

УДК 523.327

Исследование колебаний измеренного магнитного поля в ведущем пятне группы NOAA 11504 по измерениям 18 июня 2012 г.

В.М. Малащук¹, Н.И. Лозицкая², О.В. Лозицкий²

¹ НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория” МОНМС, Научный, АР Крым, Украина, 98409
mvm@crao.crimea.ua

² Астрономическая обсерватория Киевского национального университета им. Тараса Шевченко, Киев, 04053

Поступила в редакцию 31 октября 2012 г.

Аннотация. 18 июня 2012 г. выполнены одновременные визуальные измерения напряженности магнитного поля крупного ведущего пятна N-полярности активной области NOAA 11504 в двух обсерваториях – Астрономической обсерватории Киевского национального университета (КАО) и НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория” (КрАО). Найдены 8-минутные колебания измеренной напряженности магнитного поля крупного солнечного пятна на протяжении 3 часов ежеминутных наблюдений. Амплитуда колебаний – до 5 сТл. Не найдено свидетельств солнечной природы 8-минутных колебаний.

RESEARCH OF THE MEASURED MAGNETIC FIELD OSCILLATIONS IN THE LEADING SPOT OF THE GROUP NOAA 11504 ON OBSERVATIONS OF JUNE 18, 2012, *by V.M. Malaschuk, N.I. Lozitskaya, O.V. Lozitsky.* Simultaneous visual measurements of the magnetic field strength of the large leading spot of N-polarity of the active region NOAA 11504 were carried out on June 18, 2012 at two observatories – Astronomic observatory of the Kiev National University (KAO) and Crimean Astrophysical Observatory (CrAO). The 8-minute oscillations of the measured magnetic field strength of the large sunspot were found during 3 hours of everyminute observations. Amplitude of oscillations – up to 5 sTl. Evidences of the solar origin of 8-minute oscillations have not been found.

Ключевые слова: магнитные поля солнечных пятен, методика визуальных измерений зееман-эффекта, 8-минутные осцилляции

1 Введение

Напряженность магнитного поля пятна, измеренная в один и тот же день на разных телескопах, отличается по следующим причинам:

- различные астроклиматические условия;
- температурная расфокусировка, рассеяние и отражение света в элементах поляризационной оптики;
- неточности калибровки поворотной плоско-параллельной пластинки;

- осцилляции напряженности магнитного поля пятна солнечного происхождения и обусловленные дрожанием изображения;
- различие методики наблюдений (использование разных спектральных линий, измерения расщепления при сведении σ - σ или σ - π компонент).

Цель работы – найти причины систематических ошибок визуальных измерений напряженности магнитных полей солнечных пятен, оценить вклад истинных и обусловленных дрожанием осцилляций в результате измерения магнитного поля крупного пятна.

2 Материал наблюдений

- длительный ряд ежеминутных измерений по эффекту Зеемана магнитного поля крупного (60 сек. дуги) солнечного пятна;
- измерение магнитного поля этого же пятна на фотопластинках, полученных с поляризационной оптикой.

Эволюция напряженности магнитного поля ведущего пятна группы NOAA 11504
Координаты исследуемого пятна на время наблюдений 14, 16 и 18 июня 2012 г. были S17, E10; S17, W20 и S17, W44 соответственно.

Фотографически измеренная напряженность магнитного поля по наблюдениям на ГСТ КАО

По расщеплению сигма-компонент на фотопластинках, полученных 14 и 16 июня в КАО В.Г. Лоциким, мы измерили напряженность магнитного поля в указанном пятне по зееман-расщеплению линии 630.25 нм.

14.06.2012 г. значение фотографически измеренного магнитного поля в данном пятне было $N29.4 \pm 0.5$ сТл. В этот день при расположении пятна близко к центру диска (S17, E10) расщепление линии было одинаковое при сведении σ -компоненты с π -компонентой в обеих ортогонально поляризованных полосках спектра.

16.06.2012 г. координаты пятна были S17, W20 и π -компонента при увеличении гелиоцентрического угла пятна сместилась в сторону увеличения длин волн. При среднем для двух полосок расщепления, соответствующему полю $N27.6 \pm 0.5$ сТл, в левой полоске расстояние между σ - и π -компонентами было больше (что соответствовало полю 29.4 сТл), а в правой полоске – меньше (25.8 сТл). Различие достоверно с вероятностью больше 99 %.

