

УДК 523.98

Мелкомасштабная структура солнечных магнитных полей

В. Г. Лозицкий

Анализируются данные о полуширинах и картинах зеемановского расщепления спектральных линий с различной магнитной чувствительностью, полученные с анализатором круговой поляризации на двух солнечных телескопах. Изученные спектрограммы относятся к участкам фотосферы трех активных областей и ко вспышке балла 2B. Показано, что в первом приближении (продольное поле) можно выделить две пространственно неразрешимые компоненты непятенных магнитных полей: квазиоднородную и продольную (вертикальную к поверхности) компоненту поля с напряженностями ≤ 1 Тл, а также мультиполярную компоненту с напряженностями ≤ 0.1 Тл. Суммарные магнитные потоки этих компонент примерно одинаковы. Названные компоненты тесно связаны между собой и, возможно, принадлежат мелкомасштабным бессильным жгутам.

SMALL-SCALE STRUCTURE OF THE SOLAR MAGNETIC FIELDS, by Lozitskij V. G.— The Zeeman spectrograms of photospheric magnetic fields of three active regions and magnetic fields in 2B flare were analyzed. The spectra were obtained with the circular polarization analyser. The non-sunspot magnetic fields are shown to have two spatially unresolved components: quasihomogeneous vertical one with strengths ≤ 1 T and multipolar one with strengths ≤ 0.1 T. Total magnetic fluxes of these components are approximately the same. The components are interconnected and could belong to small-scale flux ropes.

Наблюдаемый характер распределения магнитных полей по поверхности Солнца сильно зависит от разрешающей силы используемых инструментов. Если при очень низком (десятки секунд дуги) разрешении магнитное поле выглядит обычно монополярным на больших площадях, то при повышении разрешения (вплоть до предельного для наземных инструментов, $\sim 1''$) оно оказывается состоящим из множества отдельных элементов различной полярности, напряженности и размера [7, 12]. Аналогичное мультиполярное поле, возможно, существует и в пространственно неразрешимых масштабах. В случае его существования контуры зеемановских ортогонально поляризованных σ -компонент должны быть заметно расширенными, но слабо сдвинутыми по длинам волн относительно друг друга. Регулярное же поле, наоборот, приводит главным образом к относительному сдвигу σ -компонент без их существенного расширения.

Впервые на возможное существование на Солнце неразрешимых запутанных («турбулентных») полей указал Унно [17]. Используя данные о полуширинах линий с различными факторами Ланде, он нашел, что верхний предел напряженностей таких полей в невозмущенной фотосфере равен 30 мТл. В пользу существования названных полей свидетельствуют также наблюдения с помощью стоксметра [11]. Авторы этой работы заключают, что в малых ($\approx 1''$) областях вне солнечных пятен, где измеренные напряженности $H \leq$ продольного поля составляют единицы — десятки миллитесла, имеет место значительная дисперсия напряженностей и (или) углов наклона силовых линий к лучу зрения. Если, например, имеет место дисперсия только напряженностей, то поля должны быть противоположной полярности и величиной ~ 50 мТл.

На существование в фотосфере «турбулентных» магнитных полей указал недавно Стенфло [15]. Используя эффект Ханле, он оценивает напряженность диффузных фоновых полей величиной 1—10 мТл. При этом общая величина «скрытого» (для наблюдений с обычным магнитографом, в котором используется эффект Зеемана) магнитного потока таких полей оказывается значительно больше, чем величина потока локализованных мелкомасштабных трубок (см. работу [14]) с напряженностями ≈ 0.2 Тл. Этот вывод противоречит прежним заключениям Стенфло, согласно которым мелкомасштабные силовые трубки с высокой напряженностью переносят в солнечной атмосфере более 90 % всего магнитного потока.

Таким образом, вопрос о существовании и величине «турбулентных» магнитных полей требует дальнейшего изучения, что и является задачей данной работы.

Материал наблюдений представляет собой эшелные и обычные спектрограммы активных областей Солнца, полученные с помощью анализатора круговой поляризации.

Области № 113 и № 123, согласно нумерации бюллетеня «Солнечные данные», сфотографировались 12 и 22 октября 1977 г. в 8^h и 9^h UT соответственно на эшелном спектрографе горизонтального солнечного телескопа Астрономической обсерватории Киевского университета [2]. Первая область наблюдалась В. И. Власенко и автором, вторая — автором. Дисперсия — от 40 пм/мм в фиолетовой области спектра до 80 пм/мм в красной. При фотографировании спектров перед входной щелью спектрографа ставилась четвертьволновая пластинка и поляризационная мозаика Скоморовского [9] с шириной ступенек 0.4 мм (6" на Солнце). Область № 113 наблюдалась практически в центре диска ($\cos \theta \approx 1.0$), тогда как вторая область — вне центральной зоны ($\cos \theta = 0.84$). Длительность экспозиции 5 с, величина дрожания изображения 3"—5". Использовали фотопластинки ORWO WP-1.

