

ОСОБЕННОСТИ ПОЛЯ СКОРОСТЕЙ В АКТИВНОЙ ОБЛАСТИ 12673, СВЯЗАННЫЕ СО ВСПЫШКАМИ 6 СЕНТЯБРЯ 2017 г.

Головко А.А.

Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск, Россия

PECULIARITIES OF VELOCITY FIELD OF THE ACTIVE REGION No.12673, RELATED TO FLARES OF 6 SEPTEMBER, 2017

Golovko A.A.

Institute of Solar-Terrestrial Physics SD RAS, Irkutsk, Russia

<https://doi.org/10.31725/0552-5829-2023-55-58>

The peculiarities of the structure and dynamics of the radial velocity in the active region No 12573 by NOAA, related to mighty flares, include the set of closely related in space and time processes. They are correlated with magnetic field changes, in particular, change of pulsations regime after the flare X9.3.

Наблюдения активной области (АО) № 12673, давшей с 6 по 10 сентября 2017 г. самые мощные солнечные вспышки 24-го солнечного цикла, предоставили много полезной информации. В работе [1] проанализирован большой объем данных, полученных с помощью магнитографов SOT Hinode [2] и HMI SDO [3]. Выявлены особенности структуры и динамики магнитного поля в АО 12673, связанные со вспышками. Они включают совокупность тесно коррелированных в пространстве и времени процессов: формирование участков с увеличенной перемежаемостью магнитного поля и скорости, расширяющихся во время вспышек; ступенчатое быстрое падение беззнакового магнитного потока со скоростью до 4×10^{18} Мкс/с во время мощной вспышки, смену режима пульсаций максимальной магнитной индукции и возникновение пульсаций с квазипериодом 4 мин после вспышки X9.3, произошедшей 6 сентября 2017 г.

Вместе с тем, важно проанализировать структуру и динамику поля скоростей по записям Hinode и SDO, содержащих информацию о движениях плазмы как перед мощными вспышками, так и в течение этих событий. На рис. 1 приведены магнитограммы продольного поля Hinode и SDO данной АО на 6:00 UT 6 сентября 2017 г., а также карты лучевых скоростей для того же момента времени. Пространственное разрешение SOT Hinode составляло 0,14", а HMI SDO 0,5". Как в магнитном поле, так и в поле скоростей выявлены центры активности **A** и **B**, в которых видны максимально быстрые изменения. При просмотре фильмов, составленных из карт скоростей, видно, что в этих центрах наблюдаются мощные турбулентные движения. В период 5–6 сентября центр активности **A** появился ранее центра **B** и расширялся в размерах, в то же время развивались связывающие их протяженные арочные структуры.

