

УДК 523.98  
PACS 95.85 Bh

## АНАЛІЗ ДОВГОТНОЇ СИНХРОННОСТІ ПЛЯМОТВОРЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СОНЦЯ

М. Ковальчук, М. Гірняк

*Астрономічна обсерваторія  
Львівського національного університету імені Івана Франка  
вул. Кирила і Мефодія 8, м. Львів, 79005, Україна  
e-mail: hirnyak@astro.franko.lviv.ua*

У результаті статистичної обробки спостережуваних даних встановлено, що групи плям у північній і південній півкулях взаємодіють між собою на дуже близьких довготах у широтному інтервалі  $\sim 35 - 45^\circ$ . Таким чином, відслідковується синхронізація плямотворчої діяльності Сонця у північній і південній півкулях на фоні асиметрії останніх. Це вказує на високу синхронність (коефіцієнт синхронності складає 0.68) магнітної взаємодії між активними областями на різних півкулях, особливо у фазах максимумів циклів. В інші епохи синхронізація активності у північній і південній півкулях також має досить високе значення - 0.57.

**Ключові слова:** сонячна атмосфера, активні області на Сонці.

В основі всіх явищ сонячної активності лежить вихід магнітного поля з-під фотосферних шарів. Ряд досліджень показує, що існує магнітний зв'язок між активними областями (АО) у різних півкулях. Так, ще у роботі Баніна та ін. [1] звернуто увагу на виключно високу синхронність у зміні напруженості поля N і S полярностей у кожній із полярних зон. Аналогічна картина за даними спостережень магнітного поля описана в роботі Северного [2], де виявлено синхронні зміни (пульсації) в північних і південних областях.

Спостереження кальцієвої сітки в лінії  $K_{232}CaII$  Цапом і Лабою [3] також показують синхронність зміни контрасту цієї сітки в районі північного і південного полюсів. У роботі Чистякова [4] описані синхронні сплески активності полярних факелів у великому інтервалі широт.

З іншого боку є дані про те, що між АО на різних півкулях зв'язок магнітних полів не є настільки суттєвий, а домінує лише в одній із півкуль (робота Швестки [5]). В іншій роботі Швестки [6] показано, що АО розміщуються в основному у двох довготних інтервалах, які перебувають один від одного на віддалі  $180^\circ$ .

Наявність таких суперечливих висновків, що стають на заваді об'єктивного дослідження, спонукала нас відслідкувати синхронізацію появи сонячних плям у північній та південній півкулях на різних фазах двох 11-літніх циклів сонячної активності - 22-го і 23-го за даними з 1986 по 2009 р.р. У кожному з цих періодів були виділені фази росту, максимуму і спаду активності Сонця.

Матеріалами для такого дослідження послужили результати щоденних спостережень Сонця, виконаних частково на Астрономічній обсерваторії Львівського національного університету імені Івана Франка і доповнених даними із INTERNET'у ([sxi.ngdc.noaa.gov/solar\\_monitor/](http://sxi.ngdc.noaa.gov/solar_monitor/)). Були використані дані - геліографічні координати та площі основних компонент груп сонячних плям, час їх виникнення і тривалість існування, їхня кількість та полярності ведучих плям і цілих груп.

Для перевірки синхронності плямотворчої діяльності у двох півкулях щоденні спостережувані фотогеліографічні дані були піддані детальній математичній обробці. Були отримані середні за місяць числа Вольфа у кожному циклі сонячної активності, а потім розраховані їх згладжені значення методом ковзаючого згладження. Для виявлення відомого явища північно-південної асиметрії ми отримали середні за місяць числа Вольфа для північної та південної півкуль у названих циклах.

Оскільки, як відомо, практично всі явища на Сонці мають залежність від фази циклу сонячної активності, то вивчати закономірності доцільно для окремих фаз циклу. Саме під таким кутом зору ми провели аналіз даних спостережень щодо просторового розподілу довготної складової індексу заплямованості на поверхні Сонця.

1. Виявилось, що просторовий розподіл сонячних плям суттєво відрізняється від хаотичного, причому на всіх фазах циклів активності. У цьому розподілі відчутно виділяються зони підвищеної і пониженої активності в обох півкулях Сонця. Переважно в роки максимуму розподіл плямотворення припадає на так звані "активні довготи". Однак на інших вітках циклу сонячної активності зони плямотворення розміщуються далеко від активних довгот (рис.1).

