

ОСОБЕННОСТИ ДОЛГОТНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ В ТЕКУЩЕМ МИНИМУМЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Костюченко И.Г.

*Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова,
Москва, Россия*

THE FEATURES OF THE SOLAR ACTIVE REGIONS DISTRIBUTION DURING THE CURRENT SOLAR ACTIVITY MINIMUM

Kostyuchenko I.G.

Karpov Institute of Physical Chemistry, Moscow, Russia

The study of the active regions distribution at the solar surface provides an important information about the solar global magnetic field structure. It is expected that during the phase of solar minimum this structure is a dipole-like. The analysis of the active regions distribution at the solar surface during the current solar activity minimum (2018–2020 yy) is done on the base of the sunspot areas data and the magnetic data represented by the WSO synoptic maps. It was found that the sizable latitudinal and longitudinal asymmetry existed during all analyzed period: the sunspot groups and high magnetic fluxes are observed mainly in the Northern hemisphere, the majority of large sunspot groups and the most strong local magnetic fluxes are concentrated in the comparably narrow band of the Carrington longitudes. The rotational velocity of these “active longitudes” exceeds the Carrington velocity by of about 0.2 deg /day. The observed sunspots longitudinal pattern indicates the existence of long living local subphotospheric source of magnetic fluxes with a rotation period close to equatorial surface rotation rate. That can point on formation of non-axisymmetrical component of the solar global magnetic field by the mechanism of a solar dynamo.

DOI: 10.31725/0552-5829-2020-169-172

Введение

Структура глобального магнитного поля Солнца, выявляемая из наблюдательных данных, важна для построения моделей магнитного динамо среднего поля. В нелинейных моделях, создаваемых для объяснения вариации параметров цикла солнечной активности (СА), предполагается наличие пространственной асимметрии. В соответствии с классической теорией магнитного динамо, в фазе минимума СА глобальное магнитное поле Солнца считается дипольным, поэтому интересны наблюдаемые отклонения его структуры от осесимметричной.

В данной работе исследуется долготное распределение групп солнечных пятен в текущем минимуме СА на базе данных о координатах и площадях солнечных пятен сайта Dr. Lisa Upton и Dr. David Hathaway (<http://solarcyclescience.com/activerregions.html>) и Кисловодской Горной аст-

рономической станции (<http://www.solarstation.ru>). Они сопоставлены с положением областей повышенного значения магнитных потоков, полученным из магнитографических синоптических карт обсерватории Вилкокса (<http://wso.stanford.edu>).

Результаты

На рис. 1 представлены значения площади групп солнечных пятен в северном и южном полушариях с 09.2017 по 09.2020 года. Видна явная широтная асимметрия: основная пятенная активность сосредоточена в северном полушарии.