Методика фотометрической обработки спектрограмм аналогична описанной в работе [6]. Для области № 113 изучены все 13 линий, исследованные в указанной работе, в том числе такие хорошо известные магниточувствительные линии, как Fe I 525.0, 630.2, 617.3, 525.3 нм и другие, а также немагниточувствительные линии Fe I 512.4 и 557.6 нм. Для области № 123 анализировались данные о линиях Fe I 525.0, 525.3, 630.2, 532.4 и 557.6 нм.

Область № 216 ($\cos \theta = 0.96$) снималась 17 мая 1979 г. К. В. Аликаевой, С. И. Ганджой и автором статьи на солнечном телескопе АЦУ-5 ГАО АН УССР [1]. Использовалась также поляризационная насадка из пластинки $\lambda/4$ и мозаики Скоморовского с шириной ступенек 0.4 мм, что соответствует примерно 4" на диске Солнца. Этот спектральный материал в целом более высокого качества, чем описанный выше, т. к. получен при более высокой дисперсии (30 пм/мм для $\lambda = 525.0$ нм), на более мелкозернистых фотопластинках ORWO WO-3 и более длиннофокусном (примерно в 1.5 раза) телескопе. При дрожании 3"—4" и экспозиции 36 с зафиксирован спектр фотосферы активной области и одной из пор. Ниже анализируются наблюдения (линии Fe I 523.3, 525.0 и 525.3 нм), относящиеся к фотосфере.

Вспышка 26 июля 1981 г. балла 2B [13] исследовалась ранее в работах [3, 4]. Она возникла в группе № 329. По этим данным, ее координаты 27°E, 14°S, максимум в 13^h53^m UT. Наблюдения выполнены на эшелном спектрографе АО КГУ с использованием пластинки $\lambda/4$ и призмы-расщепителя из исландского шпата, которая расщепляет луч естественного света на два параллельные друг другу луча с взаимно ортогональной линейной поляризацией. Анализируемый спектр зафиксирован на фотопластинке WP-3 при дрожании изображения 3"—5" и экспозиции 10 с.

Особенности наблюдаемого зеемановского расщепления спектральных линий в фотосфере активной области.

1. Величина напряженности продольного поля H_{\parallel} , измеренная обычным способом (по смещению «центра тяжести» всего контура линии), во всех случаях составляла ≤ 50 мТл (рис. 1).

2. Полуширина $\Delta\lambda_{1/2}$ контуров магниточувствительных линий, наблюдаемых в спектрах с взаимно ортогональной круговой поляризацией, в целом тем больше, чем больше напряженность H_{\parallel} (рис. 2). Для линий с высокой магнитной чувствительностью (типа Fe I 525.0 нм, фактор Ланде $g = 3.0$) расширение контуров достигает 30 % при $H_{\parallel} = 40$ мТл.

3. Немагниточувствительные ($g = 0$) линии в местах с указанными напряженностями почти не расширяются (у них этот эффект равен ≈ 5 %). Отмечается близкая к линейной зависимость между относительным расширением $\Delta\lambda_{1/2}/\Delta\lambda^0_{1/2}$ ($\Delta\lambda_{1/2}$ — полуширина линии при $H_{\parallel} = 30-40$ мТл, $\Delta\lambda^0_{1/2}$ — полуширина в местах, где $H_{\parallel} = 5$ мТл) и магнитной чувствительностью $g\lambda^2$, отнесенной к полуширине $\Delta\lambda^0_{1/2}$ (рис. 3). По-видимому, аналогичная зависимость имеет место и для центральных остаточных интенсивностей r_0 , но только в тех участках на Солнце, где видна центральная (H_{232} и K_{232}) эмиссия в линиях H и K Ca II. Там же, где зафиксированы расщепленные (например, K_{27} и K_{2R}) эмиссии в этих линиях, почти все линии в целом глубже, чем в невозмущенной фотосфере.

4. Линии типа Fe I 525.0 нм расщеплены в их ядрах на меньшую величину, чем в крыльях (рис. 1), тогда как для спектрально узких ($\Delta\lambda^0_{1/2} \sim 10$ пм) линий с низкой магнитной чувствительностью ($g \approx 1$) отмечается в целом противоположная зависимость: их

магнитное расщепление $\Delta\lambda_H$ тем меньше, чем больше расстояние $\Delta\lambda$ от центра. Для более широких линий, типа Fe I 523.3 нм ($\Delta\lambda_{0.5}^0 \approx 30$ пм), на зависимости $\Delta\lambda_H$ ($\Delta\lambda$) имеется несколько экстремумов; эти экстремумы выглядят общими для всех линий, если рассмотреть зависимость $\Delta\lambda_H = f(\Delta\lambda/g\lambda^2)$ [5].

