

УДК 523.985

Трехмерная структура и скорости движения вещества в темных петлях прилибтовых H_{α} -вспышек

И. С. Шилова, Л. П. Старкова

Изучены H_{α} -фильтограммы (в центре линии и со смещением до 0,2 нм) петель двух прилибтовых солнечных вспышек. Учет эффекта проекции позволил определить форму наблюдаемой в поглощении петли в ее собственной плоскости, ориентацию этой плоскости и скорость движения материи вдоль петли. Типичны подъем вещества от поверхности Солнца по одной стороне петли и спуск — по другой. Весьма часто в петлях наблюдаются участки, где материя движется со скоростью около 200 км/с или больше, хотя доплеровское смещение H_{α} составляет всего лишь 0,1 нм. С помощью уравнений контраста определена электронная концентрация в петлях $7 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3} \leq N_e \leq 10^{11} \text{ см}^{-3}$ и концентрация водорода $6 \cdot 10^9 \text{ см}^{-3} \leq N_1 \leq 2 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$.

THREE-DIMENSIONAL STRUCTURE AND VELOCITIES OF MATTER MOTION IN DARK LOOPS OF H_{α} NEAR-LIMB FLARES, by Shilova N. S., Starkova L. I. Two near-limb flares filtergrams with filter passband at H_{α} and $H_{\alpha} \pm 0.2$ nm are analysed. Correction of the loop geometry in accordance with projection effect gave the possibility to determine the dark flare loop form in its own plane, the orientation of the loop plane with respect to the solar surface and velocities along the loop. The ascent from the solar surface with the following descent along the loop is a typical motion of the matter. Often there are the loop sections with matter velocity along it ≥ 200 km/s, although the H_{α} Doppler shift equals [0.1 nm]. By means of contrast profiles the loop electron density N_e and hydrogen density N_1 are calculated: $7 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3} \leq N_e \leq 10^{11} \text{ cm}^{-3}$, $6 \cdot 10^9 \text{ cm}^{-3} \leq N_1 \leq 2 \cdot 10^{11} \text{ cm}^{-3}$.

Наблюдения так называемых прилибтовых вспышек на Солнце ($60^\circ \leq \lambda < 90^\circ$) дают редкую возможность увидеть вспышку в проекции, наиболее выгодной для реконструкции ее пространственной картины.

На башенном солнечном телескопе Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР ($D_{\odot} = 168$ мм) с помощью ИПФ H_{α} Оптон ($\Delta\lambda = 0.025$ нм) Э. И. Могилевским получены фильтограммы двух прилибтовых вспышек 20.08.79 и 19.07.81 в центре линии и при смещении полосы пропускания фильтра от центра H_{α} до 0,2 нм через 0,025 и 0,05 нм. Наблюдения вспышки 20.08.79 (0904—0920—1000 UT 5N, 75E балла 1n) начались через 4 мин после ее максимума, вспышка 19.07.81 наблюдалась с момента возникновения. Динамика петель вспышки 20.08.79 уже описана в работе [2], поэтому здесь мы подробно рассматриваем вспышку 19.07.81, а для первой определим лишь скорости и направление движения для восьми самых контрастных петель. Наблюдения вспышки 19.07.81 (0456—0524—0631 UT 07S, 71E балла 1B) начались в 0412 UT. Обе вспышки после максимума яркости в центре H_{α} представляли собой туннель из эмиссионных петель, в основании которых находились наиболее яркие части — ядра вспышки (во вспышке 20.08.79 наблюдался дополнительный яркий участок на вершинах петель). При уходе в крыло сложное переплетение этих структур упрощалось и при $\delta\lambda \geq 0.1$ нм представляло собой совокупность нескольких наблюдаемых в поглощении петель, одна сторона которых видна в красном крыле H_{α} , другая — в синем. Туннель петель 20.08.79 был виден почти с торца, а 19.07.81 — в значительной степени повернут к наблюдателю теми концами петель, которые видны в коротковолновом крыле H_{α} . Первые петли во вспышке 19.07.81 возникли позже момента ее появления. Сначала усиление яркости наблюдалось в двух изолированных очагах, на месте которых впоследствии сформировались самые яркие части вспышки. Только через 10 мин после максимума интенсивности появились первые петель-