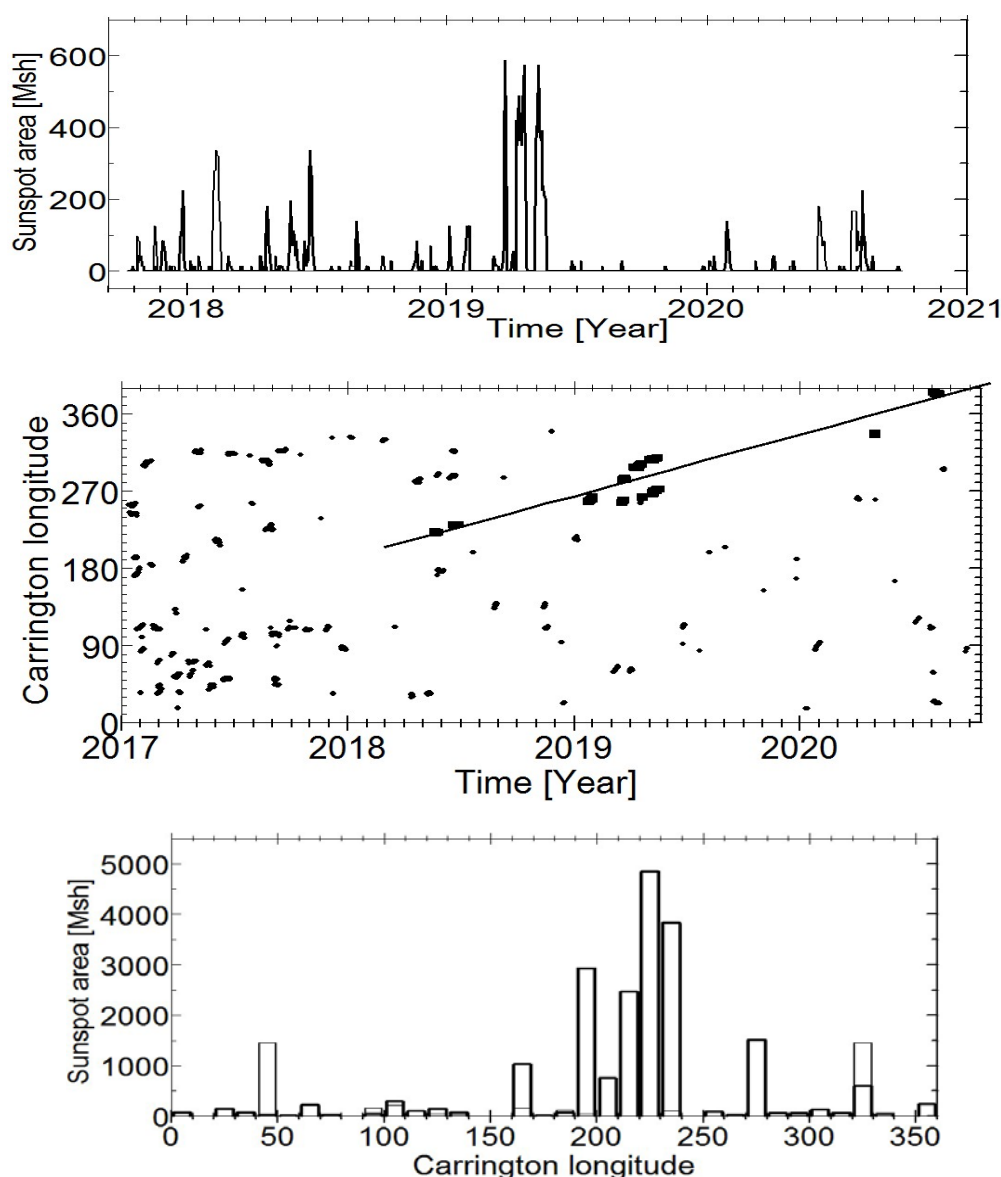


Рис. 1. Площади групп солнечных пятен суммированные по солнечному диску в северном полушарии (толстая линия) и южном (тонкая линия) – верхняя панель; долготно-временное распределение групп солнечных пятен – средняя панель; жирные квадраты соответствуют группам пятен, суммарные площади которых образуют пик на гистограмме долготного распределения пятен (нижняя панель). Для этих пятен сделана линейная интерполяция зависимости значения их кэррингтоновскй долготы от времени.

На этом же рисунке показана эволюция долготного распределения групп пятен северного полушария в течение рассматриваемого промежутка времени. Из графика видно, что после 2018 года группы солнечных пятен сосредоточены в узкой полосе долгот, в которой они последовательно появляются. Это говорит о возможном существовании долгоживущего источника концентрированных магнитных потоков солнечных пятен. Смещение со временем полосы активности в направлении больших долгот указывает на более высокую, чем Кэррингтоновская, скорость вращения предполагаемого источника. Аналогичная особенность наблюдалась в предыдущих минимумах солнечной активности [1,2], где превышение скорости вращения «активных долгот» над Кэррингтоновской было оценено приблизительно в 0.184 град/день.

Эта оценка была использована для коррекции долготы при построении гистограммы долготного распределения суммарной площади групп солнечных пятен за период с 2018.2 по 2020.9 год, которая приведена в нижней части рисунка 1. На гистограмме значения Кэррингтоновских долгот всех групп пятен пересчитаны в предположении их строго Кэррингтоновского вращения на момент начала этого интервала в 2018.2 году. Гистограмма показывает, что основной вклад в суммарную по диску площадь пятен дают те, которые образуют полосу «активных долгот».

Группы пятен, площади которых образуют центральную часть гистограммы (в диапазоне долгот $190\text{--}240$ градусов), были выявлены по их скорректированной и текущей Кэррингтоновской долготы. Оказалось, что продолжительность их жизни составляла $3\text{--}10$ дней. Выделение конкретных групп пятен, образующих полосу «активных долгот» (на графике они отмечены крупными квадратами) позволило уточнить скорость вращения их предполагаемого источника. Для них проведена линейная интерполяция зависимости их кэррингтоновской долготы от времени. Коэффициент корреляции составил 0.95 , превышение скорости над Кэррингтоновской составило 0.2 ± 0.02 град/день, что соответствует скорости вращения предполагаемого источника примерно 26.8 ± 0.2 дня.

