СРАВНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПЯТЕН В КРЫМУ И НА МАУНТ-ВИЛСОН

**Цап Ю.Т.^{1,2}, Лозицкая Н.И.³, Перебейнос В.А.¹, Борисенко А.В.¹,
Штерцер Н.И.¹, Моторина Г.Г.^{2,4}, Кулешова А.И.²,
Андреева О.А.¹, Жигалкин Р.К.¹**

¹КрАО РАН, Научный, Крым, Россия

²ГАО РАН, Санкт-Петербург, Россия

³АО КНУ им. Тараса Шевченко, Киев, Украина

⁴ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

ON THE COMPARISON OF VISUAL MEASUREMENTS OF SUNSPOT MAGNETIC FIELDS AT CRIMEA AND MAUNT WILSON

**Tsap Yu.T.^{1,2}, Lozitska N.I.³, Perebeynos V.A.¹, Borisenko A.V.¹,
Shtertser N.I.¹, Motorina G.G.^{2,4}, Kuleshova A.I.²,
Andryeyeva O.A.¹, Zhigalkin R.K.¹**

¹Crimean Astrophysical Observatory of RAS, Nauchny, Crimea, Russia

²Pulkovo Observatory of RAS, St. Petersburg, Russia

³Astronomical Observatory of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

⁴Ioffe Institute, St. Petersburg, Russia

The comparative analysis for 1324 measurements of the corresponding sunspot magnetic fields with $B > 2.5$ kG (according to Crimean data) obtained at Crimean and Mt. Wilson observatories from 2010 to 2017 has been carried out. It has been shown that the difference between measurements can exceed 1 kG in some cases. The averaged values of the magnetic field are equal to 2.759 kG (Crimea) and 2.2196 kG (Mt. Wilson). The maximum sunspot magnetic field measured at Mt. Wilson does not reach 2.7 kG while according to Crimean data it can exceed 4.0 kG. The correlation coefficient between measurements of magnetic fields at Crimea and Mt. Wilson does not exceed 0.22. The probable reasons of significant discrepancies are discussed.

DOI: 10.31725/0552-5829-2018-389-392

Введение

Солнечные пятна – наиболее ярко выраженные концентрации магнитного потока в солнечной фотосфере. В пятнах магнитная энергия превышает кинетическую энергию конвективных движений плазмы, что приводит к частичному подавлению конвекции и формированию темных (холодных) образований. Визуальные измерения магнитного поля тени пятен, основанные на определении расстояния между зеемановскими компонентами, которые образуются в результате расщепления магниточувствительных линий, в настоящее время все еще являются наиболее надежными и до сих пор регулярно проводятся в Крымской астрофизической обсерватории РАН (КрАО) и обсерватории Маунт-Вилсон (США, MWO).

Наиболее длинные ряды наблюдений магнитных полей пятен получены в MWO [1, 2]. Архив MWO содержит зарисовки тени и полутени пятен, а также других структур, начиная с 1917 г. При этом значительная часть наблюдательных данных доступна через Интернет (<ftp://howard.astro.ucla.edu/pub/obs/drawings>). Начиная с 1962 г., для проведения измерений стала использоваться линия FeI 5250 Å. Отметим также, что в среднем на Маунт-Вилсон наблюдается 330 ясных дней.

Визуальные наблюдения по схожей методике проводятся с 1955 г. в линии FeI 6302 Å (с 1957 г.) и в КрАО [3, 4]. Данные измерений также представляются в виде зарисовок солнечного диска с группами солнечных пятен. Результаты измерений оцифровываются, начиная с 1984 г. Соответствующие ежедневные изображения доступны на сайте http://solar.craocrimea.ru/eng/sunspots_mf.htm#archive. В Крыму за год в среднем насчитывается около 220 ясных дней.

Лоцицкая и др. [5] проводили детальное сравнение результатов измерений магнитных полей пятен в КрАО и MWO за период с 2010 по 2012 гг. Однако разделение между сильными и слабыми магнитными полями проведено не было. Кроме того, в работе [5] сравнивались выборки в целом без конкретизации соответствующих объектов измерений.