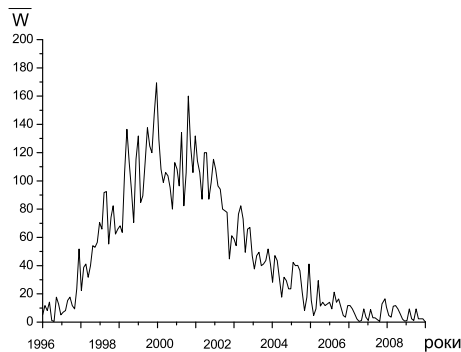


Рис. 1: Середньомісячні значення чисел Вольфа у 23-му циклі.

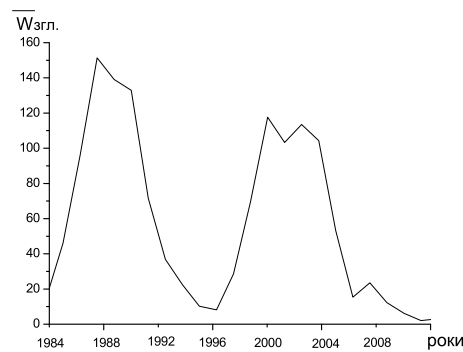


Рис. 2: Згладжені числа Вольфа у 22-у та 23-у циклах.

2. Як видно з рис.2, 23-й цикл сонячної активності є слабшим від 22-го циклу за основними характеристиками - числом, площею, середньорічними широтами виникнення плям, причому у 22-у циклі максимум у числі плям настає раніше (на третьому році), а у 23-у циклі - пізніше (на четвертому - у першій половині п'ятого).
3. Більше того, максимум плямотворчої діяльності досягається у північній півкулі пізніше, ніж у південній. Максимуми активності у різних півкулях зсунуті більш як на 1,5 року (рис.3 і 4).

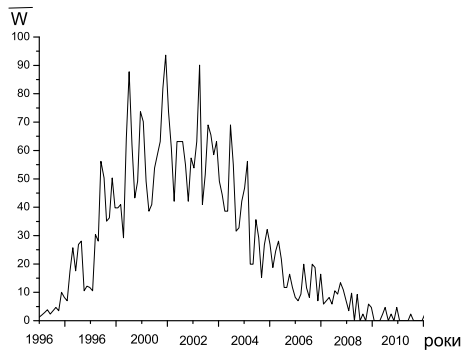


Рис. 3: Середньомісячні числа Вольфа у північній півкулі у 23-у циклі.

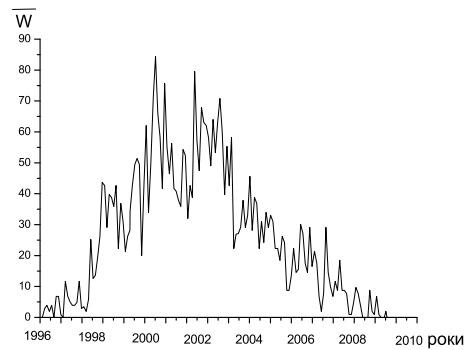


Рис. 4: Середньомісячні числа Вольфа у південній півкулі у 23-у циклі.

4. У зв'язку з такою асинхронністю плямотворчої діяльності спостерігається асиметрія в активності північної та південної півкуль: зміна згладжених величин чисел Вольфа для північної півкулі проходить гладше (рис.5), ніж для південної (рис.6), хоча у південній півкулі проглядається наявність двох, навіть трьох максимумів. Північно-південна асиметрія у плямотворчості особливо велика на фазі спаду активності.

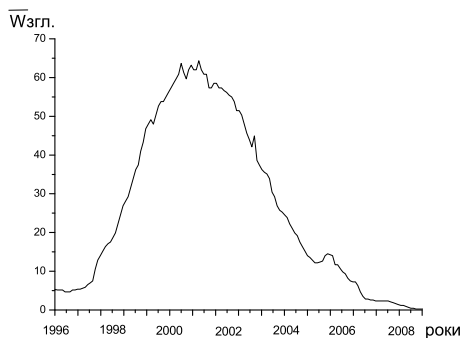


Рис. 5: Згладжені числа Вольфа у північній півкулі у 23-у циклі.

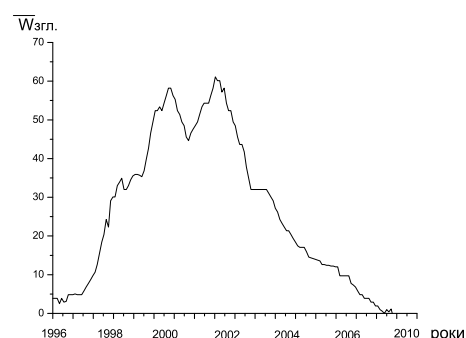


Рис. 6: Згладжені числа Вольфа у південній півкулі у 23-у циклі.

