

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор САО РАН

Член-корр. РАН \_\_\_\_\_ Ю.Ю.Балега

“19”ноября 2014г.

## **Полный отчет за 2014 год**

**По теме 2.17.**

Формирование предвспышечного состояния АО по данным спектрально-поляризационных радионаблюдений.

### **Программы 22 Президиума РАН**

"Фундаментальные проблемы исследований и освоения Солнечной системы",

**ИСПОЛНИТЕЛЬ**

Учреждение Российской академии наук  
Специальная астрофизическая обсерватория РАН;  
Санкт-Петербургский Филиал

Ответственный исполнитель:

д.ф.м.н. зав.отд.

В.М.Богод

П.Нижний Архыз Карачаево-Черкессия  
Санкт-Петербург

2014

Достижение 2014г.

## Измерение магнитных полей пятен на двух высотах в нижней короне Солнца

По спектрально-поляризационным наблюдениям на РАТАН-600 в микроволновом диапазоне волн разработан метод измерения магнитных полей пятен на двух высотах нижней короны на основе циклотронного механизма. Для этих целей используются детальные спектры поляризованного излучения обыкновенной моды и необыкновенной моды для локального источника над пятном. Регистрируются максимальные значения магнитных полей при проникновении их от слоев с хромосферными температурами в область корональных температур. При этом слои излучающие обыкновенную моду располагаются ниже слоев генерирующих необыкновенную моду. Величины магнитных полей измеренных в микроволновом диапазоне в среднем ниже фотосферных значений на 20% для необыкновенной моды и на 10-15 % для обыкновенной моды. *Сопоставление с данными фотосферных магнитных измерений дает возможность построения корректной модели магнитосферы над пятном. Подобные измерения выполняются только на РАТАН-600 в регулярных обзорах диска Солнца.*

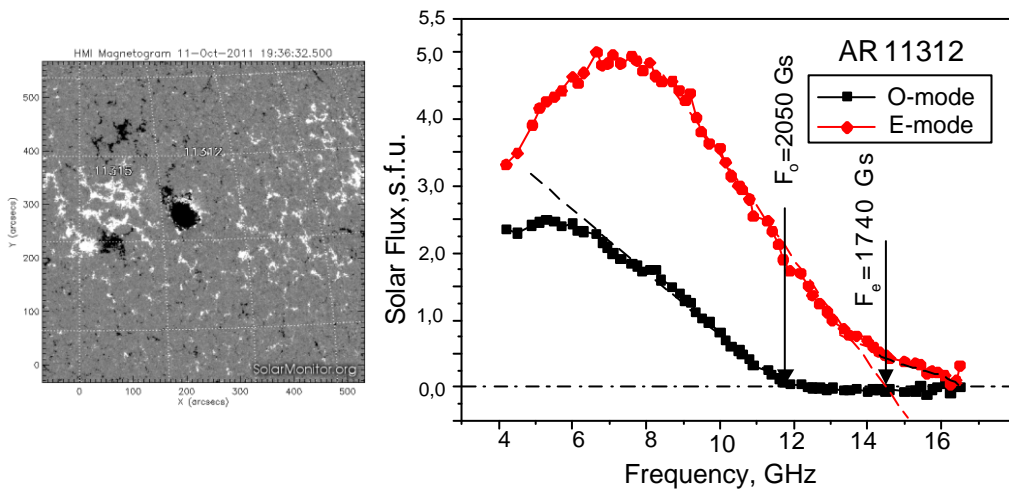


Рис. 1 Оценки величины магнитного поля сделаны по спектрам о- и е- мод. Фотосферное значение максимального магнитного поля в пятне в активной области AR11312 составило  $H = 2300$  Гс. Площадь пятна 210 мдп. Величины корональных магнитных полей в микроволновом диапазоне: на уровне 3-го гироуровня соответствуют  $H_{s=3} = 1740$  Гс, и на уровне 2 гироуровня  $H_{s=2} = 2050$  Гс

Авторы: В.М.Богод, Н. Г. Петерова и др. Космические исследования, 2015, т.53, №1, стр 1-11.

Основные результаты 2014г.

