

Як основний висновок стосовно фотометрії відзначимо відсутність фотометричної похибки поля рис. 4.

**Висновки.** Результати обробки тестових спостережень показують, що спостереження з новою ПЗЗ-камерою не поступаються досягнутого з попередньою камерою [1] рівня точності [3].

З новою камерою продовжуються спостереження по довготерміновій програмі [1], яка має на меті створення астрономічного огляду неба в екваторіальній зоні при 4-кратному перекритті сканів для поширення опорної системи Hipparcos-Tucho на слабкі зорі та для отримання їх фотометричних характеристик.

1. Лазоренко П., Карбовський В., Денисюк О. та інш. Київський меридіанний аксіальний круг з ПЗЗ-камерою // Кинематика и физика небес. тел. – 2007. – 23, №5. – С. 304–311. 2. Andruk V.M., Vid'machenko A.P., Ivashchenko Yu.M. Processing of CCD frames of images of star fields without the frame of a flat field using new software in program shell of MIDAS/ROMAFOT // Kinematics and physics of celestial bodies. Supplement. – 2005. – №5. – P.544-550. 3. Lazorenko P., Babenko Yu., Karbovsky V. et al. The Kyiv meridian axial circle catalogue of stars in fields with extragalactic radio sources.// Astron. and Astrophysics – 2005. – 438, P.377 – 389. 4. MIDAS users guide. –Garching: European Southern Observatory, 1994. – Vol. A, B and C.

Надійшла до редколегії 09.06.10

УДК-523.9

У. Лейко

### ПРО ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ПІВНІЧНО-ПІВДЕННОЇ АСИМЕТРІЇ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ

*Проведено спектральний аналіз часових рядів середньомісячних значень площі сонячних плям та загального магнітного поля Сонця. Виявлено, що період циклу абсолютного індексу асиметрії коротший циклу сонячної активності, що зумовлено, очевидно, фазовим зсувом активності в північній та південній півкулях.*

*There are investigated time series of monthly sunspots are and solar mean magnetic field by spectral analyses. It is shown that cyclic period of absolute index of north-south asymmetry is shortly than cyclic period of solar activity. It is caused by phase shift activity on northern and southern hemispheres.*

Одним із загадкових феноменів сонячної активності (с.а.) є північно-південна асиметрія (NSA), що проявляється у різній формі кривих 11-річного циклу для окремих півкуль, переважання впродовж певного часу індексів с.а. однієї із півкуль, різних моментах екстремумів с.а. і т.д. Вперше це явище було досліджено на основі спостережень сонячних плям [7]. Пізніше з'ясувалося, що це явище характерне для широкого спектру процесів, що мають місце на Сонці, наприклад, в обертанні великомасштабного фотосферного магнітного поля [4], кількості та тривалості сонячних спалахів [8] і т.і. Важливе місце в дослідженнях цього явища займає пошук періодичностей NSA, їх аналіз та з'ясування природи цього явища. Одним із пояснень існування NSA є фазова несинхронність явищ сонячної активності північної та південної півкулі, зумовлена їх складною просторовою поведінкою.

Абсолютний індекс NSA обчислюється як різниця індексів с.а. північної та південної півкулі

$$NSA = A_N - A_S.$$

Ньютон і Мілсон у 1956 р. [7] у своїх дослідженнях використали нормалізований індекс NSAn

$$NSAn = \frac{A_N - A_S}{A_N + A_S}.$$

Доцільність використання абсолютного чи нормалізованого індексу NSA жваво обговорюється дослідниками, про що свідчить солідний перелік посилань, що наведений в роботі [5].

