ВЛИЯНИЕ СНИЖЕНИЯ ОБЩЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛНЦА В 24 ЦИКЛЕ НА УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ПАРАМЕТРЫ КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАССЫ

Биленко И.А.

*Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга,
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

INFLUENCE OF THE SOLAR GLOBAL MAGNETIC FIELD DECREASE ON THE FORMATION AND PARAMETERS OF CORONAL MASS EJECTIONS IN CYCLE 24

Bilenko I.A.

Sternberg Astronomical Institute, Moscow State University, Moscow, Russia

Based on the WSO observational data and the OMNI2 database, the changes in the solar magnetic fields, as well as the parameters of the velocity, density and flow pressure of the solar wind plasma at the Earth's orbit, are analyzed and compared to the rate and parameters of CMEs from CDAW SOHO/LASCO catalog in cycles 23 and 24. The results indicate that all parameters of the solar magnetic fields are lower in cycle 24. Decrease in the polar and non-polar magnetic fields, which are the components of the global magnetic field of the Sun, led to a significant increase in the total number of CMEs in cycle 24, with the dominance of an increase in the number of weak CMEs with the average for the Carrington Rotation (CR) velocity below 700 km s^{-1} . With a general decrease in the average CME velocity in cycle 24, the average velocity for CMEs with $V < 700 \text{ km s}^{-1}$ remains at the level of cycle 23 and even higher in some CRs in cycle 24. Decrease in the density and flow pressure of the solar wind plasma promotes an increase in the number of CMEs with a sky plane width of more than 90° . An increase in the number of CMEs in cycle 24 does not correspond to a sharp decrease in the number of active regions.

DOI: 10.31725/0552-5829-2021-51-54

Введение

В 24 цикле наблюдается снижение общего магнитного поля Солнца по сравнению с 21 и 22 циклами с высокой солнечной активностью, и с низким 23 циклом. Снижение наблюдаемого магнитного поля является результатом уменьшения как полярного, так и не полярного магнитных полей, являющихся видимым проявлением циклических вариаций полоидальной и тороидальной компонент общего магнитного поля Солнца [1]. Было установлено, что полярное магнитное поле в минимуме 24 цикла примерно на 40% слабее, чем в минимуме 23 цикла [2]. Соответственно напряженность межпланетного магнитного поля уменьшилась, примерно, на 30% [3]. Все это могло оказать большое влияние на условия формирования и распространения корональных выбросов массы (КВМ) и значения их параметров. В 24 цикле значительно возросло число КВМ [4, 5]. В рабо-

те [4] было предположено, что к росту числа KBM в 24 цикле привело снижение напряженности полярного магнитного поля.

В данной работе рассмотрено влияние снижения как полярного, так и не полярного магнитного поля Солнца и значений корональной плазмы в 24 цикле на условия формирования и параметры скорости и угла раствора KBM. На основе данных наблюдений WSO и базы данных OMNI2 сопоставлены изменения магнитных полей в 23 и 24 циклах, а также параметров скорости, плотности и давления потока плазмы солнечного ветра на орбите Земли. Для анализа вариаций числа и параметров KBM использован каталог CDAW SOHO/LASCO.

Результаты исследования

На рис. 1 приведены значения средних за Кэррингтоновский оборот (КО) величин числа KBM в каждом КО, их скорости (V_{CME} , рис. 1a1, 1b1) и угла раствора в картинной плоскости (W_{CME} , рис. 1a2, 1b2) для всех наблюдавшихся в 23 и 24 циклах KBM, обозначенных толстыми линиями, и для KBM с $V < 700 \text{ км с}^{-1}$ и $W > 90^\circ$ обозначенных тонкими линиями. Из приведенных графиков следует, что при общем снижении средней скорости KBM в 24 цикле, средняя скорость KBM с $V < 700 \text{ км с}^{-1}$ остается на уровне 23 цикла и даже выше в отдельные КО в 24 цикле (рис. 1a1). Число KBM в КО с $V < 700 \text{ км с}^{-1}$ резко возрастает в 24 цикле (рис. 1b1). Число и средние значения W для KBM с $W > 90^\circ$ выше в 24 цикле (рис. 1b2). Следует отметить, что в 24 цикле возросло не только число KBM, но изменились и их зависимости от фотосферных магнитных полей [5].

Рис. 1.

На рис. 2 показаны: усредненные за каждый КО числа Вольфа, по данным SILSO (a); полярное магнитное поле в северном и южном полуша-

риях (сплошные линии) и сумма их модулей (штриховая линия) (b); аналогично показано не полярное магнитное поле (c); скорость (V_{sw} , d), плотность (n , e) и давление потока (p, f) солнечного ветра на орбите Земли. Значения максимальных, минимальных, средних и медианных величин магнитного поля и параметров плазмы приведены в таблице. Практически все параметры магнитного поля и плазмы ниже в 24 цикле.

Рис. 2.

Таблица.

CYCLE 23				
ПАРАМЕТР	MAX	MIN	MEAN	MEDIAN
B, (μT)	426.48	17.87	166.13	159.26
B _{pol} , (μT)	185.00	16.50	106.69	109.00
n, (cm^{-3})	10.41	3.51	6.18	5.96
p, (nPa)	3.84	1.31	2.16	2.12
V _{sw} , (km s^{-1})	601.65	328.19	444.65	438.93
CYCLE 24				
ПАРАМЕТР	MAX	MIN	MEAN	MEDIAN
B, (μT)	327.09	13.43	129.33	121.37
B _{pol} , (μT)	130.00	11.00	80.23	93.00
n, (cm^{-3})	9.29	4.07	6.11	6.09
p, (nPa)	3.16	1.14	1.82	1.75
V _{sw} , (km s^{-1})	512.11	320.52	412.76	408.26

Сравнение с солнечной активностью, традиционно оцениваемой по числам Вольфа (W, рис. 2а), показывает, что рост числа KBM в 24 цикле явно не соответствует резкому снижению числа пятен. Тогда как снижение полярного и не полярного магнитного поля может быть причиной роста числа KBM, так как их понижение “облегчает” эрупцию вещества. Снижение V_{sw} является следствием уменьшения средней скорости V_{СМЕ} и росту числа KBM с V < 700 км с⁻¹. Понижение n и p солнечного ветра в 24 цикле приводят к возможности более быстрого увеличения W_{СМЕ} и наблюдаемому росту числа KBM с W > 90°.

В работе использованы каталоги OMNI2 [6], Sunspot data from the World Data Center SILSO, Royal Observatory of Belgium, Brussels. Wilcox Solar Observatory data used in this study were obtained via the web site <http://wso.stanford.edu> at 2021:03:11 01:13:34 PST courtesy of J.T. Hoeksema. The Wilcox Solar Observatory is currently supported by NASA.

Литература

1. *Bilenko, I.A.* // Solar Phys., 2018, V. 293, P. 106.
2. *Wang, Y. -M., Robbrecht, E., Sheely, N.R. Jr.* // ApJ, 2009, 707, P. 1372.
3. *Smith, E.J. and Balogh, A.* // Geophys. Res. Lett., 2008, V. 35, P. L22103.
4. *Petrie, G.J.D.* // ApJ, V. 2015, 812, 14 pp.
5. *Bilenko, I.A.* // ApJ, 2020, V. 889, 1, 12 pp.
6. *King, J.H. and Papitashvili, N.E.* // JGR, 2005, V. 110, A02104.