ные структуры в крыльях H_{α} , и одновременно в центре линии вспышка стала напоминать туннель из арок. Следовательно, если процесс магнитного пересоединения в петлях и может играть существенную роль в возникновении вспышки, то это не связано ни с теми петлями, которые наблюдаются в H_{α} (согласно фильтрограммам, их еще нет в момент появления вспышки), ни с теми, которые наблюдаются в рентгеновском диапазоне, так как они также появляются после максимума вспышки (см., например, [6]).

Характерные особенности петель исследуемых вспышек (рис. 1): 1) они видны в поглощении с наибольшим контрастом при смещении от центра H_{α} на $\delta\lambda = \pm 0.1$ нм; 2) с приближением к центру линии уже

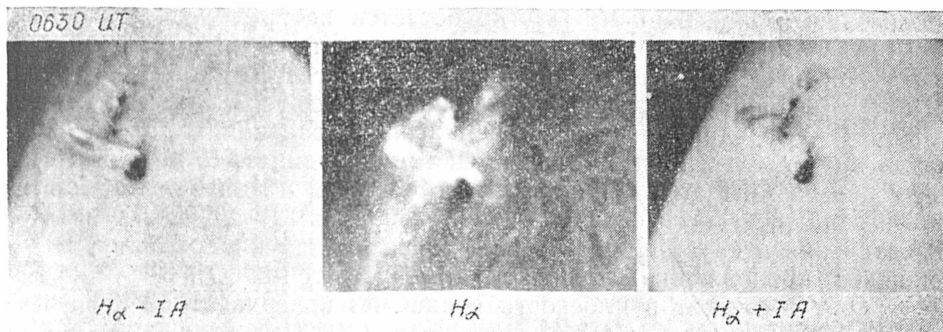


Рис. 1. Фильтрограммы прилимовой вспышки 19.07.81

на фильтрограммах с $\delta\lambda = 0.025$ нм их контраст измерить нельзя, так как темные петли «заливаются» излучением вспышки, хотя они еще видны как области пониженной яркости свечения; 3) первое впечатление, что при приближении к центру H_{α} темные петли переходят в петли излучения, при точном совмещении фильтрограмм оказывается ошибочным. Эмиссионные и темные петли соседствуют друг с другом, но это разные образования. При приближении к центру H_{α} эмиссия начинает проявляться по краям темных петель сначала в синем крыле, а затем в красном; 4) концы петель, видимые в красном крыле H_{α} , выходят из того места наибольшей яркости вспышки, которое расположено вблизи хвостового пятна N полярности (0.26 Тл), а концы петель, видимые в синем крыле H_{α} , — находятся возле головного пятна S полярности (0.31 Тл); 5) у обеих вспышек части петель видны отдельно либо в красном, либо в синем крыле, одновременное свечение одного и того же участка петли в обоих крыльях осуществляется только на участке малой протяженности у вершин петель; 6) «красные» концы различных петель расположены ближе друг к другу, чем «синие». Поэтому вероятность пересечения петель больше у «красных» концов, чем у «синих». С последним, возможно, отчасти связан более высокий контраст относительно невозмущенной фотосферы «красных» частей петель.

