

Полный отчет за 2013 год

по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН №4.

«Оценка и пути снижения негативных последствий экстремальных природных явлений и техногенных катастроф, включая проблему ускоренного развития атомной энергетики»

на период 2012–2013 гг.

Научное направление №8:

«Фундаментальные исследования в области гелиогеофизики, ориентированные на обеспечение безопасности функционирования технических систем в ОКП и анализ экстремальных природных явлений, связанных с солнечной активностью»

Раздел:

«I. Динамические процессы в солнечной атмосфере и гелиосфере»

Тема 8.2.

Динамические процессы в солнечной атмосфере и нестационарные явления в околоземном космическом пространстве Изучение высотной структуры корональных активных образований и их связи с зарождением вспышечной активности и генерации КВМ

ИСПОЛНИТЕЛЬ

Специальная астрофизическая обсерватория РАН; Санкт-Петербургский
Филиал

Руководитель проекта

д.ф.м.н. зав.отд.

В.М.Богод

СОИСПОЛНИТЕЛЬ

Институт Солнечной и Земной Физики СО РАН;

Со-руководитель проекта

д.ф.м.н.зав.отд. .

Алтынцев А.Т.

«17»декабря 2013г.

Результат №1

Автоматическая веб-система прогноза крупных вспышек на основе данных спектральных наблюдений АО в микроволновом диапазоне.

Впервые создана реально работающая в автоматическом режиме многоволновая система заблаговременного (1-3 дня) прогноза солнечных вспышек по спектральным наблюдениям в радиодиапазоне. Прогноз основан на многолетних исследованиях особенностей спектров микроволнового излучения активных областей, производящих мощные геоэффективные вспышки. В 2013 г на РАТАН-600 в максимуме 11-летнего цикла активности проведена рекордно длительная серия спектрально-поляризационных наблюдений Солнца с 8-минутным временным интервалом, в диапазоне 0.75-18.2 ГГц, со спектральным разрешением ~1%, с пространственным разрешением, которая показала высокую эффективность метода.

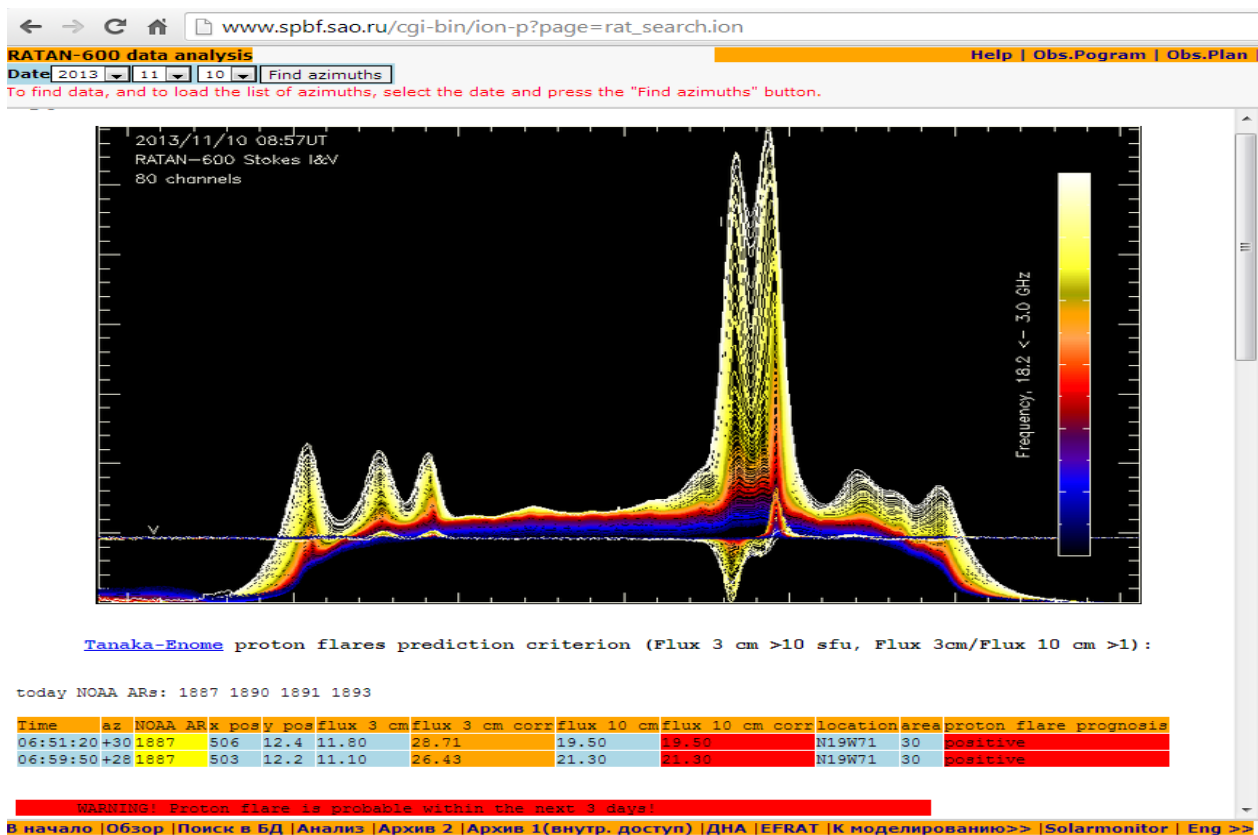


Рис.1. Общий вид веб-страницы прогноза солнечных протонных вспышек и пример прогноза для 10 ноября 2013г. (http://www.spbf.sao.ru/cgi-bin/ion-p?page=rat_search.ion).

