СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ СИГОЛИ, ГАЛИЛЕЯ, КОЛОННЫ, КОЛОНЬИ И ШАЙНЕРА В 1612–1614 ГОДАХ

Вохмянин М.В.¹, Арльт Р.², Золотова Н.В.¹

¹*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

²*Потсдамский астрофизический институт, Потсдам, Германия*

SOLAR ACTIVITY ACCORDING TO OBSERVATION DATA BY CIGOLI, GALILEI, COLONNA, COLOGNA, AND SCHEINER IN 1612–1614

Vokhmyanin M.V.¹, Arlt R.², Zolotova N.V.¹

¹*Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia*

²*Leibniz Institute for Astrophysics Potsdam, Potsdam, Germany*

The paper presents the results of reconstruction of the parameters of solar activity from the drawings of observers at the beginning of the seventeenth century. We analyse the drawings of the solar disk obtained by different methods and accuracy. Sunspot areas were measured in MSH. A lack of small groups of sunspots was found in early observations in comparison with modern ones. Here we present sunspot group time-latitude diagrams reconstructed by means of method exploiting the time indicated by an observer.

DOI: 10.31725/0552-5829-2020-61-64

Введение

Как известно астрофизикам, длина одного солнечного цикла составляет порядка 11 лет, и на данный момент Солнце вступает в 25-й цикл активности по цюрихской нумерации. Для того чтобы судить о модах солнечной цикличности [1] на вековых масштабах, необходимо привлекать для научного анализа исторические астрономические архивы [2–4]. В настоящее время ведется активная работа по восстановлению параметров солнечной активности по зарисовкам солнечного диска в XVII и XVIII веках [5–10].

В данной работе выполнено детальное восстановление числа групп пятен, площадей пятен и их широтно-временное распределение по зарисовкам солнечного диска Лодовико Кардии, известного как Сиголи в период с 18 февраля по 23 марта 1612 [11], с 29 апреля по 6 мая 1612 [12] и с 18 по 25 августа 1612 [13], Галилео Галилея с 12 февраля по 3 мая 1612 [14] и с 19 по 21 августа 1612 [15], Сигизмондо Колоньи с 6 сентября по 9 октября 1612 [16], Фабио Колонны с 1 августа по 30 сентября 1613 [17] и 3 октября 1614 [18]. Также нами проанализирована одна зарисовка Кристофера Шайнера 1 августа 1613, которую перерисовал Марк Велзер [19], для удобства данная зарисовка была включена в ряд наблюдений Колонны. Все рассмотренные в работе манускрипты хранятся в архивах Национальной центральной библиотеки Флоренции (museogalileo.it).

Результаты анализа

На рисунке 1 представлены восстановленные данные солнечной активности в 1612–1613 гг. На рисунке 1(а) показано число групп пятен для каждого из наблюдателей для каждой зарисовки. Иногда наблюдатель делал в один день две зарисовки. В рассматриваемый период каждый из наблюдателей регистрировал до 9–10 групп. Заметим, что ранние зарисовки в феврале-мае 1612 г. имеют диаметр всего 3.5–5 см и выполнены в схематичной манере, а, следовательно, можно предположить, что число групп на таких зарисовках меньше, чем могло быть в действительности. Сравнение числа групп пятен восстановленных в данной работе с реконструкцией ряда групп пятен Свальгарда и Шатена [20] указывает на то, что период 1610-х гг. вероятно относился к периоду векового максимума.

Рис. 1. (а) Ежедневные числа групп солнечных пятен; (б) ежедневные значения индекса площадей солнечных пятен; (в) широтно-временное распределение групп пятен по данным наблюдений Сиголи, Галилея, Колонья, Шайнера и Колонны в 1612–1613 гг.

На рисунке 1(б) показаны ежедневные значения индекса площадей групп пятен. В конце апреля – начале мая 1612 г. площади достигают и превышают 10000 м.д.п. По всей видимости, это результат того, что пятна были зарисованы увеличенного размера. К данному выводу мы пришли из сравнений с зарисовками Харриота [9]. По каталогам Гринвических данных и данных Кодаяканала в период с 16-го по 23-й цикл активности еже-

дневные значения индекса площадей групп пятен достигают лишь порядка 8000 м.д.п. [21].

На рисунке 1(в) показано широтно-временное распределение групп пятен. Большинство групп пятен располагается в пределах 40 градусов широты. В период сентября 1612 в северном полушарии широты пятен достигают почти 60 градусов. Однако это может быть результатом значительной неточности в зарисовках Колоньи. На это указывает большой разброс широт одной и той же группы на последовательных зарисовках. Заметим, что на зарисовках Сиголи и Галилея в августе 1612, выполненных с помощью проекционного метода, пятна не попадают в область экватора. Оставшиеся зарисовки, и в особенности первые зарисовки Сиголи и Галилея в феврале-мае 1612 и зарисовки Колоньи, показывают появление пятен в экваториальной области. Мы предполагаем, что данный эффект является результатом неточности указания положений пятен на маленьких зарисовках.

