

Солнечная активность и ее влияние на Землю. – Владивосток: Дальнаука, 2009. 143 с. (Тр. УАФО; т. 12, вып. 12)

Сборник содержит статьи по астрономии, главным образом по физике Солнца и гелиосферы, а также о влиянии космических факторов на Землю. В статьях рассмотрены структура магнитного поля и динамические процессы в солнечных активных областях, долговременные вариации солнечной активности, колебания межпланетной плазмы, движение вещества в выбросах из ядра кометы. Кроме того, в сборник включены исследования возмущений, которым подвергается ионосфера Земли со стороны Луны и Солнца, в частности рассмотрено влияние этих возмущений на функционирование навигационных приборов.

Сборник статей предназначен для научных работников и студентов, специализирующихся в области астрономии и геофизики, а также для тех, кто интересуется воздействием космических факторов на Землю.

Solar activity and its influence on the Earth. – Vladivostok: Dalnauka, 2009. 143 p. (Transactions of Ussuriisk astrophysical observatory; vol. 12, issue 12).

This issue contains the articles in field of astronomy, mainly concerning the solar physics and influence of cosmic factors on the Earth. The articles describe structure of magnetic field and dynamical processes in the solar active regions, long-term variations of solar activity, fluctuations of interplanetary plasma, and motion of comet substance. In addition, the studies are included about disturbances of the Earth ionosphere produced by the Moon and Sun, in particular, the effect is described of the ionospheric disturbances on the navigation equipment functionality.

The collection of the articles is addressed to scientists and students who specialize in fields of astronomy and geophysics, and to those who take interest in influence of cosmic factors on the Earth.

Редакционная коллегия: А.В. Баранов, Г.И. Корниенко,
Д.В. Ерофеев (отв. редактор)

Рецензенты: Г.П. Машнич, Е.В. Милецкий

Утверждено к печати Ученым советом
Уссурийской астрофизической обсерватории

© УАФО ДВО РАН, 2009

© Дальнаука, 2009

О ПРИРОДЕ КОРОТКОПЕРИОДНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН

В 1949 году В.Гротрианом и Х.Кюнцелем [7], а также Л.Брунковым и В.Гротрианом [6] были найдены плавные изменения напряженности магнитного поля пятен H со скоростью 20–30 Гс/час и указано на возможность изменений H со скоростями до 200 Гс/час.

Последующие измерения данный факт подтвердили. Г.Ф. Вяльшиным [4] было получено, что для 3 пятен напряженности магнитного поля в линии FeI λ 6302,5 Å менялись на 150 Э за 1,5 часа. Эти величины ненамного превышают точность измерений, и автор отмечает, что можно говорить уверенно только о самом факте быстрых изменений напряженности.

Им же в [3] приведен случай, когда в течение 4,5 часов величина H уменьшилась от 2900 Э до 2100 Э, а затем увеличилась до 2500 Э. Фотогелиограммы, полученные до быстрого изменения поля и после него, показывают, что одновременно с изменением напряженности поля произошли существенные изменения в пятне. Ядро пятна, к которому относились измерения поля, уменьшилось по размерам приблизительно вдвое, а между этим ядром и двумя другими образовался фотосферный мост. Во время быстрого изменения поля вспышек в окрестности пятна не было.

В работе [1] по результатам изучения фотометрических профилей линии на тех же спектрограммах, что и в [3], указанные результаты были подтверждены.

В шестидесятые годы существовала комплексная программа изучения изменений магнитного поля силами нескольких обсерваторий. Результаты работ подтвердили наличие изменений магнитного поля в пятнах.

Из последних работ в этом направлении отметим [5], где на значительном материале показано, что существуют быстрые изменения H в пятнах с различными периодами (от 4 до 17 минут) и их

дрейфовые изменения в течение нескольких дней наблюдений. Амплитуда быстрых изменений H составляла 100–500 Э. Отмечено, что в пятне одновременно существует несколько основных периодов колебаний H . При дроблении большого пятна основные периоды колебаний в наибольшем ядре разделились на 6–9 минутные и 16–17 минутные. Несмотря на значительное количество работ в этом направлении физического механизма процесса не предложено.