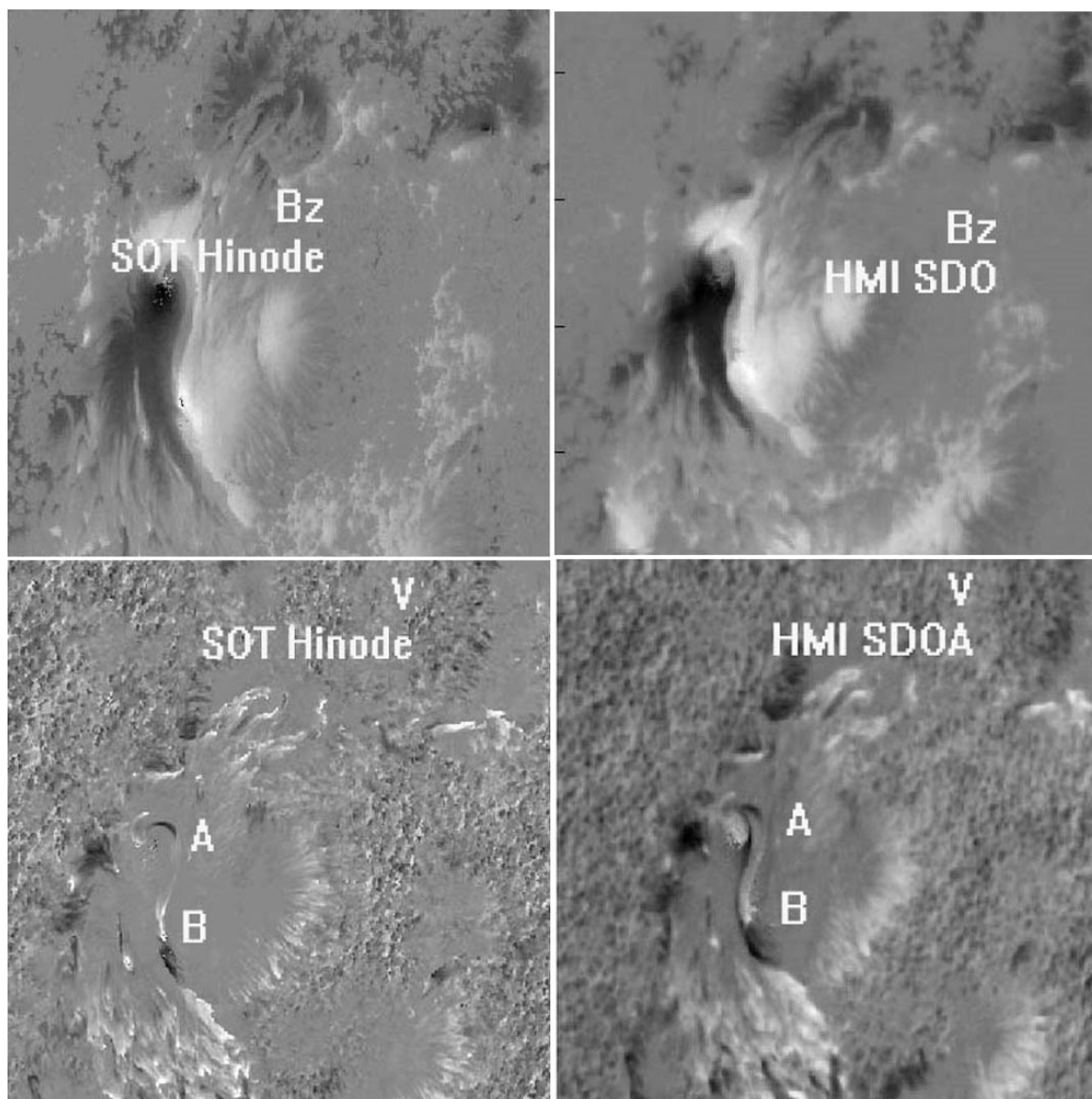


Рис. 1. Магнитограммы АО 12673, полученные с помощью SOT Hinode и HMI SDO (верхний ряд) и карты лучевых доплеровских скоростей для тех же участков на 6:00 UT 6 сентября 2017 г.

При анализе карт лучевых скоростей следует учитывать, что в величину регистрируемой скорости входит скорость движения космической станции на орбите относительно Солнца. Это иллюстрируется на рис. 2 (верхняя левая часть) синусоидальным трендом значения средней по АО скорости. Вычитание данного тренда, а также скорости вращения Солнца для участка АО дает распределение скорости, свободное от этих составляющих (рис. 2, правая часть)

Кроме самих распределений скорости, мы рассчитали мультифрактальные сегментированные изображения микроканоническим методом мультифрактального анализа [4, 5]. На рис. 2 видно, что в центрах активности **A** и **B** имеются выявленные области перемежаемости, которые показаны в форме светлых участков на сегментированном изображении. Картина на

моменты 01:00 и 06:00 UT 6 сентября 2017 г. существенно различается, отражая интенсивный выход новых магнитных потоков в это время [1].