Трудно представить конфигурацию, в которой подобное распределение доплеровских скоростей было бы лишь следствием эффекта проекции вспышек с различными координатами. Кроме названных вспышек, такое распределение отмечалось, например, для прилимовой вспышки 11.08.72 [1]. Для строгого учета влияния эффекта проекции на наблюдаемую форму петли и скорость вдоль луча зрения воспользуемся работами [10, 11], в которых получены формулы перехода от координат точек петли в плоскости фильтрограммы к координатам этих точек в плоскости петли при любом наклоне оси симметрии петли к линии, соединяющей ее основания. Преобразования применимы лишь к квазисимметричным петлям. С помощью [10, 11] кроме истинной

формы петли можно получить угол отклонения плоскости петли от плоскости, перпендикулярной к солнечной поверхности (угол β), и угол наклона линии, соединяющей основания петли, к солнечной параллели (угол α).

Система петель весьма сложна. Некоторые петли видны не на всем своем протяжении, другие — пересекаются. Поэтому иногда приходилось рассматривать несколько вариантов возможных очертаний петель. Была составлена программа и проведены вычисления для 56 наиболее вероятных петель вспышки 19.07.81. Кроме того, нам необходимо было определить косинус угла между двумя направлениями в пространстве — лучом зрения и касательной к петле в ее плоскости в некоторой фиксированной точке ($\cos \gamma$). Для этого можно было использовать вычисления из [9], но остается неопределенность в знаке $\cos \gamma$. Поэтому мы воспользовались тем, что в [11] третьей осью исходной пространственной системы координат X, Y, Z был луч зрения, и получили дополнительное выражение для $\cos \gamma$. В самом деле, если точку O — середину отрезка, соединяющего основания петли, — поместить в центр трех прямоугольных систем координат, то получим: 1) X, Y, Z : OX помещается в плоскости фотографии и направлена к истинному западу, OY — к северу, OZ — луч зрения; 2) X'', Y'', Z'' : OX'' — касательная к кругу широты, OZ'' — касательная к меридиану, OY'' — внешнее продолжение солнечного радиуса точки O ; 3) X''', Y''', Z''' : OX''' — лежит в плоскости солнечной поверхности $X''OY''$ и составляет с OX'' угол α ; OY''' наклонена к OY'' на угол β , $X'''Y'''$ — истинная плоскость петли.

Для определения направляющих косинусов луча зрения в системе координат X''', Y''', Z''' нужно найти определитель перехода от системы координат X''', Y''', Z''' к системе координат X, Y, Z . Согласно [11], для этого необходимо последовательно перемножить матрицы со следующими определителями:

$$\begin{vmatrix} \cos P_0 & -\cos B_0 \sin P_0 & \sin B_0 \sin P_0 \\ \sin P_0 & \cos B_0 \cos P_0 & -\sin B_0 \cos P_0 \\ 0 & \sin B_0 & \cos B_0 \end{vmatrix},$$

$$\begin{vmatrix} \cos \lambda & \sin \lambda \cos \varphi & \sin \lambda \sin \varphi \\ 0 & \sin \varphi & -\cos \varphi \\ -\sin \lambda & \cos \lambda \cos \varphi & \cos \lambda \sin \varphi \end{vmatrix},$$

$$\begin{vmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \sin \beta & \sin \alpha \cos \beta \\ 0 & \cos \beta & -\sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \sin \beta & \cos \alpha \cos \beta \end{vmatrix},$$

где P_0 — позиционный угол полюса Солнца в день наблюдений; B_0 — гелиографическая широта центра диска в день наблюдений; φ, λ — гелиографические широта и долгота точки середины отрезка, соединяющего основания петли, точки O ; α — угол между линией, соединяющей основания петли, и солнечной параллелью (положительный к северу от направления на запад); β — угол наклона плоскости петли к плоскости, вертикальной к солнечной поверхности (положительный в сторону луча зрения). Направляющими косинусами луча зрения в системе координат X''', Y''', Z''' являются числа третьей строки найденного определителя. В этой же системе направляющие косинусы касательной к петле в ее плоскости равны: $-(1+\operatorname{tg}^2 \varepsilon)^{-1/2}$; $-\operatorname{tg} \varepsilon(1-\operatorname{tg}^2 \varepsilon)^{-1/2}$; 0; где ε — угол наклона участка истинной петли в ее плоскости к линии, соединяющей ее основания. Сумма произведений направляющих косинусов