На рисунке 2 показаны вариации значения магнитного потока в течение рассматриваемого временного интервала, полученного из магнитографических синоптических карт обсерватории Вилкоккс. Магнитный поток последовательно измеряется на центральном меридиане в полосе долгот шириной 5° , и был просуммирован по широте в диапазоне $0\text{--}45^\circ$ и $0\text{--}-45^\circ$. Видно, что, как и в случае временного ряда площадей солнечных пятен, после 2018 года наблюдается выраженная широтная асимметрия: основной магнитный поток сосредоточен в северном полушарии. Кроме того, в течение 2019 года область резкого увеличения магнитного потока наблюдается в узкой выделенной полосе Кэррингтоновских долгот, что соответствует графику вариации суммированной по солнечному диску площади групп солнечных пятен и их долготному распределению (рис. 1).

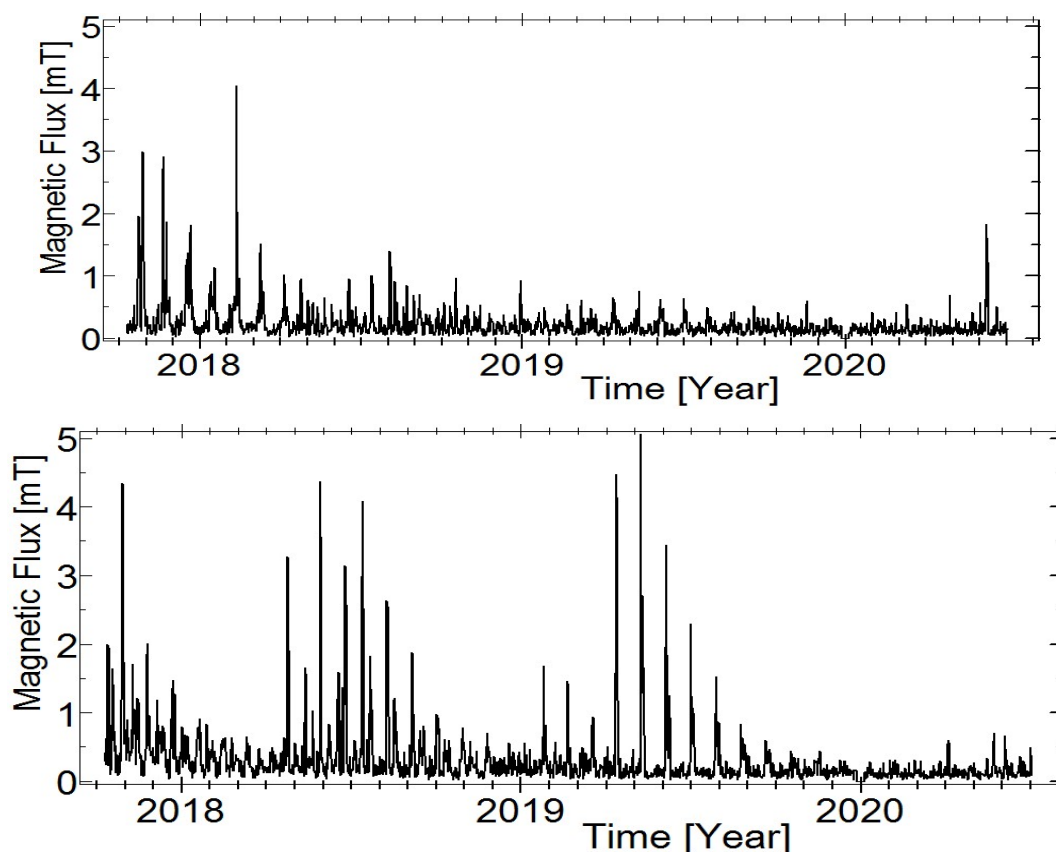


Рис. 2. Магнитный поток (миллиТесла), полученный из магнитографических синоптических карт обсерватории Вилкоккс, измеренный на центральном меридиане в полосе долгот шириной 5° , и суммированный по широте в полосе $0 - 45^\circ$ – северное полушарие, верхняя панель, и $0 - 45^\circ$ – южное полушарие, нижняя панель

Выводы

Выявленная структура магнитных потоков пятен и флоккул в текущем минимуме СА подтверждает сделанный ранее вывод об их возможном локальном подфотосферном источнике, вращающимся с синодической скоростью вращения солнечной поверхности на экваторе.

Выраженная долготная асимметрия магнитных потоков флоккул и пятен указывает на устойчивую генерацию механизмом солнечного динамо в фазе минимума СА неосесимметричной компоненты глобального магнитного поля Солнца, наряду с дипольной.

Литература

1. Benevolenskaya, E.E., Kostuchenko, I.G. The Total Solar Irradiance, UV Emission and Magnetic Flux during the Last Solar Cycle Minimum // J. of Astrophysics, 2013, Vol. 2013, Article ID 368380, 1-9.
2. Benevolenskaya, E.E., Kostuchenko, I.G. Active Longitudes in Minima of Solar Activity // Geomagnetism and Aeronomy, 2014, Vol. 54, No. 8, pp. 1–7.