Интерпретация наблюдений. То, что уширение (см. выше пп. 2, 3) проявляется лишь для магниточувствительных линий, тогда как немагниточувствительные линии почти не расширяются, свидетельствует в пользу магнитной природы этого эффекта. Любое

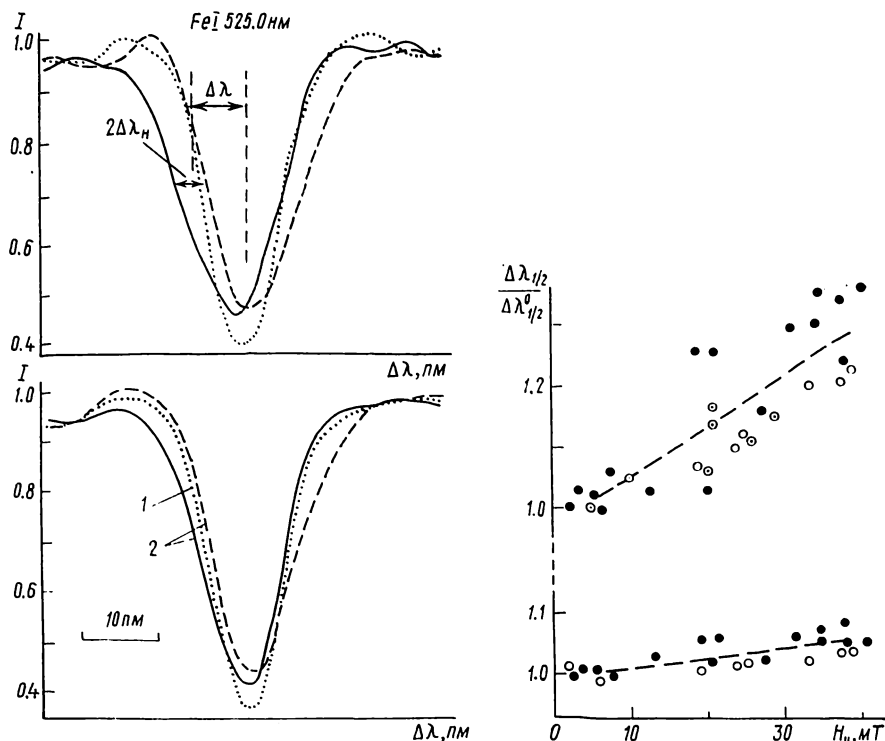


Рис. 1. Типичные примеры картин расщепления линии Fe I 525.0 нм в изученных областях. 1 — невозмущенные ($H_{\parallel} = 0$) контуры, 2 — контуры, относящиеся к взаимно ортогональным круговым поляризациям и местам с умеренными (20—40 мТл) продольными полями. Показано также, как измерялось наблюдаемое зеемановское расщепление $\Delta\lambda_H$ на расстоянии $\Delta\lambda$ от центра. (Вверху — для горизонтального солнечного телескопа АО КГУ, внизу — для АЦУ-5 ГАО АН УССР)

Рис. 2. Зависимости относительного расширения $\Delta\lambda_{1/2} / \Delta\lambda_{0.5}^0$ линий Fe I 525.0 (верхняя) и 557.6 нм (нижняя) от измеренной напряженности H_{\parallel} . Точность измерений H_{\parallel} составляет ± 5 мТл. Номера групп, к которым относятся данные, обозначены следующим образом: ● — № 113, ○ — № 123, ⊙ — № 216

немагнитное расширение (доплеровское, инструментальное и т. д.) одинаково сказалось бы на линиях с $g=0$ и с $g \neq 0$. Ниже мы попытаемся выяснить, что же могло представлять собой то магнитное поле, которое расширяло линии с $g \neq 0$.

Можно предположить, что причина в данном случае весьма тривиальна: влияние дрожания изображения и рассеяния света. Поскольку спектры фотосферы снимались в непосредственной близости от пятен (иногда — на расстоянии от них в несколько секунд дуги), где возможен некоторый перепад напряженностей, то из-за усреднения картин расщепления с различными зеемановскими сдвигами могло произойти расширение («размазывание») наблюдаемых σ -компонент.

