

ПОЛНОТЕКСТОВЫЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ ЗА 2008 ГОД ПО ПРОЕКТУ РФФИ 06-02-17034-а
Форма 501. КРАТКИЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ

1.1. *Номер проекта*
06-02-17034

1.2. *Руководитель проекта*
Тохчукова Сусанна Хасановна

1.3. *Название проекта*
Моделирование плазменных структур в солнечной атмосфере по радиоастрономическим наблюдениям на РАТАН-600

1.4. *Вид конкурса*
а - Инициативные проекты

1.5. *Год представления отчета*
2009

1.6. *Вид отчета*
итоговый (2006-2008)

1.7. *Аннотация*

Создана единая информационная система для сбора, хранения, обработки, анализа, моделирования и выдачи информации по наблюдениям Солнца в радиодиапазоне, основанная на данных многоволновых спектрально-поляризационных наблюдений нового радиометрического комплекса на РАТАН-600.

Система предоставляет свободный и авторизованный сетевой доступ коллективам научных учреждений РАН и заинтересованным зарубежным пользователям к данным наблюдений Солнца на радиотелескопе РАТАН-600 ежедневно после завершения наблюдений. Система осуществляет автоматический контроль качества данных, с рассылкой предупреждений о неисправных каналах ответственным сотрудникам; первичную обработку данных с созданием архива второго уровня, поиск активных образований и их отождествление. Для работы в интерактивном режиме система предоставляет веб-приложения на ION (IDL on The Net) Script для анализа данных, в том числе получения в виде графиков и таблиц следующих результатов: спектров интенсивности и поляризованного излучения выбранной точки на скане; вычитания уровня спокойного Солнца; сопоставления с данными других обсерваторий; расчета наблюдаемых параметров солнечных источников (размеры, плотность потока, яркостная температура, степень поляризации) на основе алгоритмов распознавания локальных источников и гаусс-анализа; подбор физических параметров плазмы (магнитное поле, температура короны, концентрация частиц) для соответствующих образований на уровне короны и переходной области с помощью моделирования радиоизлучения активных областей, в рамках современных представлений о солнечных активных образованиях. Основой для создания приложений для автоматизированного анализа являются многолетние исследования, проведенные по наблюдениям различных солнечных радиоисточников на РАТАН-600 (как для спокойного Солнца, так и для разнообразных структур, входящих в состав магнитосфер активных областей, в том числе и предвспышечных) и выработанные на их основе методики определения физических характеристик излучающих областей и модельные представления. Проведенные за отчетный период новые исследования по моделированию различных динамических и медленно меняющихся явлений в плазменных структурах в солнечной атмосфере расширяют возможности для диагностики физических параметров плазмы на основе данных РАТАН-600. В частности, получены новые результаты по самоинверсии знака поляризации в гало, теплового циклотронного излучения горячих корональных петель, особенностей поляризационной структуры микроволновых источников, которые опубликованы в ПАЖ и Solar Physics. Также впервые по данным наблюдений пятенного источника на РАТАН-600 восстановлено распределение параметров плазмы переходной зоны (магнитного поля и температуры). Плавный ход температуры с высотой, найденный из наблюдений, противоречит широко распространенной двухступенчатой модели распределения температуры в переходной зоне. Новые разработки позволили оценивать ширину переходного слоя и градиент температур для каждого наблюдаемого одиночного пятенного источника. Полученные результаты (в частности, хорошо разработанная модель пятенного источника), представлены на сайте в виде приложений для моделирования. Информационная система может быть использована на начальном этапе подготовки научных публикаций, для отбора наблюдательного материала (по наличию нужных объектов на скане), оценки наблюдаемых параметров солнечных источников, и подбора физических параметров этих источников с помощью моделирования. Выбор IDL и ION Script в качестве основных технологий для обработки и визуализации данных позволяет использовать имеющиеся библиотеки SolarSoft для обработки спутниковых данных, и богатые графические возможности IDL для отображения $I(r,v)$, $V(r,v)$ и др. в виде графиков, двухмерных и трехмерных изображений.

.