Визуально измеренная величина напряженности магнитного поля в этом пятне 14–17 июня 2012 г. была по наблюдениям в КАО 26–30 сТл, в КАО 29–30 сТл, в MtW 27–29 сТл. Пример зарисовки в КАО показан на рис. 1. В среднем в КАО получены более высокие значения, чем в двух других обсерваториях. Это обусловлено, скорее всего, сдвигом π -компоненты, поскольку в КАО величина напряженности магнитного поля определяется по смещению σ -компоненты относительно π -компоненты только в одной полоске спектра.

Визуальные наблюдения 18.06.2012 г. проводились ежеминутно в КАО с 7h 07m до 10h 06m UT (всего 180 измерений) и в КРАО с 7h 12m 9h 28m UT (137 измерений). Одновременно с точностью до минуты сделано 137 измерений.

В КАО зееман-расщепление измеряется по совмещению σ - и π -компоненты в левой полоске спектра (рис. 2). Поэтому при непродольном поле измерения в КАО для N-полярности давали завышенные значения магнитного поля, а для S-полярности – заниженные. В среднем за наблюдательный сезон в КАО (март–октябрь) этот эффект приводит к завышению измеренных значений напряженности магнитного поля N-полярности на 0.4 сТл и к такому же занижению поля S-полярности.

Особенностью картины зееман-расщепления магниточувствительных линий в центре ведущего пятна группы NOAA 11504 за 18 июня 2012 г. был существенный сдвиг π -компоненты из-за значительного гелиоцентрического расстояния пятна. В таких случаях необходимо усреднять значение зееман-расщепления в обеих ортогонально поляризованных полосках спектра, как мы это делаем

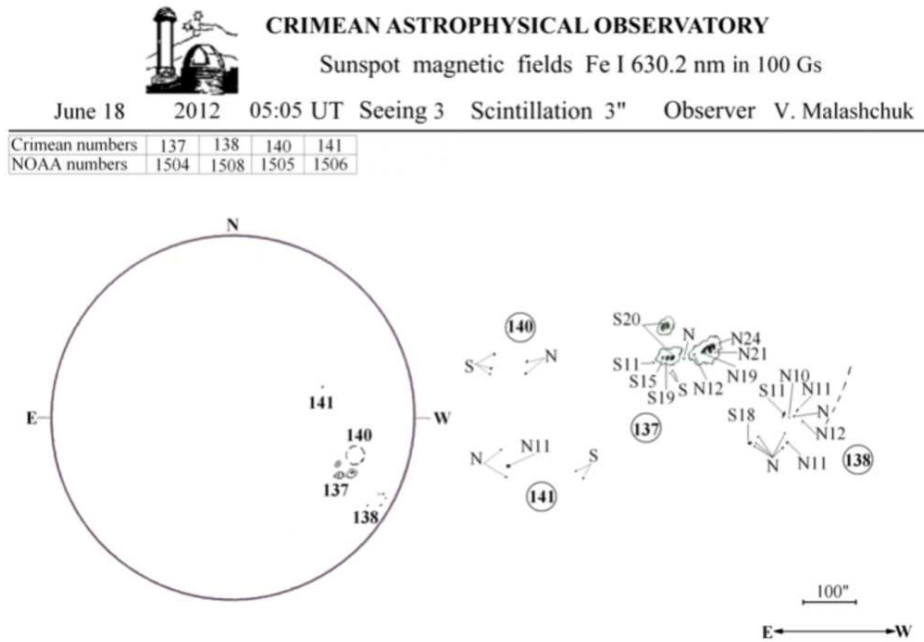


Рис. 1. Визуальные измерения напряженности магнитных полей солнечных пятен 18 июня 2012 г. в КраО, в частности, ведущего пятна группы 137 (NOAA 11504)

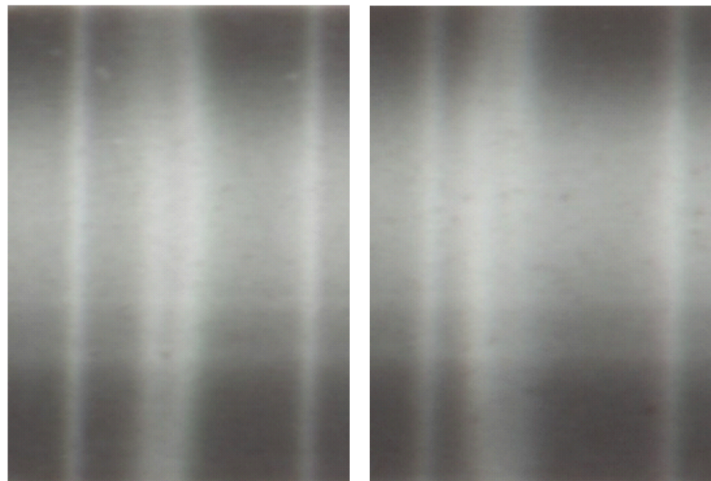


Рис. 2. Зееман-расщепление спектральной линии FeI 6302.499 нм 14 июня 2012 г. в ортогонально поляризованном свете. Справа от магниточувствительной линии – теллурическая линия 630.000 нм, слева – теллурическая линия 6302.764 нм