Авторы- Тохчукова С.Х., Богод В.М., Петерова Н.Г., Шендрик Е.В., Курочкин Е.А. СПбФ САО РАН, г. Санкт-Петербург, Россия, vbog_spb@mail.ru

Тохчукова С.Х., Богод В.М., Петерова Н.Г., Шендрик Е.В., Курочкин Е.А. Автоматическая система прогноза геоэффективных вспышек на основе анализа спектральных характеристик радиоизлучения активных областей. Подготовлена статья в журнал "Геомагнетизм и аэрономия" 2013

Измерения магнитного поля мелкомасштабной структуры спокойного Солнца по поляризованному радиоизлучению

Достигнута предельная чувствительность измерения поляризованного сигнала при многоволновых наблюдениях Солнца в микроволновом диапазоне. С этой целью на радиотелескопе РАТАН-600 были применены входные полосковые первичные облучатели в которых совмещены фазовые центры по правой и левой круговым поляризациям в широком диапазоне радиоволн 3-18.2 ГГц. Благодаря высокой точности совмещения удалось свести уровень инструментального сигнала ниже уровня собственных шумов системы. При наблюдениях мелкомасштабной структуры спокойного Солнца были зарегистрированы поляризованные сигналы, по которым сделаны оценки величины магнитного поля отдельных гранул в пределах 50-230 Гс в рамках механизма тормозного излучения

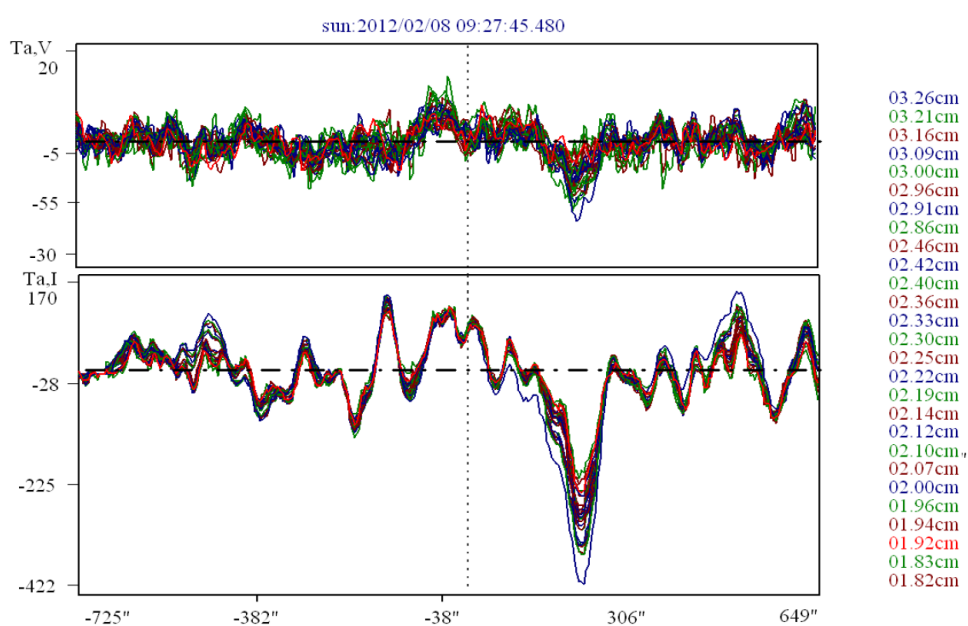


Рис. 1. Сканы параметра Стокса V (вверху) и I (внизу) для 8 февраля 2012 года в диапазоне длин волн от 1,82 до 3,26 см при 27 частот. Шкала антенной температуры антенны для V увеличена в 10 раз. Поляризованное излучение регистрируется выше фонового шума. Оценка величины степени поляризации равна примерно 4-5%. Справа приведен перечень длин волн использованных в измерениях

Публикации V. M. Bogod¹ С. E. Alissandrakis² T.I. Kaltman¹ S. Kh. Tokhchukova¹
 RATAN-600 Observations of Small Scale Structures with high spectral resolution, In press to Sol.Phys.

- 1) СПбФ САО РАН, г. Санкт-Петербург, Россия, 2) Университет в Иоанино, Греция

Обнаружение микроволнового предвестника крупной солнечной вспышки.

Проведено исследование процессов выделения и распространения энергии в солнечной двухленточной вспышке класса M3.2(SOL2013-05-17T08:43), произошедшей 17 мая 2013. Одновременные наблюдения на РАТАН-600 и спектрополяриметрах ИСЗФ (2-24 ГГц и 4-8 ГГц) позволили исследовать временную, пространственную и спектральную эволюцию микроволновых источников. Анализ показал существование предвестника в виде широкополосного уярчения источника вспышки в хвостовой части пятна, смещавшегося на предвспышечной фазе по направлению к головному пятну с сильным магнитным полем. При этом вспышечный источник, видимый на РАТАН-600, показывал сложную структуру, хорошо совпадающую со вспышечной аркадой, видимой в УФ линии 94А.

- 1) Впервые обнаружено существование прекурсора вспышки или предвспышечного источника в широком диапазоне микроволнового спектра возникшего за 20 минут до начала вспышки.
- 2). Отмечено ужесточение спектрального индекса источника микроволнового излучения, который начал уярчаться на фоне пятенных источников начиная с предвспышечной фазы.