- 1.8. *Полное название организации, где выполняется проект*
Санкт-Петербургский филиал САО РАН

"Исполнители проекта согласны с опубликованием (в печатной и электронной формах) научных отчетов и перечня публикаций по проекту"

Подпись руководителя проекта

Форма 502. КРАТКИЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

- 2.1. *Номер проекта*

06-02-17034

- 2.2. *Руководитель проекта*

Tokhchukova Susanna Chasanovna

- 2.3. *Название проекта*

Modeling of solar plasma structures from radio observations on RATAN -600

- 2.4. *Год представления отчета*

2009

- 2.5. *Вид отчета*

итоговый (2006-2008)

- 2.6. *Аннотация*

The uniform intelligence system for collection, storage, processing, analysis, modeling and information output on solar observations in a radio range, based on the data of multiwave spectral-polarization observations of the new radiometric complex on PATAH-600 is created.

The system provides a free and authorized network access to collectives of scientific institutions of the Russian Academy of Sciences and interested foreign users to the data of solar observations on radio telescope RATAN-600 daily after end of observations. The system carries out automatic quality control of the data, with dispatch of warnings on faulty channels to responsables; a preprocessing of the data with creation of the second level archive, search of active regions and their identification. For operation in an interactive mode the system provides web applications on ION (IDL on The Net) Script for the analysis of the data, including obtaining the plots and tables of the following results: spectra of intensity and polarization radiation of the selected point on the Sun; subtraction of level of the quiet Sun; comparisons to the data of other observatories; calculation of observable parameters of solar sources (sizes, flux density, brightness temperature, polarization degree) on the basis of algorithms of recognition of local sources and the gauss-analysis; selection of physical parameters of plasma (magnetic field, corona temperature, concentration of particles) for corresponding structures at the corona and transition region levels by means of modeling of a radio emission of active regions, within the limits of modern views on solar active structures.

Basis for the created applications for the automated analysis are the long-term researches spent on observations of various solar radiation sources on RATAN-600 (both for the quiet, and variable structures which are a part of active region magnetospheres, including preflare stages) and the techniques of definition of physical characteristics of emission areas worked out on their basis, and models. New results on modeling of various dynamic and slowly varying phenomena in plasma structures in the solar atmosphere expand possibilities for diagnostics of physical plasma parameters on the basis of data RATAN-600 were obtained. In particular, new results on self-inversion of the polarization sign in halo, thermal cyclotron radiation hot coronal closed loops, and features of polarization structure of microwave sources were published in the Astronomy letters and Solar Physics. Also for the first time based on the observations of a sunspot associated source on RATAN-600 the allocation of plasma parameters (magnetic field and temperature) in the transition region is restored. The smooth course of temperature with the height, found from observations, contradicts widespread two-level model of allocation of temperature in the transition region. New researches allow to estimate a width and gradient temperature of the transition layer for everyone observable single sunspot. The received results (in particular, the well developed model of a sunspot associated source), are presented on the web site as applications for modeling.

The intelligence system can be used at the initial stage of scientific publications preparation, for selection of an observational data (on presence of the necessary objects on the Sun), estimations of observable parameters of solar sources, and selection of physical parameters of these sources by means of modeling. Choice of IDL and ION Script as main technologies for processing and visualization of the data allows to use available SolarSoft libraries for processing of the satellite data, and rich graphical possibilities of the IDL for the visualization of the $I(r, \nu)$, $V(r, \nu)$ etc as plots, 2D and 3D images.

- 2.7. *Полное название организации, где выполняется проект*

Saint-Petersburg Branch of the Special Astrophysical Observatory RAS

Форма 503. РАЗВЕРНУТЫЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ

- 3.1. *Номер проекта*
06-02-17034
- 3.2. *Название проекта*
Моделирование плазменных структур в солнечной атмосфере по радиоастрономическим наблюдениям на РАТАН-600
- 3.3. *Коды классификатора, соответствующие содержанию фактически проделанной работы*
02-830 07-410 07-520
- 3.4. *Объявленные ранее (в исходной заявке) цели проекта на 2008 год*
В 2008 г планировалось завершить работы, выполнив основные задачи проекта. Ожидаемые в конце 2008 года научные результаты:
- доработать систему автоматического контроля наблюдений и обработки полученных данных;
 - доработать методику заполнения базы данных расчетными физическими параметрами плазмы;
 - разработать сетевое приложение для моделирования пятенных источников через веб-интерфейс;
 - выработать критерии для автоматизированной оценки вспышечной продуктивности активных областей на основе спектрально-поляризационных радио наблюдений.

