К ВОПРОСУ О СЕВЕРО-ЮЖНОЙ АСИММЕТРИИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Крамынин А.П., Михалина Ф.А.

Уссурийская астрофизическая обсерватория, Уссурийск, Россия

TO THE QUESTION ON NORTH SOUTHERN ASYMMETRY OF SOLAR ACTIVITY

Kramynin A.P., Mikhailina F.A.

*Ussuriisk astrophysical observatory, Ussuriisk, Russia
a.p.kramynin@mail.ru*

Cyclic changes of an index of North southern asymmetry from a cycle to a cycle for the period 1874–2012 are investigated. The decomposition method on the natural orthogonal functions of the matrix has been used, which made of the annual longitudinal distributions of an index of asymmetry for 11-year cycle. The analysis reveals the structures which continue for several 11-year cycles and alternating with each other by the quasi-period about eight 11-year cycles. It is visible that the structures formed on a branch of recession of a cycle, in other cycle are displaced more close to a cycle maximum. The basic contribution to an index of North-Southern asymmetry of solar activity bring years close to a cycle maximum. Occurrence of North southern asymmetry of number of solar stains the core is connected with shift of cyclic curves northern and southern hemispheres relatively each other, but there are periods, when it depends on other factors, for example – on the form of cyclic curve.

DOI: 10.31725/0552-5829-2018-247-250

За период более чем сто лет исследователи показали, что северо-южная асимметрия не случайна и выявили ряд закономерностей в ее проявлении [1]. Показано, что северо-южная асимметрия связана с различием высоты и формы циклических кривых северного и южного полушарий, а также с их временным сдвигом относительно друг друга. Выявлены периодичности, наблюдаемые в вариациях индекса северо-южной асимметрии 2, 11, 35–40 лет, а также наличие векового тренда. Представляется интересным определить вклад разных факторов в индекс северо-южной асимметрии и выявить картину как образуется та или иная периодичность.

Для анализа использовали данные о группах пятен с 1874 по 2012 годы, взятые из гринвичского каталога, наблюдений УАФО и ГАС ГАО. В качестве меры северо-южной асимметрии использовался индекс $\delta N = N_n - N_s$, где N_n – число пятен, наблюдавшихся в течение года в северном, а N_s – южном полушариях Солнца.

Использовался метод разложения на естественные ортогональные функции [4] матрицы годовые долготные распределения δN -время в виде:

$$\delta N_{ij} = \sum_{k=1}^n T_{ik} L_{kj},$$

где δN_{ij} – разность $N_n - N_s$ в i -ый год в j -том долготном интервале, L_{kj} – k -тая координатная функция, описывающая, в нашем случае, долготное распределение северо-южной асимметрии в i -ый год, T_{ik} – сопряженная с L_{kj} временная функция, описывающая поведение этого параметра со временем. Этот метод позволяет оценить вклад разных факторов, действующих на изучаемый процесс.

Рассмотрение синоптических карт индекса асимметрии яркости зеленой корональной линии в северном и южном полушариях в последовательных кэррингтоновских оборотах показывает, что широтные и долготные области, в которых доминирует северное или южное полушарие, образуют ориентированные области или вертикально вдоль широты, или горизонтально вдоль кэррингтоновской долготы [2]. Подобная картина выявлена для широтного и долготного распределений индекса северо-южной асимметрии и для числа солнечных пятен [3]. Кроме того видно, что используемый индекс северо-южной асимметрии больше в годы вблизи максимумов циклов. Что приводит к “полосатости” этих двумерных распределений и появлению вариаций, связанных с 11-летним циклом солнечной активности. В спектре вариаций индекса δN , рассчитанного методом мак-

Рис. 1. Спектр вариаций индекса северо-южной асимметрии, рассчитанный методом максимальной энтропии.

симальной энтропии, позволяющего получить более высокое частотное разрешение при коротких рядах, рис. 1 видим расщепленный пик в районе 11-летней компоненты и пик в длинноволновой части спектра, соответствующий периоду $T_d \approx 60$ лет. Длинноволновой период можно уточнить, если считать, что расщепление 11-летней компоненты связано с ее модуляцией длинноволновым компонентом. Тогда T_d будет равен ≈ 88 лет, что правдоподобно.

Результаты разложения на естественные ортогональные функции матрицы δN_{ij} – время для каждого цикла с 12 по 23 показывают, что вклад первой компоненты разложения колеблется от 25% до 45% в разных циклах. Причем коэффициент корреляции между соответствующими значениями первой временной функции и δN очень высок, достигает в некоторых циклах 0,98 (см. рис. 2). Это говорит о том, что первая временная функция разложения полностью описывает все вариации δN .

Рис. 2. Примеры зависимости $T = f(\delta N)$ годовых значений северо-южной асимметрии δN от соответствующих значений первой временной функции T для разных циклов. R^2 – коэффициент достоверности аппроксимации.

Анализ рис. 3 выявляет структуры, сохраняющиеся несколько 11-летних циклов и чередующиеся друг с другом с периодом около восьми 11-летних циклов. Структуры на ветви спада цикла, в другом цикле возникают ближе к максимуму цикла. Структуры, образованные по разные стороны от максимума цикла имеют разные знаки δN . Это говорит о том, что 88-летний цикл связан с периодически изменяющимся сдвигом циклических кривых относительно друг друга.

Итак, выявлены структуры, сохраняющиеся несколько 11-летних циклов и чередующиеся друг с другом с квазипериодом около восьми 11-летних циклов. Видно, что структуры, образованные на ветви спада цикла, в другом цикле возникают ближе к максимуму цикла. Основной вклад в

Рис. 3. Динамика изменений временного распределения индекса северо-южной асимметрии солнечной активности в 11-летнем цикле от цикла к циклу.

индекс северо-южной асимметрии солнечной активности вносят годы, близкие к максимуму цикла. Возникновение северо-южной асимметрии числа солнечных пятен основном связано с периодически изменяющимся сдвигом циклических кривых северного и южного полушарий относительно друг друга.

Литература

1. Витинский Ю.И., Конецкий М., Куклин Г.В. Статистика пятнообразовательной деятельности Солнца – М.: Наука, 1986.
2. Бадалян О.Г. О циклических изменениях пространственных «структур» северо-южной асимметрии / 8-я Конференция «Физика плазмы в солнечной системе» 4–8 февраля 2013 г., ИКИ РАН, Сборник тезисов, С. 20.
3. Kramynin A.P. and Mikhulina F.A. Latitude-Longitude Characteristics of the North–South Asymmetry of Solar Activity // *Geomagnetism and Aeronomy*, 2018, Vol. 58, No. 7, pp. 937–941
4. Вертлиб А.Б., Конецкий М., Куклин Г.В. Опыт применения разложения по естественным ортогональным функциям некоторых индексов активности // *Исследования по геомагнетизму, аэронамии и физике Солнца*: Иркутск, 1971. Вып. 2, С. 194-209.