

Научно- исследовательский радиофизический институт



Результаты научной деятельности
ФГНУ «НИРФИ»
за 2006 год

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НАУКЕ И ИННОВАЦИЯМ
Федеральное государственное научное учреждение
«Научно-исследовательский радиофизический институт»
(ФГНУ «НИРФИ»)

Препринт № 514

Результаты научной деятельности ФГНУ «НИРФИ»
за 2006 год

Нижний Новгород

2007

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФГНУ «НИРФИ»
ЗА 2006 ГОД

//

Препринт №514. – Нижний Новгород: ФГНУ «НИРФИ», 2007. –
с.68

УДК 501

В препринте приведены итоги работы ФГНУ «НИРФИ» в
2006 году.

© Научно-исследовательский радиофизический институт, 2007



Итоги научной деятельности

В 2006 г. в ФГНУ «НИРФИ» выполнялись 70 НИР, из них 1 – по тематическому плану, 2 – по госконтрактам, 26 – по грантам РФФИ, 41 – по хозяйственным договорам.

По итогам года 3 результата по решению Ученого совета института направлены в годичный отчет РАН.

Тридцать два результата, полученных в отделах, рекомендованы Ученым советом для опубликования в годичных отчетах Научных советов РАН.

На основе реализации результатов поисковых и прикладных НИОКР по приоритетным направлениям науки, технологий и техники и критическим технологиям федерального уровня произведено 10 наименований научно-технической продукции.

С участием сотрудников института в 2006 году получены 2 патента:

1. *И. В. Рябов, В. П. Урядов* «Способ измерения абсолютного времени распространения коротких радиоволн в ионосфере с помощью радиосигналов с линейно-частотной модуляцией». Патент на изобретение № 2282881 от 27.08.2006.
2. *А. Ф. Батанов, Е. Я. Бубнов, В. В. Гуцин, А. К. Минегулов, С. Н. Рубцов* «Способ обнаружения и распознавания неоднородностей в поверхностном слое грунта (варианты) и виброшуп для его реализации». Патент РФ №2275657.

В 2006 году изданы 2 монографии с участием сотрудников ФГНУ «НИРФИ»:

1. «Распространение радиоволн в космосе и ионосфере», под ред. *О. И. Яковлева*. Москва, Институт радиотехники и электроники, 2006, 362 с. (*В. П. Урядов*, разделы 31, 32, стр.257-267.)
2. *Ureadov V., Ivanov V., Plohotniuc E., Eruhimov L., Blaunstein N., Filip N.* Processe dinamice in ionosfera – metode de cercetare. Tehnopress 2006, p.283.

В 2006 году опубликованы 75 статей в российских и зарубежных журналах, сделано более 40 докладов на конференциях и симпозиумах, опубликовано 66 тезисов докладов и издано 8 препринтов.

Сотрудниками института защищены

а) две диссертации на соискание степени доктора физико-математических наук:

1. *М. И. Агафонов* Разработка и развитие радио-астрономического метода малоракурсной томографии и дистанционные исследования космических объектов
2. *В. Ф. Мельников* Нестационарные процессы в солнечных вспышечных петлях

б) диссертация на соискание степени доктора биологических наук:

Д. И. Иудин Методология принципа самоподобия в исследовании видовой структуры биотических сообществ

в) диссертация на соискание степени кандидата физико-математических наук:

М. Б. Нечаева Теоретическое и экспериментальное исследование флуктуаций волновых полей при интерферометрической диагностике турбулентных потоков

В 2006 году институтом организованы 2 конференции:

«Радиофизические аспекты приоритетных направлений развития науки и техники», посвященная 50-летию института,

и конференция, посвященная 25-летию ввода в строй стенда «Сура».

Сотрудники института принимали участие в более чем 25 российских и зарубежных конференциях.

Участие в учебно-педагогической работе

Институтом получена лицензия на право ведения образовательной деятельности в сфере послевузовского профессионального образования сроком на 5 лет по специальностям: *приборы и техника экспериментальной физики (01.04.01), астрофизика и радиоастрономия (01.03.02), радиофизика (01.04.03)*.