Конечной целью проекта (на 2006 - 2008 гг) являлась организация свободного сетевого доступа коллективам научных учреждений РАН и заинтересованным зарубежным пользователям к данным наблюдений на новом радиометрическом комплексе наблюдений Солнца на радиотелескопе РАТАН-600 расширенных расчетными параметрами физических структур в рамках современных физических моделей солнечных образований.

- 3.5. *Степень выполнения поставленных в проекте задач*
Поставленные в проекте конечные цели достигнуты. Возможно дальнейшее развитие созданной информационной системы.
- 3.6. *Полученные за отчетный период важнейшие результаты*
Разработана информационная система, осуществляющая сбор, хранение, обработку, анализ, моделирование, и выдачу через WEB-интерфейс информации по наблюдениям Солнца в радиодиапазоне, основанная на данных многоволновых спектрально-поляризационных наблюдений нового радиометрического комплекса на РАТАН-600.
- Сбор данных включает в себя комплекс технических и методических задач, таких как: отладка многоканальной быстродействующей системы регистрации, разработка методик обработки данных и коррекции искажений нового радиометрического комплекса, модернизация программного обеспечения, повышение надежности и пропускной способности каналов передачи данных, создание резервных способов передачи данных; автоматический контроль качества данных, с отсылкой сообщений о найденных неисправных каналах ответственным сотрудникам.

Ядром созданной ИС является сервер «prognoz» - специализированный компьютер, работающий под управлением ОС Fedora core 6, территориально расположенный в СПбФ САО РАН, и входящий в компьютерную сеть САО РАН. На сервере установлено все необходимое программное обеспечение для решения задач проекта, включая веб-сервер Apache, СУБД Oracle 10 XE, IDL 6.4 (+ SolarSoft) и ION Script 6.4, компилятор Fortran, а также Perl и PHP с драйверами для Oracle.

Перенос данных с облучателя РАТАН-600 на сервер prognos в настоящее время осуществляется каждый день после проведения наблюдений в два шага: облучатель-> веб-сервер САО РАН-> сервер «prognos»

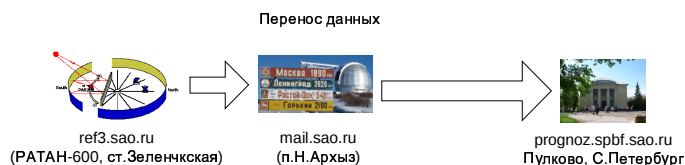


Рис1. Перенос данных

Вид доступа (свободный или требующий авторизации) к данным РАТАН-600 зависит от уровня обработки данных (см таблицу 1). Доступ возможен по sftp (в локальной сети СПбФ САО РАН) и по протоколу http через веб-сайт «Диагностико-прогностический центр». Кроме данных и приложений для их анализа на сайте представлена традиционная для веб-сайтов обсерваторий сопутствующая информация о наблюдениях Солнца на РАТАН-600: журнал наблюдений, технические характеристики антенны и приемного комплекса, программы и утилиты для более детальной обработки данных.

Таблица 1. Доступ к данным

Уровень обработки - тип данных, расширение	Размер файла	Доступ из локальной сети СПбФ CAO по sftp	Доступ к FITS файлам по http	Доступ к данным в графическом виде (из приложений)
0 - "сырые" без заголовка, DAT	45 Мб	Свободный	Не предусмотрен	Не предусмотрен
1 - необработанные, FITS	1 Мб	Свободный	Авторизованный	Свободный
2 - прошедшие первичную обработку и удаление неисправных каналов, FITS	1 Мб	Свободный	Свободный	Свободный

Сервер также осуществляет ежедневный сбор с веб-сайтов других обсерваторий данных, т.к. наложение скана на выбранной частоте на двумерное изображение Солнца часто используется для определения второй координаты, отождествления области излучения (межпятенный источник, источник над головным пятном, источник в основании петли и др.), и получения астрофизических выводов на основании смещения максимумов излучения в различных диапазонах и др.

