

7. Vaiana G.S., Chase R., Davis J. et al. Skylab and ASE X-Ray Telescope Experiment: A New View of the X-Ray Corona. - Oss. Mem. Oss. Astrophys. Arcetri, 1974, Fask. 104, p. 3-47.
8. Bohlin J.O. An Observational Definition of Coronal Holes and High Speed Wind Streams, ed. Zirker J.B., Boulder, Colorado Ass. Univ. Press, 1977, p. 27-69.

Главная астрономическая  
обсерватория АН СССР

Поступила в редакцию  
4 апреля 1986 г., в  
окончательной форме  
29 декабря 1987 г.

Оценка влияния рассеянного света на измерения  
лучевых скоростей в солнечных пятнах

А.А. Певцов

An Evaluation of the Stray Light Influence upon Line-of-Sight  
Velocity Measurements in Sunspots

A.A. Pevtsov

Abstract

Using FeI 525.022 nm line profiles as inferred by J. Staude, the relative error of line-of-sight velocity measurements were estimated for different areas of a sunspot and various fractions of stray light. The presence of 10 per cent stray light reduces penumbral velocities by 20 to 30 per cent and umbral velocities by 50 per cent. A correction was made for the stray light of a sunspot velocity field map obtained with the Sayan observatory vector magnetograph on 25 August 1986.

Одним из факторов, влияющих на измерения лучевых скоростей в солнечных пятнах, является рассеянный свет. До сих пор, однако, его влияние недооценивалось, считалось, что оно невелико, гораздо меньше остальных ошибок измерения. Недавно Андерсен [1] оценил влияние рассеянного света на измерение скоростей дифференциального вращения Солнца и показал необходимость его учета при таких наблюдениях. Для солнечных пятен подобные оценки отсутствуют. Как показывают результаты данной работы, наличие рассеянного света может значительно уменьшить регистрируемые лучевые скорости, в некоторых случаях следует вводить корреляцию наблюдаемых скоростей за рассеянный свет.

При наблюдениях с вектор-магнитографом Саянской обсерватории Сиб - ИЗМИР СО АН СССР [2] сдвиг спектральной линии (лучевая скорость) находится по разности остаточных интенсивностей, измеренных в крыльях данной линии. Наличие рассеянного света приводит к тому, что в спектре пятна наряду с основным "пятненным" контуром линии присутствует и фотосферный контур или контур рассеянного света. Если основной контур сдвинут относительно фотосферного из-за разности лучевых скоростей, в результирующем суммарном профиле появится асимметрия, что приведет к лож-

ному сдвигу спектральной линии. Оценим величину такого ложного сдвига.

Будем считать для простоты, что рассеянный свет постоянен по пятну. Тогда, следуя [3], запишем наблюдаемую интенсивность  $J'$  в спектральной линии как

$$J'_{sp}(\lambda) = (1 - \varepsilon)J_{sp}(\lambda) + \varepsilon J_{ph}(\lambda^*),$$

где  $J$  - интенсивность в линии без рассеянного света,  $\varepsilon$  - доля рассеянного света  $\lambda^* = \lambda + \Delta\lambda$ ,  $\Delta\lambda$  - доплеровский сдвиг спектральной линии, sp и ph - индексы пятна и фотосферы. Аналогично, для интенсивности  $I'$  непрерывного спектра имеем

$$I'_{sp} = (1 - \varepsilon)I_{sp} + \varepsilon I_{ph}.$$

Тогда остаточная интенсивность  $r'$  в линии равна

$$r'_{sp}(\lambda) = \frac{J'_{sp}(\lambda)}{I'_{sp}} = \frac{(1 - \varepsilon)J_{sp}(\lambda) + \varepsilon J_{ph}(\lambda^*)}{(1 - \varepsilon)I_{sp} + \varepsilon I_{ph}} = \frac{\frac{J_{sp}(\lambda)}{I_{sp}} + \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} \frac{J_{ph}(\lambda^*)}{I_{ph}} \frac{I_{ph}}{I_{sp}}}{1 + \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon} \frac{I_{ph}}{I_{sp}}}.$$

