

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Н.Ю., Занданов В.Г., Михалина Ф.А. Предварительные результаты наблюдений радиоизлучения солнца в дм диапазоне в УАФО// Глобальные вариации солнца и физика активных областей. Владивосток: Дальнаука. 1993. С.3–13.
2. Кузьменко И.И. Солнечная активность и ее влияние на землю. Владивосток: Дальнаука. 2000. С. 69–76. (Тр. УАФО; Вып. 4).
3. Ерофеева А.В. Использование цифровой камеры при наблюдениях фотосферы Солнца. Владивосток: Дальнаука. 2004. С.52–59. (Тр. УАФО; Вып. 8).
4. Solar Geophysical Data. Сайт –<http://sgd.ngdc.goaa.gov/sgd/jsp/solarindex.jsp>

Л.А. Плюснина*

О СЕВЕРО-ЮЖНОЙ АСИММЕТРИИ ВРАЩЕНИЯ ГЕЛИОДОЛГОТНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ И 22-ЛЕТНЕМ ЦИКЛЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что солнечная активность неоднородно распределена по гелиодолготам, образуя, так называемые, активные долготы. Согласно сложившимся представлениям, активные долготы – это долготные интервалы на Солнце, в которых в течение продолжительного времени (несколько лет) солнечная активность проявляется существенно больше, чем в других долготных интервалах. Скорость их вращения близка к Кэррингтоновской. В настоящей работе рассмотрена северо-южная асимметрия, связанная с максимумами распределения пятен по долготам с учетом реально наблюдаемых периодов их вращения в масштабах каждого цикла солнечной активности. Мы не имеем достаточных оснований считать изучаемые объекты активными долготами в общепринятом представлении. Поэтому будем называть их долготными неоднородностями, чтобы не увеличивать неопределенность вокруг понятия активных долгот.

Используя Цюрихский и Уссурийский ряды ежедневных значений чисел Вольфа Плюснина [6] показала, что пятнообразовательная деятельность активных долгот северного и южного полушарий различна для фаз роста и спада цикла солнечной активности. Основываясь на данных о площадях солнечных пятен, авторы [11, 12] также установили различное в северном и южном полушариях поведение усредненных по восьми циклам характеристик пятенной активности, распределенных по гелиодолготе. В работах [6, 11, 12] рассматривались долготные неоднородности, предположительно

* Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, lplus@iszf.irk.ru

вращающиеся с кэррингтоновской скоростью, в соответствии с выводами [2] о скорости вращения активных долгот.

В то же время известно, что солнечные пятна, также как и другие явления солнечной активности в основном вращаются со скоростями, отличными от кэррингтоновской, показывая двухмодовое вращение с периодами около 27 и 28–29 суток [3, 5, 9]. Кичатинов и Олемской [4], подтвердив неслучайный характер долговременного неоднородного по долготе распределения солнечных пятен, пришли к выводу, что статистически достоверным можно считать вращение долготной неоднородности с периодом чуть больше 28 суток и только в нечетных циклах в северном полушарии. В качестве исходных данных они использовали Гринвичский каталог групп солнечных пятен за шесть циклов солнечной активности: с 12 по 17. Используя тот же самый каталог Бердюгина и Усоскин [7] сумели выделить разнесенные приблизительно на 180° две активных долготы, вращающиеся с периодом чуть меньше 28 дней, в обоих полушариях в каждом цикле на протяжении 120 лет: с 12 по 22 циклы солнечной активности. Однако Пелт и др. [10] усомнились в результатах, отметив, что они могут быть следствием используемой авторами методики. Таким образом, ситуация неоднозначна как с выделением долгоживущих долготных неоднородностей, так и с определением скорости их вращения даже при условии использования одних и тех же исходных данных. В настоящее время для долгоживущих гелиодолготных неоднородностей выявлены три типа вращения: с кэррингтоновской или близкой к ней скоростью, ускоренное (с периодом 26–27 суток) и замедленное (с периодом 28–29 суток) по отношению к кэррингтоновскому вращению.