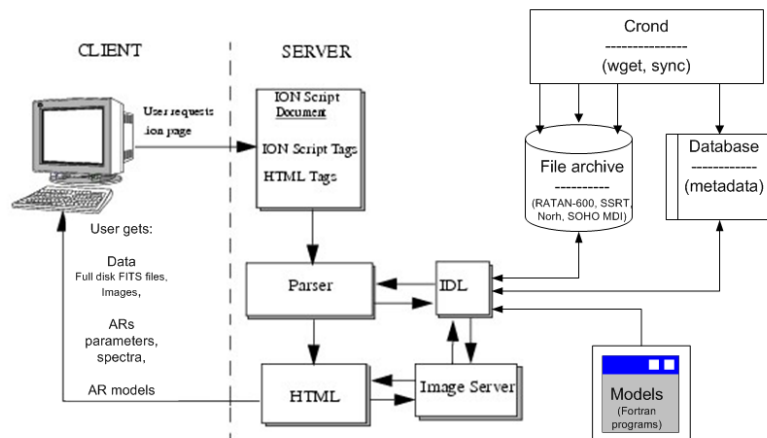


Рис.2 Интерфейсы для обработки данных и моделирования, представленные на сайте, реализованы на языке ION Script, который выполняет запуск IDL программ в многопользовательском режиме посредством WEB-браузера и совместим с языком Hyper Text Markup Language (HTML). Для модельных расчетов IDL запускает внешние программы на языке Фортран. Пополнение файловых архивов и базы данных инициируется планировщиком задач cronD согласно заданному графику.

Для облегчения поиска данных РАТАН-600 по различным параметрам (например, время наблюдения, азимут) создана база данных под управлением Oracle XE 10. В БД после переноса данных заносятся параметры из заголовков FITS каждого файла, и ссылка на файл. Сами файлы с данными хранятся в файловой системе. При этом обеспечивается быстрый и удобный поиск данных в БД, но при «зависании» БД поиск может также осуществляться по каталогам в файловой системе.

Структура БД предусматривает, кроме хранения наблюдательных данных, хранение полученной на их основе информации о параметрах локальных источников и вычисленных физических параметрах плазменных структур на Солнце. Поиск в базе данных на данный момент осуществляется по трем основным параметрам (дата, время, азимут). Сценарий обработки (с вычитанием спокойного солнца, с поиском локальных источников) и способ визуализации (двухмерная карта, трехмерная поверхность, и пр.), которые будут применены для просмотра данных при нажатии на соответствующую пиктограмму, задаются перед поиском, путем выбора параметра "Image type" (см. рис. 3).

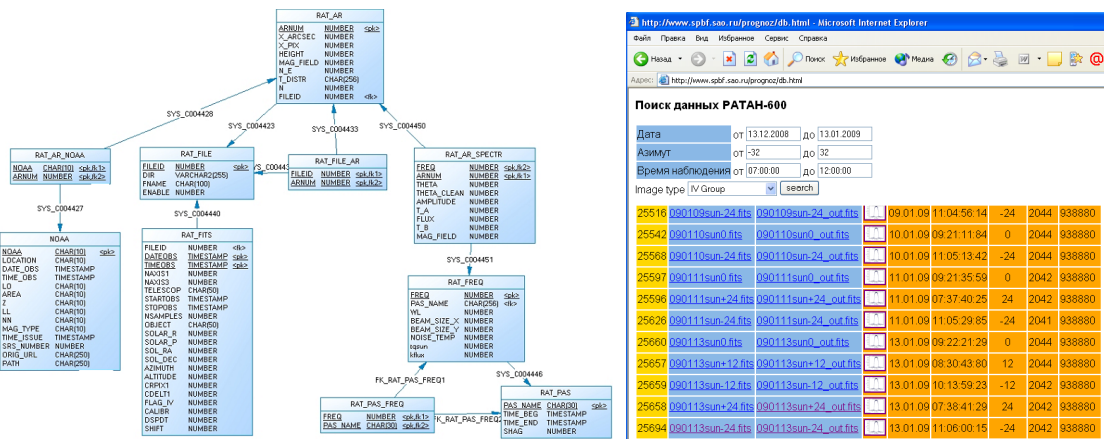


Рис. 3 Слева- модель БД, справа- интерфейс для поиска в БД.