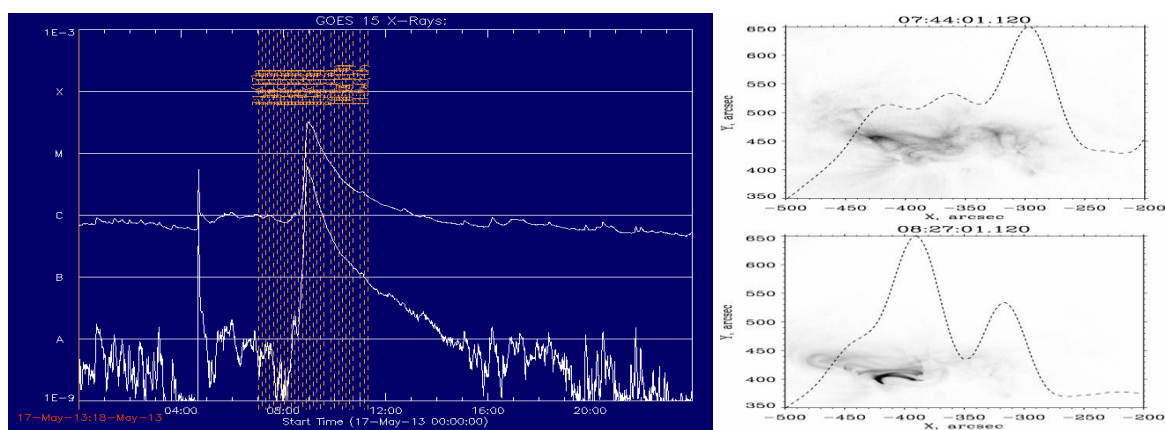


Рис 1. Слева-моменты наблюдений Солнца на РАТАН-600,нанесенные вертикальными линиями на профиль рентгеновского излучения по данным спутника GOES. Справа-одномерный профиль микроволнового излучения на волне 5.7 ГГц по данным РАТАН-600, нанесен на изображение вспышечной аркады в УФ (SDO AIA 94A), на два разных момента наблюдения на ранней предвспышечной фазе.

L.K. Kashapova , S.K.Tokhchukova , P. Kotrč and Yu. A.Kupryakov "Energy release processes during M3.2 solar flare on 17 May 2013" Готовится к публикации статья:

Прямые измерения высотной структуры магнитного поля в активных областях по наблюдениям в сантиметровом диапазоне волн.

Для непосредственного измерения высот магнитного поля используются одновременные многоволновые наблюдения активных областей Солнца на больших позиционных углах. При этом находящиеся на лимбе активные области регистрируются на одномерном скане вдали от его края, значительно уменьшая краевые лимбовые эффекты. Метод эффективно работает в периоды весеннего и осеннего равноденствий, когда позиционные углы максимальны.

Проведенные измерения дают возможность определять наклон магнитной структуры и ее высотный градиент. На примере многих наблюдений показано, что высотные структуры отличаются большим разнообразием от монотонных с градиентов около 0.1 Гс/км для спокойных областей до 1.6 Гс/км в случае вспышечно-активных областей.

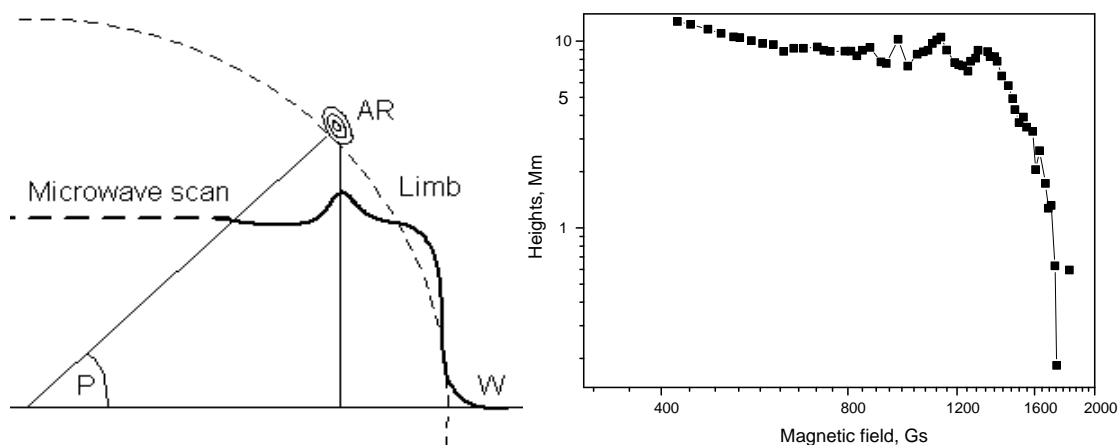


Рис.1 К методике измерения положения центра радиоисточника в активной области, который измеряется одновременно на многих длинах волн сантиметрового диапазона на радиотелескопе РАТАН-600. Угловое расстояние источника на разных длинах волн переводится в расстояние на диске Солнца, затем это расстояние с учетом позиционного угла P переводится в разность высот источника. Угол P есть угол направления на лимбовый источник из центра Солнца в азимутальной системе координат. Справа вертикальная структура магнитного поля для активной области NOAA 11289.