Учитывая, что  $\frac{I_{sp}}{I_{ph}} = \varphi$  - контраст пятна с фотосферой, окончательно получим

$$r'_{sp}(\lambda) = \frac{r_{sp}(\lambda) + \frac{\varepsilon}{(1 - \varepsilon)\varphi} r_{ph}(\lambda^*)}{1 + \frac{\varepsilon}{(1 - \varepsilon)\varphi}}. \quad (I)$$

Используя полученное выражение (I) и контуры спектральной линии  $Fe I$  525.022 нм, рассчитанные по программе Штауде [4], мы определили относительные ошибки  $\delta V$  лучевых скоростей. Был принят следующий порядок расчета  $\delta V$ . Вначале задавался некоторый сдвиг  $\Delta\lambda$  фотосферного контура относительно пятенного, затем рассчитывался результирующий профиль и определялся его сдвиг относительно пятенного контура при условии равенства интегралов в заданных участках крыльев линии. (Расположение этих участков соответствовало положению выходной щели фотометра вектор-магнитографа Саянской обсерватории, один край щели на 37 мÅ, другой - на 95 мÅ от центра линии ширина щели - 58 мÅ). Отношение полученного сдвига линии к заданному  $\Delta\lambda$  и есть относительная ошибка лучевой скорости. Расчеты проводились для четырех значений  $\Delta\lambda$ , соответствующих скоростям  $V_{\parallel} = 200, 500, 1000$  и  $2000$  м/с, но оказалось, что  $\delta V$  для всех четырех  $\Delta\lambda$  совпадают с точностью 1-2%. На рис. Iа показаны полученные зависимости относительной ошибки скорости от контраста  $\varphi$  для трех значений напряженности магнитного поля  $H = 500, 1000$  и  $2000$  гс и  $\varepsilon = 0.15$ .

Ошибки скоростей для  $H < 500$  гс практически полностью совпадают с ошибками для  $H = 500$  гс. На рис. Iб показано, как изменяется зависимость  $\delta V = f(\varphi)$  для различных  $\varepsilon$  (для  $H = 2000$  гс). Как видим, относительная

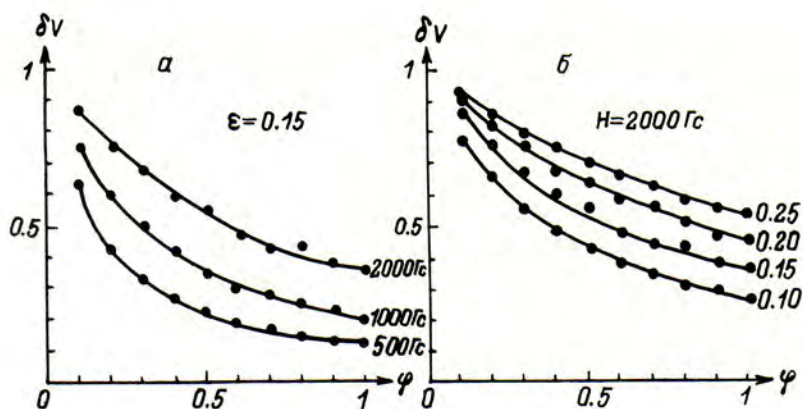


Рис.1

ошибка в определении скорости в полутени пятна составляет 0.2-0.3, для  $\epsilon = 0.1$ , а для тени  $\delta V = 0.5$  и даже выше. С ростом поля рассеянного света ошибка скорости растет.