В отличие от веб-сайтов большинства обсерваторий, предоставляющих только доступ к наблюдательным данным, rprognoz предоставляет WEB - приложения для интерактивного анализа данных в онлайн в многопользовательском режиме. Пользователю достаточно веб-браузера для решения задач на начальном этапе подготовки научной публикации - отбора наблюдательного материала (по наличию нужных объектов на скане), оценки наблюдаемых параметров солнечных источников и нахождения физических параметров этих источников (магнитное поле, температура, концентрация частиц) на уровне короны и переходной области путем подбора с помощью моделирования в рамках современных представлений о солнечных активных образованиях.

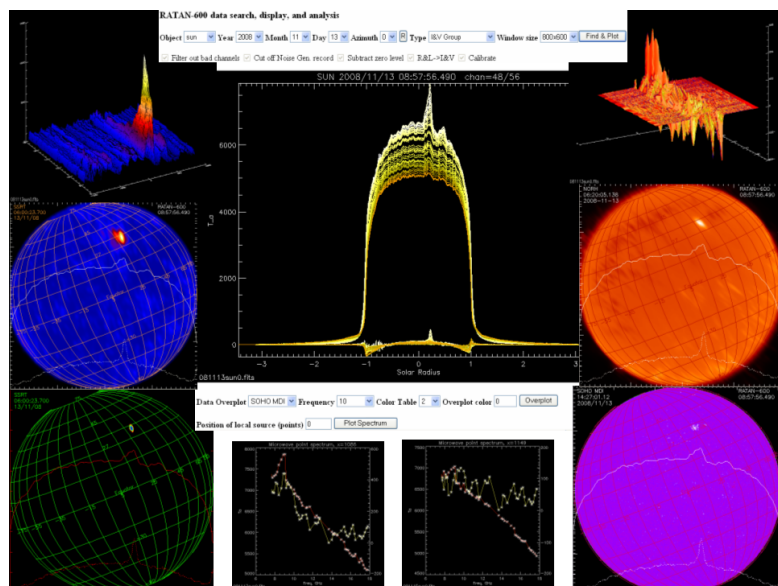


Рис 3. Выбор IDL и ION Script в качестве основных технологий для обработки и визуализации данных позволяет использовать имеющиеся библиотеки SolarSoft для обработки спутниковых данных, и богатые графические возможности IDL для отображения $I(r,v)$ и $V(r,v)$ в виде графиков, двухмерных и трехмерных изображений.

Автоматизация таких функций анализа данных, как получение спектров интенсивности и поляризованного излучения, вычитание уровня спокойного Солнца, сопоставление с данными других обсерваторий, получение наблюдаемых параметров солнечных источников (размеры, плотность потока, яркостная температура, степень поляризации) в виде графиков и таблиц на основе алгоритмов распознавания локальных источников и их гаусс-анализа, обеспечивает более эффективное и оперативное использование данных РАТАН-600 для решения таких актуальных задач физики Солнца, как изучение процессов переноса энергии, ранней фазы вспышечной активности, которая характеризуется резкими изменениями магнитного поля на слабом уровне в корональных слоях и переходной зоне.

Основой для создания приложений для автоматизированного анализа являются многолетние исследования, проведенные по наблюдениям различных солнечных радиоисточников на РАТАН-600 (как для спокойного Солнца, так и для разнообразных структур, входящих в состав магнитосфер активных областей, в том числе и предвспышечных) и выработанные на их основе методики определения физических характеристик излучающих областей и модельные

представления.

