

О ТЕКУЩЕМ МИНИМУМЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Калинин А.А., Калинина Н.Д.

Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ABOUT CURRENT SOLAR ACTIVITY MINIMUM

Kalinin A.A., Kalinina N.D.

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

We have constructed the dependence of asymmetry of sunspot activity upon the number of 11-year cycle for the 1610–2019 years period. This dependence shows the abrupt sunspot fall during two last cycles of solar activity. Presumably this fall appears to be a precursor of a deep minimum.

DOI: 10.31725/0552-5829-2020-131-134

Для второй половины 20 века характерен высокий уровень солнечной активности. Но на протяжении 400 лет документированных наблюдений (смотри обзоры [1, 2]) существовали длительные глубокие минимумы. Самый значительный из них - Минимум Маундера (1645–1715 гг.). В статье [3] минимум Маундера соответствует отрицательным значениям асимметрии A циклов солнечной активности

$$A=(U-T)/(U+T),$$

где U – длительность фазы спада от максимума до минимума, T – длительность фазы подъема от минимума до максимума для каждого конкретного 11-летнего цикла солнечной активности. В [3] приводится график зависимости $A(N)$, где N – номер цикла, построенный по усредненным данным, причем способ усреднения связан, по-видимому, с тем, что предполагалось влияние векового цикла (цикла Глайссберга), а само усреднение связано с ненадежностью дат минимумов и максимумов ряда для чисел Вольфа. Соответствующую зависимость, построенную по данным табл. 2 [3], можно видеть на рис. 1. Возможность нового минимума типа Маундеровского в цитируемой работе для ближайшего времени отрицается, а природу такого глубокого минимума предлагается искать в наложении долгопериодических циклов.

В настоящее время теоретическая интерпретация свойств асимметрии основывается на теории динамо. Разница длительности восходящей и нисходящей ветвей чисел Вольфа объясняется нелинейными и стохастическими членами в теории (см. например [5–7]).

В нашем сообщении мы считаем, опираясь на данные [3], стремление численного значения асимметрии в отрицательную область эмпирически установленным признаком глубокого минимума. Построим соответствующую

щие зависимости на основе новых данных. Мы взяли ряд [4]. Это предварительная версия, переходная к версии, основанной на пересмотренном ряде чисел Вольфа Brussel 2. Окончание 24 цикла мы приняли состоявшимся в декабре 2019 г.

Если следовать подходу Глайсберга и др., то ряд нужно сгладить по методу [3]. Тогда получается график рис. 2. При усреднении по Глайсбергу графики рис. 1 и 2 не отличаются до 10 цикла, затем пересмотренный ряд показывает дополнительный максимум в 12 цикле и существенно менее глубокий минимум в 15 цикле. Видны минимум Маундера и минимум

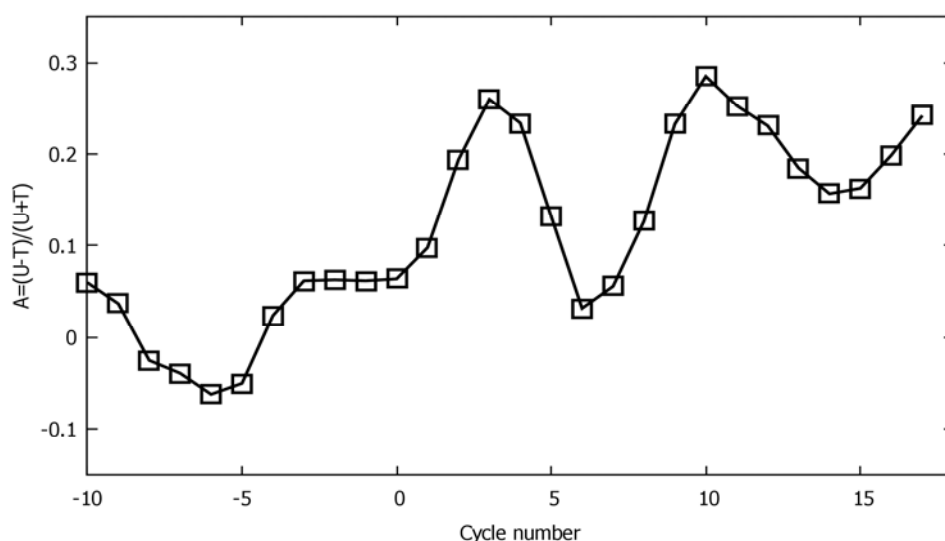


Рис. 1. Асимметрия "А" 11-летнего цикла солнечной активности (ордината), номер цикла (абсцисса). Перестроенный заново рис. 1 работы [3]. Как и в оригинальной статье, показаны результаты "векового" сглаживания, т.е. вычисляются средние значения четырех последовательных значений, из которых затем усредняются соседние.

