СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ ПО ДАННЫМ АРХИВОВ ГЕОРГА КРИСТОФА ЭЙМАРТА

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

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

²*Потсдамский астрофизический институт, Потсдам, Германия*

SOLAR ACTIVITY ACCORDING TO THE ARCHIVES OF GEORG CHRISTOPH EIMMART

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

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

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

The period of the Maunder minimum (1645–1715) is well known due to the observations of astronomers at the Paris Observatory: Picard, father and son La Hire, Cassini and their students. Thanks to their drawings of the solar disk, we know the pattern of the spatio-temporal distribution of sunspots from 1670 to 1719. As we digitize and analyze the historical drawings of sunspots made by other observers during the Maunder minimum, we have a unique opportunity to supplement the catalog of Hoyt and Schatten and compare the observations of Parisian astronomers with those of their contemporaries. We present the results of reconstructing the parameters of solar activity from the archives of Georg Christoph Eimmart.

DOI: 10.31725/0552-5829-2021-135-138

Введение

Параметры солнечной активности в период минимума Маундера представляют особый интерес для исследователей в области физики Солнца. Согласно наблюдательным данным [1, 2] в период 1645–1715 гг. солнечная активность была низкой и асимметричной относительно экватора. В работах [3, 4] вновь была озвучена гипотеза [5] о том, что солнечная активность в период минимума Маундера могла быть не такой низкой как считается. Однако, данная гипотеза была подвергнута критике [6–8]. Ясность в вопрос о параметрах солнечной активности в прошлом могут внести восстановленные данные из исторических архивов [1, 2]. Такая работа активно ведется многими исследователями [9–16]. В недавней работе [17] были представлены результаты анализа архивов Георга Кристофа Эймарта, хранящиеся в фондах Российской национальной библиотеки. Однако, к сожалению, не все тома были оцифрованы.

В данной работе мы представляем предварительные результаты восстановления числа групп пятен, площадей пятен и их широтно-временное распределение по наблюдениям Иоганна Кристофа Мюллера из архивов Эймарта в конце минимума Маундера.

Результаты анализа

На рисунке 1 представлены примеры зарисовок Мюллера из тома 56 фонда 998 [18]. Наблюдения проводились под Прагой с 20 апреля 1719 г. по 27 мая 1720 г. и, вероятно, относятся к максимуму цикла –3. Данные зарисовки выделяет следующая особенность – у многих пятен полутень не окружает тень пятна, а находится лишь с одной стороны. На современных снимках также есть случаи, когда полутень располагается сбоку, однако, они редки. Как и для других исторических архивов, на зарисовках Мюллера наблюдается недостаток маленьких групп пятен, площадью менее 60 м.д.п. [19]. В сравнении с различными интервалами наблюдений из гринвичского каталога на зарисовках Мюллера не хватает от 15 до 55% маленьких групп пятен.

Рис. 1. Примеры зарисовок Мюллера в 1719 г., слева направо 21 апреля, 15 июня, 4 июля [18].

Рис. 2. (а) Ежедневные числа групп солнечных пятен; (б) широтно-временное распределение групп пятен по данным наблюдений Мюллера в 1719 г.

На рисунке 2(а) показано число групп пятен, посчитанное нами для данного наблюдателя. В сравнении с базой данных Хойта и Шатена [20] мы назначили приблизительно такое же количество групп. В среднем Мюллер зарисовывал порядка трех групп пятен в день.

На рисунке 2(б) показано широтно-временное распределение групп пятен в 1719 г. Широты и долготы восстановлены согласно информации Мюллера о времени наблюдения. Отметим, что пятна редко попадают в область экватора и в основном сосредоточены в области средних широт 10–20 градусов. Мы также применяли другой метод для извлечения информации о широтах пятен – минимизировали их разброс по широте при движении по диску Солнца. Результаты двух методов хорошо согласуются. Различие в широтах в среднем не более 3 градусов.