Численная оценка величины этого эффекта производилась путем простого суммирования многих контуров Унно [16] равной интенсивности, но с различными смещениями относительно друг друга. Оказалось, что для чисто продольного поля максимальное расширение результирующего контура получается в случае, если усредняются лишь два значения напряженности. При этом, если перепад напряженностей равен 0.1 Тл, для линии Fe I 525.0 нм получается расширение лишь на 9%, что в 3 раза

меньше наблюдаемого (рис. 3). Если же предположить большее различие суммируемых величин магнитного поля, то можно достичь и большего расширения σ -компонент, однако при этом получается слишком большим их относительное смещение $2\Delta\lambda_H$. Так, для напряженностей 0 и 0.16 Тл, которые обеспечивают близкое к наблюдаемому расширение линии Fe I 525.0 нм, смещение $2\Delta\lambda_H$ будет соответствовать 80 мТл, тогда как согласно рис. 2 оно достигает лишь 40 мТл.

Наблюдаемое весьма существенное расширение линий при сравнительно небольших магнитных расщеплениях в принципе возможно, согласно расчетам, при непродольных однородных полях напряженности $H \approx 0.1$ Тл (рис. 4в). Однако применительно к

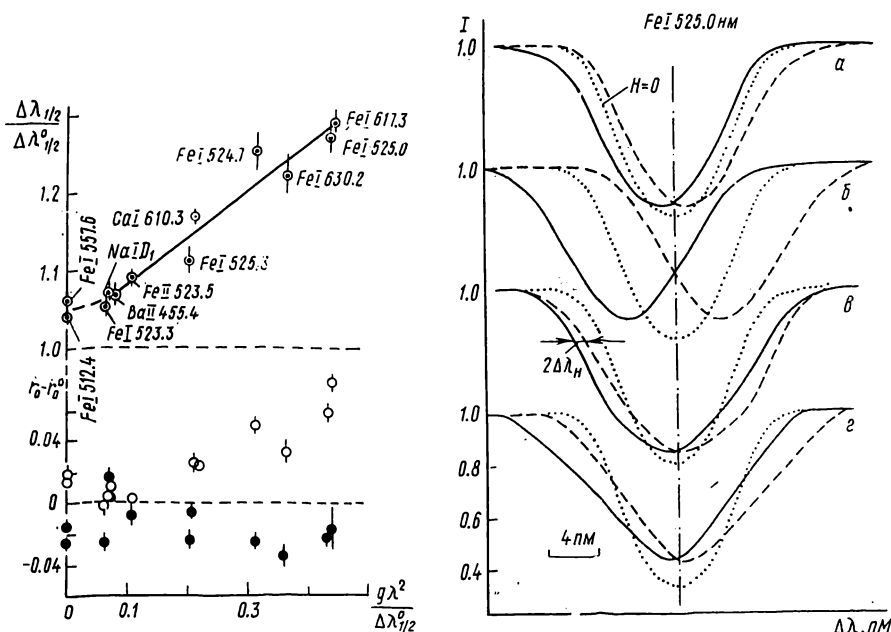


Рис. 3. Зависимости для области № 113 и $H = 30-40$ мТл относительного расширения $\Delta\lambda_{1/2}/\Delta\lambda_{1/2}^0$ и центральной остаточной интенсивности r_0 (r_0^0 — величина r_0 при $H \ll 5$ мТл) от относительной магнитной чувствительности $g\lambda^2/\Delta\lambda_{1/2}^0$ линий

Рис. 4. Теоретические контуры линии Fe I 525.0 нм. а) $\gamma=0^\circ$, $\alpha=1$, $H(x)=H(0)\exp(-x^2)$, $H(0)=0.2$ Тл; б) $\gamma=0^\circ$, $\alpha=1$, $H(x)=H(0)(1-x^2)$, $H(0)=0.2$ Тл; в) $\gamma=80^\circ$, однородное поле с $H=0.1$ Тл; г) $\gamma=0^\circ$, $\alpha=0.17$, $H(x)=H(0)(1-x^6)$, $H(0)=0.3$ Тл, $\Delta\lambda_D=2$ пм, $1-\alpha$; $H=+100$ и -60 мТл.

нашим наблюдениям такое объяснение встречает ряд трудностей. Так, в области № 113 исследуемая фотосфера располагалась между двумя близкими пятнами одинаковой полярности, которые находились в центре диска, и поэтому магнитное поле в этом месте могло быть скорее продольным, чем поперечным. Кроме того, трудно ожидать здесь и значительных по величине полей: известно, что как в пёрах [10], так и в пятнах [8, 10], магнитное поле (в частности его модуль напряженности) очень быстро падает с расстоянием от оси соответствующих образований. В фотосфере рядом с пятном или пёром поле обычно не превышает 30—50 мТл, т. е. слабее, чем требуется по теории для объяснения наблюдаемого расширения линий.

