

## **СВОЙСТВА СЕВЕРО-ЮЖНОЙ АСИММЕТРИИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ КАК СУПЕРПОЗИЦИИ ДВУХ РЕАЛИЗАЦИЙ – ЕЕ ЗНАКА И АБСОЛЮТНОЙ ВЕЛИЧИНЫ**

**Бадалян О.Г., Обридко В.Н.**

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН  
им. Н.В. Пушкова, Троицк, Москва, Россия*

## **NORTH-SOUTH ASYMMETRY AS A SUPERPOSITION OF TWO REALIZATIONS: THE SIGN AND ABSOLUTE VALUE**

**Badalyan O.G., Obridko V.N.**

*Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere, and Radio Wave Propagation, Russian Academy of Sciences, Troitsk, Moscow, Russia*

*This work is devoted to further development of our concept of the north-south asymmetry of solar activity proposed earlier in [1]. The asymmetry defined as  $A = (N-S)/(N+S)$  (where  $N$  and  $S$  are, respectively, the indices of activity of the Northern and Southern hemispheres) is treated as a superposition of two functions: the sign of asymmetry and its absolute value. We study the asymmetry of sunspot areas for the period 1874–2013. As shown in [1], the sign of the asymmetry provides the main information on its time behavior. Like the asymmetry on the whole, its sign displays quasi-periodic 12-year variation with clearly pronounced quasi-biennial oscillations. To establish the nature of this phenomenon, we have considered the statistics of so-called monochrome intervals (long intervals of positive or negative asymmetry), which obeys the random distribution law. In the second function – the asymmetry absolute value – one can reliably isolate the 11-year cycle shifted by half a period with respect to the Wolf number cycle. It is shown that this parameter has a significant prognostic value: the higher the maximum magnitude of the asymmetry, the lower the following Wolf number maximum. The proposed concept of N-S asymmetry has a fundamental nature and is related to the general methodology of cognizing the world.*

### **Введение**

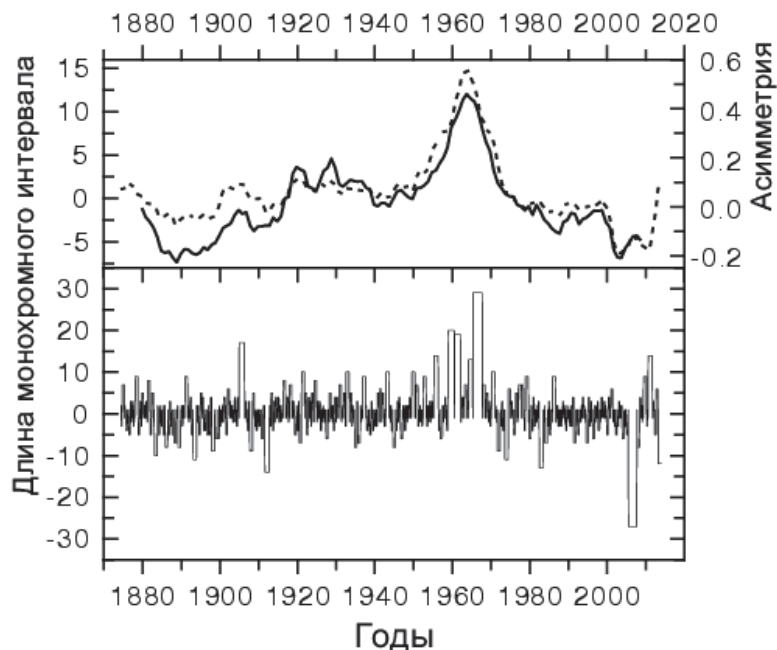
Ранее в [1] мы предложили нестандартный подход к интерпретации северо-южной асимметрии солнечной активности. N-S асимметрия, определяемая как  $A = (N-S)/(N+S)$ , где  $N$  и  $S$  – значения индексов активности для северного и южного полушарий, рассматривалась в [1] как суперпозиция знака асимметрии и ее абсолютной величины. Показано, что знак содержит основные свойства асимметрии. В то же время, абсолютное значение асимметрии (ее модуль) имеет строгий 11-летний период, сдвинутый на полцикла относительно чисел Вольфа.

В данной работе продолжено рассмотрение асимметрии суммарных площадей пятен для 1874–2013 гг.

### Статистика интервалов "переключения" знака асимметрии

Общий временной ход знака асимметрии является последовательностью интервалов, в течение которых асимметрия имеет положительный или отрицательный знак. Длины этих интервалов изменяются со временем. В конце каждого интервала асимметрия как бы переключается с одного знака на другой. Важно понять, существует ли какая-то закономерность в распределении этих интервалов.