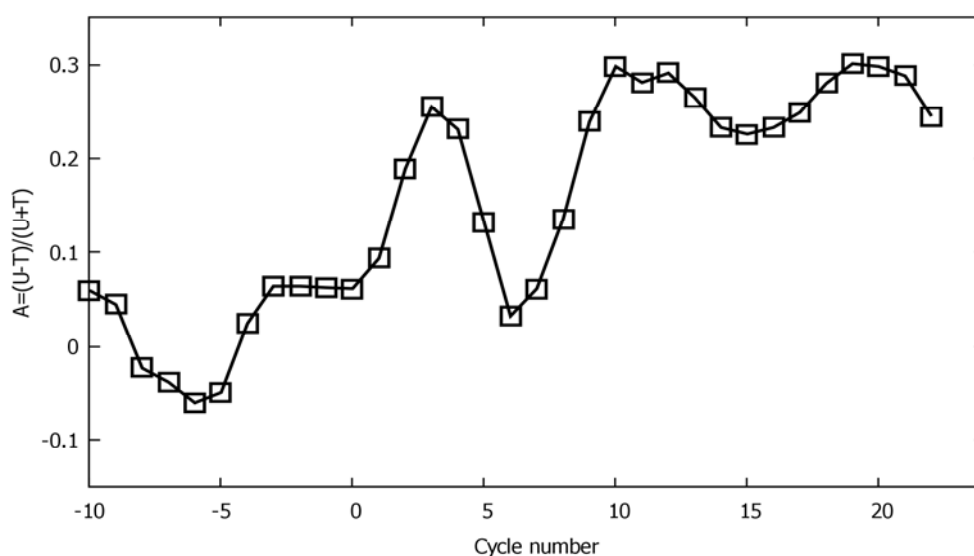


Рис. 2. Усредненный по Глайсбергу ряд асимметрии циклов для пересмотренных чисел Вольфа.

Дальтона. Значения асимметрии для циклов 21–24 (рис. 2) расположены выше 0.2 и не дают явных указаний на возможный экстремум.

Если вспомнить теперь, что пересмотренный ряд более точен, а также отвлекаясь от того, что усреднение по Глайсбергу связано с представлением о вековом цикле, то интересно посмотреть на несглаженные значения асимметрии. Таковые показаны на рис. 3 и 4 (по оси абсцисс номера циклов и годы соответственно).

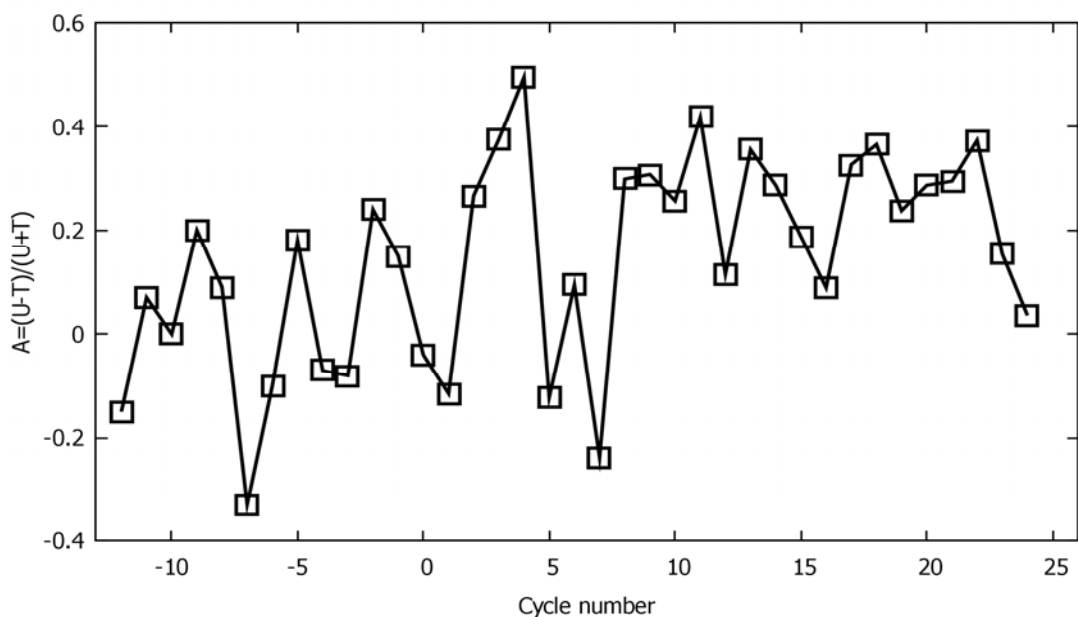


Рис. 3. Зависимость асимметрии от номера цикла для пересмотренного ряда чисел Вольфа.