Важно также отметить, что предположение о почти поперечном и однородном магнитном поле ничего не дает для понимания указанной выше зависимости $\Delta\lambda_H(\Delta\lambda)$ (п. 4). Например, для Fe I 525.0 нм наблюдаемые контуры характеризуются монотонным ростом величины $\Delta\lambda_H$ в крылья вплоть до расстояний $\Delta\lambda \approx 10$ пм. Теоретически же, если магнитное поле близко к поперечному, зависимость $\Delta\lambda_H(\Delta\lambda)$ немонотонна и ее максимум при $H=0.1$ Тл соответствует $\Delta\lambda=4$ пм. Расчет при больших непродольных полях приводит к тому, что теоретические контуры становятся шире наблюдаемых, а ход зависимости $\Delta\lambda_H(\Delta\lambda)$ остается по-прежнему отличным от наблюдаемого.

Подобная наблюдаемой картина расщепления линий получается теоретически лишь в случае, когда в фотосфере повсеместно имеется очень тесный (пространственно-

неразрешимый) контакт сильных (≥ 0.1 Тл) магнитных полей, имеющих различную ориентацию силовых линий. Покажем это на примере следующей модели. Пусть в фотосфере существуют чрезвычайно мелкомасштабные ($\leq 10^2$ км) осесимметричные магнитные структуры, которые занимают долю α всей площади и окружены участками более слабых полей. Обозначим через $H(x)$ боковой профиль напряженности в этих мелкомасштабных магнитных структурах (ММС), где $x=r/r_0$ (r — линейное расстояние от оси данной ММС, r_0 — ее характерный радиус). Нетрудно показать, что в таком случае наблюдаемый контур r_{λ}^{\pm} магниточувствительной линии можно рассчитать по формуле:

$$r_{\lambda}^{\pm} = (1 - \alpha) (r_I \pm r_V)_i + 2\alpha x_m^{-2} \int_0^{x_m} (r_I \pm r_V)_f dx. \quad (1)$$

Здесь $r_I = I/I_c$, $r_V = V/I_c$, где I и V — соответствующие параметры Стокса, I_c — интенсивность в континууме рядом с линией после прохождения светом анализатора круговой поляризации, x_m — предел интегрирования по x ; индексы i и f обозначают принадлежность параметров модели либо к окружению ММС, либо к самим ММС.

Расчеты по формуле (1) производились для параметров r_I и r_V согласно теории Унно [16]. Входящая в соответствующие выражения (которые для краткости здесь опущены) напряженность H считалась зависящей от x , т. е. $H = H(x)$. Магнитное поле предполагалось чисто продольным ($\gamma = 0^\circ$), а параметры Унно η_0 (относительный коэффициент поглощения) и $\Delta\lambda_D$ (доплеровская полуширина) равными 2.22 и 4 пм.

При $\alpha \ll 1$ и слабом фоновом поле H_i контуры r_{λ}^{\pm} почти не расширяются, и поэтому рассмотрим сначала случай $\alpha = 1$. Если предположить, что $H(x) = H(0) \exp(-x^2)$, то при $H(0) = 0.2$ Тл имеем хорошее согласие теоретических расщеплений $\Delta\lambda_H$ линии Fe I 525.0 нм с наблюдаемыми, однако существенное расхождение теории и наблюдений по полуширинам (рис. 4 а). Достаточное по величине расширение можно получить при профиле $H(x) = H(0)(1 - x^2)$, $|x| \leq 1$ и $H(0) = 0.2$ Тл, однако значения $\Delta\lambda_H$ при этом будут намного больше наблюдаемых (рис. 4 б).

Для более успешной интерпретации наблюдений следует учесть как вышеизложенные результаты, так и результаты работы [5], в которой для области № 113 показано, что экстремумы на зависимости $\Delta\lambda_H = f(\Delta\lambda/g\lambda^2)$ (см. выше п. 4) скорее всего свидетельствуют о существовании неразрешимых ММС с «квантованными» напряженностями 0.3—0.4, 0.8 и 1.3 Тл. В местах присутствия столь гигантских полей профиль напряженности близок к прямоугольному, т. е. там имеются участки практически однородного магнитного поля. Доплеровские скорости в этих участках ≤ 1 км/с, а полуширины линий типа Fe I 525.0 нм на 30—50 % уже обычно наблюдаемых. Силовые линии должны быть здесь в основном вертикальными, в противном случае соответствующие образования были бы «невидимыми» в центральной зоне диска при наблюдениях с анализатором круговой поляризации. Таким образом, всеми перечисленными свойствами должны обладать некие квазивертикальные однородные поля (КВОП).

По-видимому, наличие таких КВОП в фотосфере вблизи пятен не является большой редкостью. Во всяком случае, для областей № 123 и 216 также найдены аналогичные указания на возможное существование КВОП с напряженностями, по крайней мере, 0.3—0.4 Тл. Это частично иллюстрирует рис. 1, из которого видно, что по данным наблюдений на АЦУ-5 также имеются характерные аномалии в картине расщепления линии Fe I 525.0 нм (локальные увеличения как расщепления $\Delta\lambda_H$, так и разности интенсивностей ортогонально поляризованных контуров), расположенные по обе стороны от центра на расстоянии 10—12 пм. Вероятная причина появления этих особенностей — наложение на интенсивную, но слабо расщепленную картину эффекта Зеемана еще одной картины с большим расщеплением и небольшой интенсивностью, т. е. суперпозиция фотометрических вкладов КВОП и окружающих их более слабых полей.