5. Характерним для 23-го циклу є поява груп плям великої площі (при меншій їх кількості), які виникали протягом цього циклу у північній і південній півкулях (рис.7,8). У 23-у циклі перевага плямистості спостерігається на вітці росту у північній півкулі, тобто домінує додатна асиметрія. Але на вітці спаду починає домінувати від'ємна асиметрія, тобто більше плям у південній півкулі.

6. Щодо зміни згладжених значень сумарної площі груп плям, то в південній півкулі вирізняються два чіткі максимуми як у 22-у, так і в 23-у циклах (рис.9-12). Добре виражена динаміка переходів від епохи росту до епохи максимуму циклу і від епохи максимуму до епохи його спаду.

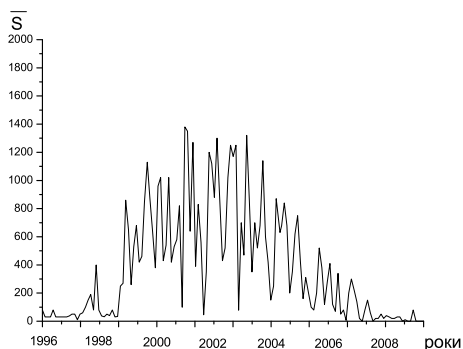


Рис. 7: Середньомісячні величини площ груп плям у північній півкулі у 23-у циклі.

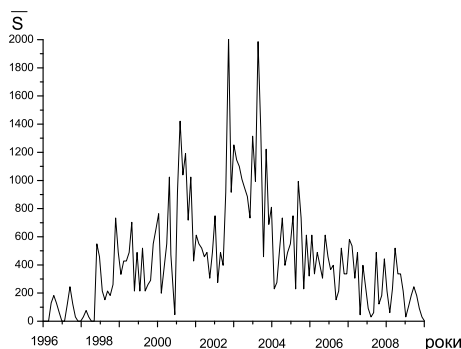


Рис. 8: Середньомісячні величини площ груп плям у південній півкулі у 23-у циклі.

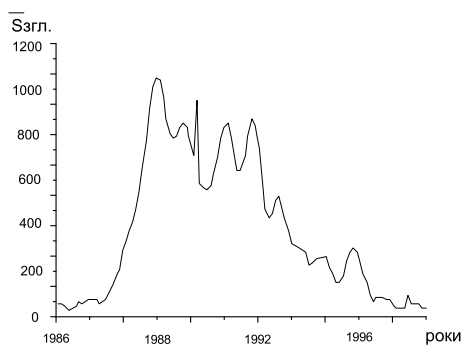


Рис. 9: Згладжені величини площ груп плям у північній півкулі у 22-у циклі.

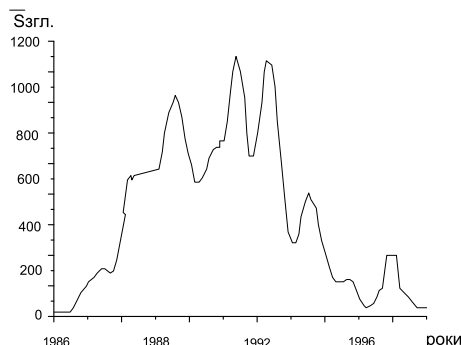


Рис. 10: Згладжені величини площ груп плям у південній півкулі у 22-у циклі.

7. Максимальна асиметрія плям північної та південної півкуль відповідає такій же асиметрії магнітних полів півкуль Сонця: індекси магнітної асиметрії були максимальними на початку вітки росту 23-го циклу (1998-1999р.р.). Саме тоді відбувалась зміна знаків полярностей ведучих плям. Далі асиметрія магнітних полів зменшувалась і стала мінімальною в епоху максимуму сонячної активності. Це узгоджується з отриманими нами даними про відносне зменшення площ і зон підвищеного плямоутворення та їх звуження за довготою за рахунок розширення зон із пониженою активністю у ці ж періоди - на фазах максимумів циклів.
8. Саме в ці періоди виявлено, що групи плям найчастіше взаємодіють одна з одною до віддалей в широкому інтервалі  $\sim (35 - 45)^\circ$ , тобто спостерігається певна північно-південна просторова синхронізація між цими групами (коефіцієнт синхронності становить 0.68). В інші епохи синхронізація активності у північній і південній півкулях також має досить високе значення - 0.57.

