

гибких мембранах 13 и 13' к основанию 14. Каретка приводится в движение прецизионным двигателем постоянного тока через редуктор, микрометрический винт и рычаг 15. Реверс каретки обеспечивается пружиной 16. Для уменьшения погрешности микрометрического винта отношение плеч рычага выбрано равным 1:4. Это одновременно позволяет приблизительно измерять на индикаторе 17 значение разности хода интерферирующих лучей, которая равна четырехкратному перемещению каретки. Точное измерение разности хода проводится с помощью канала монохроматического излучения с длиной волны 0.6328 мкм. Источник излучения — лазер ЛГ-78. Скорость сканирования определяется способом регистрации сигнала и может иметь два значения. Для аналоговой системы регистрации, при которой выходной сигнал записывается на самописце, скорость сканирования соответствует частоте модуляции излучения лазера 10 Гц. Для цифровой системы регистрации соответствующая частота модуляции равна 600 Гц.

Выходной модулированный пучок измеряемого излучения воспринимается чувствительной площадкой фоторезистора PbS. Спектральный диапазон спектрометра определяется спектральным диапазоном фотоприемника и пропусканием кварцевого светоделителя. Для повышения чувствительности фоторезистор охлаждается термоохладителем 18 [2]. По результатам измерений пропускание интерферометра составляет около 7 %, глубина модуляции светового потока — 50 %.

Для юстировки интерферометра и проведения лабораторных измерений спектров имеется осветительное устройство 19. Наведение телескопа на объект осуществляется с помощью офсетного подсмотра 20. Габаритные размеры ОМБ АФС: 520×430×400 мм, масса — 40 кг.

Испытания АФС в условиях натуральных наблюдений в каскареновском фокусе телескопа АЗТ-2 показали устойчивость работы интерферометра при произвольных пространственных положениях прибора. Измеренное смещение нуля-пункта из-за изгибов конструкции интерферометра при направлении телескопа в зенит составило около 40 мкм. Поскольку на такую же малую величину одновременно смещаются интерференционные картины в измеряемом и опорном (лазерном) каналах, то отмеченное явление не оказывает никакого влияния на исследуемый спектр.

На рис. 2 показаны интерферограмма и спектр пропускания атмосферы Земли в диапазоне 1.27—3.07 мкм по наблюдениям Луны. Редукция за кривую спектральной чувствительности фотоприемника не проводилась. Спектр получен путем усреднения четырех сканов. Время одного сканирования составляет 25 с. В окне пропускания атмосферы *K* отчетливо видны две полосы поглощения углекислого газа на длинах волн 2.01 и 2.06 мкм. Разрешение в спектре на рис. 2 составляет примерно 60 см⁻¹.

В заключение автор выражает благодарность Б. Е. Жилиеву за руководство работой и В. Г. Зубко за помощь в наблюдениях и обработке результатов.

1. *Ежевская Т. Б., Шипилов А. Ф.* Фурье-спектрометр с подвижным светоделителем // Приборы и техн. эксперимента.— 1981.— № 6.— С. 166.
2. *Маслеев Л. Б., Недашковский В. Н.* Термоохладитель на базе модулей ТЭМО-6 и ТЭБ-023 // Там же.— 1985.— № 3.— С. 207.
3. *Maillard J. P.* Status and prospect of Fourier transform spectroscopy in astronomy // High resolution spectroscopy: Proc. 4th Int. colloq. astrophys.— Triest, 1978.— P. 108.

Глав. астрон. обсерватория АН УССР,
Киев

Поступила в редакцию 25.12.86,
после доработки 17.02.87

УДК 523.98

Вспышки и поле фотосферных скоростей в активной области

С. И. Гопасюк, Л. Ф. Лазарева

Изучено проявление вспышечной активности в поле фотосферных скоростей активной области 2—8 сентября 1961 г. Наблюдения лучевых скоростей проведены по линии Fe I λ 525.0 нм на магнитографе Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. Показано, что вспышки появляются преимущественно на нулевой линии лучевых скоростей.

В этих местах плазма вращается в том же направлении, что и большое соседнее пятно. В самом пятне возникновение вспышки сопровождается увеличением скорости подъема плазмы.

PHOTOSPHERIC VELOCITY FIELD AND FLARES IN THE ACTIVE REGION, by Gopasyuk S. I., Lazareva L. F.— The manifestation of flare activity in the field of photospheric velocities of the active region on September 2—8, 1961 has been studied. Radial velocities were observed using the Fe I λ 525.0 nm line with the magnetograph of the Crimean Astrophysical Observatory. It has been shown that the flares appear mainly on the zero line of radial velocities. Here plasma rotates in the same direction as the adjacent large sunspot. The flare appearance in the sunspot itself is accompanied by an increase of the plasma ascent velocity.