Нами было показано, что изменение температурного градиента с высотой может существенно изменить профили Стокса магнитоактивных линий [2]. Прямые расчеты показали, что профили Стокса линий могут меняться для различных моделей активного образования. Кроме того, известно, что верхние слои фотосферы и хромосфера пятна подвергаются значительному нагреву, который меняет температурное распределение по высоте. Исходя из этого, мы решили провести численное решение системы уравнений Унно для ряда моделей солнечных пятен, поскольку можно предполагать, что различия между разработанными моделями солнечных пятен реальны и отражают физические условия в пятне на том или ином этапе развития. Поскольку обнаружен значительный разогрев верхних слоев фотосферы пятна, можно задать зависимость температуры от высоты, более-менее одинаковую в нижней и средней фотосфере, но заметно отличающуюся в близких к хромосфере слоях с оптической глубиной 0,001–0,0001.

Нами были рассчитаны профили линия FeI λ 6302,5 Å, для моделей пятен Книра, Стельмахера–Вира и Цваана, температурное распределение в которых изменялось на величину $-a \cdot x^2$ с коэффициентами $a = 0, 0,04, 0,08, 0,10, 0,12$ (x – логарифм оптической глубины).

Расчет производился исходя из предположения, что физические параметры в пятне меняются в процессе эволюции в пределах, ограниченных указанными моделями, а температурные вариации в верхних слоях атмосферы пятна меняются в соответствии с предположенной надбавкой. Расчеты выполнены для величин $H = 2340, 2600$ и 2860 Э. Угол наклона силовых линий магнитного поля принимался равным $\gamma = 60^\circ$, более-менее близкие к которому значения γ при расчетах показывают близкие результаты для профилей

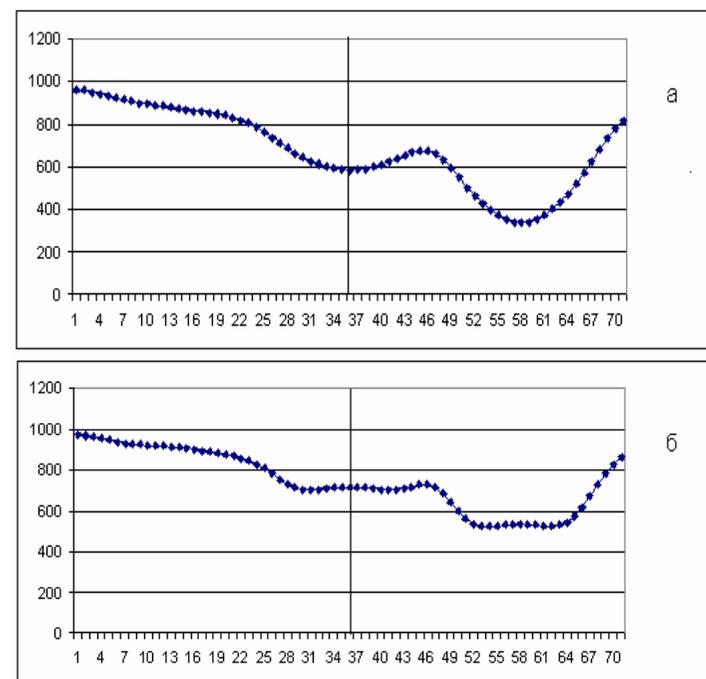


Рис. 1а–б. Профили I+V Стокса линии для температурного распределения модели Цваана при $H = 2860$ Э, $\gamma = 60^\circ$ (а), для температурного распределения с коэффициентом $a = 0,1$ (б). По оси X приведены значения длин волн в пикселах (1 пиксел = 6 mÅ), по оси Y – остаточная интенсивность I+V профилей, выраженная в тысячных долях интенсивности непрерывного спектра. Вертикальная черта в центре рисунков проведена через центр линии

Стокса линии. Последнее показано на рис. 1,б-г, где приведены I+V профили для различных γ .

Результаты выборочных расчетов таковы. При $H = 2340$ Э рассмотрение профилей I+V показывает, что расстояние рассматриваемого максимума этой величины от центра линии для всех моделей и значений $a \leq 0,1$ показывает близкую картину – постоянство расстояния I+V параметра от центра линии. При больших H начинаются искажения профиля I+V, которые не позволяют определять величину H обычным методом.