нусов луча зрения и касательной к петле даст нам искомый результат:

$$\begin{aligned} \cos \gamma &= (1 + \operatorname{tg}^2 \epsilon)^{-1/2} [\cos \alpha \cos B_0 \sin \lambda - \sin \alpha \sin B_0 \cos \varphi + \\ &+ \sin \alpha \cos B_0 \cos \lambda \sin \varphi - \operatorname{tg} \epsilon (-\sin \alpha \sin \beta \cos B_0 \sin \lambda + \cos \beta \sin B_0 \sin \varphi + \\ &+ \cos \beta \cos B_0 \cos \lambda \cos \varphi - \cos \alpha \sin \beta \sin B_0 \cos \varphi + \cos \alpha \sin \beta \cos B_0 \cos \lambda \sin \varphi)] = \\ &= (M - N \operatorname{tg} \epsilon) (1 + \operatorname{tg}^2 \epsilon)^{-1/2}. \end{aligned} \quad (1)$$

Формула (1) дает такие же значения $\cos \gamma$, как и формула, полученная в [9]. Заметим, что $\cos \gamma$ для рассматриваемых вспышек — величина отрицательная, она не меняла своего знака при перемещении по петле. Однако, как видно из (1), при $\epsilon \rightarrow \pi/2$ при вычислении $\cos \gamma$ возникает неопределенность типа ∞/∞ . Раскрытие этой неопределенности при $\epsilon \rightarrow \pi/2$ дает $|\cos \gamma| = N$. Мы не можем измерить координаты точек петли с точностью выше $1.4''$ (что соответствует 0.5 мм на наших зарисовках), поскольку пространственное разрешение наших фильтрограмм близко к $1''$. При движении по петле попадались участки, конечные точки которых имели разность абсцисс $|x_2''' - x_1'''| \leq 0.5$ мм. Такие точки мы считали особыми. В них может быть сделана только оценка $|\cos \gamma| = N$. Особые точки выделялись и рассматривались отдельно.

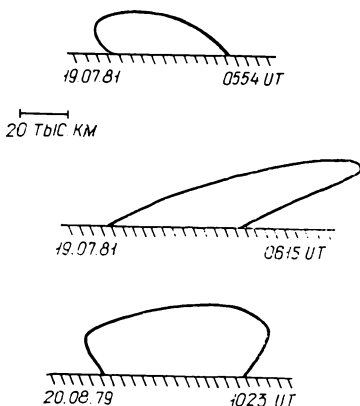
При определении угла β , согласно [10], возникают четыре возможных его значения. Два из них отпадают, поскольку при таких значениях β петля будет лежать под солнечной поверхностью. Однако между оставшимися двумя, дающими зеркально отраженный относительно друг друга вариант петли, надо сделать выбор. Для вспышек 19.07.81 и 20.08.79 мы остановились на варианте $\beta < 0$, так как если при этом значении спроектировать верхнюю точку реконструированной петли на поверхность Солнца (точка O'), то точка O будет находиться ближе к центру Солнца, чем точка O' . Именно такое расположение точек мы наблюдаем на фильтрограмме. Построение же петли при $\beta > 0$ дает противоположное соотношение расстояний точек O и O' от центра Солнца.

Чаще всего один конец петли наблюдается в синем крыле H_{α} , а другой — в красном (только девять петель 19.07.81 были видны в красном крыле на всем протяжении). Поскольку $\cos \gamma$ не меняет знака, то эффект проекции не может изменить знака доплеровского смещения. Последнее означает, что в петле направление движения материи физически изменяется относительно солнечной поверхности. Все «красносиние» петли являются петлями подъема материи с последующим опусканием. А поскольку $\cos \gamma < 0$ (γ — угол тупой), то те части петель, которые видны в красном крыле, соответствуют подъему материи от Солнца, а в синем — спуску. Таким образом, в рассмотренных двух вспышках средней мощности типичны восходящее движение вещества вдоль петли по одной ее стороне и спуск — по другой.