Эволюция магнитного поля активной области (АО) определяется главным образом движением плазмы в подфотосферных слоях. Как установлено, вспышки появляются в тех местах АО, где наблюдаются сильные вращения вектора поперечного магнитного поля

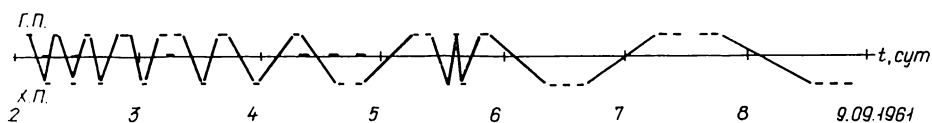


Рис. 1. Временное распределение вспышечных узлов относительно основных пятен

и скрещение полей разных направлений (в основном поперечных). В таких местах электрические токи имеют большие плотности [8, 14]. Очевидно, что появление вспышек связано с движением плазмы в фотосфере [6, 7, 13, 15, 16].

Настоящая работа посвящена исследованию взаимосвязи вспышечной активности и поля фотосферных скоростей. Для этого нами взяты результаты наблюдений АО № 251 в 1961 г., которая находилась в северном полушарии, ее центр пересекал центральный меридиан 4 сентября 1961 г. Данные наблюдений включали магнитное поле и лучевую скорость, полученные в Крымской астрофизической обсерватории на вектор-магнитографе (на основании которых построены карты магнитного поля и поля лучевых скоростей), а также зарисовки фотоголограмм, полученных в Симеизе и на Уссурийской станции Службы Солнца за 2—8 сентября. Рассмотрено карт: за 3 сентября — 12, за 4 — 6, за 5 — 18, за 6 — 14, за 7 — 6 (только карты лучевой скорости), за 8 сентября — 8. Запись одной карты проводилась в среднем в течение 30 мин.

Для уточнения совмещения эскизов с картами поля скоростей использовались карты яркости, а также карты продольного магнитного поля. Данные о вспышках (координаты, балл, время) взяты из «Solar Geophysical Data». Подробное описание методики измерений и их обработки приведены в [2, 3, 9, 10, 12]. Магнитные поля этой АО изучены в [2, 12], поле скоростей — [3, 9, 10]. Максимального развития группа достигла 2 сентября, затем стала быстро разрушаться. Если 1 и 2 сентября все пятна в основном располагались в общей полутени, то к 8 сентября там остались только два основных пятна общей площадью 603 м. д. п.

На каждую карту поля скоростей наносились положения узлов вспышек во время или после записи. Интервал между появлением вспышек и временем записи данного участка АО составлял от нуля до 14 ч. Всего в АО за указанный период было зарегистрировано 186 узлов вспышек мощностью от субвспышки до вспышки балла 2. Временное распределение вспышек в группе показано на рис. 1. Сверху черточками нанесены вспышки относительно лидирующей части группы, в середине — относительно центральной, внизу — относительно хвостовой части группы. Заметен волнообразный характер вспышечной активности группы.

По картам поля скоростей определялось кратчайшее расстояние положения узла вспышки до ближайшей нулевой линии. На гистограмме (рис. 2) приведены только те вспышки, которые произошли в течение 1 ч после окончания записи. Распределение показывает очень сильную концентрацию положения узлов вспышек относительно нулевой линии поля скоростей, т. е. 79 % случаев располагаются примерно в пределах $\pm 3.5''$ от нулевой линии. Однако, если нанести все вспышки, которые появлялись в интервале от 0 до 14 ч, то эффект концентрации ухудшается, что отражает нестационарность поля

скоростей. Это подтверждает полученный ранее вывод о появлении вспышек на нулевой линии поля скоростей.

Есть основания считать, что ориентация нулевой линии поля скоростей относительно радиуса-вектора на центр солнечного диска отражает вращение плазмы в окрестности нулевой линии. Поэтому, используя эту особенность, мы проанализировали ориентацию нулевой линии в окрестности локализации вспышек. Оказалось, что в 70 % случаев вращение плазмы в местах локализации вспышек в головной части группы совпадает с вращением головного пятна. Такое же совпадение наблюдается и в хвостовой части группы. Вращение пятен определялось по картам лучевых скоростей методом,

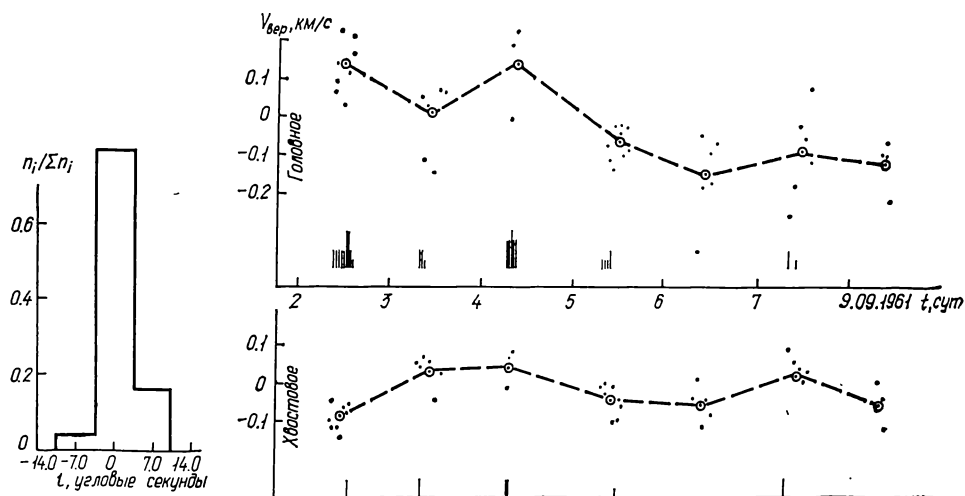


Рис. 2. Гистограмма число вспышек — расстояние до нулевой линии v_{\parallel} ($\Sigma n_i = 38$)