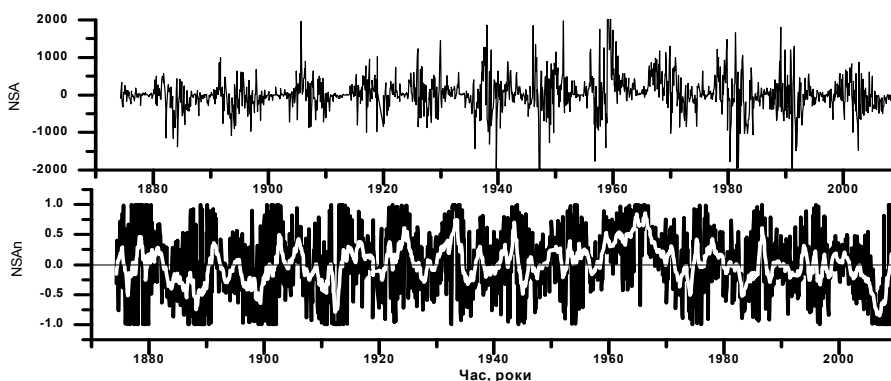


Рис. 1. Хід абсолютного (NSA, верхня панель) та нормалізованого (NSAn, нижня панель) індексів асиметрії, обчислених за рядами середньомісячних значень площі сонячних плям. Біла лінія на нижньому графіку – згладжування по 13-ти точках

В представленій роботі викладено дослідження індексів асиметрії с.а. за рядами середньомісячних значень площі сонячних плям на інтервалі 1874-2009 рр. (<http://science.msfc.nasa.gov/ssl/pad/solar/sunspot>) та вимірів загального магнітного поля Сонця (ЗМПС), виконаних у Стенфордській обсерваторії впродовж 1975-2009 рр. (<http://WSO.stanford.edu>).

ЗМПС, що характеризує Сонце як зірку, є інтегроване по видимому диску Сонця значення повздовжньої компоненти поверхневого магнітного поля [1]. По суті, це переважання потоку однієї із полярностей видимої півсфери

Сонця (різниця потоків N- і S- полярностей магнітного поля). Тобто, ми маємо не обчислений, а вимірний абсолютний індекс NSA.

На рис. 1 приведено циклічні зміни абсолютного NSA і нормалізованих індексів NSA<sub>n</sub>, обчислені за середньомісячними значеннями площі сонячних плям. Знакозмінна, модульована циклом активності крива абсолютного індексу NSA на верхній панелі рис.1 і крива добових значень напруженості ЗМПС (див. рис. 1 в роботі [3]) мають подібний характер (впродовж останніх трьох циклів), як і слід було очікувати. Біла лінія на нижній панелі рис. 1 отримана в результаті згладжування по 13-ти точках нормалізованого індексу NSA<sub>n</sub> середньомісячних значень площі сонячних плям. Вона має циклічний характер і відображає інтервали переважання активності то в північній (позитивні значення) то в південній (негативні значення) півсферах. Звертає увагу інтервал ~1990–2000 рр., коли циклічність північно-південної асиметрії була порушена. Очевидно, характер асиметрії на цьому часовому проміжку був інший.

На рис. 2 наведено спектри потужності в області періодів 5-25 років для рядів середньомісячних значень сумарної по всьому диску площі сонячних плям та обчислених за вищенаведеними формулами абсолютного і нормалізованого індексів NSA. Піки в цих трьох спектрах мають однакові значення періодів, проте розподіл потужності в піках свій для кожного спектра. Найбільше звертає увагу те, що максимальний пік, що очевидно відображає основний цикл сонячної активності, має різні значення в усіх трьох спектрах. В спектрі ряду сумарної площі його значення 10.6 р. В спектрі абсолютного індексу N-S асиметрії значення максимального піку менше – 8.9 р., в спектрі ряду нормованої N-S асиметрії – більше, 12.1 р. При цьому слід зазначити, що спектри потужності рядів площі плям північної та південної півкуль ідентичні спектру ряду сумарної площі сонячних плям всього диску і значення періоду максимального піку також 10.6 р.

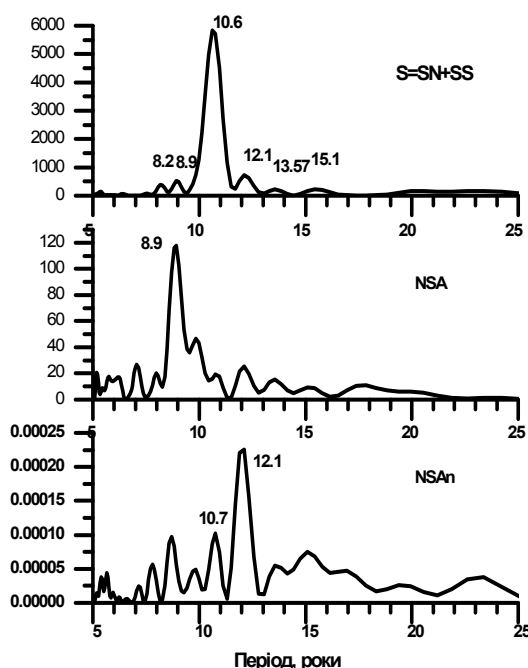


Рис. 2. Спектри потужності в області періодів 5-25 р. часових рядів: середньомісячних значень сумарної по всьому диску площі сонячних плям (верхній графік) та абсолютного і нормалізованого індексів асиметрії (середній і нижній графіки відповідно). Цифрами позначені значення періодів деяких піків в роках