Моделирование радиоизлучения магнитосфер солнечных активных областей и спокойного Солнца по наблюдениям в радиодиапазоне (строение и механизмы излучения различных компонент, особенности теплового магнито-тормозного излучения солнечных пятен и корональных петель и их влияние на наблюдательные характеристики активных областей, возможные причины смены знака поляризации радиоизлучения, вклад нетепловых механизмов излучения) существенно дополняет астрофизическую интерпретацию наблюдений Солнца и является важной составной частью создания сетевого интерактивного ресурса данных для прогноза и диагностики солнечной активности на основе регулярных данных радионаблюдений Солнца на РАТАН-600.

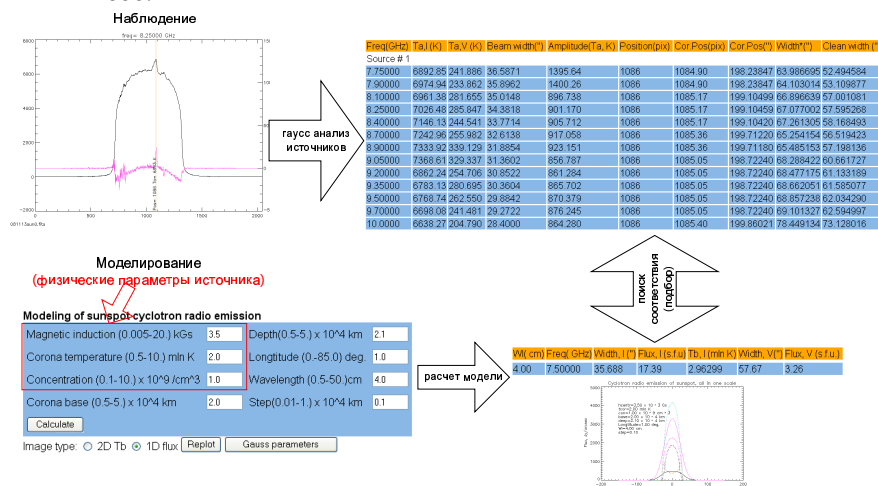


Рис. 4 Связь между данными и моделями на сайте. Для получения физических параметров источника, нужно добиться, путем подбора входных параметров модели, наиболее полного совпадения результатов модельных расчетов (таблица 2) с результатами гаусс-анализа наблюдаемого источника (таблица 1).

За отчетный период участниками проекта проведены новые исследования по моделированию различных динамических и медленно меняющихся явлений в плазменных структурах в солнечной атмосфере, получены значительные результаты, которые расширяют возможности для диагностики физических параметров плазмы на основе данных РАТАН-600. Так, например:

- На основе моделирования микроволнового излучения пятенных циклотронных источников уточнен метод оценок эффективных яркостных температур, размеров и высот источников над фотосферой при обработке наблюдений на РАТАН-600. Оценено влияние эффекта проекции на уменьшение видимого размера источника, вызывающее уменьшение эффективных размеров источника в полном излучении и увеличение размеров в поляризованном излучении и возрастание его яркостных температур. Предложены соответствующие методические коррекции.
- Промоделирован метод оценки эффективной высоты источника излучения по измерениям отклонения центра тяжести излучения от геометрического центра источника при приближении к лимбу.

- Разработана методика восстановления распределения параметров плазмы в переходной зоне по данным наблюдений одиночных пятен, позволяющая оценивать ширину переходного слоя и градиент температур для каждого наблюдаемого пятенного источника.

Также получены новые результаты по самоинверсии знака поляризации в гало, теплового циклотронного излучения горячих корональных петель, особенностей поляризационной структуры микроволновых источников которые опубликованы в ПАЖ и Solar Physics.

Полученные результаты по моделированию различных образований на Солнце представлены на сайте в виде приложений для моделирования. В частности, на данный момент на сайте пользователь может проводить моделирование дипольной магнитной структуры пятенного источника и петельного источника, магнитотормозного излучения пятенного источника (в 2 вариантах, с различным подходом к решению интегрирования уравнения переноса излучения), радиоизлучения яркого источника хромосферной сетки, радиоизлучения петельной структуры (с учетом нетепловых механизмов излучения), радиоизлучения модельного источника упрощенной (кубической) формы.