Цель настоящей работы – на основе данных зарисовок, полученных в КрАО и MWO, провести сравнительный анализ визуальных измерений магнитных полей соответствующих пятен с напряженностью > 2.5 кГс (по данным КрАО).

Сравнительный анализ

Для того чтобы сравнить измерения магнитных полей тени пятен в двух обсерваториях, сначала мы выбрали пятна с напряженностью > 2.5 кГс по данным КрАО за период с 31.07.2010 г. по 01.10. 2017 г. После этого находили соответствующие измерения, полученные в MWO. В результате мы обнаружили 1324 соответствия (см. табл. 1 <http://solar.craocrimea.ru/eng/observations.\\htm>). Типичная разница во времени, обусловленная размещением инструментов в разных частях света, составила около 10 часов. Особо подчеркнем, согласно результатам измерений КрАО, 134 пятна имели напряженности > 3 кГс. При этом наибольшие значения магнитных полей были получены 22 мая 2016 г. в активной области NOAA 12546 (4.1 кГс) и 3 сентября 2017 – NOAA 12674 (4.6 кГс). Между тем соответствующие магнитные поля по данным MWO не превышали 2.7 кГс.

Диаграммы измерений магнитных полей соответствующих пятен представлены на рис. 1. Как видно, различия являются довольно существенными. В частности, среднее значение магнитных полей тени пятен по данным измерений КрАО составляет 2756 Гс, тогда как по данным MWO – 2194 Гс. Следовательно, разница в напряженностях превышает в среднем

500 Гс. При этом коэффициент корреляции, как показывают оценки, приблизительно равен 0.22. На наш взгляд, полученные результаты свидетельствуют, что данные MWO дают явно заниженные значения магнитных полей, и они не могут быть использованы для характеристики крупных пятен фотосферы Солнца, поскольку напряженности в них могут достигать больших значений.

Рис. 1. Диаграммы измерений магнитных полей (> 2.5 кГс по данным КрАО) тени соответствующих пятен по данным КрАО и MWO за период с 31.07.2010 по 01.10.2017 г.

Обсуждение результатов и выводы

Визуальный метод измерения магнитных полей все еще остается наиболее простым и надежным. Это объясняется тем, что на результаты не оказывает влияние модель атмосферы, эффект насыщения сигнала, слабая

интенсивность излучения в источнике, инструментальная поляризация и т.д. В отличие от магнитографических измерений, калибровочные кривые не зависят от параметров атмосферы. Хотя разница в высотах формирования линий 6302 Å и 5250 Å не превышает 30 км, а по времени – 15 часов, значения сильных магнитных полей соответствующих пятен, полученные в КРАО и MWO, существенно отличаются. Одна из возможных причин может быть связана с малой толщиной наклонной пластины, используемой в микрофотометре MWO, что делает невозможным измерение напряженностей магнитных полей из-за большого смещения зеемановских σ -компонент (А. Певцов, частная коммуникация). Погрешности могут быть также обусловлены не совсем корректной калибровкой [2, 5], краевыми эффектами и субъективностью наблюдателей. Мы надеемся рассмотреть эти вопросы более обстоятельно в следующей статье.

Работа выполнена при частичной поддержке Программы Президиума РАН № 28.

Литература

1. Hale G.E., Ellerman F., Nicholson S.B., Joy A.H. // *Astrophys. J.* 1919. V. 49. P. 153.
2. Livingston W., Harvey J.W., Malanushenko O.V., Webster L. // *Solar Phys.* 2006. V. 239. P. 4.
3. Severny A.B., Stepanov V.E. // *Izv. Krim. Astrofiz. Obs.* 1956. V. 16. P. 3.
4. Stepanov V.E., Petrova N.N. // *Izv. Krim. Astrofiz. Obs.* 1958. V. 18. P. 66.
5. Lozitska N.I., Lozitsky V.G., Andryeyeva O.A., et al. // *Adv. Space Res.* 2015. V. 55. P. 897.