В роботі [2] при дослідженні спектрів потужності позитивної та негативної компонент ЗМПС було відмічено, що в області довгих періодів спостерігаються піки з періодом 10.2 р. для 21 циклу та 8.2 р. для 22 циклу.

Нами також був проведений аналіз згладжених циклічних кривих. Тривалість 21 та 22 циклів активності ЗМПС, визначені за відстанню між мінімумами циклічних кривих (згладжених по тринадцяти точках) середньомісячних значень модуля ЗМПС становить відповідно 9.8 р. та 9.5 р. Визначена по аналогічним чином згладжених кривих середньомісячних значень чисел Вольфа довжина 21 та 22 циклів 10.6 р. та 10.4 р. відповідно. Спектр потужності часового ряду ЗМПС також дає значення циклу 9.4 р. (див. рис. 3).

Тривалий час NSA сонячних плям (а також і інших індексів с.а.) розглядалася як домінування цього індексу активності в одній із півсфер. Подальше дослідження цього явища показали, що активність в одній із півкуль часто виглядає зсунутою або такою, що запізнюється в часі відносно іншої. Наявність фазового зсуву в активності північної та південної півкуль констатували в своїх дослідженнях автори [6,9].

Отриманий нами результат по аналізу абсолютних вимірною та обчисленого індексів NSA (коротший період циклічності NSA ніж період циклічності с.а. в той час як циклічність окремо в північній та південній півкулях має однако-ве значення) очевидно можна пояснити фазовим зсувом активності однієї півкулі відносно іншої. Такий фазовий зсув може бути зумовлений різними моментами настання екстремумів циклів в північній та в південній півкулях. Наприклад, не співпаданням початку циклу в різних півкулях, зсунутому один відносно іншого максимумі циклу (іншому, ніж початок циклу). Це, в свою чергу, спричинює різні в різних півкулях тривалості фаз росту і спаду. Середня тривалість циклів як по півкулях, так і в цілому по всьому диску буде однаковою, оскільки інтервал дослідження і кількість циклів в ньому одні і ті ж. А періодичність різниці двох функцій (а також її нормованого значення) з різними моментами екстремумів очевидно буде іншою.

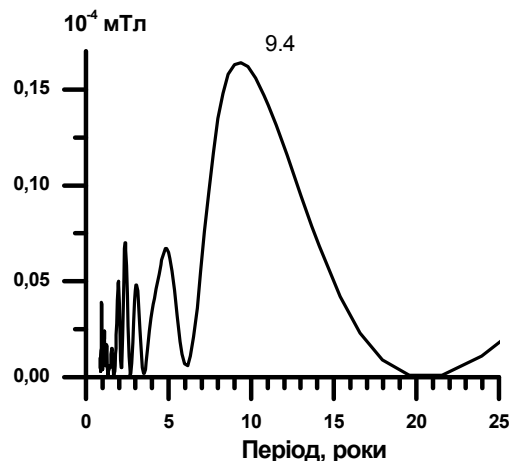


Рис. 3. Спектр потужності в області періодів 1-25 р. часового ряду ЗМПС, що включає 21 та 22 цикли активності. Цифрами позначено значення періоду максимального піку в роках