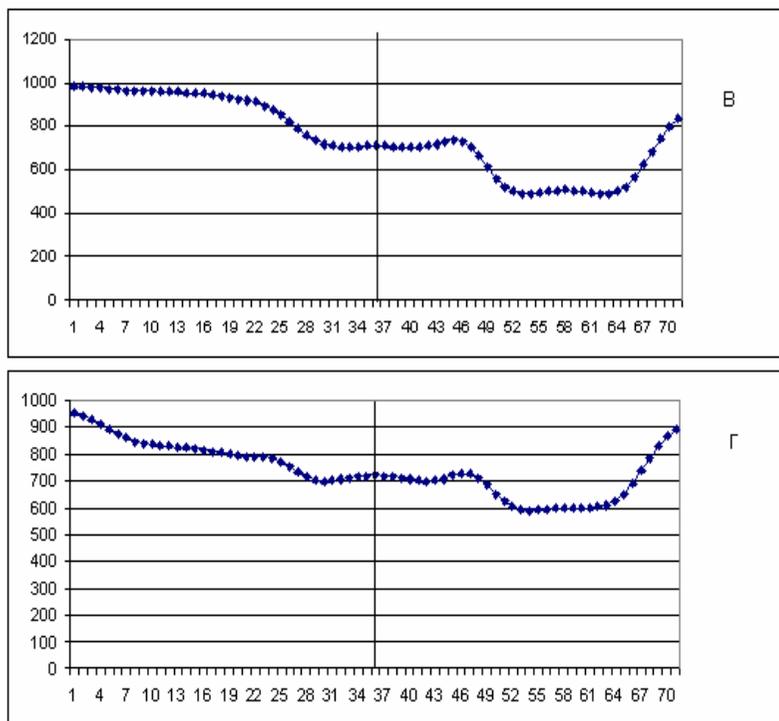


Рис.1в-г. То же что на рис.1б, но для $\gamma = 45^\circ$ (в) и 75° (г)

При $H=2600$ Э изменения профилей круговой поляризации при указанных изменениях моделей пятна отсутствуют, но уже при анализе профиля I+V при значениях $a > 0,12$ показывают удаление максимума профиля на 260 Э, что сравнимо с результатами ряда визуально проведенных измерений магнитного поля. Такая же величина различий определяется и при $H = 2860$ Э. В принципе, это и есть характерные величины изменения величины магнитных полей при измерениях их временных вариаций. Они достаточно хорошо согласуются с результатами короткопериодных изменений магнитного поля, полученных в последнее время Лозицкими и др. [5] для короткопериодных колебаний поля.

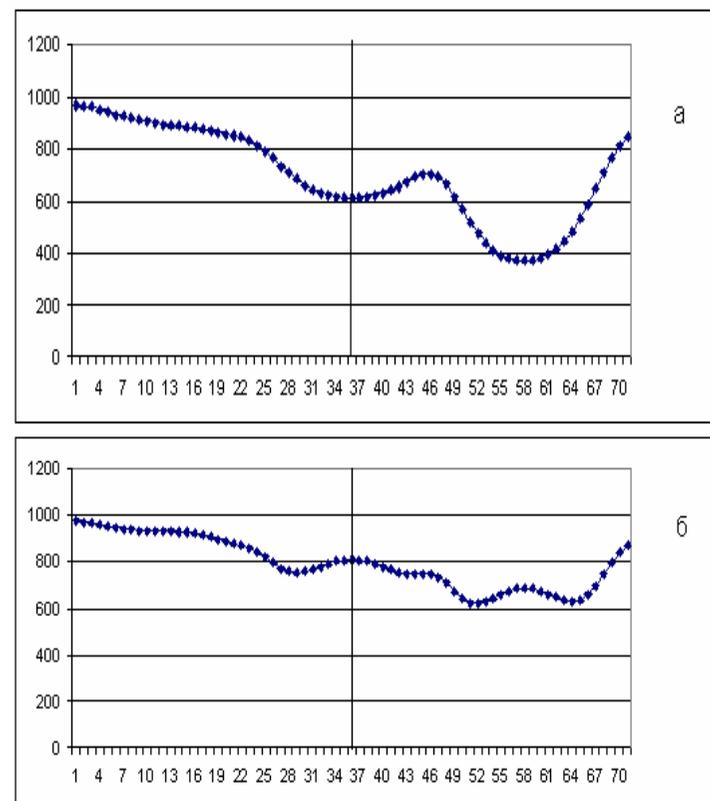


Рис. 2. Профили I+V для случая, когда температурное распределение в пятне изменялось на величину $-a \cdot x$ с коэффициентами 0,09 и 0,12. Параметры для построения и обозначения величин те же, что на рис.1

Как пример возможного различия профилей в результате изменения температурного распределения приведены теоретически рассчитанные профили I+V линии Fe I $\lambda 6302,5$ Å для случая атмосферы Цваана и параметров поля $H = 2860$ Э, $\gamma = 60^\circ$. Рис.1,а построен для обычного температурного распределения Цваана $\theta(x)$, рис.1,б построен по расчетам в той же модели для I+V профиля, для случая $\theta(x) = -0,1 \cdot x^2$. Мы видим, что имеются значительные различия

I+V профилей, и положения их максимумов по длине волны могут быть различными.