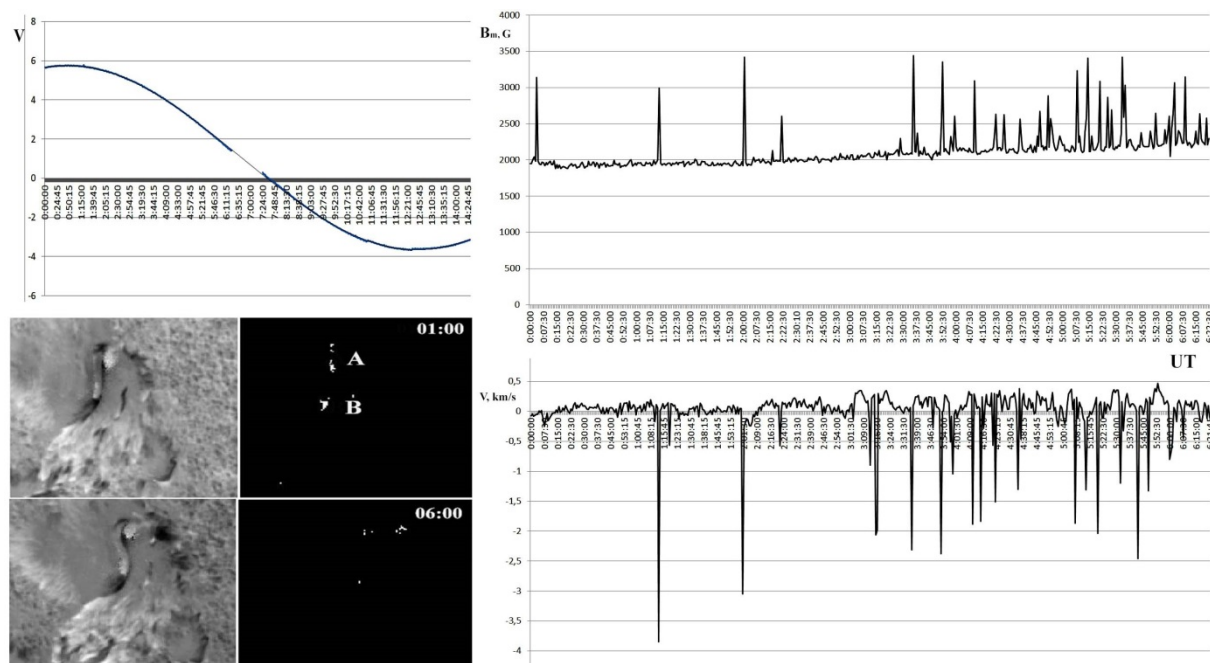


Рис. 2. Кривая средней по АО доплеровской скорости, аппроксимированная кривой синусоидального тренда (верхняя левая часть). Карты лучевой скорости и соответствующие мультифрактальные сегментированные изображения (нижняя левая часть) Кривые хода максимальной магнитной индукции B_m и максимальной скорости опускания газа V в ареале АО для интервала 0–6 час UT (правая часть).

Серии записей поля скоростей HMI SDO в быстрой моде получены с интервалом 45 с, что дало возможность проследить быстрые процессы. На рис. 3 приведены кривые изменения со временем максимальной по ареалу АО скорости опускания плазмы V и максимальной магнитной индукции по лучу зрения B_z . Видно изменение режима пульсаций после мощной вспышки, от отдельных всплесков (рис. 2) к сложной нерегулярной картине и затем к 4-минутным квазипериодическим пульсациям, которые более отчетливо выражены в скоростях, чем в магнитном поле (рис. 3). Одноминутные всплески (рис. 2) в магнитном поле и скорости в половине случаев совпадают по времени и могут быть связаны с процессом выхода новых магнитных потоков [1]. Как показывает анализ, они располагаются в участках максимальной магнитной индукции и максимальной лучевой скорости в центрах активности А и В. В этих же участках происходят 4-минутные пульсации.