Степень новизны полученных результатов

Новизна полученных результатов обеспечивается эффективностью использования нового приемного комплекса высокого разрешения на радиотелескопе РАТАН-600. Результаты по моделированию пятенных источников (восстановление распределение параметров плазмы переходной зоны) получены впервые, и дают возможность сделать подобные расчеты рутинными, для онлайн диагностики параметров плазмы.

3.8. Сопоставление полученных результатов с мировым уровнем

Данные, получаемые на новом комплексе, в сочетании с возможностями радиотелескопа РАТАН-600, дают уникальную, не дублируемую другими инструментами информацию о физических структурах в солнечной атмосфере, благодаря сочетанию большой эффективной площади антенны, широкого диапазона волн, высокого частотного разрешения. Выполнение проекта обеспечивает более эффективное использования полученных на инструменте данных, для решения задачи диагностики солнечной плазмы на основе регулярных данных многоволнового комплекса радионаблюдений Солнца при помощи радиотелескопа РАТАН-600.

3.9. Методы и подходы, использованные в ходе выполнения проекта

Спектрально-поляризационный комплекс высокого разрешения, используемый на радиотелескопе РАТАН-600, позволяет получать уникальные данные, важные для изучения процессов переноса энергии в активных областях Солнца. Создание и отладка работы комплекса потребовало создания специальных методик, основанных на активном использовании цифровых и программных систем на всех стадиях получения и анализа наблюдательного материала. В рамках Проекта разрабатывается новый способ анализа и представления радиоастрономических данных РАТАН-600, основанный на современных информационных Web технологиях и реляционных базах данных, и многолетних методических разработках сотрудников САО РАН и ГАО РАН, который должен обеспечить более эффективное и оперативное использование полученных данных.

3.10.1. Количество научных работ, опубликованных в ходе выполнения проекта

16

3.10.2. Количество научных работ, подготовленных в ходе выполнения проекта и принятых к печати в 2008 г.

0

3.11. Участие в научных мероприятиях по тематике проекта, которые проводились при финансовой поддержке Фонда

2

3.12. Участие в экспедициях по тематике проекта, проводимых при финансовой поддержке Фонда

1

3.13. Финансовые средства, полученные от РФФИ

950000 руб.

3.14. Вычислительная техника и научное оборудование, приобретенные на средства Фонда

3.15. Адреса (полностью) ресурсов в Internet, подготовленных авторами по данному проекту

<http://www.spbf.sao.ru/prognoz/>

3.16. Библиографический список всех публикаций по проекту

1. Гараимов В.И., Кальтман Т.И., Тохчукова С.Х. О диагностико - прогностическом центре САО и ГАО (СПбФ САО РАН), Сборник тезисов конференции "Всероссийская конференция «Многоволновые исследования Солнца и современные проблемы солнечной активности» 28 сентября - 2 октября 2006 г., САО РАН, п. Нижний Архыз, КЧР, с. 64, , <http://www.sao.ru/hq/sun/conf2006/abstracts.pdf>
2. T.I. Kaltman, V.M. Bogod, A.N. Korzhavin, S.Kh. Tokhchukova, RATAN-600 observations of microwave structure of the quiet sun, IX Russian-Finnish Symposium on Radio Astronomy abstract book, p.23, http://arxiv.org/PS_cache/astro-ph/pdf/0612/0612153.pdf 3. A.N. Korzhavin, T.I. Kaltman, Estimations of effective height, size and brightness temperature of solar cyclotron sources, A.N. Korzhavin, T.I. Kaltman IX Russian-Finnish Symposium on Radio Astronomy abstract book, p.22, http://arxiv.org/PS_cache/astro-ph/pdf/0612/0612153.pdf
3. S. Tokhchukova, V. Bogod and V. Garaimov, Analysis of coronal magnetic fields in active regions based on detailed radio spectral data, Proceedings of the 233rd Symposium of the International Astronomical Union held in Cairo, Egypt, March 31 - April 4, 2006, Edited by Volker Bothmer; Ahmed Abdel Hady. Cambridge: Cambridge University Press, 2006., pp.100-103 <http://journals.cambridge.org/action/displayIssue?jid=IAU&volumeId=2&issueId=S233>