Авторы Богод В.М., СПбФ САО РАН, г. Санкт-Петербург, Россия,

Яснов Л.В. СПбГУ, г. Санкт-Петербург, Россия,

Публикация.Астрофизический бюллетень, т.68, №3, 2013, стр.366-370

Определено местоположение источника субсекундных импульсов микроволнового излучения во вспышке C2.4 10 августа 2011г

Разработана методика определения местоположения источника тонкой структуры микроволнового вспыхечного излучения, основанная на использовании одновременных наблюдений на РАТАН-600, ССРТ, и спектрополяриметре 4-8ГГц ИСЗФ. Комбинация этих данных позволяет с точностью до нескольких секунд дуги определить местоположение источника импульсов на Солнце (гелиографическую широту и долготу). Горизонтальная координата (расстояние источника импульсов от центра Солнца на скане) может быть определена по одним РАТАНовским наблюдениям при условии наличия смещения диаграмм в левой и правой круговой поляризации, и прописывании импульсов в обеих поляризациях

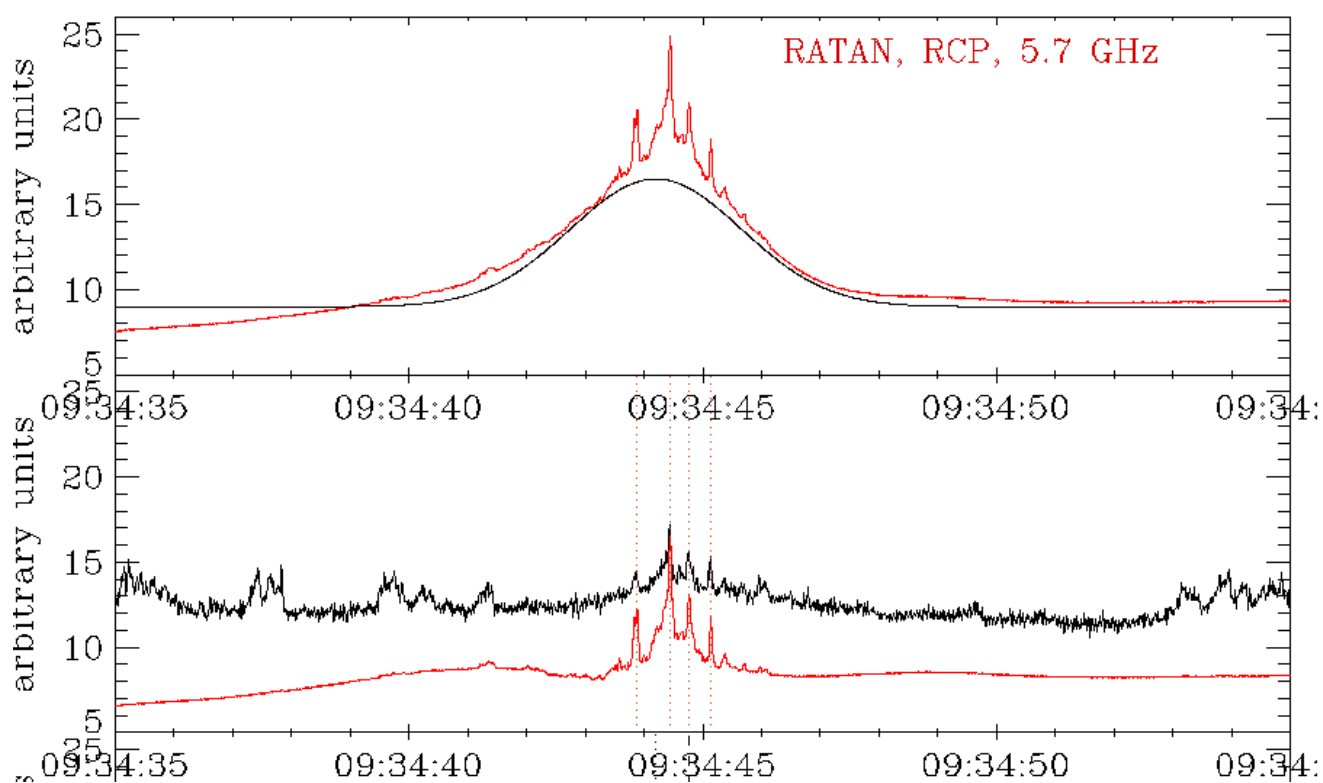


Рис. 1. Высокоточное сопоставление наблюдения субсекундных импульсов на РАТАН-600 и спектрополяриметров ИСЗФ.

. Для более точного определения местоположения, а также при наблюдениях в едином фазовом центре для R и L, используется временной профиль импульсных всплесков со спектрополяриметров. Использование наблюдений ССРТ позволяет определить вторую координату.

Жданов Д.А., Тохчукова С.Х., Лесовой С.В., Кашапова Л.К. Определение местоположение источников субсекундных импульсов микроволнового излучения по од-новременным наблюдениям на РАТАН-600, ССРТ, и спектрополяриметрах ИСЗФ. Готовится к публикации:

Исследование аномальной инверсии знака круговой поляризации микроволнового излучения активной области NOAA 11734 с привлечением данных совместных наблюдений радиотелескопов РАТАН-600 и ССРТ.

Проведены совместные наблюдения активной области 11734 с помощью радиотелескопов РАТАН-600 и ССРТ. Наблюдения выполнены на РАТАН-600 в полосе частот 3-18 ГГц и на ССРТ на частоте 5.7 ГГц с пространственным разрешением ~ 20 угл. сек. Обнаружено, что микроволновой источник над хвостовым пятном в период прохождения по диску Солнца сохранял аномальную (правую) круговую поляризацию во всей полосе наблюдательных частот.