В аспирантуру института зачислены 3 аспиранта.

20 сотрудников института занимаются учебной и преподавательской работой в 7 ведущих вузах и колледжах Нижнего Новгорода.

В 2006 году Федеральному государственному научному учреждению «Научно-исследовательский радиофизический институт» исполнилось 50 лет. Коллектив института был награжден Почетной грамотой Федерального агентства по науке и инновациям и Почетным штандартом Губернатора Нижегородской области.

Нагрудным знаком «Почетный работник науки и техники Российской Федерации» награждены 3 сотрудника института (*В. В. Гуцин, Г. М. Жислин, В. П. Урядов*); Почетной грамотой Министерства образования и науки РФ – 6 сотрудников (*Е. Н. Виняйкин, Н. Н. Голованова, Н. А. Дугин, Д. С. Котик, Ю. В. Токарев, В. Л. Фролов*); Почетной грамотой Федерального агентства по науке и инновациям – 6 сотрудников (*Л. Н. Аникина, И. Т. Бубукин, А. Ф. Дементьев, Л. Г. Казаринова, И. Е. Кожеватов, А. И. Теплых*). Почетной грамотой Нижегородской области награждены 3 сотрудника института (*В. И. Морозов, В. А. Разин, К. С. Станкевич*), 3 сотрудника (*В. А. Алимов, Н. К. Козлова, В. М. Фридман*) награждены Почетным дипломом губернатора Нижегородской области, 5 сотрудников (*В. В. Беликович, Д. А. Касьянов, Н. А. Митяков, В. О. Рапопорт, О. А. Шейнер*) – благодарственным письмом Законодательного собрания Нижегородской области; 5 сотрудников (*М. И. Агафонов, А. П. Борисов, В. В. Кочин, А. П. Ушаков, О. Б. Шуко*) награждены Почетной грамотой главы администрации города Нижнего Новгорода. Благодарственным письмом главы администрации города Нижнего Новгорода награждены 5 сотрудников, 3 сотрудника – Почетной грамотой администрации Нижегородского района города Нижнего Новгорода, 9 сотрудников – Почетной грамотой Департамента образования Нижегородской области, 9 сотрудников – Почетным дипломом Департамента образования Нижегородской области, 6 сотрудников – благодарственным письмом Департамента образования Нижегородской области, 2 сотрудника – медалью им. А. С. Попова, 12 сотрудников – Почетной грамотой Нижегородского отделения Российского НТОРЭС им. А. С. Попова, 10 сотрудников – Почетной грамотой Российского НТОРЭС им. А. С. Попова. 52 сотрудника награждены Почетной грамотой ФГНУ «НИРФИ».

Заведующий отделом *В. А. Разин* получил благодарность Президента РФ за большой вклад в работу по созданию проекта комплекса «Квазар-КВО».

**Результаты,
рекомендованные Ученым советом
в годичный отчет РАН**

Впервые в экспериментах по РСДБ-локации получены отклики от астероида (2004XP14) и выполнены прецизионные измерения частот Доплера с целью уточнения параметров его орбиты. *

А.А. Антипенко, А.Ф. Дементьев, Н.А. Дугин, М.Б. Нечаева.

Организации-участники: ФГНУ «НИРФИ», ГАО РАН, ИПМ им. М. В. Келдыша, ИПА РАН, ОКБ МЭИ, КРАО АКЦ ФИАН

В период со 2 по 6 июля 2006 г. состоялся международный РСДБ-сеанс VLBR 06.1 по локации астероида 2004XP14, а также планеты Меркурий, Луны и объектов «космического мусора» с участием РСДБ-пунктов: Евпатория (РТ-70, НЦУИКС, РИНАНУ, Украина), Калязин (ТНА-1500, ОКБ МЭИ, КРАО АКЦ ФИАН, Россия), Зеленчук (РТ-32, ИПА РАН, Россия), Симеиз (РТ-22, КРАО, Украина), Ното (РТ-32, Италия), Урумчи (РТ-25, Китай).