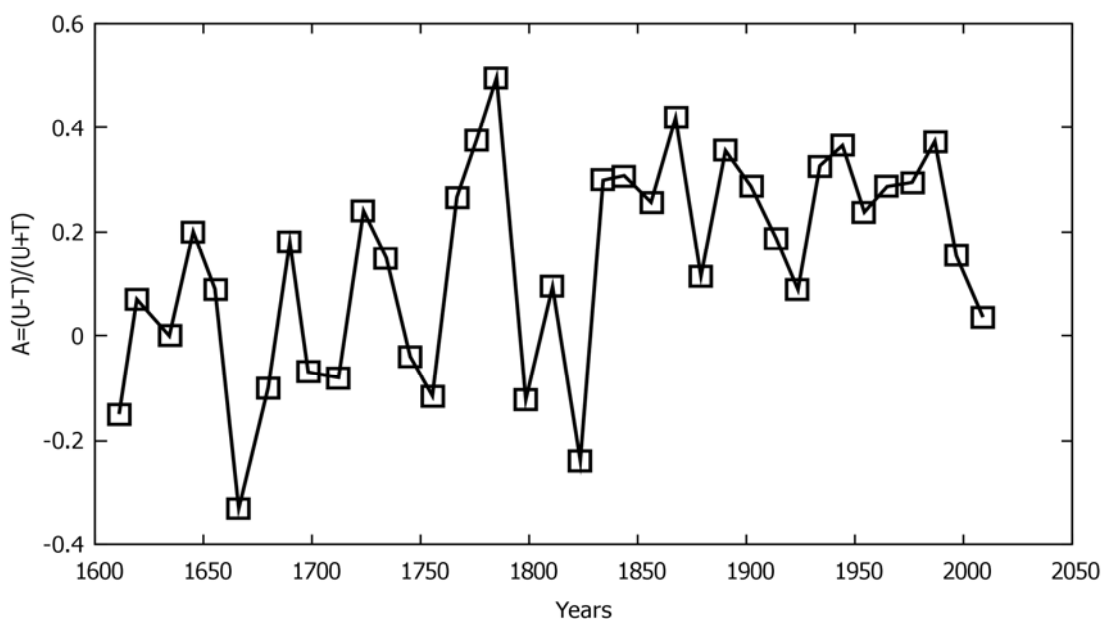


Рис. 4. Асимметрия А циклов солнечной активности пересмотренного ряда чисел Вольфа.

Из анализа полученной зависимости можно заключить: 1) асимметрия для минимума Дальтона принимает отрицательные значения; 2) значение асимметрии в 24-ом цикле наименьшее со времени минимума Дальтона, и асимметрия имеет тенденцию попасть в область отрицательных значений в следующем цикле. Таким образом, текущая солнечная активность близка по параметрам к минимуму Дальтона, а в дальнейшем, возможно, и минимуму Маундера. Во всяком случае, такая тенденция существует. Возможна смена Большого Максимума 20 столетия на Большой Минимум 21 века, что, по-видимому, случалось и раньше. Такой вывод содержится в заметке [8], сделанной в 2006 году. Пока реальность этот вывод подтверждает.

Работа выполнена при финансовой поддержке государства в лице Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, тема № FEUZ-2020-0030.

Литература

1. Обридко В.Н., Наговицын Ю.А. Солнечная активность, цикличность и методы прогноза. – СПб, ВВМ, 2017.
2. Usoskin I.G. A history of solar activity over millenia // *Living Rev. Solar Phys.*, 2017, v. 14, 3, p. 3-97.
3. Gleissberg W. and Damboldt T. Reflections on the Maunder Minimum of sunspots // *JBAА*, 1979, v. 89, pp. 440-449.
4. https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/solar-data/solar-indices/sunspot-numbers/cycle-data/table_cycle-dates_maximum-minimum.txt
5. Kleeorin Y., Safiullin N., Kleeorin N. et al. The dynamics of Wolf numbers based on nonlinear dynamos with magnetic helicity: comparison with observations // *Monthly Not. of RAS*, 2016, v. 460, pp. 3960-3967.
6. Safiullin N., Kleeorin N., Porshnev S. et al. Nonlinear mean-field dynamo and prediction of solar activity // *Journal of Plasma Physics*, 2018, v. 84, Is. 3, article id. 735840306, 16 pp.
7. Kitchatinov L.L. and Nepomnyashchikh A.A. Solar cycle asymmetry as a consequence of fluctuations in dynamo parameters // *Astron. Letters*, 2018, v. 44, No 10, pp. 645-651.
8. Tobias, S., Hughes, D. & Weiss, N. Unpredictable Sun leaves researchers in the dark // *Nature*, 2006, **442**, 26.