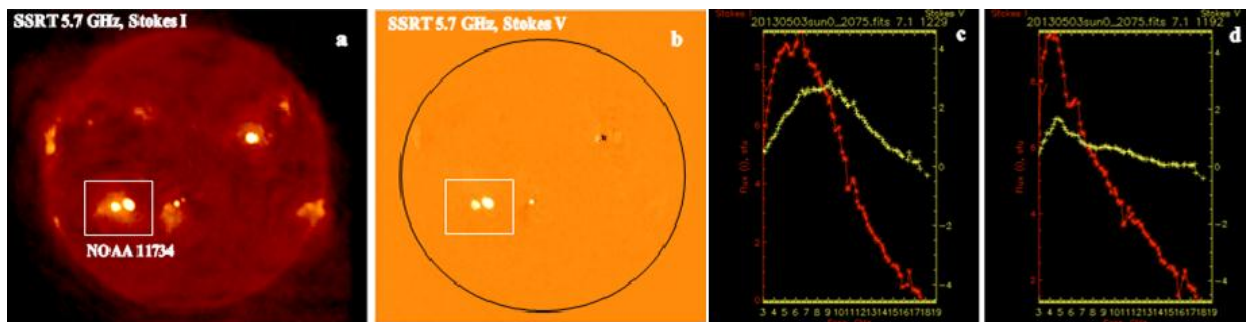


Рис.1 Пример наблюдений АО 11734 на дату 3 мая 2013 по данным ССРТ и РАТАН-600. (а) ССРТ 5.7 ГГц интенсивность I; (б) ССРТ 5.7 ГГц поляризация V; (в) спектр РАТАН-600 интенсивности (красная кривая) и поляризации (желтая кривая) ведущего пятна; (д) спектр РАТАН-600 хвостового пятна.

Для объяснения наблюдательных данных выполнена реконструкция коронального магнитного поля АО в приближении нелинейного бессилового поля с помощью т.н. оптимизационного метода.

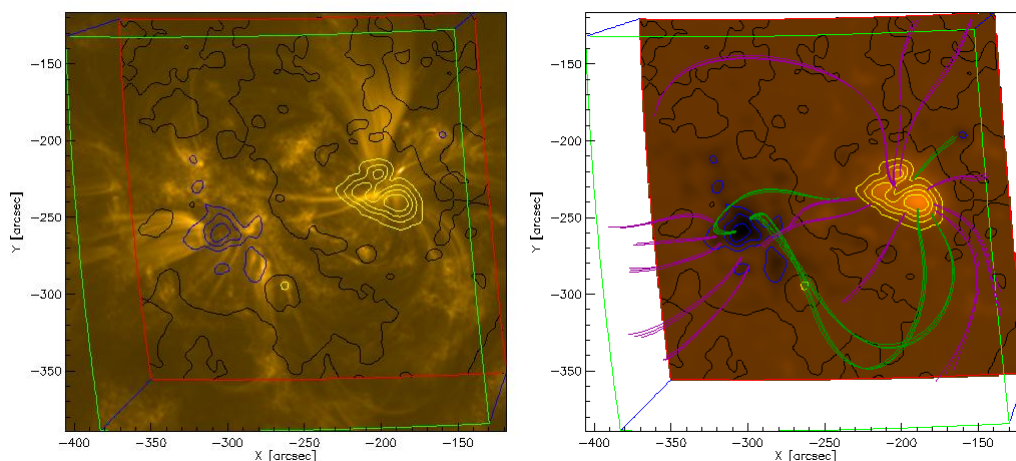


Рис.2 (а) Активная область 11734 на дату 4 мая 2013, 5:00 UT в линии 171A по данным AIA/SDO. Контурами показано измеренное фотосферное магнитное поле по данным магнитографа HMI/SDO; (б) Результат экстраполяции магнитного поля в корону с помощью оптимизационного метода.

- 1) На основе численного анализа сделан вывод о наличии на высотах ~ 50 тыс. км. над хвостовым пятном области квазипоперечного распространения мод радиоизлучения (QTP), что связано с замыканием поля северной полярности головного пятна на флоккульные поля тесно примыкающие к хвостовому пятну с востока. Из условия наблюда-

емой инверсии знака поляризации в QTP-области ~50 тыс. км. над хвостовым пятном в полосе частот 3-16 ГГц получено верхнее ограничение на электронную концентрацию плазмы $N_e \approx 5 \times 10^7 \text{ см}^{-3}$. При этом величина реконструированного магнитного поля составила $B=45 \text{ Гс}$.

Показано, что комплексные наблюдательные данные ССРТ и РАТАН-600 совместно с модельными расчетами является эффективным инструментом для построения трехмерного распределения параметров плазмы в активной области и адекватной интерпретации.

Авторы. Кочанов А.А., Кальтман Т.И., Мышьяков И.И., Тохчукова С.Х. и др.

Готовится к публикации:

Результат №7

Исследования параметров плазмы атмосферы спокойного Солнца и корональных дыр по наблюдениям ССРТ, РАТАН-600 и SDO/AIA.