Согласие теории и наблюдений как качественное (рис. 4 г), так и количественное (рис. 5), достигается при следующих предположениях. КВОП с напряженностями 0.3—0.4 Тл занимают $\approx 10\%$ всей площади и характеризуются для $H > 0.1$ Тл профилем напряженности, близким к $H(0)(1 - x^6)$, $|x| \leq 1$. Скорость направленного движения вещества в КВОП относительно «фона» и нетепловые скорости в них близки к нулю. На остальных примерно 90 % площади должны присутствовать субтелескопические участки с напряженностями +100 и — 60 мТл. Это значит, что если в пространстве

между КВОП силовые линии также вертикальны, там существует мультиполярное (знакопеременное) поле (МП). Выполненные расчеты, однако, не исключают того, что области МП в действительности могут представлять собой клочки «турбулентного» поля, т. е. поля, имеющего самые различные углы наклона силовых линий к лучу зрения.

Заметим, что указанные на рис. 5 линии имеют узкие (~ 10 мГ) крылья и не охватывают той области $\Delta\lambda$, в которой по другим, более широким линиям получены свидетельства существования полей в 0.8 и 1.3 Тл. Спектральные особенности в картинах расщепления линий, по которым выводились эти гигантские поля, весьма слабые по

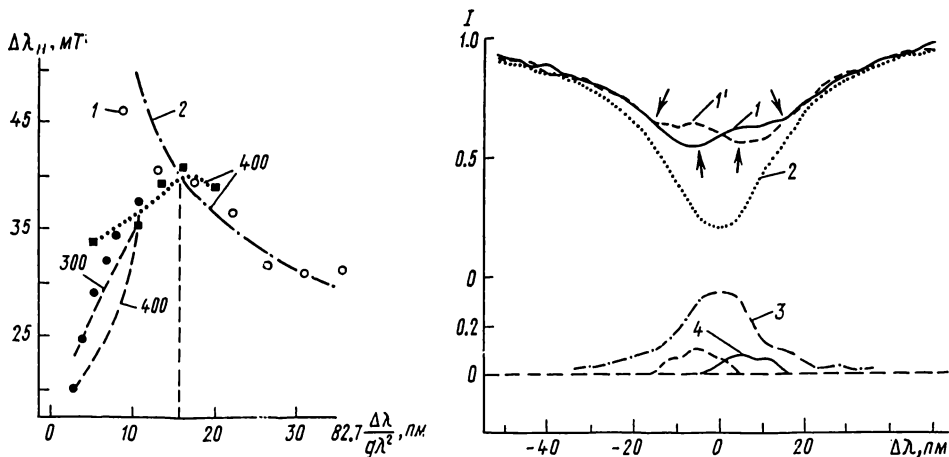


Рис. 5. Сопоставление для области № 113 наблюдаемых (1) зависимостей $\Delta\lambda_H = f(\Delta\lambda/g\lambda^2)$ с расчетными (2). Приведены данные по трем магниточувствительным линиям: Fe I 525.0 нм (● — 1, — — — 2), Fe I 525.3 нм (■ — 1, ···· — 2) и Fe II 523.5 нм (○ — 1, — · — · — 2), у которых факторы Ланде равны 3.0, 1.5 и 0.9 соответственно. Цифрами 300 и 400 указана величина $H(0)$ в мТл

Рис. 6. Контуры линии Fe I 532.4 нм во вспышке (1', 1) и вне ее (2) согласно работе [4]; 3 — неполяризованная эмиссия, 4 — поляризованная

интенсивности ($\leq 3-4\%$). Если учесть также и эти поля, то общая доля площади, занятая всеми КВОП при $H_{\parallel} = 30-40$ мТл, возрастет примерно до 15%, что обеспечивает примерное равенство суммарных потоков КВОП и МП.

Из рис. 5 видно, что если данные по линиям Fe I 525.3 нм и Fe II 523.5 нм соответствуют $H(0) = 0.4$ Тл, то по линии Fe I 525.0 нм лучше подходит, по-видимому, $H(0) = 0.3$ Тл. Возможно, в данном случае играет роль различие высот формирования используемых линий при довольно высоком (около -1 мТл/км) высотном градиенте в КВОП.

