Сравнительный анализ оптической и радио магнитографии активных областей Солнца

Г.Б. Гельфрейх[1], К. Шибасаки[2], Дж.Ванг[3]

[1] ГАО РАН, С.Петербург
[2] НРО НАО, Нобеяма, Япония
[3] НАО КАН, Пекин, Китай

Создание радиотелескопов с высоким двухмерным пространственным разрешением и ведущих регулярные ежедневные наблюдения Солнца открыло новую страницу в анализе проявлений солнечной активности и, прежде всего, структуры, развития и колебаний магнитных полей. Радио магнитография, обладая более полным банком наблюдательных данных в то же время не является простой альтернативой оптическим измерениям, но представляет средства анализа и оценки поля в выше лежащих слоях солнечной атмосферы, мало доступным оптическим методам. Поэтому важной задачей является установление связей оптических и радио исследований магнитных полей Солнца, выяснение областей, где оба метода пресекаются и где дают дополнительную информацию. Данное сообщение имеет целью пролить свет на некоторые из этих проблем на основе нового анализа оригинального наблюдательного материала.

Работа базируется на сравнении радио карт Солнца на волне λ=1.76 см. в каналах интенсивности и круговой поляризации, получаемых на радио гелиографе Нобеяма. Методика проведения наблюдений, их обработки и сравнения данных описана ранее (Гельфрейх и др. 1999, 2000). Здесь мы анализируем три типа проявления структуры магнитных полей активных областей Солнца на радио картах.

1. Для полей в солнечной хромосфере с напряженностью ниже 2000 Гс области усиленного поля отождествляется на картах круговой поляризации. При этом для оценки напряженности поля можно использовать простую приближенную формулу:

$$B(G) \approx T_b^V(K), \tag{1}$$

где T_b^V — яркостная температура в канале поляризации. При этом анализируются области с отсутствием или низким приростом яркости в канале интенсивности. Этот метод применим в основном для магнитных полей флоккул. Чувствительность метода при использовании радио карт с усреднением за 10 минут времени около 10 Гс. Заметим, что приведнная формула является плохим приближением для наряженности магнитных полей пятен, но положение самих пятен как областей с сильным полем (усиленной поляризацией) проявляется совершенно отчетливо.

2. При выходе в корону или переходный слой магнитных полей пятен, превышающих 2000 Гс, в них проявляется гирорезонансное (циклотронное) излучение на третьей гармонике гирочастоты. Такие источники легко диагностируются по большой яркостной температуре ($T_b^I \geq 5 \cdot 10^4$K) и высокой степени поляризации ($P \geq 50\%$).

3. Области повышенного излучения в канале интенсивности проявляются над линией нейтрального значения продольной компоненты фотосферного или хромосферного магнитного поля (последняя отчетливо проявляется на картах поляризации). При этом самая высокая яркость достигается в местах наибольшего градиента поля. Такие источники могут интерпретироваться как низкие корональные арки с повышенной электронной плотностью, что подтверждается их сравнением с анализом векторных магнитограмм.

Приведнный анализ магнитных полей относится преимущественно к областям на диске Солнца. В случае когда анализируемая область расположена вблизи лимба или за диском магнитные поля в корональных структурах могут измеряться в приближении оптически тонкого слоя и для солнечной короны ($T_e \approx 10^6 K$) магнитное поле

$$B_l(G) = 30 \cdot P\% \tag{2}$$

При этом мера эмиссии (в единицах для электронной плотности 10^8 см$^{-3}$)

$$EM \approx 2 \cdot T_b^I \tag{3}$$

Развитие методов радио магнитографии с использованием анализа спектральных наблюдений с разделением влияния хромосферных и корональных магнитных полей подробно анализируется в работе (Гребинский и др. 2000).

Работа выполнена при поддержку грантов РФФИ 99-02-16171 и ГНТП "Астрономия" 1.5.4.6.

Литература

Гельфрейх Г.Б., Шибасаки К., Ванг Дж.. 2000, Известия РАН, в печати.
Гельфрейх Г.Б., Шибасаки К., (Gelfreikh G., Shibasaki K.), 1999,
Proc. 9th European Meeting on Solar Physics, "Magnetic Fields and Solar Processes" (ESA SP-448, December 1999), 1139-1143.
Гребинский и др.(Grebinskij, A, Bogod, V., Gelfreikh, G. B., S. Urpo, S.Pohjolinen, Shibasaki, K.): 2000, Astron. Astrophys. Suppl. Ser. **144**, 169.

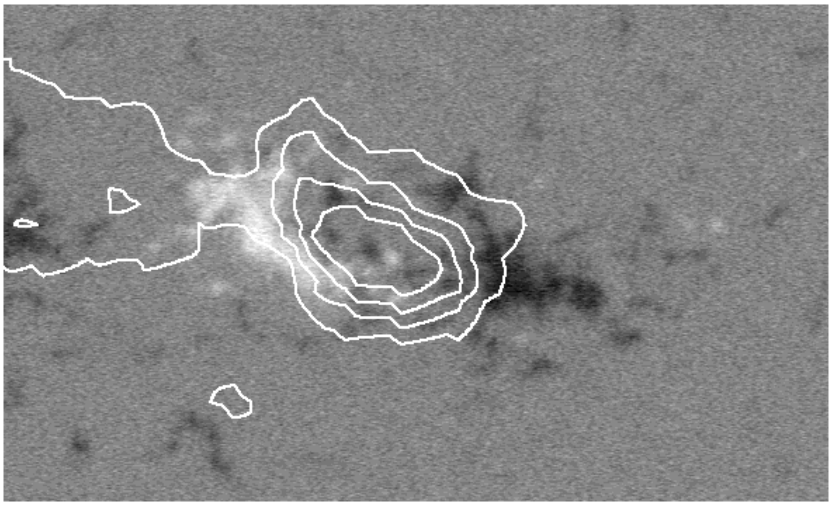

Рис.1. Изображение активной области на волне λ=1.76 cm (сплошные контурные линии), наложенное на оптическую магнитограмму продольной компоненты поля (полутоновое изображение). Наблюдения произведены 09 июня 1995 г.