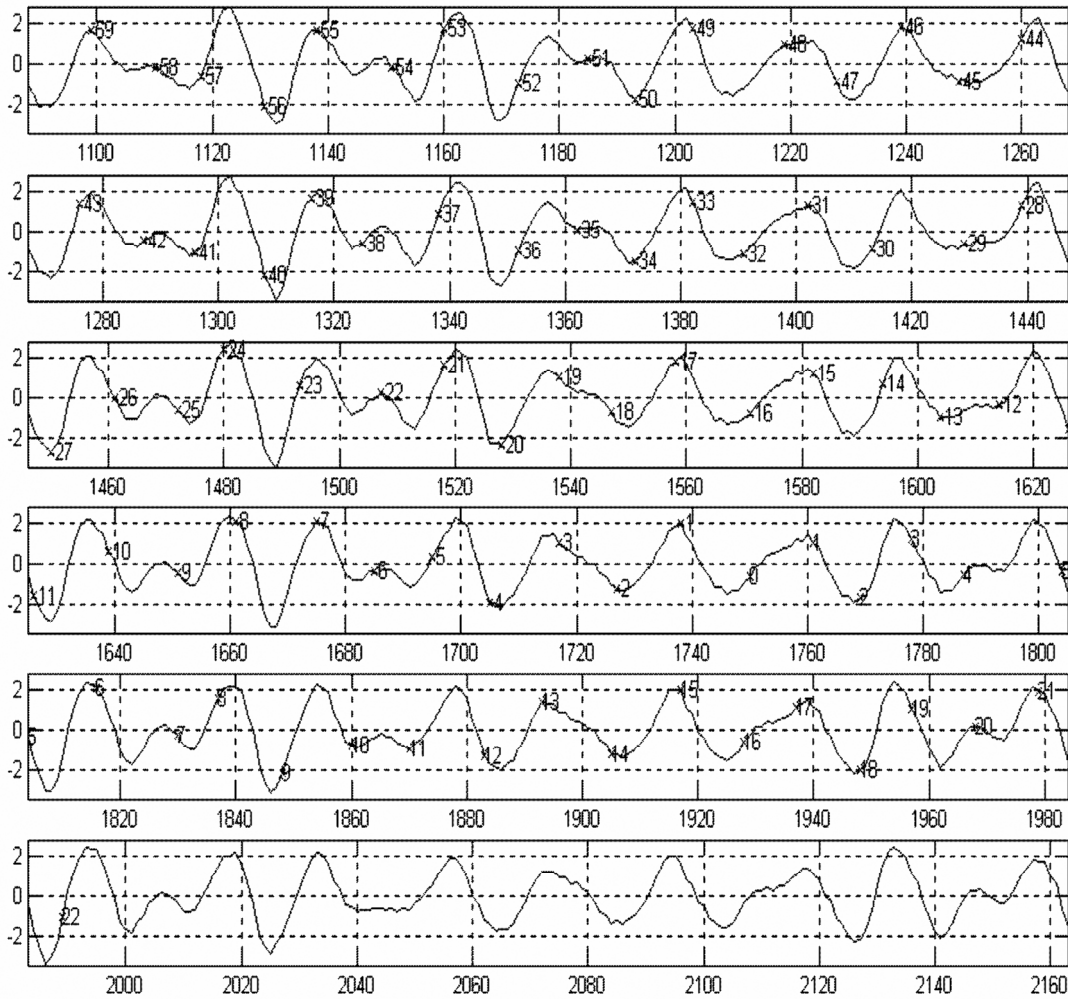
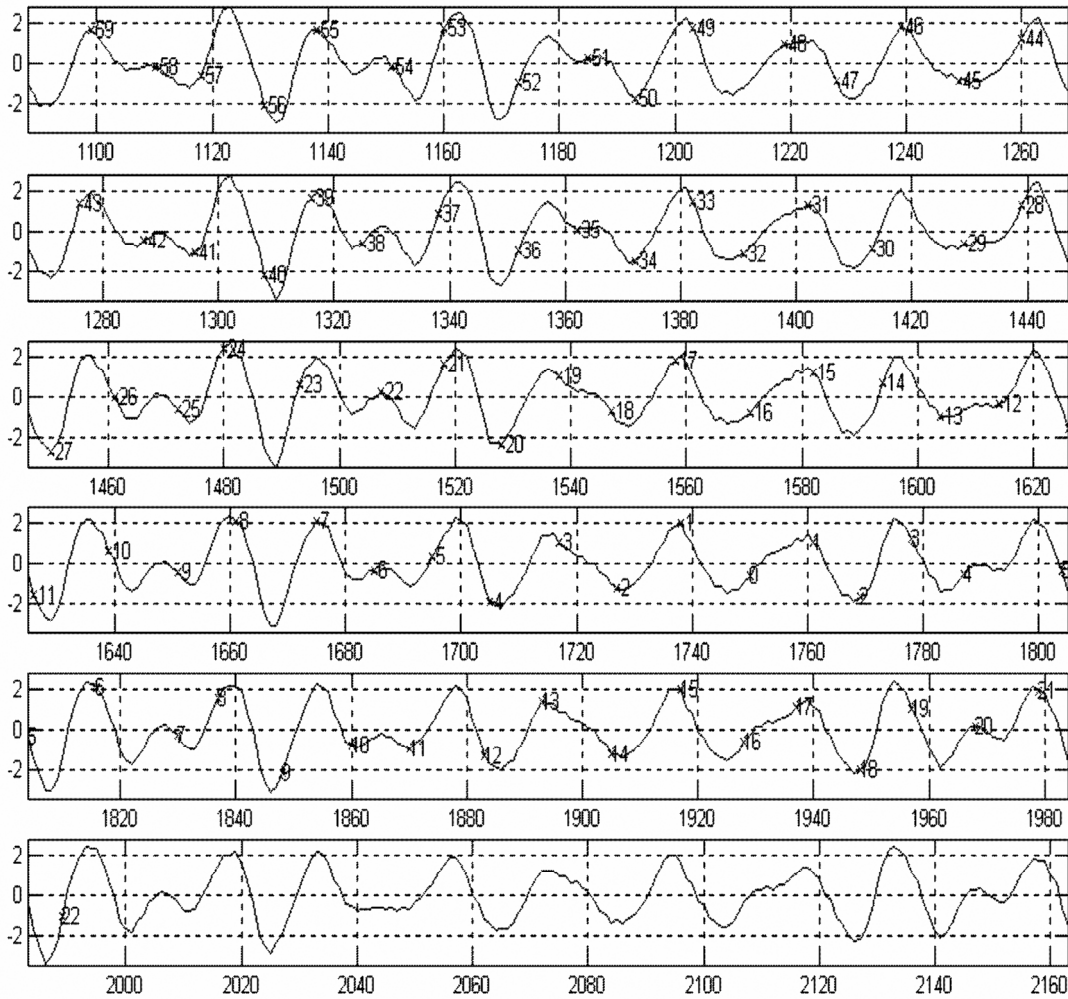