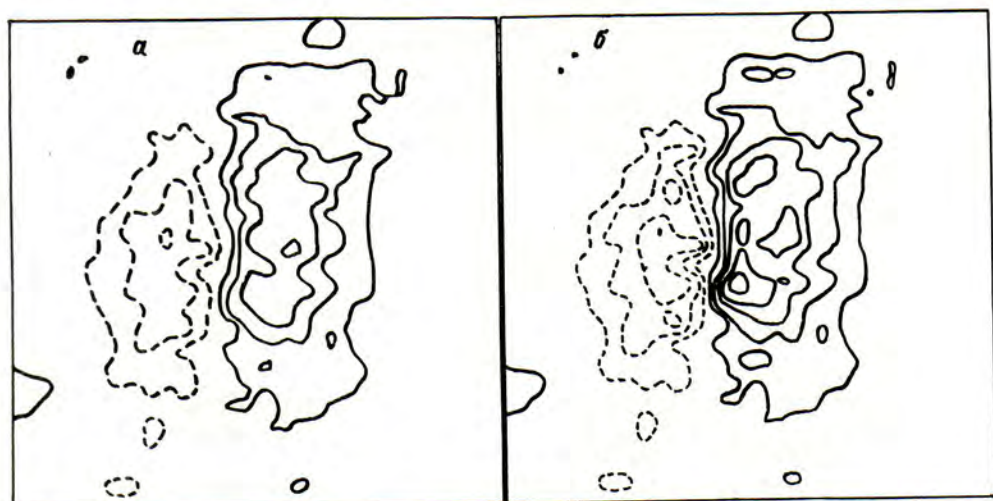


Рис.2

В рассматриваемом нами случае наличие рассеянного света всегда уменьшает разность скоростей между фотосферой и пятном. Пользуясь такой определенностью в действии рассеянного света и полученными зависимостями (рис.1), мы попытались исправить исходную карту лучевых скоростей солнечного пятна, наблюдавшегося 25 августа 1986 г. на вектор-магнитографе Саянской обсерватории. Для каждой точки карты по значению магнитного поля в ней и контраста  $\varphi$  (рис.1) находилась соответствующая поправка к скорости. На рис.2 приведены исходная (а) и исправленная (б) карты лучевых скоростей, полученные 25 августа 1986 г. в  $3^h 59^m$  У.Т. Изолинии проведены через 500 м/с, прерывистая линия соответствует скорости к наблюдателю, север - внизу, восток - справа. Доля рассеянного света ( $\epsilon = 0.15$ ) определялась по наблюдаемому максимальному  $\varphi$  в тени пятна при условии, что истинный контраст равен 0.1.

Как видим, после исправления общий характер поля скоростей немного изменился: возросли потоки, на 500 м/с увеличились максимальные скорости, изменилось их положение, области с  $V_{||} > 0$  и  $V_{||} < 0$  сблизились. Практически не изменились скорости в полутени вблизи фотосферы. Основные изменения в поле скоростей данного пятна после его исправления за рассеянный свет произошли в величинах скоростей, меньшие - в общей структуре поля скоростей. Наибольшие изменения коснулись внутренних частей пятна. Таким образом, в областях пятна с низким  $\varphi$  и/или высокой  $V_{||}$  следует учитывать влияние рассеянного света на лучевые скорости.

Автор благодарит В.Л.Селиванова за ценные замечания при обсуждении данной работы.

#### Литература

1. Andersen B.N. The Effect of Spatial Smearing on Solar Doppler Measurements.II. - Solar Phys., 1987, vol. 107, N 1, p.27-38.
2. Григорьев В.М., Кобанов Н.И., Осак Б.Ф., Селиванов В.Л., Степанов В.Е. Вектор-магнитограф Саянской солнечной обсерватории. - Булл. АБАО, 1985, № 60, с.159-175.
3. Селиванов В.Л. Оценка рассеянного света в магнитографических данных. - Исслед. по геомагн., аэрон. и физ.Солнца, 1982, вып.60, с.87-89.
4. Staude J. Diagnostics of Solar Active Regions in Photosphere and Chromosphere by Means of the Spectral Polarimetry of Fraunhofer Lines. - A Compilation of Computer Programs.- ННП-СТР Rep., 1982, N 14, p.24-56.

Сибирский институт земного  
магнетизма, ионосферы и  
распространения радиоволн  
СО АН СССР

Поступила в редакцию  
16 апреля 1987 г.