ШИРОТНО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИХ ВАРИАЦИЙ КОРОНАЛЬНЫХ ЯРКИХ ТОЧЕК

Миненко Е.П., Эгамбердиев Ш.А.

Астрономический институт им. Мирзо Улугбека АН РУз., Ташкент, Узбекистан

LATITUDINAL AND TEMPORAL ANALYSIS TO LONG-PERIOD VARIATIONS OF THE CORONAL BRIGHT POINTS

Minenko E.P., Ehgamberdiev Sh. A.

Ulugh Beg Astronomical Institute (UBAI), Tashkent, Uzbekistan

The analyses of temporal and latitudinal variations of wavelet spectra for the number of Coronal Bright Points (CBP) in 23 and 24 cycles of solar activity were carried out using the Morlet wavelet function. Variation of the CBPs total number does not show any noticeable correlation with the sunspot cycles. On the other hands the CBPs number at high latitude zone appears to be in anticorrelation with the solar cycle.

DOI: 10.31725/0552-5829-2020-217-220

На первых снимках Солнца, полученных в мягкой рентгеновской области спектра с зондирующей ракеты Астробее в 1969 году, были обнаружены сразу два до этого неизвестных образования [1]. Это корональные дыры и корональные яркие точки (КЯТ). На изображениях диска Солнца в рентгене и далёкой ультрафиолетовой областях спектра можно видеть несколько десятков, а иногда и сотню, компактных образований (именно поэтому они и были названы «точками»), размером 10–40 секунд дуги (arcsec) и средним временем жизни от 8 часов до двух суток [2, 3].

Дальнейшие исследования показали, что КЯТ отчетливо наблюдаются не только в рентгеновских, ультрафиолетовых лучах, но и проявляются радиодиапазоне, а также, отчетливо видны на спектрогелиограммах в линии 10830 Å нейтрального гелия [4–8]. В целом ряде работ, исследована локализация КЯТ относительно узлов хромосферной сетки, а также, связь с мелкомасштабными эфемерными активными образованиями с биполярным магнитным полем [4–8].

Анализ рентгеновских снимков, полученных с высоким пространственным разрешением с космических аппаратов, позволил обнаружить тонкую структуру КЯТ, состоящую из отдельных короткоживущих «пелетель» [6]. Именно такая структура КЯТ, по-видимому, объясняет вариации их яркости. Более детальные сведения о периодических колебаниях яркости этих образований были получены на основе применения вейвлет-анализа. Так, было установлено, что периоды колебаний яркости КЯТ могут находиться в диапазоне от 420–650 до 1100 секунд [9–10]. В дальней-

шем были обнаружены более длительные периодические колебания яркости продолжительностью до 64 минут [11].

Существует мнение, что КЯТ и связанные с ними биполярные магнитные структуры очень похожи на мелкомасштабные активные области на Солнце [12]. Отсюда следует, что КЯТ тоже должны показывать долгопериодические временные и широтные вариации по аналогии с циклическими изменениями солнечной активности.

Поэтому целью настоящей работы являлся поиск на основе вейвлет-анализа временных и пространственных закономерностей в вариации числа КЯТ в зависимости от фазы циклов солнечной активности.

В качестве исходных данных для анализа мы использовали ряды среднемесячных значений как полного числа КЯТ, так и их распределение на различных широтных интервалах по диску Солнца, полученных с частотой один снимок в день. Анализируемые данные получены из корональных снимков инструмента EIT/SOHO на длине волны 195 Å [13]. Для анализа были использованы программы, написанные на платформе IDL 8.5 с использованием библиотеки Solar Soft (SSW). Были изучены широтно-временные изменения частотных спектров для числа КЯТ с использованием вейвлет-преобразования. В данной работе для анализа был выбран вейвлет Морле. Разделение КЯТ по гелиоширотам проведено согласно нашим ранним работам и рекомендациям для данных EIT/SOHO [14].