Астероид 2004 XP14 был обнаружен в 2004 году. В момент сближения с Землей 3 июля 2006 г. в 04:25 UT астероид 2004 XP14 находился на расстоянии всего лишь 432338 км (расстояние примерно равно расстоянию от Земли до Луны). Физические свойства астероида не известны, предполагаемый диаметр астероида составляет 430 м. Ранее в мире не проводилось локации (как традиционной, так и РСДБ-локации) крупного астероида на таких малых расстояниях.

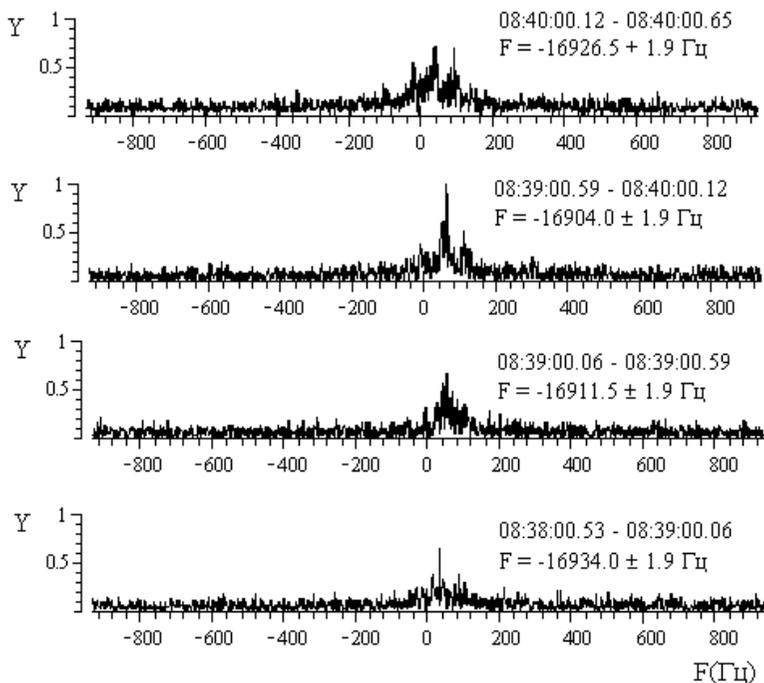
В эксперименте VLBR 06.1 локация астероида 2004XP14 осуществлялась в двух частотных диапазонах: 5010.024 МГц локатором в Евпатории (Украина) и 8560.000 МГц локатором в Голдстоуне (JPL, США).

Корреляционный и спектральный анализ РСДБ-информации был выполнен в ФГНУ «НИРФИ» и показал наличие откликов от астероида в обоих диапазонах частот. По результатам взаимнокорреляционной обработки излученного сигнала и принятого эха от астероида проведены прецизионные измерения частот Доплера с целью уточнения параметров орбиты.

* Результат направлен также в Научный совет РАН по астрономии. Секция Радиотелескопы и методы.

На рисунке представлены спектрограммы, полученные 3 июля 2006 года для последовательных во времени участков взаимно-корреляционного сигнала передатчика Голдстоуна и эха астероида 2004 XR14, принятого в Евпатории.

По оси абсцисс отложена частота в Гц, по оси ординат – нормированное значение спектра мощности. Справа для каждого спектра указан временной интервал наблюдений и измеренные значения частоты Доплера.



Основные публикации:

Липатов Б. Н., Антипенко А. А., Дементьев А. Ф., Дугин Н. А., Нечаева М. Б. Развитие РСДБ-исследований в НИРФИ в 1996-2006 годах. //Всероссийская конференция "РСДБ-2012" для астрометрии, геодинамики и астрофизики" (РСДБ-2012), С.-Пб, 2006. Труды конференции. СПб.: ИПА РАН, 2007. (принято в печать)

Впервые реализовано построение трехмерной доплеровской томограммы двойной звездной системы.