1. Котов В.А. Общее магнитное поле Солнца как звезды // Изв. Крым. астрофиз. обсерв. – 1994. – Т. 91. – С. 5–24. 2. Лейко У.М. Общее магнитное поле Солнца и магнитная асимметрия // Кинематика и физика небес. тел. – 2001. – Т. 17. – С. 348–356. 3. Лейко У.М. Особенности изменения общего магнитного поля Солнца в 21–23 циклах // Труды конф. "Год астрономии: солнечная и солнечно-земная физика", Пулковско, 5–11 июля 2009 г. – С.Пб. – С. 283–285. 4. Antonucci E., Hoeksema J.T., Scherrer P.H. Rotation of the photospheric magnetic fields – A north-south asymmetry // Astrophys. J. – 1990. – Vol. 360. – P. 296–304. 5. Carbonell M., Terradas J., Oliver R., Ballester J.L. The statistical significance of the North-South asymmetry of solar activity revisited. // Astronomy and Astrophysics. – 2008. – Astro-phmanuscript no. 0454. 6. Donner R., Thiel M. Scale resolved phase coherence analysis of hemispheric sunspot activity^ a new look at the north-south asymmetry. // Astronomy and Astrophysics. – 2007. – Vol. 475. P. L33–L36. 7. Newton H.W., Milson A.S. Note on the observed differences in spottedness of the Sun's northern and southern hemispheres // Monthly Notice Roy. Astron. Soc. – 1956. – Vol. 465. – P. 398–404. 8. Ozguc A., Atac T., Rybak J. Temporal variability of the flare index (1996–2001) // Solar Phys. – 2003. – Vol. 214. N 1. – P/ 145–155. 9. Zolotova N.V., Ponyavin D.I. Phase asynchrony of the north-south sunspots activity // Astronomy and Astrophysics. – 2006. – Vol. 449. P. L1–L4.

Надійшла до редколегії 11.06.10

УДК 550.38

О. Парновський, І. Жук

## РЕГРЕСІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОСМІЧНОЇ ПОГОДИ

*Створено феноменологічні моделі взаємодії сонячного вітру з магнітосферою Землі. Вони забезпечують прогнозування Dst-індексу з використанням даних космічних апаратів та наземних станцій. Метод поєднує переваги емпіричного та статистичного підходів. Математично він ґрунтується на частковому регресійному аналізі та методі Монте Карло.*

*The phenomenological models of interaction between the solar wind and the magnetosphere are constructed. They provide forecasts of Dst index using data from spacecraft and ground stations. This approach combines the benefits of empirical and statistical approaches. Mathematically it is based upon the partial regression analysis and Monte Carlo simulations.*

**1. Вступ.** У даній роботі запропоновано новий метод моделювання структури геокосмічної системи і прогнозування геомагнітних індексів у моделі чорної скрині – метод регресійного моделювання. Він сполучає риси статистичних і емпіричних методів і використовує математичний апарат методів регресійного і дисперсійного аналізу. Для розв'язку цієї задачі цей метод підходить якнайкраще, оскільки, по-перше, магнітосфера Землі є дуже складною нелінійною динамічною системою, а по-друге, з початку космічної ери накопичена величезна кількість даних про параметри сонячного вітру і геомагнітної активності.

Прогнозування космічної погоди має велике наукове і практичне значення [13]. Це зв'язано в першу чергу з тим, що такі дослідження дозволяють краще зрозуміти фізику процесів, що відбуваються в навколоземному просторі, які, незважаючи на велику кількість супутникових і наземних даних, усе ще досліджені вкрай погано. З іншого боку, прояви космічної погоди, як правило, характеризуються негативним впливом на технічні системи і на здоров'я людини (див., напр. [1]).

Активні розробки в цій області ведуться, починаючи з роботи Р. Бартона, Р. МакФеррона і К. Рассела [4], опублікованої ще в 1975 році. Однак до нинішнього часу успіх подібних розробок був обмеженим через недолік достовірних даних про параметри сонячного вітру. Унаслідок цього, фізичні механізми взаємодії сонячного вітру з магнітосферою вивчені недостатньо глибоко. Основна проблема полягає в тому, що магнітосфера Землі являє собою дуже складну нелінійну динамічну систему, у якій протікають і взаємодіють процеси з різними просторовими і часовими масштабами, і яка практично постійно знаходиться в нерівноважному стані. Крім того, повна інформація про її стан недоступна. Досить очевидно, що адекватне моделювання всіх цих процесів надзвичайно важко, тому, для моделювання розвитку геомагнітних збурень застосовуються альтернативні підходи.

Створені до сьогоднішнього дня методики моделювання взаємодії сонячного вітру з магнітосферою не повною мірою виправдали себе [8; 10]. Найбільше яскраво це виявляється в проблемах з короткостроковим прогнозуванням космічної погоди [12]. Нейронні мережі [11; 17; 26; 28] та адаптивні фільтри [2; 7; 29] демонструють непогані результати,