Выводы

В данной работе мы представили результаты реконструкции солнечной активности по архивам солнечных наблюдений в начале XVII века. Были получены данные о числе пятен и групп солнечных пятен, их площадях и гелиокоординатах. Сделан вывод, что эти исторические данные относятся к периоду векового максимума солнечной активности. Значения ежедневных площадей групп пятен достигающих 15000 м.д.п., объясняется тем, что размер пятен на некоторых схематических зарисовках увеличен. Размах широтно-временного распределения групп пятен в основном не выходит за пределы 40 градусов.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-72-00053.

Литература

1. *Parker, E.N.* The enigma of solar activity, Basic mechanisms of solar activity, Proceedings from IAU Symposium no. 71, edited by Vaclav Bumba and Josip Kleczek, 3, 1976.
2. *Arlt, R., Vaquero, J.M.* Historical sunspot records // Living Reviews in Solar Physics, v. 17, Issue 1, article id.1, 2020.
3. *Vaquero, J.M., Vazquez, M.* The Sun recorded through history: scientific data extracted from historical documents, Astrophysics and Space Science Library, v. 361, Berlin: Springer, 2009.
4. *Munoz-Jaramillo, A., Vaquero, J.M.* Visualization of the challenges and limitations of the long-term sunspot number record // Nature Astronomy, v. 3, 205, 2019.
5. *Arlt, R., Senthamizh Pavai, V., Schmiel, C., Spada, F.* Sunspot positions, areas, and group tilt angles for 1611-1631 from observations by Christoph Scheiner // Astronomy and Astrophysics, v. 595, A104, 2016.

6. *Hayakawa, H., Iwahashi, K., Tamazawa, K., et al.* Iwahashi Zenbei's Sunspot Drawings in 1793 in Japan // *Solar Physics*, v. 293, Issue 1, article id. 8, 13, 2018.
7. *Neuhauser, R., Arlt, R., Richter, S.* Reconstructed sunspot positions in the Maunder minimum based on the correspondence of Gottfried Kirch // *Astronomische Nachrichten*, v. 339(4), 219, 2018.
8. *Carrasco, V.M.S., Vaquero, J.M., Gallego, M.C., et al.* Sunspot characteristics at the onset of the Maunder minimum based on the observations of Hevelius // *Astrophysical J.*, v. 886(1), 18, 2019.
9. *Vokhmyanin, M., Arlt, R., Zolotova, N.* Sunspot positions and areas from observations by Thomas Harriot // *Solar Physics*, v. 295(3), 39, 2020.
10. *Carrasco, V.M.S., Garcia-Romero, J.M., Vaquero, J.M., et al.* The umbra-penumbra area ratio of sunspots during the Maunder minimum // *Astrophysical J.*, v. 865(2), 88, 2018.
11. *Cigoli, L.* Cardi Ludovico (detto Il Cigoli) a Galilei Galileo, 23 marzo 1612. BNCF Gal. 57, 61r, 1612.
12. *Cigoli, L.* Cardi Ludovico (detto Il Cigoli) a Galilei Galileo, 30 giugno 1612. BNCF Gal. 89, 117r, 1612.
13. *Cigoli, L.* Solares maculae, prout e tubo receptae sunt inversae, Neapoli observatae ac signis notatae. BNCF Gal. 57, 104r, 1612.
14. *Galilei, G.* Appunti relativi alle Macchie Solari. BNCF Gal. 57, 68v, 1612.
15. *Galilei, G.* Istoria E dimostrazioni intorno alle macchie solari E loro accidenti comprese, in tre lettere scritte all'illvstrissimo signor Marco Velsari..., G. Mascadi, Roma, 1613.
16. *Cologna, S.* Sigismondo da Colonia a Castelli Benedetto, 10 ottobre 1612. BNCF Gal. 95, 35r, 1612.
17. *Colonna, F.* Solares maculae, prout e tubo receptae sunt inversae, Neapoli observatae ac signis notatae. BNCF Gal. 57, 78r, 1613.
18. *Colonna, F.* Colonna Fabio a Galilei Galileo, 3 ottobre 1614. BNCF Gal. 90, 204ar, 1614.
19. *Welser, M.* Welser Marcus a Galilei Galileo, 18 ottobre 1613, BNCF Gal. 57, 1613.
20. *Svalgaard, L., Schatten, K.H.* Reconstruction of the sunspot group number: the backbone method // *Solar Physics*, v. 291, 2653, 2016.
21. *Mandal, S., Hegde, M., Samanta, T., et al.* Kodaikanal digitized white-light data archive (1921–2011): Analysis of various solar cycle features // *Astronomy and Astrophysics*, v. 601, A106, 2017.