Выводы

В данной работе мы представили результаты реконструкции солнечной активности по зарисовкам Иоганна Кристофа Мюллера, хранящихся в архивах наблюдений Георга Кристофа Эймарта. Наблюдения относятся к максимуму цикла –3. Мы извлекли данные о числе пятен и групп солнечных пятен, их площадях и гелиокоординатах. Также данный архив содержит солнечные зарисовки Петруса Саксония, Иоганна Генриха Хоффмана, Иоганна Филиппа Вурзельбау и др. В дальнейшем мы планируем сравнить полученные данные о солнечной активности из архива Эймарта с наблюдениями Ля Ира и Кирха.

Литература

1. Arlt, R., Vaquero, J.M. Historical sunspot records // *Living Reviews in Solar Physics*, v. 17, Issue 1, article id.1, 2020.
2. 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.
3. Zolotova, N., Ponyavin, D. The Maunder minimum is not as grand as it seemed to be // *Astrophysical Journal*, v. 800:42, 2015.
4. Zolotova, N., Ponyavin, D. How Deep Was the Maunder Minimum? // *Solar Physics*, v. 291:2869–289, 2016.
5. Витинский, Ю.И., Конецкий, М., Куклин, Г.В. Статистика пятнообразовательной деятельности Солнца. – М.: Наука. – 1986.
6. Usoskin, I.G., Arlt, R., Asvestari, E., et al. The Maunder minimum (1645-1715) was indeed a grand minimum: A reassessment of multiple datasets // *Astronomy & Astrophysics*, v. 581, id.A95, 2015.
7. Vaquero, J.M., Kovaltsov, G.A., Usoskin, I.G., et al. Level and length of cyclic solar activity during the Maunder minimum as deduced from the active-day statistics // *Astronomy & Astrophysics*, v. 577, id.A71, 2015.
8. Carrasco, V.M.S., Hayakawa, H., Kuroyanagi, C., et al. Strong evidence of low levels of solar activity during the Maunder Minimum // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v. 504, Issue 4, pp.5199-5204, 2021.

9. *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.
10. *Hayakawa, H., Iju, T., Uneme, S., et al.* Reanalyses of the sunspot observations of Fongelius and Siverus: two 'long-term' observers during the Maunder minimum // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v. 506, Issue 1, pp.650-658, 2021.
11. *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.
12. *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.
13. *Carrasco, V.M.S., Gallego, M.C., Villalba Alvarez, J., Vaquero, J.M.* A Reanalysis of the Number of Sunspot Groups Recorded by Pierre Gassendi in the Cycle Before the Maunder Minimum // *Solar Physics*, v. 296, Issue 4, article id.59, 2021.
14. *Carrasco, V.M.S., Vaquero, J.M., Gallego, M.C.* A forgotten sunspot record during the Maunder Minimum (Jean Charles Gallet, 1677) // *Publications of the Astronomical Society of Japan*, v. 73, Issue 3, pp.747-752, 2021.
15. *Carrasco, V.M.S., Bertolin, C., Dominguez-Castro, F., et al.* Sunspot Records by Antonio Colla Just After the Dalton Minimum? // *Solar Physics*, v. 295, Issue 8, article id.112, 2020.
16. *Neuhauser, R., Arlt, R., Richter, S.* Reconstructed sunspot positions in the Maunder minimum based on the correspondence of Gottfried Kirch // *Astronomische Nachrichten*, v. 339, Issue 4, pp. 219-267, 2018.
17. *Hayakawa, H., Kuroyanagi, C., Carrasco, V.M.S., et al.* Sunspot Observations at the Eimmart Observatory and in Its Neighborhood during the Late Maunder Minimum (1681-1718) // *Astrophysical Journal*, v. 909, Issue 2, id.166, 2021.
18. *Эймарт, Г.Х.*, Архив Эймарта, фонд 998, Российская национальная библиотека.
19. *Vokhmyanin, M., Arlt, R., Zolotova, N.* Sunspot Positions and Areas from Observations by Cigoli, Galilei, Cologna, Scheiner, and Colonna in 1612–1614 // *Solar Physics*, v. 296:4, 2021.
20. *Hoyt, D.V., Schatten, K.H.* Group Sunspot Numbers: A New Solar Activity Reconstruction // *Solar Physics*, v. 181, Issue 2, p. 491-512, 1998.