Значения скорости движения материи вдоль петли $v = v_{\text{луч}}/\cos \gamma$ при $v_{\text{луч}} = 46$ км/с (согласно наибольшему контрасту петель на фильтрограммах $\delta\lambda = 0.1$ нм) показывают заметные вариации. Во вспышке 19.07.81 около половины петель не имели скоростей выше 60 км/с. Однако одновременно на некоторых участках остальных петель скорости существенно превышали это значение. Так, уже в начале наблюдения систем петель вспышки, 19.07.81 в 0540 UT видна петля, на одном участке которой скорости подъема достигли 180 км/с. Участки со скоростями около 200 км/с отмечались в петлях, наблюдавшихся в последующие моменты. В 0700 UT в одной из петель отмечен даже участок со скоростью 500 км/с. Оценки скоростей в особых точках дают значения 200 км/с гораздо чаще, в двух случаях — близкие к 500 км/с.

Во всех петлях вспышки 20.08.79 (восемь петель) происходило восходящее движение вещества вдоль одной ее стороны и спуск — по другой. Только в двух петлях скорости движения на всех участках бы-

ли меньше 100 км/с. Для остальных характерны участки со скоростями 100—400 км/с. Обычно такие участки располагались либо в месте выхода петли из плотных слоев хромосферы, либо на последующем участке подъема. Чаще всего минимальные значения скоростей отмечались в местах, близких к вершине петли. При спуске также появлялись участки с $v \geq 100$ км/с, но обычно скорость спуска материи была несколько меньше, чем скорость подъема. Складывалось впечатление, что скорость зависит от формы петли: чем ближе угол участка петли к линии, соединяющей ее основания, к прямому углу, тем больше значение скорости как подъема, так и опускания материи на этом участке. Форма же петель разнообразна (рис. 2).



Особо следует отметить петли с большим значением угла α . Этот угол показывает отклонение линии, соединяющей основания петли, от солнечной параллели. А 19.07.81 пятна, с которыми были связаны основания петель, располагались в первом приближении вдоль солнечной параллели (из-за слишком большой близости к краю

Рис. 2. Формы отдельных темных петель P_{α} в их собственной плоскости у вспышек 19.07.81 и 20.08.79

для уверенности следует рассмотреть фотогелиограммы за 20.07.81). Можно приближенно принять угол α за меру отклонения значения поля в петле от потенциального, и в какой-то степени связать большое значение α для петли с возможностью существования в ней тока. Постро-

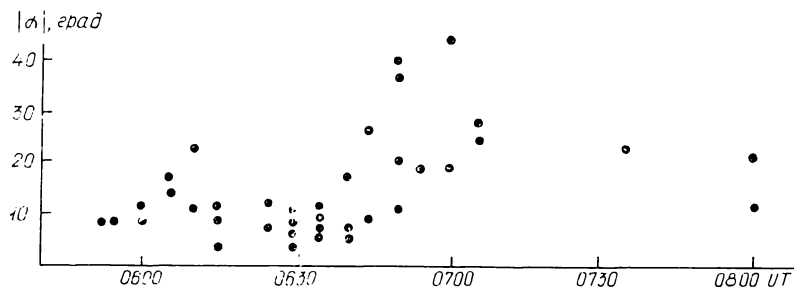


Рис. 3. Изменение азимутального угла α плоскостей петель со временем во вспышке 19.07.81

им зависимость всех наблюдаемых во вспышке 19.07.81 значений α от времени (рис. 3). Штриховая линия на рисунке соответствует моменту патрульного окончания вспышки. Наши расчеты показывают, что в системе вспышечных петель все время существуют петли с некоторой небольшой мало изменяющейся величиной тока, соответствующей $|\alpha_{cp}| = 17^\circ$. Появление петель с более значительным током скорее можно отнести к моменту после патрульного окончания вспышки. Петли с $|\alpha| \geq 21^\circ$ принадлежат либо к петлям, полностью видимым в красном крыле, либо к петлям, в которых существуют участки больших скоростей при спуске материи (примерно 130 км/с).

