

ЛИТЕРАТУРА

1. Crannell C.J., Dulk G.A., Kosugi T., Magun A. Observations and interpretation of solar flares at microwave frequencies // Solar Phys. 1988. V.118. P.155-183.
2. Dennis B.R., Orvig L.E., Kennard G.S., Labow G.J., Schwartz R.A., Shaver A.R., Tolbert A.K. The complete hard X-ray burst spectrometer event list, 1980-1989 // 1991. NASA technical memorandum 4332 . 434 p.
3. Dennis B.R. Solar flare hard X-ray observations // Solar Phys. 1988. V.118. P.49-94.
4. Drago F.C., Alissandrakis C.E., Bentley R.D., Philips A.T. Microwave, soft and hard X-ray observations of solar flares // Solar Phys. 1998. V.182. P.459-476.
5. Dulk G.A., March K.A. Energetic electrons in solar flares // Astrophys.J. 1982. V.259. P.350-362.
6. Kosugi T., Dennis B.R., Kai K. Energetic electrons in impulsive and extended solar flares as deduced from flux correlations between hard X-rays and microwaves // Astrophys.J. 1988. V.324. P. 1118-1131.
7. Silva A.V., Wang H., Gary D.E. Correlations of microwave and hard X-ray spectral parameters // Astrophys.J. 2000. V.545. P.1116-1123.

М.И. Фисенко

СВЯЗЬ ВСПЫШКИ 27 СЕНТЯБРЯ 1983 года С ВАРИАЦИЯМИ ЯРКОСТИ В БЛИЖНЕМ ИК-ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН

В данной статье мы продолжаем работу по исследованию связи вспышек в H_{α} и вариациями яркости в ближнем ИК-диапазоне длин волн. Описание аппаратуры и методики наблюдений нами проводилось ранее, укажем, что фотометр имел максимум спектральной чувствительности на длине волны 1,6 мкм, наблюдения проводились на горизонтальном солнечном телескопе АЦУ-5 в фокусе Ньютона. При наблюдениях полный солнечный поток солнца как звезды, измеряемый фотометром, компенсировался электрическим сигналом, равным сигналу потока на входе измерительной системы, и появляющаяся переменная часть сигнала далее усиливалась и регистрировалась на самописец с постоянной времени 1 с [5]. Кроме того, нами использовались для сопоставления с данными фотометра наблюдения хромосферного патруля, патрульный фильм в линии H_{α} за тот же период наблюдений.

Рассматриваемое нами событие представляет собой субвспышку класса SF за 27.09.1983 г. Координаты вспышки S15, E52, область 4326. Начало вспышки – 00^h 36,2^m, максимум – 00^h 38,3^m, конец – 00^h 47^m по UT, длительность – 11 мин. Вспышка имела следующие особенности: отсутствовала связь с видимыми пятнами, она представляла собой несколько ярких точек, имела несколько эруптивных центров и отчетливые вариации интенсивности [7].

Просмотр H_{α} -фильма показал, что до вспышки область представляла собой диффузный флоккул, вспышка началась с яркой точки, которая развилась в петлю, и появилась вторая яркая точка. Впоследствии, после ввода фильтрограмм в компьютер и уменьшения яркости на фильтрограммах, в области первого вспышечного узла стали видны яркие протяженные детали, которые появлялись в раз-

ных направлениях и, скорее всего, представляли собой яркие выбросы, которые трудно было выделить на хромосферном фильме без соответствующей обработки. Более тонкие детали выявить из фильтрограмм не представлялось возможным.

На рис.1 представлен зарегистрированный нами сигнал с фотометра, причем наблюдения в этом случае были проведены в широкой полосе, без отсекающей видимой части спектра. Сигналы сняты с диаграммной ленты через 3 с. На рис.1 начало наблюдений в 00^h 30^mUT. По горизонтальной оси отложено время в секундах. По другой оси – амплитуда сигнала, максимальный размах от максимума к минимуму на графике составляет величину 6×10^{-3} от непрерывного спектра в центре солнечного диска. Видно, что волновой процесс, предшествующий вспышке в H $_{\alpha}$, начался задолго до нее и представлял собой два колебания с разрывом на заднем фронте, причем перед вспышкой скачок имел максимальную амплитуду, и

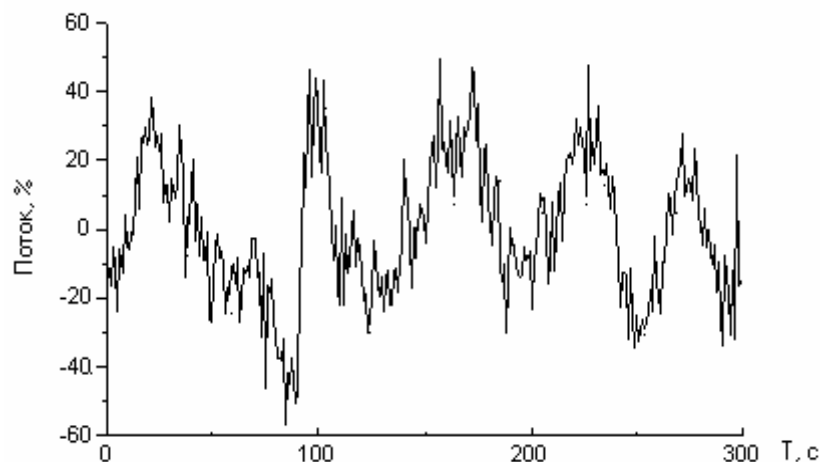


Рис.1. Представлен сигнал с радиометра. По одной оси отложено время в секундах. По второй оси – амплитуда сигнала в процентах от непрерывного спектра в центре солнечного диска. Максимальный размах от минимума сигнала к максимуму составляет величину 6×10^{-3} от непрерывного спектра в центре солнечного диска. Начало измерений в 00^h 30^m UT

затем разрыв появился на переднем фронте волны. Явно видно два периода волны и затем признаки разрыва стали менее заметны.

