

ДИНАМИКА ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТНОГО ПОЛЯ В АКТИВНЫХ ОБЛАСТЯХ СОЛНЦА ПЕРЕД МОЩНЫМИ ВСПЫШКАМИ

Зимовец И.В., Шарыкин И.Н.

ИКИ РАН, г. Москва, Россия

ivanzim@cosmos.ru

Представлены результаты статистического анализа динамики различных характеристик магнитного поля и электрических токов в активных областях Солнца перед мощными солнечными вспышками: 219 и 23 вспышек классов М и Х соответственно. Для этого использована база данных [1] с экстраполированными магнитными полями в АО, расположенными в центральной части солнечного диска, за период времени с 2010 по 2024 г. Для каждой АО расчеты делались один раз в сутки в окрестности времени 00:30 UT. Экстраполяция сделана на основе векторных магнитограмм SDO/HMI в приближениях потенциального и нелинейного бессилового поля с помощью GX Simulator. Входная информация для расчетов (координаты центра АО, угловой размер и др.) взята из суточных SRS-файлов NOAA SWPC [2]. Для исследуемых АО определены такие интегральные параметры как: число солнечных пятен, суммарная площадь пятен, угловой размер группы пятен, полный беззнаковый магнитный поток (для вертикальной и горизонтальной компонент поля), полный беззнаковый вертикальный электрический ток на фотосфере, полная энергия нелинейного бессилового поля, потенциального поля, их разность – оценка свободной магнитной энергии в АО и ряд других характеристик. Динамика характеристик рассмотрена на интервалах времени от 2 до 8 суток перед вспышками – в зависимости от доступности данных.

Определены диапазоны исследуемых характеристик и их суточных изменений (темпы или скорости) в АО перед мощными вспышками. В частности получено, что вспышки классов М+ происходят в АО при достижении значения беззнакового магнитного потока 10^{22} Мкс и выше, иными словами, уточнен первый критерий В.Н. Ишкова для серий мощных вспышек [3]. Второй критерий В.Н. Ишкова о достижении скорости всплывания беззнакового магнитного потока $\geq 10^{17}$ Мкс/с выполняется не для всех событий, что может быть интерпретировано заниженными значениями в наших расчетах из-за большого шага по времени использованных магнитограмм. В 10-20% случаев наблюдается уменьшение полного беззнакового магнитного потока в АО перед мощными вспышками. Однако при этом наблюдается рост электрических токов и свободной магнитной энергии, что указывает на то, что подвод свободной магнитной энергии может быть связан не со всплыванием нового магнитного потока из-под фотосферы, а из-за квази-горизонтальной динамики в фотосфере или около нее.

Ссылки:

[1] Zimovets I.V., Sharykin I.N., Gan W.-Q. Magnetic Energies (and Some Other Parameters) in Solar Active Regions of Different Hale and McIntosh Classes: Statistical Analysis for 2010–2024 // Cosmic Research. V. 63. N. 4. P. 352-378. 2025.

<https://link.springer.com/article/10.1134/S0010952524601397>

[2] <ftp://ftp.swpc.noaa.gov/pub/warehouse>

[3] Ишков В.Н. Прогноз солнечных вспышечных явлений: солнечные протонные события // Известия РАН. Серия физическая. Т. 87. № 7. СТР. 1010-1013. 2023. [10.31857/S0367676523701788](https://doi.org/10.31857/S0367676523701788)