Как видно из рисунка, положение максимума на наблюдаемой зависимости $\Delta\lambda_H$ от $\Delta\lambda/g\lambda^2$ должно достаточно хорошо давать (особенно по измерениям на крутых участках крыльев) величину $H(0)$. На этом рисунке параллельная оси ординат штриховая прямая проведена из точки на оси абсцисс, соответствующей точному значению $H(0) = 0.4$ Тл.

Отметим также, что представленная на рис. 2 зависимость, возможно, свидетельствует о том, что при уменьшении напряженностей H_{\parallel} до 20, 10 мТл и меньше участки с МП занимают все меньшую площадь ($< 90\%$), а промежутки между ними заполняет немагнитная фотосфера. Поскольку при уменьшении расширения контуров падает и интенсивность тех фотометрических особенностей, которые соответствуют спектральным вкладам КВОП, то можно ожидать, что КВОП и МП находятся в какой-то тесной физической связи. Возможно, что эти две компоненты магнитного поля образуют нечто единое целое и принадлежат, например, мелкомасштабным бессильным жгутам. Поскольку в бессильных структурах магнитное поле вблизи их оси максимально и близко к продольному, а на значительном удалении от нее постепенно слабеет и переходит в азимутальное, при наблюдениях с низким разрешением это может создать впечатление существования КВОП и МП, хотя, конечно, вопрос о детальном соответствии данного предположения действительности остается здесь неясным и требует специального рассмотрения.

О возможном существовании двухкомпонентных магнитных полей во вспышке 26 июля 1981 г. Согласно работе [4], эмиссия в линиях Fe I в этой вспышке разделяется на две компоненты: поляризованную (расщепленную) и неполяризованную (рис. 6). Поляризованная эмиссия в 2,5 раза уже невозмущенных фраунгоферовых контуров, тогда как неполяризованная — уже их в 1,8 раза. Зеemanовское расщепление поляризованной эмиссии свидетельствует о полях во вспышке величиной 0.1—0.3 Гл. Если узость этой эмиссии связана с тем, что она формировалась в очень сильном магнитном поле, то тогда и неполяризованная эмиссия (также очень узкая) формировалась в каком-то довольно сильном поле. Это поле должно быть поперечным или сильно запутанным (возможно, мультиполярным), тогда как поле величиной 0.1—0.3 Гл — продольным и более однородным. Действительно, поскольку при наблюдениях использовался анализатор круговой поляризации, неполяризованная эмиссия на самом деле могла быть линейно поляризованной (полем поперечной ориентации) или же деполяризованной вследствие присутствия во вспышке полей противоположных направлений. Продольность же магнитного поля в местах образования расщепленной эмиссии вытекает из следующего. Эту эмиссию обрисовывают характерные изломы в наблюдаемых контурах (помечены стрелками на рис. 6), которые видны в спектре только одной поляризации, что говорит о практически 100 % круговой поляризации расщепленной компоненты. Последнее возможно лишь при продольном поле; при непродольном поле поляризация эмиссии была бы эллиптической, неполностью модулировалась бы анализатором круговой поляризации, и поэтому изломы в контурах прослеживались бы в спектрах обеих поляризаций. Об однородности магнитного поля в местах образования расщепленной эмиссии свидетельствует ее удивительная узость; если бы соответствующее магнитное поле было существенно неоднородным, из-за суммирования зеemanовских сдвигов различной величины, эмиссия была бы более размытой.

Важно подчеркнуть, что названные две компоненты магнитного поля вспышки были в очень тесном (субтелескопическом) контакте. Таким образом, структура магнитного поля вспышки была аналогичной рассмотренной выше для фотосферы вне вспышек. Это обстоятельство, а также величины напряженностей в обоих случаях, являются весомым аргументом в пользу единства физической природы магнитных полей как в фотосфере, так и во вспышках.

Основные выводы. Анализ данных о полуширинах и картинах зеemanовского расщепления спектральных линий с различной магнитной чувствительностью позволяет заключить, что структура магнитного поля в фотосфере (вне пятен) активных областей является двухкомпонентной. В первом приближении можно выделить почти однородную и продольную (вертикальную к поверхности) компоненту поля с напряженностями ≤ 1 Гл, а также мультиполярную компоненту с напряженностями ≤ 0.1 Гл. **Суммарные** магнитные потоки этих компонент примерно одинаковы. Названные компоненты тесно связаны между собой и, возможно, принадлежат мелкомасштабным бессильным жгутам.

Автор глубоко благодарен К. В. Аликаевой и С. И. Гандже за предоставление для обработки высококачественного спектрального материала, Т. Т. Цапу, Л. Н. Курочке и В. И. Иванчуку за ряд ценных критических замечаний, а также А. А. Соловьеву за полезные дискуссии.