Проведено моделирование спектрального излучения корональных дыр с использованием радиоданных ССРТ (5.7 ГГц), РАТАН-600 (3-17 ГГц), NoRH (17 ГГц) и Metsähovi (36 ГГц) и сопоставление с данными в крайнем ультрафиолете AIA КА SDO. В результате построена реалистичная модель тормозного радиоизлучения спокойных солнечных областей которая соответствует данным радионаблюдений (см. рис.1).

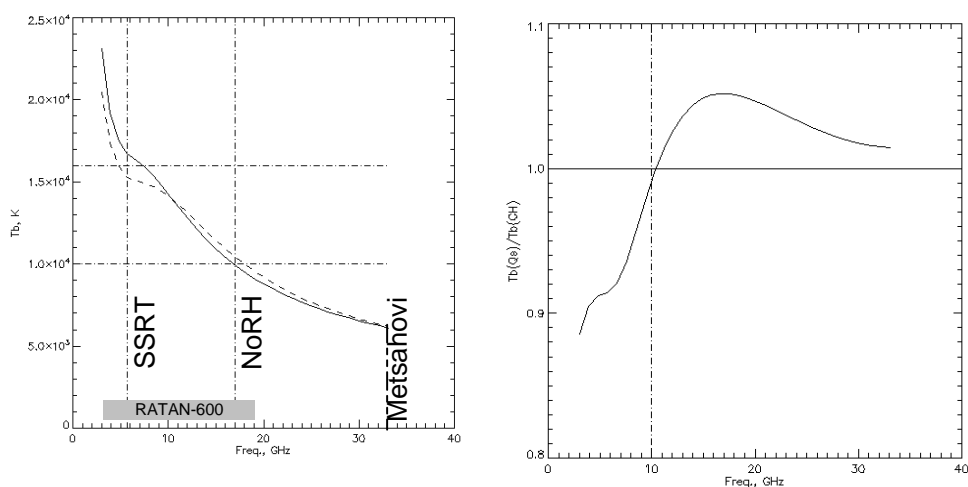


Рис.1. Модель спектра радиоизлучения спокойного Солнца (сплошная линия) и корональной дыры (пунктир) в диапазоне 3-34 ГГц (слева) и контраст корональной дыры относительно спокойного Солнца (справа) по данным наблюдений ультрафиолетового излучения. Горизонтальными линиями на левом рисунке отмечен уровень яркостных температур спокойного Солнца на ССРТ (5.7 ГГц), NoRH (17 ГГц) и Metsähovi (36 ГГц) (эти частоты обозначены вертикальными линиями). Вертикальная линия на правом рисунке соответствует переходной частоте между КД с пониженной и повышенной радиояркостью по данным РАТАН-600.

Разработанная модель объясняет наблюдательные факты, такие как : переход яркости по спектру в КД от потемнений к уярчениям, оптимальная частота температурной инверсии и др.

. Авторы. Просовецкий Д.В., Богод В.М. и др. Готовится совместная публикация:

Основные публикации в 2013г.

1. V.E.Abramov-Maximov, V.N.Borovik, L.V.Opeikina. *Microwave Radiation of Solar Active Regions before X Flares according to the RATAN-600 Observations in 2011*. Geomagnetism and Aeronomy, 2013, vol.53, No.8 pp. 989–996.
2. 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.
3. Богод В.М., Яснов Л.В. О высотной структуре радиоизлучения активных областей на Солнце в сантиметровом диапазоне длин волн *Астрофизический бюллетень*, т.68, №3, 2013, стр.366-370
4. Голубчина О.А., Коржавин А.Н. «Распределение яркостной температуры радиоизлучения полярной области Солнца в сантиметровом диапазоне длин волн», *Астрофизический бюллетень*, 2013, т.68, № 2, стр.232-239.
5. Голубчина О.А, « Специальные наблюдения Солнца на радиотелескопах БПР и РАТАН-600», Palmarium Academic Publishing, ISBN 978-3-659-98306-1, 2013
6. Kasharova, L. K.; Tokhchukova, S. K.; Rudenko, G. V.; Bogod, V. M.; Muratov, A. A. . *On the Possible Mechanisms of Energy Release in a C-class Flare*. *Central European Astrophysical Bulletin*, Vol. 37, p. 573-583, 2013.
7. Т. И. Кальтман, В. М. Богод, А. Г. Ступишин, Л. В. Яснов: О физических условиях в нижней короне и хромосфере активных областей на солнце по результатам спектральных радиоизмерений, *Геомагнетизм и Аэрономия*, 2013, 53, N8. (Перевод: Т.И. Kaltman, V.M. Bogod, A.G. Stupishin, L.V. Yasnov, Physical Conditions in the Low Corona and Chromosphere of Solar Active Regions according to Spectral Radio Measurements, *Geomagnetism and Aeronomy*, 2013, Vol. 53, No. 8, pp.1030-1034)
8. V.E.Abramov-Maximov, V.N.Borovik, L.V.Opeikina, A.G.Tlatov. *Peculiarities of the Development of Active Regions on the Sun prior to Strong X-Class Flares: Joint Analysis Data from the RATAN-600 Radio Telescope and SDO Space Observatory*. *Cosmic Research*, 2014, vol.52, No.1, pp.1-14.