На рис. 1 представлены графики изменения среднемесячных значений числа КЯТ для полного солнечного диска (слева) и соответствующие вейвлет-спектры (правая колонка) в трех широтных зонах: на экваторе, в зоне активных образований и на высоких широтах. На левой колонке явно видно, что число КЯТ на разных широтах меняется по-разному. Кривая изменения среднемесячного числа КЯТ суммарно по всем широтам не показывает явного соответствия с течением 23 и 24 циклов солнечной активности. На экваторе кривая изменения числа КЯТ согласуется с течением солнечных циклов. С другой стороны, изменение числа КЯТ на высоких широтах явно развивается в противофазе с течением рассматриваемых солнечных циклов.

Результаты оценки спектральной плотности как функции периода в случае вейвлет-спектров (см. рис. 1., правая колонка) показали, что одиннадцатилетняя цикличность отмечается во всех рассматриваемых случаях, включая кривую суммарного изменения среднемесячного числа КЯТ.

На экваторе цикл более выражен и начинается раньше, чем на других широтах, также наблюдается более широкий профиль. Кроме того, на экваторе наблюдается два квазипериодических интервала продолжительностью около 5 лет (первый в 23 цикле, второй, менее выраженный в 24). Также, в случае экватора, явно выделяются три периода: порядка 11 лет, 12.5 и 22 года. Нужно отметить, что продолжительность 23 цикла по числу Вольфа составляет 12.7 лет, а 24 – 11.5 лет, соответственно. Наблюдается

Рис. 1. Графики изменения числа КЯТ (левая колонка) и соответствующий модуль вейвлет-преобразования по времени на различных широтах.

более раннее начало развития активности КЯТ в случае экватора и высоких широт. В то время как в зоне широт активного Солнца наблюдается более суженный профиль распределения спектральной плотности. Возможно, это может служить свидетельством того, что эволюция КЯТ может подчиняться закону Шпёрера, и подобно солнечным пятнам, КЯТ в начале цикла возникают на высоких гелиографических широтах, впоследствии мигрируя к экватору. Частично это может быть также следствием сложения мод двух типов КЯТ, где первый тип «ярких» КЯТ дает высокий коэффициент корреляции, а второй тип («тусклые» КЯТ) показывает антикорреляционную картину с циклом солнечной активности [14].

Данная работа выполнена в рамках проекта ВА-ФА-Ф-2-009ФИ АН РУз.

Литература

1. *Vaiana G.S., A.S. Krieger, L.P. Van Speybroeck, T. Zehnfennig* // Bull. Am. Phys. Soc., 1970, 15, 611.
2. *Golub L., A.S. Krieger, J.K. Silk, et al.* // Astrophys. J., 1974, 189, L93.
3. *Sheeley N.R.Jr., L. Golub* // Sol. Phys., 1979, 63, 119.
4. *Wang & Sheeley* // Astrophys. J., 1994, 284, 265.
5. *Эгамбердиев Ш.А., Н.А. Яковкин, М.Ю. Зельдина* // Изв. АН УзССР, 1983, серия физ.-мат. наук, № 5, с. 59-63.
6. *Habbal S.R., G.L. Withbroe, J.F. Dowdy* // Astrophys. J. 1990, 352, 333.
7. *Webb D.F., S.F. Martin, D. Moses, J.W. Harvey* // Sol. Phys., 1993, 144, 15.
8. *Madjarska M.S., J.G. Doyle, L. Teriaca, D. Banerjee* // A&A, 2003, 398, 775.
9. *Ugarte-Urra I., J.G. Doyle, M.S. Madjarska, E.O'Shea* // A&A, 2004a, 418, 313.
10. *Ugarte-Urra I., J.G. Doyle, M.S. Madjarska, C.R. Foley* // A&A, 2004b, 425, 1083.
11. *Tian H., L.-D. Xia, and S. Li* // A&A, 2008, 489, 741.
12. *Vaiana G.S., J.M. Davis, R. Giacconi, et al.* // Astrophys. J. Lett., 1973, 185, L47.
13. *Delaboudinière J.P., G.E. Artzner, A.H. Gabriel, et al.* // Solar Physics, 1995, 162 (1–2): 291–312.
14. *Sherdanov Ch.T., E.P. Minenko, A.M. Tillaboev, I. Sattarov* // Astrophysics and Space Science Proceedings 2012, 30, 197.