1. Гуртовенко Э. А. Солнечный горизонтальный телескоп АЦУ-5 с монохроматором двойной дифракции // Астрометрия и астрофизика.—1969.— Вып. 8.— С. 77—84.
2. Курочка Е. В., Курочка Л. Н., Лоцицкий В. Г. и др. Горизонтальный солнечный телескоп Астрономической обсерватории Киевского университета // Вестн. Киев. ун-та. Астрономия.—1980.— Вып. 22.— С. 48—56.
3. Лоцицкая Н. И., Лоцицкий В. Г. О напряженности магнитного поля в солнечной вспышке 26.07.1981 // Астрон. циркуляр.—1982.— № 1215.— С. 1—4.
4. Лоцицкая Н. И., Лоцицкий В. Г. Существуют ли «магнитные транзиенты» в солнечных вспышках? // Письма в Астрон. журн.—1982.— 8, № 8.— С. 500—505.
5. Лоцицкий В. Г. О калибровке магнитографических наблюдений с учетом пространственно неразрешимых неоднородностей // Phys. Solariterr.—1980.— № 14.— Р. 88—94.
6. Лоцицкий В. Г., Лоцицкая Н. И., Власенко В. И. Сравнение результатов измерений солнечных магнитных полей, полученных разными методами // Вестн. Киев. ун-та. Астрономия.—1985.— Вып. 27.— С. 59—66.
7. Северный А. Б. Исследование общего магнитного поля Солнца // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1966.—36.— С. 97—138.

8. Северный А. Б. Калибровка сигналов магнитного поля солнечного магнитографа // Там же.—1967.—36.— С. 22—50.
9. Скоморовский В. И. Мозаика для измерения магнитных полей // Исслед. по геомагн., аэронавтике и физ. Солнца.—1973.— Вып. 26.— С. 220—221.
10. Стещенко Н. В. Магнитные поля мелких солнечных пятен и пор // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1967.—37.— С. 21—28.
11. Harvey J., Livingston W., Slaughter C. A line-profile stokesmeter: preliminary results on non-sunspots fields // Line formation in magnetic field.—Boulder: NCAR—1972.— P. 227.
12. Livingston W., Harvey J. The Kitt Peak magnetograph. IV: 40-channel probe and the detection of weak photospheric fields // Solar Magnetic Fields.—Dordrecht, 1971.— P. 51—61.
13. Rieger E. Gamma ray measurements during solar flares with the gamma ray detector on SMM — an overview // Proc. Hinotori Symp. on Solar Flares.—Tokyo: Publ. Inst. Space and Astron. Sc., 1982.— P. 246—262.
14. Stenflo J. O. Magnetic-field structure of the photospheric network // Solar Phys.—1973.—32, N 1.— P. 41—63.
15. Stenflo J. O. The Hanle effect and the diagnostics of the turbulent field in the solar atmosphere // Ibid.—1982.—80, N 2.— P. 209—226.
16. Unno W. Line formation of a normal Zeeman triplet // Publ. Astron. Soc. Jap.—1956.—8, N 3/4.— P. 108—125.
17. Unno W. Turbulent motion in the solar atmosphere. I. Doppler widths of photospheric lines // Astrophys. J.—1959.—129, N 2.— P. 375—387.

Астрон. обсерватория
Киев. ун-та им. Т. Г. Шевченко,
Киев

Поступила в редакцию 15.04.85,
после доработки 12.07.85

Научные конференции

«АТМОСФЕРНАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ И АДАПТИВНЫЙ ТЕЛЕСКОП»

В марте 1986 г. в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР планируется проведение всесоюзной конференции «Атмосферная нестабильность и адаптивный телескоп». Конференция организуется секцией Астрономического Совета АН СССР «Приборы и методы астрономических исследований».

На конференции будут обсуждены проблемы нового направления в астрономическом приборостроении — создание адаптивных телескопов большого диаметра. Адаптивная оптика позволяет исправлять искажения волнового фронта, вносимые земной атмосферой, и таким образом существенно улучшать качество изображения. Поскольку создание таких телескопов требует глубокого понимания физической природы атмосферных оптических искажений, на конференции будут рассмотрены вопросы астроклимата.

Предварительная программа конференции включает следующие темы:

1. Общие вопросы атмосферной нестабильности, связанные с разработкой схем наземных адаптивных телескопов. Пространственно-временной спектр атмосферных неоднородностей.
2. Предельные возможности наземных оптических телескопов. Предельное разрешение атмосферы.
3. Современные представления о структуре атмосферных изображений и природе оптической нестабильности атмосферы. Изопланатизм и структура поля изображения.
4. Составные зеркальные телескопы диаметром около 25 метров и перспективы создания адаптивных систем.
5. Проблема создания адаптивных элементов для компенсации атмосферных помех.
6. Системы контроля в адаптивном телескопе и оптические искажения на коротких трассах. Проблемы астрономической башни.
7. Проблемы и методы измерения атмосферной нестабильности.