Б) Находятся в печати

1. Kaltman T.I., Kurochkin E.A., Shendrik A.V., Tokhchukova S.Kh. *Information system for testing the Tanaka-Enome criterion and forecasting the solar activity based on microwave observations* Fifth Workshop Solar Influences on the Magnetosphere, Ionosphere and Atmosphere Nessebar, Bulgaria, 3-7 June 2013 (*статья в печати в SUN and GEOSPHERE International Journal of Research and Applications*, <http://www.sungeosphere.org>)
2. ¹Кальтман Т.И., ¹Богод В.М., ²Ступишин А. Г., ²Яснов Л.В. О физических условиях в нижней короне и хромосфере активных областей на Солнце по результатам спектральных радиоизмерений. *Geomagnetism and Aeronomy*, 2013, (сдано в печать 2013)
3. О.А. Голубчина, А.Н. Коржавин: Сравнительный анализ распределений яркостных температур полярной области Солнца по данным наблюдений солнечного за-

- тмения 29.03.06 г. на РАТАН-600 в микроволновом диапазоне длин волн, 2013, Геомagnetизм и аэрономия, (сдано в печать 2013)
4. *Абрамов-Максимов В.Е., Боровик В.Н., Опейкина Л.В., Глатов А.Г.* Особенности развития активных областей на Солнце перед большими вспышками класса X: Анализ данных радиотелескопа РАТАН-600 и космической обсерватории SDO. Космические исследования, 2013. (в печати).
 5. *V.M.Bogod Spectral-polarization data at RATAN-600 as additional view to NoRH observations* Proceedings of SPRO2012, NSRO, No2 (in press).
 6. *Кашапова Л.К., Тохчукова С.Х., Жданов Д.А., Богод В.М., Руденко Г.В.* Субсекундные колебания во вспышке 10 августа 2011 по наблюдениям на РАТАН-600 и Сибирском солнечном спектрополяриметре диапазона 4-8 ггц. Геомagnetизм и аэрономия, (сдано в печать 2013)
 7. *B. I. Ryabov, D. E. Gary, N. G. Peterova, N. A. Topchilo* DEPLETION IN CORONAL AND CHROMOSPHERIC EMISSION ABOVE LARGE ISOLATED SUNSPOTS (to be prepared to Solar Physics)
 8. *Bogod V.M., Kaltman T.I., Kurochkin E.A., Shendrik A.V., Tokhchukova S.Kh.* Analysis of powerful flare events at the maximum of solar cycle 24 in a wide range of microwaves Fifth Workshop Solar Influences on the Magnetosphere, Ionosphere and Atmosphere Nessebar, Bulgaria, 3-7 June 2013 (сдана статья в SUN and GEOSPHERE International Journal of Research and Applications, <http://www.sungeosphere.org>)
 9. *Богод В. М., Кальтман Т. И., Ступишин А. Г., Яснов Л. В.* Исследование интенсивного радиоизлучения активных областей с низкой степенью поляризации в широком диапазоне длин волн по наблюдениям на радиотелескопе РАТАН-600 (To be presented to Solar Physics)

Участие в работе и организации конференций в 2013 году:

А) Перечень докладов и на российских конференциях

Восьмая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе" (4 - 8 февраля 2013 г, ИКИ РАН) Тезисы докладов

http://plasma2013.cosmos.ru/sites/plasma2013.cosmos.ru/files/Abstract_Book_IKI_Plasma-2013.pdf

1. *В.М. Богод, С.Х. Тохчукова* О мелкомасштабной активной структуре нижней короны солнца
2. *Т. И. Кальтман, В. М. Богод, А. Г. Ступишин, Л. В. Яснов* ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МЕЖПЯТЕННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ АКТИВНОЙ ОБЛАСТИ.
3. *Л.К. Кашапова, С.Х. Тохчукова, Д.А. Жданов, В.М. Богод, Г.В. Руденко, И.И. Мышьяков* Диагностика процессов выделения и переноса энергии в слабых вспышках
4. *Абрамов-Максимов В.Е., Боровик В.Н., Опейкина Л.В.* Особенности микроволнового излучения активных областей перед мощными рентгеновскими вспышками класса X.

Всероссийская астрономическая конференция «Многоликая Вселенная», ВАК - 2013 (23-27 сентября 2013 г, Санкт-Петербург) Тезисы докладов

<http://onlinereg.ru/VAK-2013>

1. *В.Е. Абрамов-Максимов, В.Н. Боровик, Л.В. Опейкина, А.Г. Глазов.* Микроволновые источники над нейтральной линией в активных областях как прогностический фактор больших вспышек на Солнце, Тезисы докладов, с.6.
2. *Богод В.М., Кальтман Т.И., Тохчукова С.Х.* Свойства мелкомасштабной компоненты (хромосферной сетки) по многоволновым наблюдениям на РАТАН-600 Тезисы докладов, с.33
3. *Богод В.М., Яснов Л.В.* пекулярные источники над нейтральной линией сагнитного поля в активной области. Тезисы докладов, с.34.
4. *Коржавин А.Н., Богод В.М., Тохчукова С.Х., Курочкин Е.А., Шендрик А.В.* Расчет горизонтального размера диаграммы направленности РАТАН-600 в режиме "Южный сектор с плоским отражателем" с учетом параметров первичных облучателей. Тезисы докладов, с.163-164.
5. *О.А. Голубчина, А.Н. Коржавин,* «Яркостные температуры и электронные концентрации в полярной области Солнца по данным наблюдений в микроволновом диапазоне», Тезисы докладов, стр.57.
6. *Тохчукова С.Х., Курочкин Е.В., Шендрик А.В.* Тестирование критериев прогноза солнечной активности на основе анализа спектральных характеристик радиоизлучения активных областей. Тезисы докладов, с.254
7. *Богод В.М., Тохчукова С.Х., Кашанова Л.К.* Возможности диагностики параметров вспышечной плазмы по наблюдениям на РАТАН-600. 33-34
8. *Т.И. Кальтман* К уточнению модели активной области с развитым гало. Тезисы докладов, с.108
9. *Петерова Н.Г., Опейкина Л.В, Топчило Н.А.* Об источниках типа «гало» по наблюдениям активной области NOAA 7123 в микроволновом диапазоне излучения. Всероссийская астрономическая конференция «Многоликая Вселенная», 23-27 сентября 2013, Санкт-Петербург. Тезисы докладов, с.209- 210.