Рассмотрим статистически значимые в масштабах отдельных циклов солнечной активности гелиодолготные неоднородности и распределение их по периодам вращения в северном и южном полушариях.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Использовались два разделенных по полушариям ряда Гринвичских данных за период 1878–2005 годы. Ряды представляют со-

бой ежедневные суммированные по диску Солнца значения площадей солнечных пятен. Этот ряд представляет собой результат скользящего суммирования площадей пятен по окну в 180° по долготе с шагом в одни сутки. Понятно, что в таких данных увеличен вклад долгоживущих событий, поскольку они неоднократно участвуют в формировании исследуемого индекса.

Ежедневные значения площадей пятен по полушариям A_N и A_S с целью упрощения спектрального состава были подвергнуты процедуре вейвлет-фильтрации. В результате были исключены высокочастотная (характерный временной масштаб менее 8 сут) и низкочастотная (более 32 сут) составляющие. Отфильтрованные ряды δA_N и δA_S содержат изменения с периодами близкими периоду вращения Солнца. Подробное описание методики содержится в работах [5, 8].

Для того чтобы определить гелиодолготные неоднородности в распределении солнечных пятен с помощью рядов δA_N и δA_S , из них были сформированы двумерные массивы, в которых одно из измерений, развертка событий по долготе, соответствует одному обороту, а второе равно продолжительности цикла в оборотах. Продолжительность одного оборота изменялась в зависимости от исследуемого синодического периода. Следующий шаг состоял в суммировании элементов массива вдоль каждой долготы за весь цикл солнечной активности. Вычисления по описанной схеме были проведены для обоих полушарий всех циклов (с 12 по 23) для синодических периодов от 26,5 до 29,5 суток с шагом по периоду равным 0,1 сут. Большая часть вычислений выполнена в среде “MATLAB”.

Для каждого цикла, с учетом двух полушарий и всех рассматриваемых синодических периодов, было получено по 60 кривых распределения площадей пятен по долготе. Для каждого полушария каждого из циклов активности с 12 по 23 для дальнейшего анализа отобраны распределения со статистически значимыми максимумами.

**СЕВЕРО-ЮЖНАЯ АСИММЕТРИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ГЕЛИОДОЛГОТНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ПО ПЕРИОДАМ
ВРАЩЕНИЯ**

На основе полученных данных построены гистограммы распределения неоднородностей по периодам вращения для обоих полушарий (рис. 1). В северном полушарии гелиодолготные неоднородности в исследуемый период времени распределены в основном по трем группам периодов: 26,7–27,4, 27,9–28,3 и 28,9–29,4 суток. В южном полушарии выделяется в основном одна группа периодов вблизи 26,7–27,2 суток, две других группы практически не разделяются.

Проведем скользящее сглаживание по трем точкам и оценим критерии неслучайности распределений по методу последовательных разностей [1]. Распределение неоднородностей по периодам в северном полушарии оказалось отличным от случайного, а в южном – случайным. В [4] отмечалось, что распределения неодинаковы в четных и нечетных циклах солнечной активности. Воспользуемся этим замечанием. Темные столбики на гистограммах (рис. 1, а и рис. 1, б) обозначают нечетные, а светлые – четные циклы солнечной активности. Видим, что большинство мод северного полушария принадлежат нечетным циклам, а южного – четным. Проведем скользящее сглаживание по трем точкам в северном полушарии только для нечетных циклов и только для четных циклов в южном. Результат представлен на рис. 2. Согласно оценке критерия неслучайности полученные распределения приобретают неслучайный характер в обоих полушариях.

Таким образом, распределение мод вращения неоднородностей по полушариям зависит от четности цикла солнечной активности. Эта зависимость, в свою очередь, может свидетельствовать о связи механизма формирования неоднородностей с 22-летним магнитным циклом.