На рис.2 приведена кривая изменения яркости вспышечного узла. Данные сняты через 30 с. Даны значения яркости относительно невозмущенного фона. Начало отсчета по горизонтальной оси на графике 00^h 29^m UT. Фотометрия выполнена на компьютере программой “Adobe Photoshop” версии 5,5. Размер фотометрируемой площадки составлял 11 угловых секунд. Из сравнения этих рисунков видно, что яркость во вспышечном узле во время действия разрывов максимально нарастала.

К окончанию процесса, когда разрыв плохо просматривался, яркость вспышки значительно упала и вспышка окончилась. Таким образом, видно, что длительность вспышки в H $_{\alpha}$ равна длительности волны с разрывами на переднем фронте. Амплитуда волны составляет $\sim 6 \times 10^{-3}$ от непрерывного спектра в центре солнечного диска. Для сравнения энергии, выделенной в H $_{\alpha}$ и обнаруженной волны, можно в первом приближении использовать оценки Э.Р. Мустеля, который показал, что вклад самой яркой во вспышках линии H $_{\alpha}$ в момент ее наибольшей яркости даже для большой хромосферной вспышки, где эквивалентная ширина эмиссии в линии составляла около 1,8 Å, в непрерывный спектр приблизительно $1,3 \times 10^{-4}$ [1]. Таким образом, получается, что наш сигнал больше и, конечно, должен быть больше вклада в непрерывный спектр вспышки балла SF. Период волны, приведенной на рис.1, составил 180 с.

В работах крымских авторов, в частности А.Б. Северного, был отмечен ряд спектроскопических свидетельств, указывающих на возможность связи ранней стадии развития эмиссии вспышки с ударной волной – своего рода взрывом, преимущественно под хромосферой с расширением, ионизацией и возбуждением атомов при отсутствии заметного самопоглощения. Им также было показано, что энергии ударной волны, двигающейся со скоростью в 300 км/с, достаточно для поддержания энергии вспышки, расходуемой со скоростью примерно $500 \text{ эрг/см}^3 \times \text{с}$ на протяжении 200 с [3]. Некоторые наблюдательные свидетельства возможного присутствия тепловых волн во вспышках представил Раст [4].

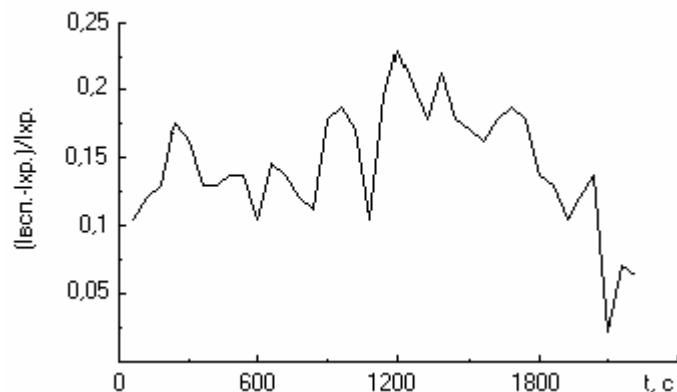


Рис.2. Кривая изменения яркости вспышечного узла. Данные сняты через 30 с. Представлены значения яркости относительно невозмущенного фона. Начало отсчета времени 00h 29m UT

Хорошо известно, что бегущие волны могут распространяться в атмосфере, если их период меньше критического периода, который для изотермической атмосферы составляет в случае Солнца 240 с [6]. Интересно отметить следующее. Можно рассчитать длину акустической волны, соответствующей периоду в 180 с. Она примерно равна 2000 км [6]. Из наблюдений известно, что в солнечной атмосфере на границах супергранул жгуты высокой напряженности испытывают постоянные удары с периодом около 5 мин, пространственный масштаб воздействия примерно 1000 км. Из наших данных период первого колебания в волне примерно 5 мин и рассчитанная длина волны примерно 2000 км. Все это может привести к возникновению волны с разрывами – ударной волны. Скорость такой волны может быть не менее 1000 км/с, поскольку во вспышке просматриваются пульсации яркости синхронные с колебаниями в обнаруженной волне и примерно такой же длительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мустель Э.Р. О происхождении непрерывного спектра хромосферных вспышек // Изв. КРАО. 1955. Т. 15. С.54- 67.
2. Прист Э.Р. Солнечная магнитогидродинамика. М.: Мир, 1985. 589 с.
3. Северный А.В. Исследование возбуждения и ионизации водорода в хромосферных вспышках // Изв. КРАО. 1958. Т.19. С.72-99.
4. Сомов Б.В. Проблемы физики солнечных вспышек // Проблемы физики солнечных вспышек. Тр. IV ежегодного семинара. М.: Наука, 1988. 184 с.
5. Фисенко М.И. Обнаружение импульсных сигналов в ближней ИК области солнечного спектра, связанных с солнечными вспышками и радиовсплесками // Солнечная активность и ее влияние на Землю. Владивосток: Дальнаука, 2000. С.126-133. (Тр. УАФО; Т.4, вып.4).
6. Шацман Э. Распространение ударных волн в атмосфере переменной плотности. Космическая газодинамика. М.: Мир, 1964. 719 с.
7. Solar – Geophysical Data. Boulder: NGDC. 1985. N 492. Pt II.