4. Tokhchukova Susanna : Development of new information resource for radio diagnostics of the solar plasma, and forecasting of powerful solar flares. SOHO 20 - Transient Events on the Sun and in the Heliosphere, 27-31 August 2007, Ghent, Belgium. Abstract book. P.99 online publication
5. Тохчукова С.Х., Кальтман Т.И., Модин Е.В., Котельников В.С. Развитие информационного ресурса данных для радиодиагностики и прогнозирования солнечной активности, Труды всероссийской астрономической конференции "Космические рубежи XXI века" (БАК 2007), Казанский государственный университет, 2007г с.155-157
6. Microwave study of the small-scale quiet Sun structures from RATAN-600 observations in comparison with optical, EUV and X-ray observations, Kaltman T.I., Tokhchukova S.Kh., Bogod V.M., Korzhavin A.N. , in CESRA Workshop on "Solar Radio Physics and the Flare-CME Relationship", Ioannina, Greece, 12-16 June 2007, p. 28.
7. To the question about estimations of the effective heights, sizes and brightness temperatures of the solar cyclotron sources, A.N. Korzhavin, T.I. Kaltman , in CESRA Workshop on "Solar Radio Physics and the Flare-CME Relationship", Ioannina, Greece, 12-16 June 2007, p. 27.
8. N.G. Peterova, T.I. Kaltman, A.N. Korzhavin The self-inversion of the sign of circular polarization in "halo" microwave sources. Solar Physics., 2007, Volume 242, Issue 1-2, pp. 125-142
9. Яснов Л.В. , Модин Е.В. «Резонансное переходное излучение в солнечных всплесках». Радиофизика. Том L, № 5, 371-386
10. Е.Я.Злотник, Т.И.Кальман, О.А.Шейнер Тепловое циклотронное излучение горячих корональных петель и особенности поляризационной структуры источников солнечного микроволнового излучения. I. Яркая температура. ПАЖ, 2007, N3. (в переводе на английский в Astronomy Letters)
11. Е.Я.Злотник, Т.И.Кальман, О.А.Шейнер Тепловое циклотронное излучение горячих корональных петель и особенности поляризационной структуры источников солнечного микроволнового излучения. II. Интегральные характеристики. ПАЖ, 2007, N4.
12. Golubchina, O. A.; Bogod, V. M.; Korzhavin, A. N.; Bursov, N. N.; Tokhchukova, S. Kh. Centimeter-wave radio emission of a high-latitude prominence Astrophysical Bulletin, Volume 63, Issue 1, pp.34-42
13. Kaltman T.I., Bogod V.M., Tokhchukova S.Kh., Korzhavin A.N., The Low Contrast Structure of Solar Microwave Emission in a Period of the Minimum Activity; 12th European Solar Physics Meeting, Freiburg, Germany, 8 - 12 September 2008, http://espm.kis.uni-freiburg.de/fileadmin/user_upload/espm/Proceedings-Poster/p_2.3-28.pdf
14. Golubchina O., Korzhavin A., Bogod V., Tokhchukova, S., About Parameters of Centimetric Radio Emission of Solar Atmosphere; 12th European Solar Physics Meeting, Freiburg, Germany, 8 - 12 September 2008, http://espm.kis.uni-freiburg.de/fileadmin/user_upload/espm/Proceedings-Poster/p_2.3-24.pdf
15. Голубчина О.А., Коржавин А.Н., Богод В.М., Тохчукова С.Х. Радиоизлучение внешних слоёв атмосферы солнца по данным наблюдений солнечного затмения 29.03. 2006 на РАТАН -600. Подано в труды Всероссийской ежегодной конференции по физике Солнца: "Солнечная и солнечно-земная физика - 2008", 7-12 июля.
16. Kaltman T.I., Bogod V.M., Yasnov L.V. Features of the Structure of Coronal Magnetic Field on Multifrequency Microwave Observations of Active Regions on the Sun; 12th European Solar Physics Meeting, Freiburg, Germany, 8 - 12 September 2008, http://espm.kis.uni-freiburg.de/fileadmin/user_upload/espm/Proceedings-Talks/t_2.3-12.pdf