Рис. 3. Фиксация положения эпохи максимума 11-летнего цикла на кривых  $dL_z/dt$  в последовательности 180-летних циклов

4. Движение ЦМСС вдоль оси вращения Солнца и его положение то в южном, то в северном полушарии в связи с проблемой северно-южной асимметрии активности в четных и нечетных циклах и меридиональной циркуляции, актуально также при обсуждении так называемого “столбчатого” течения, “наиболее поразительного и необычного явления, связанного с вращением” (Гринспен, 1975). В экспериментах с вращающимися наполненными жидкостью сосудами оно было теоретически предсказано в случае выполнения определенного соотношения между частотой вращения и частотой колебаний сосуда вдоль оси вращения. По-видимому, этот эффект имеет место в явлениях полярных корональных дыр.
5. Выводы результатов анализа регистрируемого потока нейтрино с числами Вольфа в четных и нечетных циклах по данным Брукхевенской установки (1970 – 1994) (Владимирский, Брунс, 2001) могут, по-видимому, быть более оптимистичными, если вариации потоков нейтрино согласовывать с вариациями  $\pm \frac{dL_z}{dt}$  с учетом переполюсовок ОМП Солнца (после максимума), а не с учетом появления пятен нового цикла (после минимума).



**Рис. 4.** Карта структуры межпланетной среды в пределах орбиты Марса в единицах относительного уровня солнечной активности: (на картах – с точностью до 0.1). Заштрихованы области усиления СА по сравнению со средним значением уровня активности за оборот. Фазы минимума нечетного (а) и четного (б) циклов

6. Анализ распределения положений ЦМСС в эпохи максимума 10 – 11-летнего циклов по эклиптической гелиоцентрической долготе и концентрация этих положений в определенном диапазоне долгот может свидетельствовать о воздействии Галактики на солнечную активность, воздействии, опосредованном Солнечной системой, ее структурой (Румянцева, 2001).