В ходе проведенных исследований в течение 2014г. было получено следующее:

- Проведен большой цикл многоволновых наблюдений (более 4000) в азимутальном режиме на РАТАН-600. Продолжалось формирование многоволновой базы данных радиоастрономических наблюдений в диапазоне 3-18 ГГц.. Проводилась диагностика критерия Танаки-Еноме и его модернизированных версий на успешность на основе созданной базы данных. Критерий удовлетворительно работает для мощных вспышек и протонных событий. Однако в связи с пониженной активностью 24 цикла проводился поиск адекватного критерия для прогноза вспышек с рентгеновским классом М (и С большого уровня). На сайте [http://www.spbf.sao.ru/cgi-bin/ion-p?page=rat\\_search.ion](http://www.spbf.sao.ru/cgi-bin/ion-p?page=rat_search.ion) диагностика критерия осуществляется в автоматическом режиме. Продолжается работа по созданию комплексного критерия, в котором учитываются данные фотосферных наблюдений, данные ультрафиолетовых и рентгеновских наблюдений.
- Завершена работа по измерениям магнитных полей в слабоконтрастных структурах солнечной короны. Работа прошла рецензирование (выставлена в ADS) и ожидает выхода в 2014г. [Bogod, V. M.; Alissandrakis, C. E.; Kaltman, T. I.; Tokhchukova, S. K.](#) RATAN-600 Observations of Small-Scale Structures with High Spectral Resolution [2014SoPh.tmp...65B](#) Основным результатом этой работы заключается в измерении величин магнитных полей для различных деталей мелкомасштабной структуры соответствующей по размерам хромосферной сетки. Эти оценки могут быть важными при построении моделей спокойного Солнца и моделей нагрева короны.
- Проведено моделирование атмосферы активной области, которое сопоставлялось с многоволновыми наблюдениями на РАТАН-600. Использовалась реконструкция нелинейного бессилового магнитного поля, восстановленное по фотосферным наблюдениям SDO/HMI; Рассчитывались различные модели солнечной атмосферы (температуры и концентрации электронов), в которых в широких пределах варьировались положение и толщина активной области, а также температура и концентрация в нижней короне. Рассчитанное радиоизлучение сравнивалось с наблюдениями на РАТАН-600; выбирались параметры атмосферы, при которых расчетные сканы и спектры потоков в наибольшей

степени соответствуют сканам РАТАН-600. Результаты моделирования показали, что:

1. Над активной областью переходная зона начинается на достаточно низких высотах (1200-1500 км) по сравнению со спокойным Солнцем (для которого нижняя граница переходной области 2200-3500 км).
2. Толщина переходной зоны 500-1300 км, т.е. температура возрастает достаточно плавно по сравнению с моделями атмосферы для спокойного Солнца.