Интересно, что 19.07.81 петли не заполняли равномерно все пространство над солнечной поверхностью, 93 % их плоскостей помещались в углах от 40 до 70° (если считать от вертикальной плоскости в сторону, противоположную от наблюдателя). Петли 20.08.79 располагались в диапазоне значений β от -30 до -66° . Подъем материи во вспышечных петлях противоречит давнему заключению [5] о том, что в

них существуют лишь движения стекания из высшей точки петли, однако он находится в согласии с полученным в [9] распределением скоростей в темной петле активной области, оставшейся на диске после того, как вспышка погасла. Нетепловые скорости в солнечной вспышке (по линиям в мягком рентгеновском диапазоне спектра) около 120 км/с обнаружены Антонуччи и др. [3] и в последнее время интерпретируются как скорости направленного движения материи [7]. Эти движения фиксируются во время импульсной фазы вспышки. Наши исследования относятся к более поздней фазе развития вспышки. Во всяком случае безуспешные поиски больших скоростей по наблюдениям эмиссии $H\alpha$ -вспышки могут быть более перспективными, если исследовать не эмиссионные, а темные образования, безусловно, также являющиеся ее частью. Особенно хотелось бы отметить ошибочность широко распространенного мнения о том, что наблюдение «красного» смещения в петлях даже вблизи центра диска Солнца обязательно соответствует движениям, направленным к солнечной поверхности. Для определения направления истинного движения по доплеровскому смещению необходимо сделать расчеты с учетом угла β и истинной формы петли.

Построим контуры контраста для темных петель вспышки 19.07.81, используя модель облака. Как известно, эта модель предполагает, что исследуемый объект имеет постоянную функцию источника S , оптическую толщину в центре линии τ_0 , доплеровское смещение $\Delta\lambda_1$, доплеровскую полуширину $\Delta\lambda_0$, и что его свечение налагается на свечение пространственно разделенного с ним неподвижного фона. В этом случае, если I_λ — интенсивность свечения объекта в длине волны λ , I_{λ_0} — интенсивность свечения фона в этой же длине волны, то контраст объекта

$$C(\Delta\lambda) = (I_\lambda - I_{\lambda_0})/I_{\lambda_0} = (S - 1) \{1 - \exp[-\tau(\Delta\lambda)]\}, \quad (2)$$

где $\tau(\Delta\lambda) = \tau_0 \exp\{-[(\Delta\lambda - \Delta\lambda_1)/\Delta\lambda_0]^2\}$.

Для вспышки эта модель неприменима, поскольку мы ничего не знаем о степени возмущенности фона. Однако при удалении в крыло фоном для исследуемых петель служат невозмущенная хромосфера, а при $\delta\lambda = 0.1$ нм — и фотосфера, поскольку они являются структурами с третьим измерением и налагаются на нее лишь из-за проекции. Обычно мы располагаем значениями контраста для двух последовательных смещений в крыло $+0.05$ и 0.1 нм, т. е. имеем два уравнения с четырьмя неизвестными. Однако значение одного из них зафиксировано $\Delta\lambda_1 = 0.1$ нм. Затем решим систему из двух уравнений контраста для набора значений $\Delta\lambda_0$, начиная с 0.025 — 0.03 нм, что соответствует параметрам спокойного протуберанца ($v_t = 3$ км/с, $T_e = 7.5 \cdot 10^3$ К). Нижняя граница $\Delta\lambda_0$ определяется также тем, что если от контура контраста перейти к контуру поглощения, то его полуширина составит 0.06 — 0.08 нм, что при гауссовой форме контура соответствует $\Delta\lambda_0 = 0.036$ — 0.048 нм. Измеренные значения контраста изменяются для $C(+0.1)$ от -0.3 до -0.7 , для $C(+0.05)$ — от -0.1 до -0.3 , для $C(-0.1)$ — от -0.2 до -0.6 . Начиная с 0655 UT контраст петель несколько увеличился, так что в красном крыле их можно было уже измерить на фильтраграммах $\delta\lambda = 0.1; 0.15; 0.2$ нм.