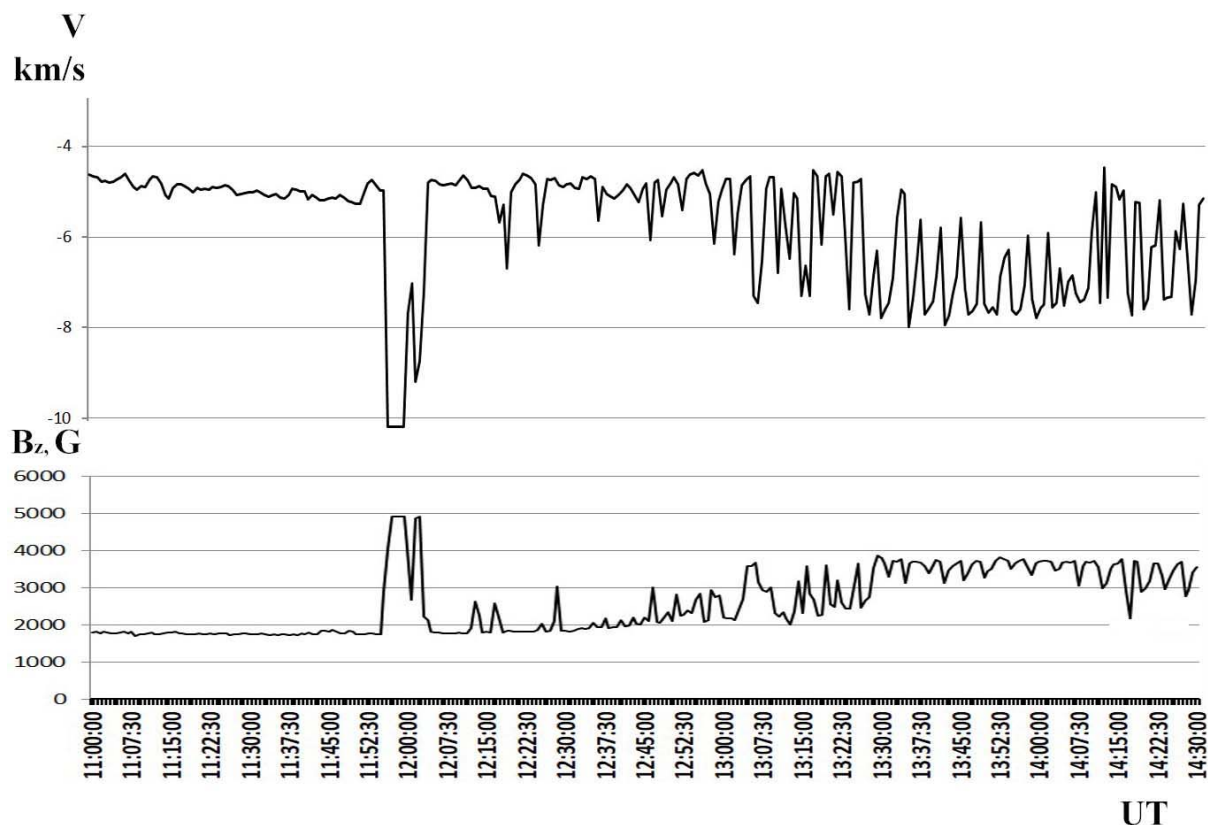


Рис. 3. Временные реализации максимальной скорости опускания V и максимальной индукции магнитного поля положительной полярности.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки России (проект № 0278-2021-0008).

Литература

1. Golovko A.A., Salakhutdinova I.I. // Geomagnetism and Aeronomy. 2023. **63** (in press)
2. Kosugi T., et al. // Solar Physics. 2007. **243**, 3.
3. Pesnell W.D., et al. // Solar Physics. 2012. **275**, 3.
4. Levy-Vehel J., Vojak R. // Adv. Appl. Math. 1998. V. 20. N 1,1.
5. Князева И.С., Макаренко Н.Г, Лившиц М.А. // Астрон. журн. 2011. **88**, №11, 503.
6. Golovko A.A., Salakhutdinova I.I. // JASTP. 2018. **179**, 120.