### 3 Выводы

Возникающая в результате прецессии оси вращения Солнца при изменении положения ЦМСС глобальная вихревая гелиодинамическая конвективная диссипативная структура, отражающая разные стадии энергетического обмена между Солнцем и планетной системой на частоте 19.86 года (Васильева, Невская, 2002; Васильева, Федоров, 1981), содержит четыре компоненты, каждая из которых синхронизирована с движением 4-х планет земной группы. Их эволюция в 20-летнем цикле, возможность наблюдения их в конвективной зоне обеспечивается присутствием волокнистых электрических токов, магнитные тороидальные поля которых быстро всплывая как поля солнечных пятен,

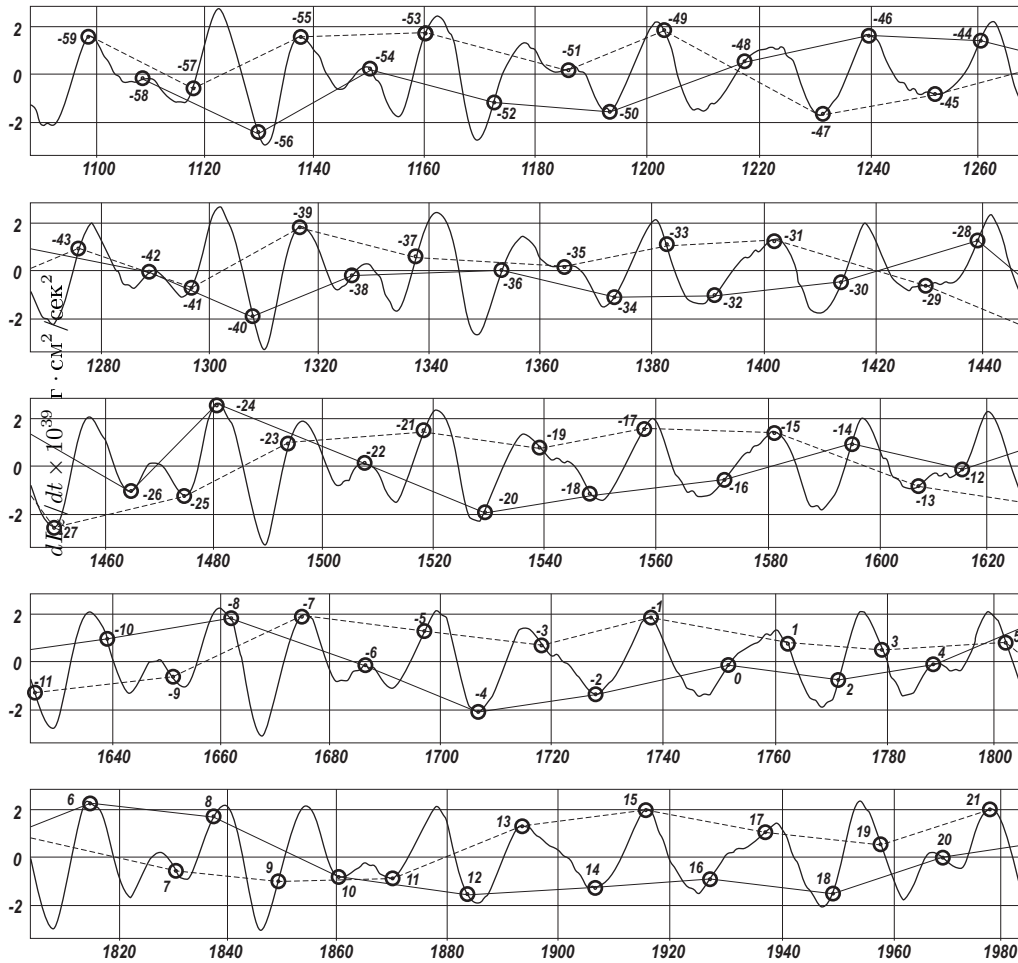


Рис. 5. (а). Кривые, огибающие положения максимумов четных и нечетных 11-летних циклов в 180-летних рядах  $dL_z/dt$

обнаруживают их проекцию на фотосферу. Поскольку в 20-летнем цикле одновременно на каждой фазе меняется соотношение потенциальной и кинетической энергии, становится ясна, согласно экспериментам в области машиностроения (Блехман, 1980), роль планет земной группы: они обеспечивают устойчивость Солнца в процессе энергетического обмена его с планетной системой, дозируя его с помощью генерации глобальных спиральных токовых структур на частотах обращения вокруг Солнца планет земной группы.

Этот процесс проявляется в двух наблюдаемых эффектах:

- в радиальных 20-летних пульсациях Солнца, синхронных с пульсациями Земли и земной орбиты (Васильева и др., 2002);
- в фоновой 20-летней структуре Солнечной магнитосферы, которая компонентами магнитного поля и эволюцией в 20-летнем цикле отражает диссипативную структуру конвективной зоны (Васильева, Невская, 2002; Васильева, Федоров, 1981).