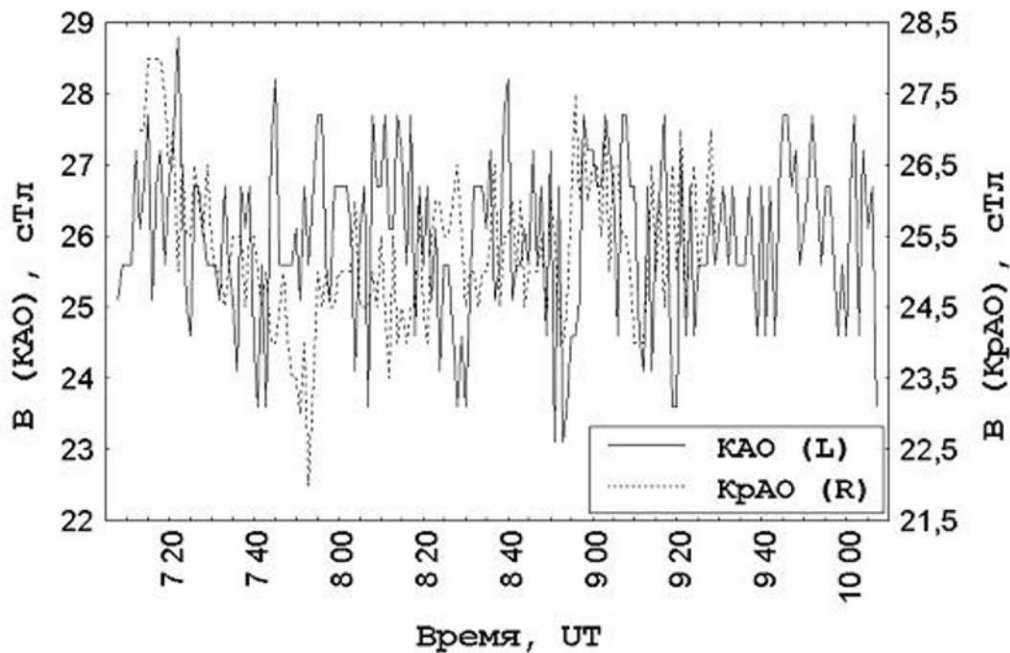


Рис. 3. Вариации измеренной величины магнитного поля ведущего пятна группы NOAA 11504 18 июня 2012 г. Измеренная напряженность магнитного поля в КАО (слева – R) в первом приближении уменьшена на 2 сТл из-за сдвига π -компоненты

при обработке фотографических измерений. Но тогда невозможно было бы ежеминутно проводить измерения. Поэтому необходимо вводить поправку для исправления завышенных значений измеренного магнитного поля, полученных при измерениях только в одной из ортогонально-поляризованных полосок. Поправка должна быть больше, чем была определена на спектрограммах, полученных при меньшем гелиоцентрическом угле за 16 июня 2012 г. (рис. 3, 4).

Средняя величина измеренного на протяжении 137 минут магнитного поля в КрАО была 25.3 сТл со стандартным отклонением 1.1 сТл (рис. 4, слева); исправленная за смещение π -компоненты величина магнитного поля, измеренная в КАО, должна быть такой же, но на гистограмме (рис. 4, справа) она остается завышенной на 0.7 сТл, стандартное отклонение в КАО 1.2 сТл.

Более точно величина поправки измерений в КАО может быть определена по сравнению киевских и крымских измерений. При этом мы должны убедиться, что измерения в КрАО могут служить стандартом. Важным звеном верификации измерений служит повторная калибровка, поскольку расхождение до 3 сТл между измеренным магнитным полем в нескольких обсерваториях было неоднократно описано, например, Ефименко и Лозицкий (2002). Поэтому нами проведена повторная калибровка лайншифтера БСТ-2 КрАО, результат которой представлен на рис. 5.

Для перевода углов поворота лайншифтера в величину магнитного поля в КрАО необходимо пользоваться уточненной в 2012 г. калибровочной кривой, а для измерений в КАО вводить поправку на сдвиг π -компоненты. 18 июня измерения в КАО были завышены на 2.7 сТл.