Интервалы времени, когда асимметрия имеет один и тот же знак, можно назвать "монохромными" интервалами. Их распределение показано нижней панели рис. 1. Верхняя панель рис. 1 показывает, что сглаженная кривая монохромных интервалов очень близка к сглаженной кривой асимметрии.



**Рис. 1.** Вверху – асимметрия (сплошная кривая, усреднения с окном 132 месяца) и усредненные таким же образом значения длин монохромных интервалов (пунктирная кривая). Внизу – временной ход длин монохромных интервалов.

Рассмотрим частоту распределения монохромных интервалов. Гистограммы распределения всех интервалов  $\varphi(L)$ , положительных  $\varphi(L_p)$  и отрицательных  $\varphi(L_m)$  изображены на рис. 2. Каждая из гистограмм нормирована на полное число всех интервалов. Видно, что функции  $\varphi(L_p)$  и  $\varphi(L_m)$  практически совпадают друг с другом, а  $\varphi(L)$  примерно в два раза выше. Полученные гистограммы аппроксимируются экспоненциальной зависимостью. Параметры этой зависимости показывают, что на интервале длительностей интервалов от 1 до 12 месяцев гистограмма соответствует уравнению Пуассона  $n \sim \exp(-t/\beta)$  при  $\beta = 1.724$ . Это означает, что распределение монохромных интервалов подчиняется законам случайной статистики вплоть до интервалов длительностью порядка года.

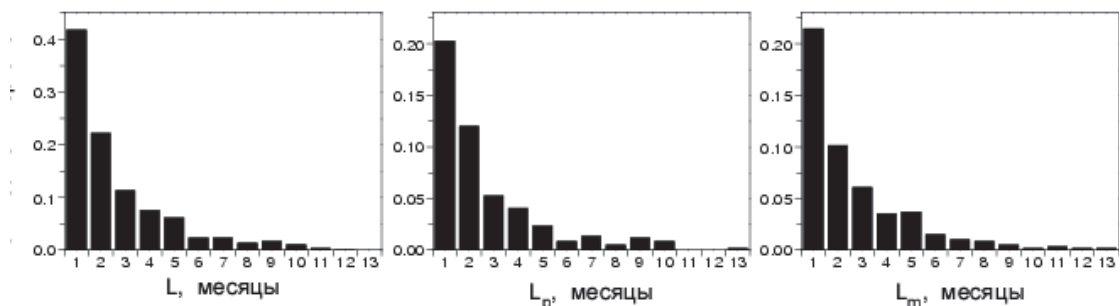


Рис. 2. Слева направо – гистограммы частоты встречаемости монохромных интервалов независимо знака, положительных и отрицательных.

### Прогностические возможности модуля асимметрии

Рассмотрение модуля асимметрии позволяет выявить некоторые новые свойства. Выяснилось, что максимумы абсолютной асимметрии находятся в минимумах цикла активности. Покажем, что этот эффект не связан только с появлением в минимуме цикла неопределенности типа 0 : 0.

Используем понятие фазы цикла  $\Phi = (\tau - m) / abs(M - m)$ , где  $\tau$  – текущий момент времени,  $m$  и  $M$  – моменты минимума и максимума. В минимуме фаза равна 0, в максимуме  $\pm 1$ . Сведем все циклы к одному среднему циклу путем нормирования и усреднения по фазе и вычислим значения  $N+S$  и  $abs(N-S)$ , рис. 3 слева. Справа на рис. 3 дано отношение этих величин, т.е. средний цикл для абсолютной асимметрии. Видно, что значения  $abs(N-S)$  в минимуме значительно выше, чем в максимуме. Поэтому вычисленная по этим значениям асимметрия имеет максимальное значение в минимуме.