В результате проведенных исследований оказывается возможным представить непротиворечи-

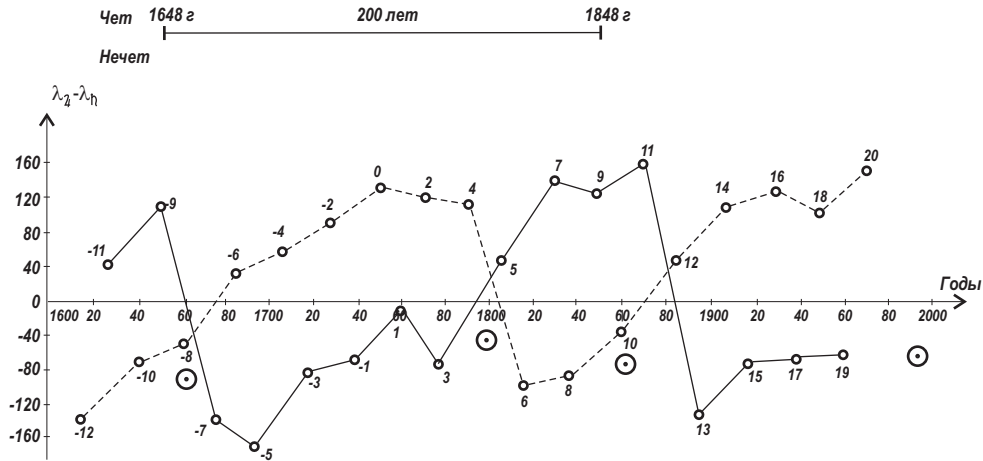


Рис. 5. (b). Относительное положение Юпитера и Сатурна в эпохи четных (пунктир) и нечетных (сплошная линия) циклов

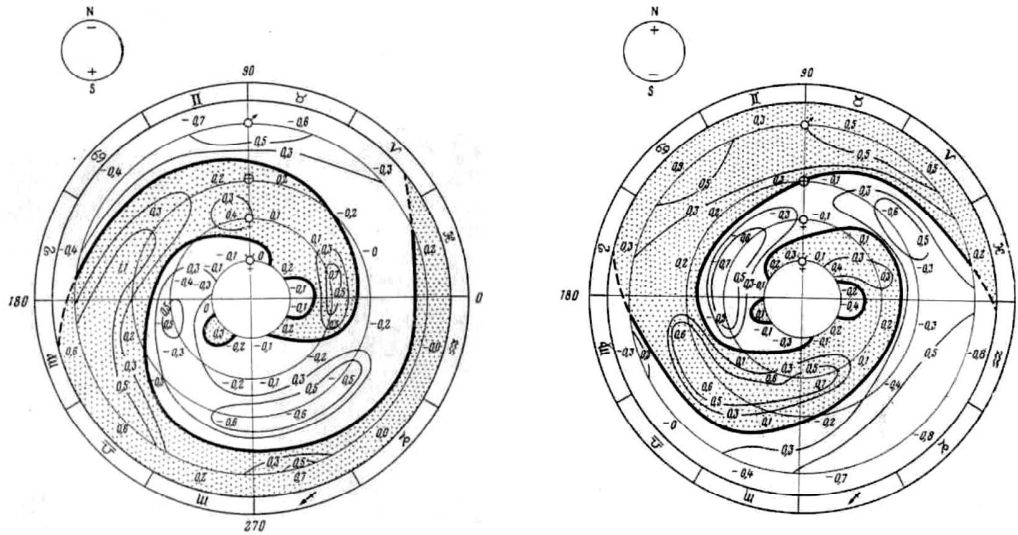


Рис. 6. Положения максимумов 11-летнего цикла Цюрихского ряда с j 1 по j 22 (a) на кривых  $dL_z/dt$  (b),  $dL_x/dt$  (c),  $dL_y/dt$  (d) в последовательности 180-летних циклов

вый сценарий солнечной активности и солнечно-земных связей в 20-летнем цикле.

## Литература

Блехман И.И. // Синхронизация в природе и технике. М.: Наука. 1980. С. 351.  
 Васильева Г.Я., Невская Н.И. // СПб. Кеплеровский сборник. 2002. N. 2. С. 118.  
 Васильева Г.Я., Федоров П.М. // Physica SOLARI-TERRESTRIS. Potsdam. 1981. N. 17. P. 71.  
 Васильева Г.Я., Нестеров М.М., Черных Ю.В. // СПб. Кеплеровский сборник. 2002. N. 2. С. 127.  
 Владимирский Б.М., Брунс А.В. // Биофизика. 2001. Т. 46. Вып. 5. С. 835.  
 Гринспен Х. // Теория вращающихся жидкостей. Гидрометеиздат. Л.-д.: 1975. С. 304.  
 Румянцева Л.И. и др. // Сборник тезисов докладов Всероссийской астрономической конференции. СПб. 2001. С. 30.