Корреляционный анализ данных, представленных на рис. 3, показал, что измерения магнитного поля крупного ведущего пятна группы NOAA 11504 не подтвердили версии солнечной природы осцилляций измеренной величины поля, к которой мы пришли ранее на материале более короткого ряда одновременных измерений в КАО и КрАО (Лозицкая и др., 2007). Коэффициент корреляции между ежеминутными значениями практически равен нулю.

Проведенный автокорреляционный анализ рядов наблюдательных данных показал 8-минутную периодичность осцилляций (рис. 6). Несовпадение фазы колебаний в двух отдаленных обсервато-

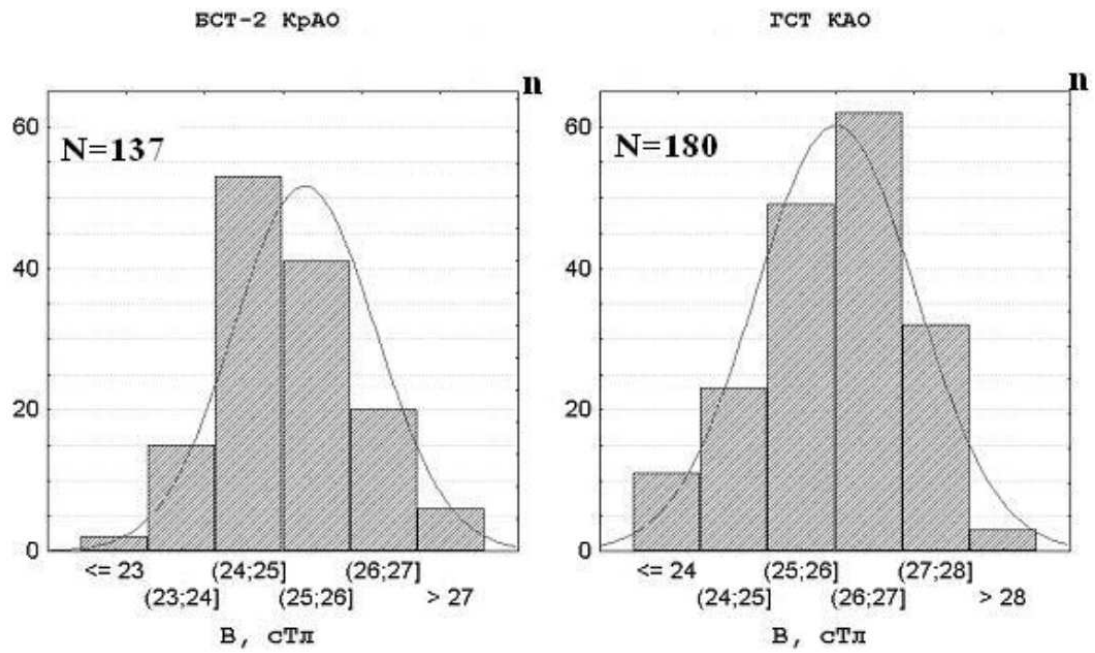


Рис. 4. Распределение значений измеренного магнитного поля в КраО и КАО при наблюдениях 18.06.2012 г.