Решив уравнения контраста, получаем, что в промежутке времени 0544 — 0554 UT система может иметь решение лишь при $\Delta\lambda_0 = 0.03$ нм, $S = 0.3$ (в единицах функции источника континуума), $\tau_0 = 9$; в промежутке времени 0605 — 0640 UT система имеет решение при $\Delta\lambda_0 \geq 0.07$ нм, $S = 0.2$ — 0.5 , $\tau_0 = 0.5$ — 2.0 ; после момента 0655 UT — при $\Delta\lambda_0 = 0.03$ нм, $S = 0.6$ — 0.7 , $\tau_0 = 4$ — 8 . Такое изменение параметров, особенно $\Delta\lambda_0$, на наш взгляд, может быть обусловлено тем, что при $\Delta\lambda_0 \geq 0.07$ нм происходит наложение нескольких петель. Особенно хорошо эффект наложения петель заметен в прилиम्бовой вспышке $20.08.79$ [2], когда на вершине вспыхивающего туннеля располагался третий очаг вспышки. Ин-

тенсивность и конфигурация его изменялись с изменением количества петель, при пересечении которых он образовался. Естественно предположить столь сложную динамику петель и в крыле H_{α} , тем более, что в противном случае пришлось бы принять на отрезке времени около 10 мин изменение параметров, определяющих $\Delta\lambda_0$, сначала в сторону увеличения ее, а затем уменьшения. Форма профиля контраста отчасти

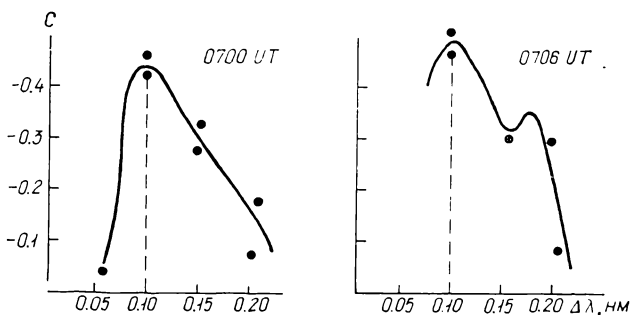


Рис. 4. Контуры контраста темных петель H_{α} -вспышки 19.07.81

предполагает разделение на несколько более узких профилей; например, в 0706 UT (рис. 4). В последнее время профили контраста часто используются для определения физических характеристик различных образований солнечной хромосферы (например, [4]).

После определения $\Delta\lambda_0$ и τ_0 воспользуемся вычислениями Джованелли [8] величин N_1 , N_2 для области значений N_e — от 10^{10} до 10^{12} см^{-3} и T_e — от 7500 до 50 000 К. Он рассматривал водородный атом в отсутствии локального термодинамического равновесия, представленный тремя уровнями и континуумом при геометрической протяженности объекта по лучу зрения 2000 км. Последнее согласуется с нашими измерениями поперечных размеров петель. По таблицам [8], при $\tau_0 = 5-8$ и $T_e \leq 10^4$ К получаем $7 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3} \leq N_e \leq 10^{11} \text{ см}^{-3}$; $N_1 = 6 \cdot 10^9 \text{ см}^{-3}$ при $T_e = 10^4$ К и $N_1 = 2 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$ при $T_e = 7500$ К; $N_2 = (9 \cdot 10^4 - 1.1 \cdot 10^5) \text{ см}^{-3}$.