Всероссийская конференция по солнечно-земной физике, посвящённой 100-летию со дня рождения члена- корреспондента РАН В.Е. Степанова Иркутск, (16-21.09.2013)

- *В.М.Богод, С.Х.Тохчукова* Широкодиапазонные исследования радиоизлучения солнечной атмосферы

CESRA-2013: (Прага, 24 – 29 June 2013) <http://wave.asu.cas.cz/cesra2013/>

<https://wave.asu.cas.cz/cesra2013/contents/abstracts/abstracts.html>

1. *1) C. E. Alissandrakis, S. Tokhchukova, V. Bogod, and E. Zlotnik* Peculiar Polarization Inversion Observed with the RATAN-600 Radio Telescope
https://wave.asu.cas.cz/cesra2013/contents/abstracts/pdf/abstracts_0067.pdf

2. *V. Bogod, S. Tokhchukova, and C. E. Alissandrakis* RATAN-600 Observation of Small-scale Structure in the Quiet Sun with High Spectral Resolution
https://wave.asu.cas.cz/cesra2013/contents/abstracts/pdf/abstracts_0038.pdf
3. *V. Bogod and S. Tokhchukova* Solar observations with RATAN-600 at the maximum of the solar cycle 24
https://wave.asu.cas.cz/cesra2013/contents/abstracts/pdf/abstracts_0112.pdf
4. *L. K. Kashapova, H. Meszarosova, S. K. Tokhchukova, D. A. Zhdanov* On the excitation mechanism of sub-second pulses in the faint flare
https://wave.asu.cas.cz/cesra2013/contents/abstracts/pdf/abstracts_0064.pdf
5. *V.E.Abramov-Maximov, V.N.Borovik, L.V.Opeikina.* The microwave source above the neutral line in active region as a factor in predicting flares.
6. *V. M. Bogod, L. V. Yasnov* Neutral line associated sources
7. *B. I. Ryabov, D. E. Gary, N. G. Peterova, N. A. Topchilo* Depletion in coronal and chromospheric emission above large isolated sunspot
8. *J. E. Pérez-León, J. E. Mendoza-Torres, D. Hiriart, V. Bogod* An off-limb prominence observed by RATAN-600 and SST
9. *V. Bogod, S. Tokhchukova, C. E. Alissandrakis* RATAN-600 Observation of Small-scale Structure in the Quiet Sun with High Spectral Resolution

Solar Influences on the Magnetosphere, Ionosphere and Atmosphere Nesebar, Bulgaria, 3-7 June 2013 <http://ws-sozopol.stil.bas.bg> http://ws-sozopol.stil.bas.bg/pages/Pres_copy2013.html

- 1) *Kaltman T.I., Kurochkin E.A., Shendrik A.V., Tokhchukova S.Kh.* Information system for testing the Tanaka-Enome criterion and forecasting the solar activity based on microwave observations http://ws-sozopol.stil.bas.bg/2013Nesebar/Kaltman_oral.pdf
- 2) *Bogod V.M., Kaltman T.I., Kurochkin E.A., Shendrik A.V., Tokhchukova S.Kh.* Analysis of powerful flare events at the maximum of solar cycle 24 in a wide range of microwaves. http://ws-sozopol.stil.bas.bg/2013Nesebar/Kaltman_oral_2.pdf

COSPAR Symposium Cosmic Magnetic Fields: Legacy of A.B. Severny, September 2-6 2013, CRAO Доклады на конференции COSPAR в КраО.

- *N.G.Peterova¹, N.A.Topchilo²* A CORONAL MAGNETIC FIELD and SOURCES OF RADIO EMISSION above SUNSPOTS: capabilities of researches and problems
- *V.E.Abramov-Maximov, V.N.Borovik, L.V.Opeikina, A.G. Tlatov.* Evolution of solar active regions before the X-class flares based on the RATAN-600 and SDO/HMI data.

В выполнении проекта принимали участие

Общее количество научных сотрудников	13
академики и члены-корреспонденты РАН	0
доктора наук	4

	кандидаты наук	4
	научные сотрудники, и.т.р. и др.	5

Основные публикации

	Общее количество публикаций по проекту	15
	статьи в реферируемых журналах (ДАН и др.)	14
	монографии	1
	статьи в сборниках научных трудов	10
	доклады на международных и региональных конференциях	29

В ходе проекта в 2013 в реферируемых журналах : вышло из печати 8 статей, 9 статей находятся в печати, 5 статей в подготовке к печати.

В нереперируемых сборниках вышло из печати 10 статей.

Научный руководитель темы д.ф.м.н. В.М.Богод

Со-руководитель темы от ИСЗ.....д.ф.м.н. А.Т.Алтынцев

“17” декабря 2013г.