В алголе U Северной Короны обнаружен газовый поток в направлении, перпендикулярном орбитальной плоскости, что не было возможно ранее с использованием двумерной томограммы. Реконструкция выполнена благодаря приложению разработанного радиоастрономического подхода к решению задач малоракурсной томографии. Распределение интенсивности в трехмерном пространстве скоростей построено с разрешением $(30 \times 30 \times 110)$ км/с на основе 47 профилей спектральной линии H-alpha. Реализованная методика перспективна для получения более адекватной картины движений вещества в двойных звездных системах.*

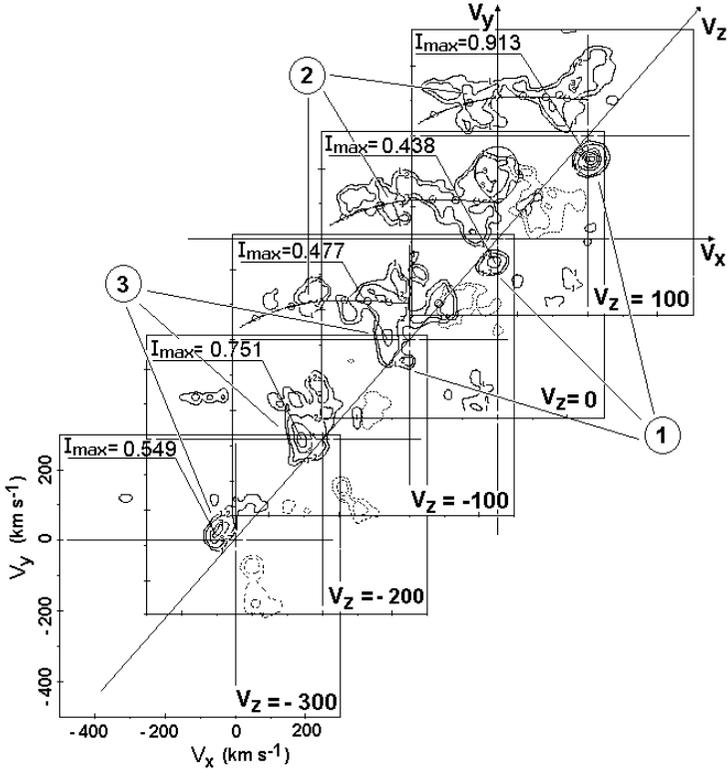
М. И. Агафонов, О. И. Шарова

Впервые реализовано построение трехмерной доплеровской томограммы (на рисунке представлена каскадом) двойной звездной системы благодаря приложению разработанного радиоастрономического подхода к решению задач малоракурсной томографии.

Получено распределение интенсивности излучения U Северной Короны в пространстве скоростей (V_x, V_y, V_z) в линии H-alpha с разрешением $(30 \times 30 \times 110)$ км/с. Наряду с характерными особенностями изображения в орбитальной плоскости, выделенными ранее на двумерной томограмме (колечком аккректора и потоком вдоль баллистической траектории), обнаружен газовый поток, имеющий высокую интенсивность излучения, в перпендикулярном направлении, скорость которого достигает значений 200–300 км/с. Причиной выброса может быть ударное взаимодействие вещества, двигающегося вдоль баллистической траектории от звезды-донора, с аккректором. Для реконструкции использованы 47 профилей спектральной линии 6563A, полученные M. Richards в июне 1994 года на телескопе обсерватории Kitt-Peak (США). Дальнейшее развитие исследований на

* Результат направлен также в Научный совет РАН по астрономии. Секция Звезды и планетные системы. Секция Оптические методы и телескопы

основе реализованной методики перспективно для получения более адекватной картины движений потоков в двойных системах и изучения их эволюции.



Основные публикации:

Agafonov M.I., Richards M.T., Sharova O.I. Three-Dimensional Doppler Tomogram of Gas Flows in the Algol-Type Binary U Coronae Borealis. *Astrophys.J.* 2006. V.652, No.2. P.1547.