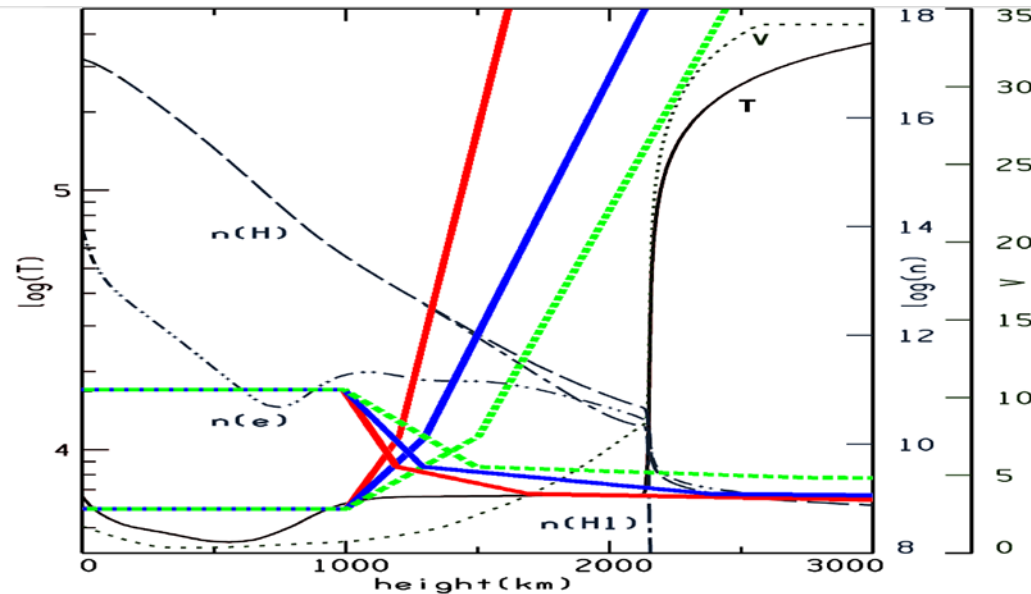


Рис. Моделирование трех АО. АО 11312 (красные линии)- переходная зона 1200-1700 км (толщина = 500 км), Т нижней короны  $10^6$  К. АО 11899: (синие линии) - переходная зона 1300-2400 км (толщина = 1100 км), Т нижней короны  $1.7 \cdot 10^6$  К - АО 11289: (зеленые линии) переходная зона 1500-2800 км (толщина = 1300 км), Т нижней короны  $2.2 \cdot 10^6$  К.

Авторы Ступишин А.Г., Яснов Л.В., Богод В.М.

- Завершено структуры источника циклотронного излучения полученной по наблюдениям с высоким пространственным разрешением в 1 угл сек. Показано что температура корональной плазмы над пятном достигает весьма высоких значений  $\sim 5$  МК, что в два раза превышает общепринятые оценки, получаемые по наблюдениям с более низким угловым разрешением.

### Список публикаций,

1. В.М. Богод, Н. Г. Петерова, Н. А. Топчило, Б.И.Рябов О РЕГИСТРАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ ПОНИЖЕННОЙ ЯРКОСТИ В ОБЛАСТИ СИЛЬНОГО

МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН Космические исследования, 2015, т.53, №1, стр 1-11.

2. [Bogod, V. M.](#); [Alissandrakis, C. E.](#); [Kaltman, T. I.](#); [Tokhchukova, S. K.](#) RATAN-600 Observations of Small-Scale Structures with High Spectral Resolution [2014SoPh.tmp...65B](#)
3. Петерова Н.Г., Коржавин А.Н., Топчило Н.А. Кольцеобразный источник циклотронного излучения активной области NOAA11140 по наблюдениям с высоким разрешением 1 угл.сек., Изв.КрАО, 2013, т. 109, № 2, 83-84.
4. N.G.Peterova, N.A.Topchilo, L.V.Opeikina, B.V.Agalakov, T.P.Borisevich, B.I.Lubyshev. Anomalous Polarization Features of the Cyclotron Radiation Source in the NOAA 7123 Active Region: The Structure, Dynamics and Reasons of Occurrence. Geomagnetism and Aeronomy, 2013, vol.53, No.8, pp.1000-1006.
5. Петерова Н.Г.<sup>1</sup>, Опейкина Л.В.<sup>2</sup>, Топчило Н.А.<sup>3</sup> Об источниках типа «ГАЛО» по наблюдениям с высоким пространственным разрешением на микроволнах ISSN 0016\_7932, Geomagnetism and Aeronomy, 2014, Vol. 54, No. 8, pp. 1053–1057. © Pleiades Publishing, Ltd., 2014.
6. N.G. Peterova, N.A. Topchilo «CORONAL MAGNETIC FIELD IN THE TRANSITION REGION FROM THE CHROMOSPHERE TO CORONA ABOVE SUNSPOTS ON MICROWAVE OBSERVATIONS: POSSIBILITIES OF RESEARCHES AND PROBLEMS, Изв. КрАО, 2013, т. 109, № 3, 94-101.
7. O.A. Golubchina, A.N. Korzhavin, : Comparative Analysis of the Distribution of Brightness Temperatures in the Solar Polar Region Based On Observational Data Obtained with RATAN-600 in the Microwave Range during the Solar Eclipse of March 29, 2006. Geomagnetism and Aeronomy, 2013, vol.53, No.8, pp. 1025-1029.
8. В.Е. Абрамов-Максимов, В.Н. Боровик, Л.В. Опейкина, А.Г. Тлатов. Особенности развития активных областей на Солнце перед большими вспышками класса X: анализ данных радиотелескопа РАТАН-600 и космической обсерватории SDO. Космические исследования, 2014, том 52, № 1, с. 3-16.

Рук.темы,  
[vbog@sao.ru](mailto:vbog@sao.ru)

д.ф.м.н. Богод В.М. СПб Ф САО РАН