Автор благодарен сотрудникам Гринвичской обсерватории за возможность использовать ряды данных о солнечных пятнах, получая их по сети Интернет (<http://scienc.msfc.nasa.gov/ssl/pad/solar/greenwch.htm>).

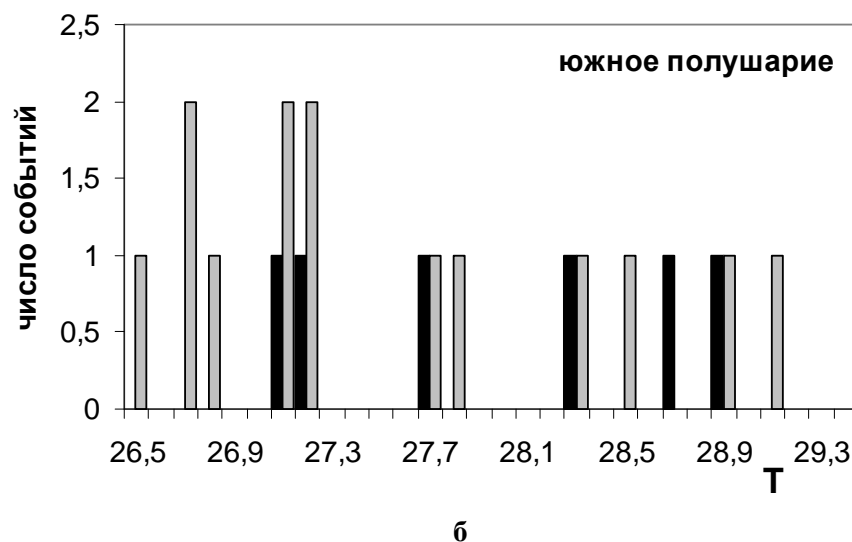
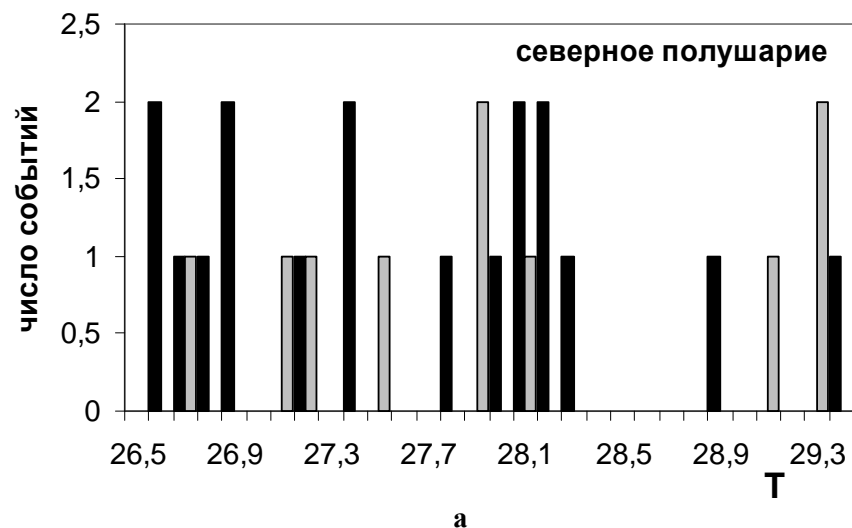


Рис. 1. Гистограммы распределения неоднородностей по периодам вращения для обоих полушарий. Темные столбики – нечетные циклы; светлые – четные