На рис.2 приводятся профили I+V для случая, когда температурное распределение изменялось на величину $-ax$ с коэффициентами 0,09 и 0,12. Мы видим, что есть та же тенденция – сохранение обычной формы I+V профиля для значений поправочных коэффициентов $< 0,1$ и значительные искажения профиля линии при больших значениях коэффициентов. И в первом и во втором случае значения коэффициентов $\leq 0,1$ означают, что основной вклад в эквивалентную ширину дают слои фотосферы с оптическими глубинами 0–0,1.

В дальнейшем планируется систематическое исследование изменения эквивалентной ширины и профилей Стокса, а также аналогичный анализ для случая, когда отклонения от существующих моделей определяются зависимостями другого вида.

Работа выполнена при поддержке Программы N 16 Президиума РАН и грантов ДВО РАН 09–I–П7–01, 09–II–СО_02–002 и 09–III–А–02–49.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов А.В., Вяльшин Г.Ф., Сурков Э.П. Поведение магнитного поля и лучевых скоростей в пятне во время дробления // Солнечные данные. 1972. № 4. С. 91-97.
2. Баранов А.В., Баранова Н.Н. Влияние температурного распределения в солнечной атмосфере на зависимость измеряемой напряженности магнитного поля от эквивалентной ширины линий // Глобальные вариации Солнца и физика активных областей. Владивосток: Дальнаука. 1993. С. 30-54.
3. Вяльшин Г.Ф. О быстрых изменениях магнитных полей солнечных пятен // Солнечные данные. 1960. № 10. С.
4. Вяльшин Г.Ф. Измерение магнитных полей солнечных пятен // Автореферат дис-сертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Ленинград. 1960. с.8.
5. Лозицкая Н. И., Лозицкий В.Г., Редченко Д.О. Быстрые изменения магнитного поля в солнечных пятнах // Известия КрАО. 2008. № 104. С.27-27.
6. Brunckow K., Grotrian W. Uber die zeitliche Anderung der magnetischen Feldstärke von Sonnenflecken im Laufe eines Tages // Z. Astrophys. 1949. V. 26. P. 313-324.
7. Grotrian W., Künzel H. Statistische Untersuchung der täglichen Anderung der magnetischen Feldstärke von Sonnenflecken // Z. Astrophys. 1949. V. 26. P. 325-336.

А.В. Баранов, Л.Ф. Лазарева

ЛУЧЕВЫЕ СКОРОСТИ, НАЙДЕННЫЕ ПО МАГНИТОАКТИВНЫМ ЛИНИЯМ, В СПЕКТРЕ СОЛНЕЧНОГО ПЯТНА

В работах [1,2] мы анализировали профили круговой поляризации (r_v -профили) и остаточные интенсивности (r_l -профили) ряда магнитоактивных линий в диапазоне $\lambda\lambda$ 6213 -6337 ÅÅ в спектре солнечного пятна группы 289 СД от 03.08.89 г [1].

Найдены следующие особенности – неантисимметричный r_v -профиль и почти симметричный r_l -профиль в участке полутени ближе к лимбу, а также симметричный r_v -профиль и несимметричный r_l -профиль в участке полутени ближе к центру диска.

Совокупность наблюдательных данных позволяет предполагать, что в полутени пятна присутствует компонент с небольшим магнитным полем и значительными лучевыми скоростями. Методика определения лучевых скоростей по профилям Стокса линий подробно описана в наших работах [1,2].

Во время анализа профилей выяснилось, что наиболее надежной является картина, получаемая по триплетным линиям FeI $\lambda\lambda$ 6270,2 и 6302 ÅÅ. При этом, широко применяемая в магнитных измерениях линия FeI λ 6302,5 Å дает надежные результаты из-за хорошей точности определения r_v -профилей. Линия FeI λ 6270,2 Å удобна для определения лучевой скорости за счет того, что ее профиль интенсивности в пятне и полутени является достаточно узким для того, чтобы в результате наблюдаемого в пятне доплеровского смещения искомая часть фиолетового профиля проявлялась в ее крыле. Наиболее сложным является определение характеристик профилей Стокса для сложных линий с $1,0 \leq g \leq 1,4$. Основной причиной трудности является то, что максимум искажений профилей Стокса приходится на участок наибольшей крутизны профилей интенсивности используемых линий, что может приводить к заметным