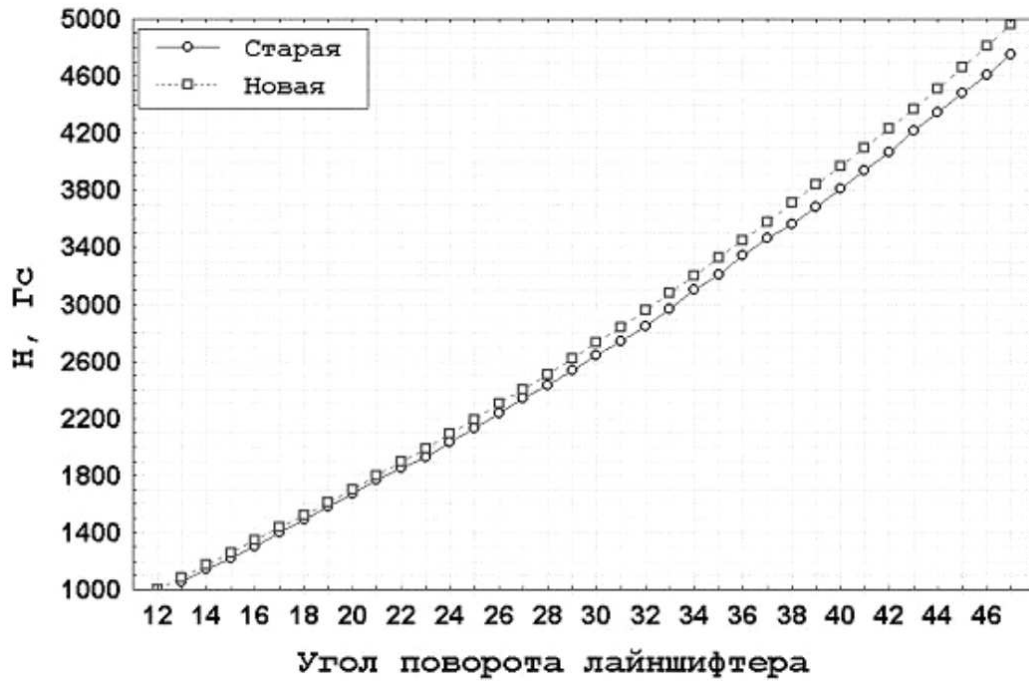


Рис. 5. Уточнение калибровки лайншифтера ВСТ-2 КраО в 2012 г.

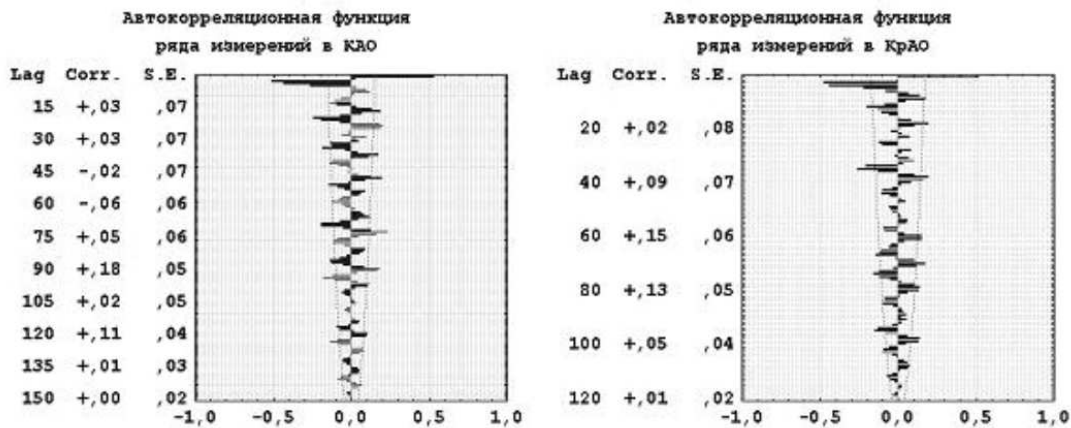


Рис. 6. Автокорреляционный анализ рядов ежеминутных измерений магнитного поля пятна в КАО и КраО 18 июня 2012 г. По оси абсцисс нанесены значения коэффициента автокорреляции от -1 до $+1$. По оси ординат указаны величина сдвига (Lag), значения коэффициента корреляции (Corr) и величина стандартной ошибки (S.E.)

риях при одинаковой их 8-минутной периодичности по-видимому означает, что колебания обусловлены турбулентностью атмосферы Земли, из-за которой однократно измеренная величина магнитного поля имеет случайный разброс до 4–5 сТл при уровне значимости 0.05. По-видимому, турбулентность земной атмосферы имеет одинаковые характеристики в разных географических пунктах.

3 Выводы

Для уменьшения влияния дрожания, обусловленного турбулентностью тропосферного воздуха, на результат измерений магнитного поля, необходимо проводить несколько измерений каждого пятна в течении 4–5 мин, что требует для экономии времени наблюдателя введения нижней границы напряженности магнитного поля измеряемых пятен на уровне 1600 Гс. Такой подход требует изменения рекомендаций “Инструкции по наблюдению магнитных полей солнечных пятен КраО”.

Систематические различия измеренных напряженностей на разных обсерваториях выявляются только при сравнении больших массивов измерений и связаны, в первую очередь, с погрешностями калибровки плоско-параллельной пластинки. Для их устранения необходимы плановые совместные работы обсерваторий по уточнению таблиц перевода углов поворота пластинки в напряженность магнитного поля. Всесторонне проверенная методика измерений магнитных полей в КраО может служить эталоном для сравнения и унификации методик в других обсерваториях.

Поиск солнечно-обусловленных осцилляций магнитного поля необходимо продолжить, для чего необходимы длительные ряды ежеминутных наблюдений эффекта Зеемана одновременно на двух-трех обсерваториях.

Литература

- Ефименко В.М., Лозицкий В.Г. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 2002. Т. 98(2). С. 229.
 Лозицкая Н.И., Малащук В.М., Степанян Н.Н. // Труды Першої наукової конф. “Науки про Землю та Космос – суспільству”. Київ. 25–27 червня 2007. К.: НАУ. 2008. С. 101.