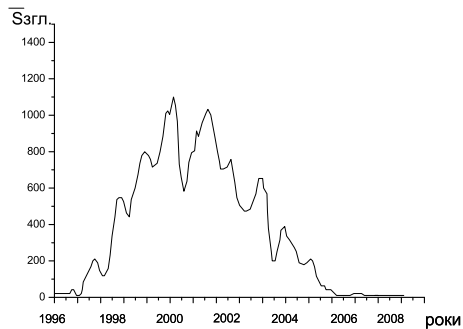


Рис. 11: Згладжені величини площ груп плям у південній півкулі у 23-у циклі.

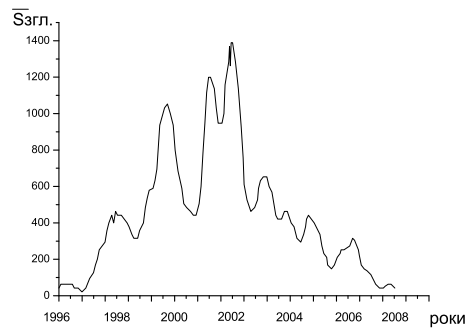


Рис. 12: Згладжені величини площ груп плям у північній півкулі у 23-у циклі.

### Список використаної літератури

1. Банин А.Н. Усиление магнитных полей радиояркости в миллиметровом диапазоне волн и H-активность в полярных областях Солнца / Банин А.Н., Гопасюк С.И., Ефанов В.А. и др. // Известия Крымской астрофиз.обс. - 1976. -Т. 55. - С. 3-13.
2. Северный А.Б. Магнитная асимметрия и колебания общего магнитного поля Солнца / Северный А.Б. // Известия Крымской астрофиз.обс. - 1967. -Т. 38. - С. 3-52.
3. Цап Т.Т. Изменение хромосферной сетки со временем / Цап Т.Т., Лаба И.С. // Известия Крымской астрофиз.обс. - 1973. -Т. 48. - С. 73-77.
4. Чистяков В.Ф. Полярные факелы Солнца / Чистяков В.Ф. // Методы и результаты исследований Солнца. - 1986. - С.3 - 36.
5. Svestka Z. Development of solar active region / Svestka Z. // American Science and Engineering, Inc., Cambridge, Mass. - 1976. - V. 1. - P. 129-143.
6. Svestka Z. Transequatorial loops interconnecting  $m_c$  regions 12472 and 12474 / Svestka Z., Krieger A.S., Chase R.C., Howard R. // Solar Physics. - 1977. - V. 52. - P. 69-90.

Стаття надійшла до редакції 1.04.2012  
 прийнята до друку 17.10.2012

## ANALYSIS OF LONGITUDINAL ACTIVITY OF SUNSPOT PRODUCTIVITY

M. Koval'chuk, M. Hirnyak

*The Ivan Franko National University of Lviv  
Astronomical Observatory  
8, Kyrylo and Mephodij Str., Lviv, 79005, Ukraine  
e-mail: hirnyak@astro.franko.lviv.ua*

As a result of statistical processing of solar observations on different phases of 22-nd and 23-rd solar activity cycles was discovered that groups of spots in north and south hemispheres are interacting among on very similar longitudes in latitudinal interval  $(35 - 45^{\circ})$ . Thus synchronization of sunspot productivity in north and south hemispheres are following of course that on the background of assymetry of last. It's indicated on high synchronism (synchronism coefficient is 0.68) of magnetic interaction among activity ranges on different hemispheres, especially on phases of cycles of maxima. In other epochs synchronization of activity in north and south hemispheres have rather high mean -0.57.

**Key words:** solar atmosphere, activity ranges on the Sun.

## АНАЛИЗ ДОЛГОТНОЙ СИНХРОННОСТИ ПЯТНООБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОЛНЦА

М. Ковальчук, М. Гирняк

*Астрономическая обсерватория  
Львовского национального университета имени Ивана Франко  
ул. Кирилла и Мефодия 8, г. Львов, 79005, Украина  
e-mail: hirnyak@astro.franko.lviv.ua*

В результате статистической обработки наблюдательных данных на разных фазах 22-го 23-го циклов солнечной активности установлено, что группы пятен в северном и южном полушарии взаимодействуют между собой на довольно близких долготах в широтном интервале  $\sim 35 - 45^{\circ}$ . Таким образом, отслеживается синхронизация пятнообразовательной деятельности Солнца в северном и южном полушариях на фоне асимметрии последних. Это указывает на высокую синхронность (коэффициент синхронности 0.68) магнитного взаимодействия между активными областями на разных полушариях, особенно на фазах максимумов циклов. В другие эпохи синхронизация активности в северном и южном полушариях также имеет достаточно высокое значение - 0.57.

**Ключевые слова:** солнечная атмосфера, активные области на Солнце.