Поскольку основания петель связаны с областями разных полярностей, то можно предположить, что вспышечные петли расположены вдоль силовых линий некоторого поля. Движение вдоль петли соответствует движению материи вдоль них. Происходит вынос поля в верхние слои солнечной атмосферы, поскольку высота петель увеличивается со временем в обеих рассмотренных вспышках. При этом вынос осуществляется в ограниченном диапазоне углов ($\Delta\beta \approx 30^\circ$). Для выяснения природы вспышечных петель, по-видимому, большое значение имеет исследование структуры магнитного поля окружающей вспышку хромосферы, а также детальное фотометрическое изучение изменений отдельной петли со временем.

Авторы признательны Э. И. Могилевскому за предоставление возможности воспользоваться материалами его наблюдений и ценные советы.

1. Ишков В. П. Динамика и пространственная структура арочных систем в прилиम्бовой протонной вспышке 11 августа 1972 года // Физика солнечной активности.— М.: Наука, 1976.— С. 45—50.
2. Ишков В. Н., Ковалев В. А., Могилевский Э. И. и др. Комплексный анализ прилиम्бовой вспышки 20 августа 1979 года // Год солнечного максимума. Т.2.— М.: ИЗМИРАН, 1981.— С. 72—84.
3. Antonucci E., Rosner R., Tzinganos K. On magnetic field stochasticity and non-thermal line broadening in solar flares // Astrophys. J.— 1986.— 301, N 2.— P. 975—980.
4. Bray R. J., Loughhead R. E. High-resolution photography of the solar chromosphere. XVI. H_{α} contrast profiles of active region loops // Solar Phys.— 1983.— 85, N 1.— P. 131—140.
5. Bruzek A. On the association between loop prominences and flares // Astrophys. J.— 1964.— 140, N 2.— P. 746—759.
6. de Jager C., Svestka Z. 21 May 1980 flare review // Solar Phys.— 1985.— 100, N 1/2.— P. 435—463.

7. *Doule J. G., Bentley R. D.* Broadening of soft X-ray lines during the impulsive phase of solar flares: random or directed mass motions? // *Astron. and Astrophys.*— 1986.— 155, N 2.— P. 278—282.
8. *Giovanelli R. G.* Excitation of hydrogen and Ca II under chromospheric condition // *Austral. J. Phys.*— 1967.— 20, N 1.— P. 81—99.
9. *Loughhead R. E., Bray R. J.* High-resolution photography of the solar chromosphere. XIX. Flow velocities along an active region loop // *Astrophys. J.*— 1984.— 283, N 1.— P. 392—397.
10. *Loughhead R. E., Chen C.-L., Wang J.-L.* High-resolution photography of the solar chromosphere. XVIII. Axial tilt of H_{α} loops observed on the disk // *Solar Phys.*— 1984.— 92, N 1/2.— P. 53—65.
11. *Loughhead R. E., Wang J.-L., Blows G.* High-resolution photography of the solar chromosphere. XVII. Geometry of H_{α} flare loops observed on the disk // *Astrophys. J.*— 1983.— 274, N 2.— P. 883—899.

Ин-т зем. магнетизма, ионосферы
и распространения радиоволн АН СССР, Троицк

Поступила в редакцию 08.10.86,
после доработки 15.01.87

РЕФЕРАТ ДЕПОЗИРОВАННОЙ РУКОПИСИ

УДК 524.3—325.2

О СПЕЦИАЛЬНОМ СВОДНОМ КАТАЛОГЕ АБСОЛЮТНЫХ СОБСТВЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ ЗВЕЗД / Рыбка С. П.

(*Рукопись деп. в ВИНТИ; № 5453—В87*)

Описаны основные принципы создания банка данных для специального сводного каталога абсолютных собственных движений звезд, который базируется на шести каталогах плана Каталога слабых звезд. Выполнено унифицированное исследование уравнения блеска этих исходных каталогов. Приведены результаты сравнения новых значений поправок за уравнение блеска с теми, которые найдены авторами каталогов