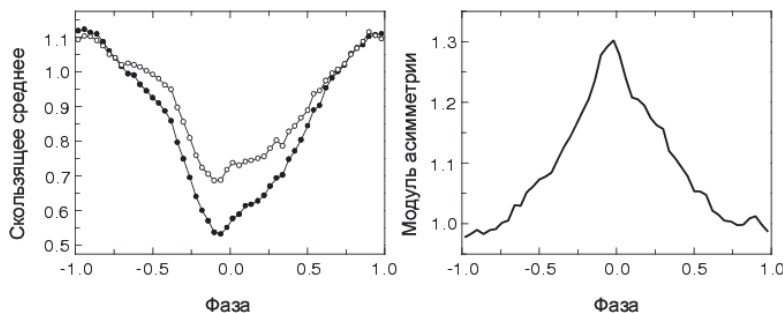
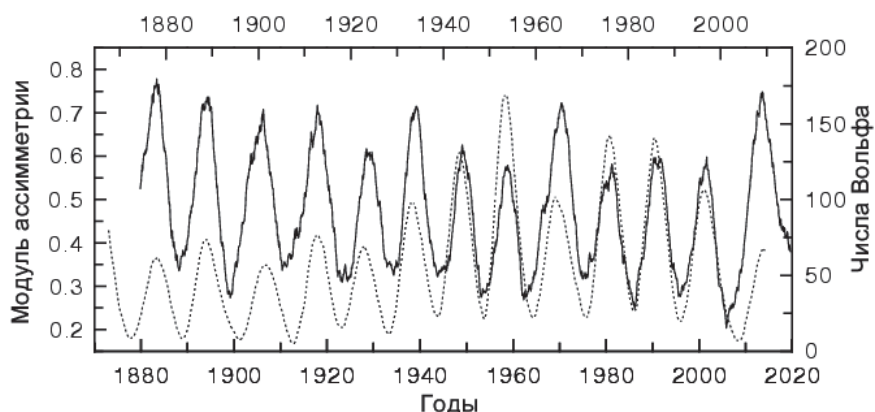


Рис. 3. Слева – средние значения  $abs(N-S)$  (верхняя кривая) и  $N+S$  (нижняя кривая) в зависимости от фазы цикла. Справа – отношение этих кривых (асимметрия).

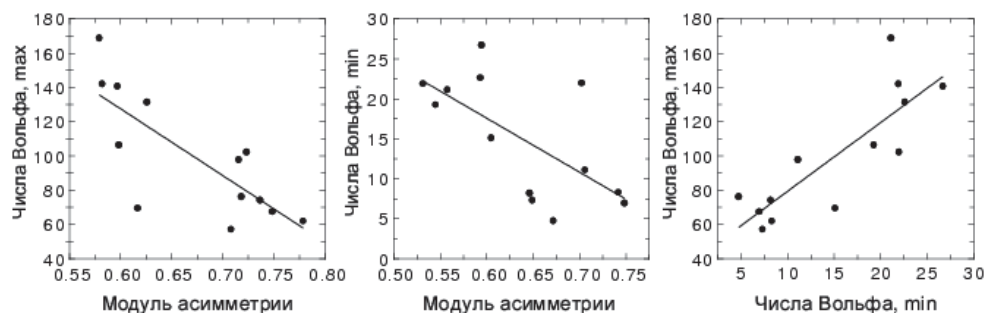
Сдвинем временной ряд абсолютной асимметрии, вычисленной по площадям пятен, вперед на полцикла, т.е. на 5.5 лет, и наложим на ряд чисел Вольфа (рис. 4). Оба ряда сглажены с окном 4 года. Видны различия высот минимумов и максимумов – чем выше значение асимметрии в минимуме, тем ниже высота максимума последующего цикла. Этот вывод можно использовать для прогноза.

На рис. 5 показан коэффициент корреляции между величиной модуля асимметрии в минимуме цикла и высотой последующего максимума и со-

ставляет 0.777 (левая панель). В центре на рис. 5 показана связь модуля асимметрии в минимуме цикла со значением числа Вольфа в минимуме того же цикла, коэффициент корреляции составляет 0.658. Это означает,



**Рис. 4.** Модуль асимметрии площадей пятен со сдвигом на полцикла вперед (сплошная кривая) и числа Вольфа (пунктирная). Шкала внизу соответствует числам Вольфа, шкала сверху сдвинута на полцикла и соответствует модулю асимметрии.



**Рис. 5.** Корреляционные зависимости между асимметрией и числами Вольфа.

что увеличение модуля асимметрии вблизи минимума (т.е. усиление дисбаланса между полушариями) приводит к ослаблению всего процесса пятнообразования. Тот же эффект лежит в основе прогноза высоты цикла по высоте минимума чисел Вольфа. По совокупности циклов 12–24 мы получили коэффициент корреляции 0.837 (правая панель рис. 5).

### Заключение

Представление N-S асимметрии как суперпозиции двух функций (знака и абсолютной величины) имеет фундаментальный характер и характеризует дуализм картины мира. Существо многих процессов в природе можно описать в двоичном коде “да-нет”, хотя для полного описания требуется дополнительная детализация.

Работа поддержана РФФИ, проект 14-02-00308.

### Литература

1. Бадалян О.Г., Обридко В.Н. // Труды ежегодн. конф. по физике Солнца, СПб, ГАО РАН, 2009, с. 37.