Рис. 3. Зависимость $v_{\text{верт}}$ от вспышечной активности

указанным в [4]. Эти результаты свидетельствуют о том, что в формировании вспышки очень важную роль играет вращение пятна и плазмы в окрестности нулевой линии, где локализуется вспышка, причем, как оказалось, направление вращения плазмы совпадает с направлением вращения основных пятен.

По каждой карте поля скоростей определена средняя по площади вертикальная составляющая скорости в головном и хвостовом пятнах. Метод определения вертикальной составляющей описан в [4, 9, 10]. Результаты измерений показаны на рис. 3 (вверху — для головного пятна, внизу — для хвостового). Точками нанесены данные измерений по каждой карте. Кружками и штриховыми линиями — средний ход. По каждой кривой показаны вспышки, которые произошли в окрестности каждого из пятен (головного и хвостового соответственно) за время наблюдений поля скоростей в течение дня. Балл вспышек отмечен размером штриха. Самая высокая черточка соответствует вспышке балла 2. Видно, что в те дни, когда происходили вспышки, наблюдался подъем газа в пятне. В то же время в отсутствие вспышек происходит опускание, которое характерно для спокойного состояния пятна [1, 4]. В те дни, когда наблюдалось больше вспышек и они были более высокой мощности, скорость подъема газа усиливалась. Это согласуется с наблюдениями, полученными ранее по отдельным вспышкам [1, 4].

Число и мощность вспышек коррелирует со скоростью вращения пятна, т. е. чем больше скорость вращения пятна, тем мощнее вспышки и число их больше [2, 5]. Вращение пятна приводит к скручиванию и сжатию магнитного поля пятна. Это способствует подъему плазмы в фотосфере. Таким образом, процессы вращения самих пятен, а также плазмы в окрестности нулевых линий, где локализуются вспышки, — проявление единого механизма, который определяет возникновение вспышки.

1. Гопасюк С. И. О движении вещества на различных уровнях солнечной атмосферы в активных областях во время вспышек // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.— 1964.— 32.— С. 14—25.

Окончание см. на с. 96

2. *Гопасюк С. И.* Временные изменения структуры поперечного магнитного поля в группах пятен и оптические явления // Там же.— 1965.— 33.— С. 100—110.
3. *Гопасюк С. И.* О некоторых особенностях поля скоростей в развитой активной области // Там же.— 1968.— 38.— С. 65—77.
4. *Гопасюк С. И.* Фотосферные движения газа в одиночном пятне // Там же.— 1977.— 57.— С. 107—121.
5. *Гопасюк С. И., Лазарева Л. Ф.* Поле скоростей и вспышечная активность в группе пятен // Там же.— 1986.— 74.— С. 84—92.
6. *Гопасюк С. И., Огирь М. Б., Цап Т. Т.* Некоторые особенности активных областей на Солнце во время вспышек // Там же.— 1963.— 30.— С. 148—160.
7. *Гопасюк С. И., Огирь М. Б., Цап Т. Т.* О связи фотосферных и хромосферных процессов в активной области во время вспышек // Солнеч. данные.— 1963.— № 4.— С. 77—81.
8. *Зверева А. М., Северный А. Б.* Магнитные поля и протонные вспышки 7 июля и 2 сентября 1966 года // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.— 1970.— 41/42.— С. 97.
9. *Куклин Г. В., Степанов В. Е.* Движение газа и магнитного поля в солнечном пятне. I // Солнеч. данные.— 1963.— № 1.— С. 55—67.
10. *Куклин Г. В., Степанов В. Е.* Движение газа и магнитного поля в солнечном пятне. II // Там же.— № 2.— С. 43—50.
11. *Северный А. Б.* Исследование магнитных полей, связанных со вспышками на Солнце // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.— 1960.— 22.— С. 12—41.
12. *Степанов В. Е., Гопасюк С. И.* К структуре магнитных полей в активной области Солнца // Там же.— 1962.— 28.— С. 194—223.
13. *Martres M.-J., Soru-Escout I., Rayrole J.* An attempt to associate observed photospheric motions with magnetic field structure and flare occurrence in an active region // Solar magnetic fields.— Dordrecht : Reidel, 1971.— 435 p.
14. *Moreton G. E., Severny A. B.* Magnetic fields and flares in the region CMP 20 September 1963 // Solar Phys.— 1968.— 3, N 2.— P. 282.
15. *Rust D. M.* Analysis of the August 7, 1972 white light flare: Changes in the magnetic and velocity fields // Ibid.— 1973.— 33, N 1.— P. 205.
16. *Tanaka K.* Evolution of fibrils with special reference to flare activity // Ibid.— 1976.— 47, N 1.— P. 247.