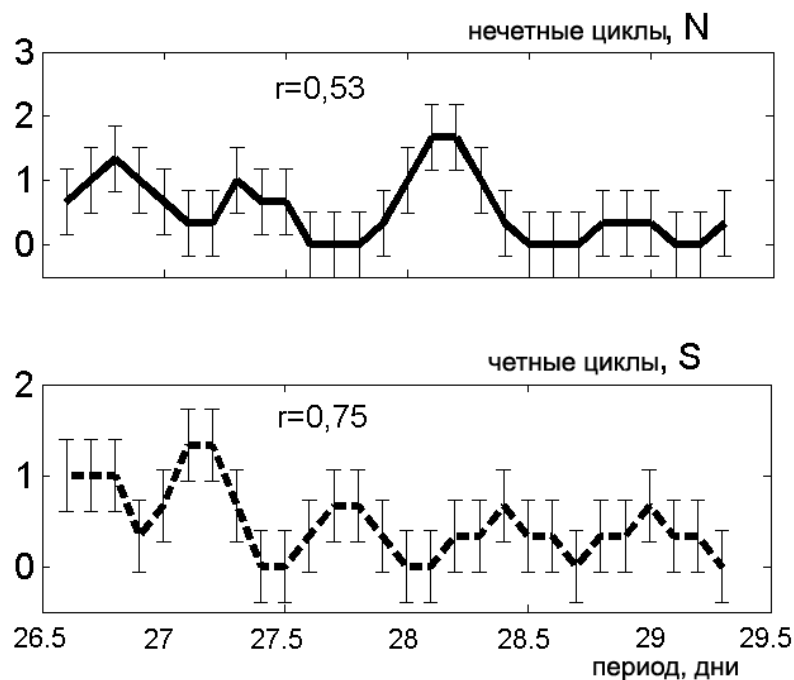


Рис. 2. Сглаженные по трем точкам распределения неоднородностей по периодам вращения только для нечетных циклов северном полушарии и только для четных циклов – в южном, Полученные распределения имеют неслучайный характер ($r < 1$) в обоих полушариях

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов ВНШ-4741.2006.2, РФФИ-05-02-04015 и интеграционного проекта СО РАН – ДВО РАН №183.

ЛИТЕРАТУРА

1. Венецкий И.Г., Венецкая Е.И. В кн.: Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе. М.: Статистика. 1979.
2. Витинский Ю.И. Морфология солнечной активности. М.: Наука. 1966.
3. Иванов Е.В. О пространственно-временном распределении факелов и солнечных пятен // Солнечные данные. 1986. №7. С.61.

4. Кичатинов Л.Л., Олемской С.В. Активные долготы Солнца: период вращения и статистическая достоверность // Письма в Астрон. журн. 2005. Т. 31. № 4. С.309.

5. Мордвинов А.В., Плюснина Л.А. Магнитные активные долготы и изменения вращения Солнца в 1610-2002 гг. // Солнце в эпоху смены знака магнитного поля. Труды международной конференции. ГАО РАН, Пулково, 2001. С.289.

6. Плюснина Л.А. Северо-южная асимметрия и циклические изменения продуктивности активных долгот // Климатические и экологические аспекты солнечной активности, Труды международной конференции, ГАО РАН, Пулково, 2003. С.353.

7. Berdyugina S.V. and Usoskin I. Active longitudes in sunspot activity: century scale persistence // Astron. Astrophys.. 2003. V. 405. P. 1121.

8. Mordvinov A.V. and Plyusnina L.A. Cyclic changes in solar rotation inferred from temporal changes in the mean magnetic field // Solar Phys. 2000. V.197. P.1.

9. Mordvinov A.V., Salakhutdinova I.I., Plyusnina L.A., Makarenko N.G., Karimova L.M. The topology of background magnetic fields and solar flare activity // Solar phys. 2002. V. 211. № 1. P. 241.

10. Pelt J., Tuominen I. and Brooke J. Century-scale persistence in longitude distribution in the Sun and in silico // Astron. Astrophys. 2005. V. 429. P. 1093.

11. Vernova E.S., Tyasto M.I., Mursula K., Baranov D.G. Longitudinal structure of solar activity in solar cycles 15-22 // Климатические и экологические аспекты солнечной активности, Труды международной конференции, ГАО РАН, Пулково, 2003. С. 83.

12. Vernova E.S., Tyasto M.I., Mursula K. and Baranov D.G. Long-term longitudinal asymmetries in sunspot activity: difference between the ascending and descending phase of the solar cycle // Solar Phys. 2004. V. 221. P. 151.