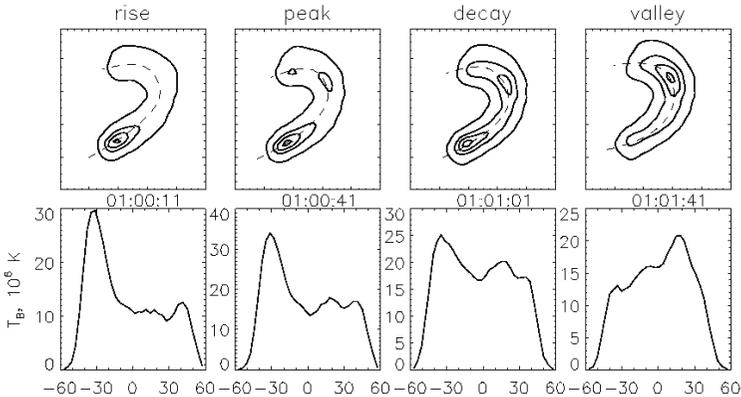
Agafonov M.I., Sharova O.I. Few projections astrotomography: radioastronomical approach to 3D reconstruction. *Astron. Nachrichten.* 2005. V.326, No.2. P.143-149.

Агафонов М.И., Шарова О.И. Томография при ограниченном числе проекций. II. Радиоастрономический метод CLEAN в приложении к трехмерным задачам. *Изв. вузов. Радиофизика.* 2005. Т.48, №5. С.367-381.

По данным наблюдений микроволнового излучения солнечных вспышек с высоким пространственным разрешением обнаружено, что в большинстве исследованных случаев вспышка начинается в основаниях магнитной петли, затем происходит постепенное перераспределение яркости из оснований к вершине. При этом источник радиоизлучения в ходе всплеска не выходит за пределы петли, что свидетельствует о локализации области инжекции среднерелятивистских электронов в основаниях вспышечной магнитной петли. *

В. Ф. Мельников, В. Э. Резникова, С. П. Горбиков (ФГНУ «НИРФИ»), К. Шибасаки (NAOJ NRO, Япония)

Для иллюстрации на рисунке показано, как изменяется распределение радиоякости по петле в течение одного из пиков многокомпонентного всплеска 24 августа 2002 г.



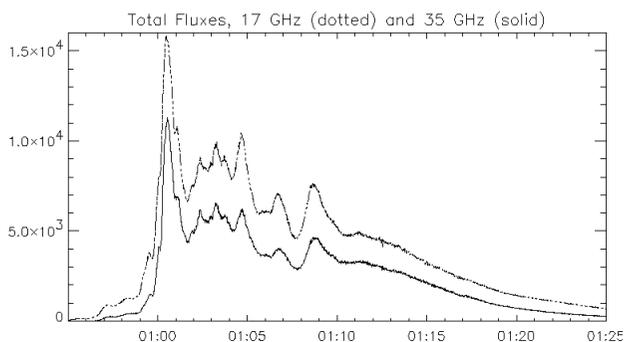
На верхней панели представлены контурные изображения радиоисточника на $f = 34$ ГГц в разные моменты времени. Контурные уровни соответствуют 0.1, 0.5, 0.75 и 0.95 от T_{Bmax} , размер области – $103'' \times 103''$, север сверху. Пунктиром отмечена видимая ось петли. На нижней панели показаны пространственные профили T_{B34} вдоль видимой оси петли в те же моменты времени. По горизонтальной оси

* Результат рекомендован в годичный отчет РАН секцией «Солнце» Научного совета РАН по астрономии

графиков отложено расстояние вдоль оси петли в угловых секундах, отрицательные значения соответствуют нижнему основанию петли.

На фазе роста (rise) интегрального потока виден яркий источник в южном основании петли, второй пик на пространственном профиле Тв приходится на северное основание. В максимуме (peak) появляется слабый источник ближе к апексу петли. На спаде (decay) происходит более равномерное распределение яркости по всей петле. К моменту минимума интегрального потока (valley) Тв вблизи оснований резко падает по сравнению с фазой роста, а в вершине, наоборот, растет, достигая 16 МК. Пик пространственного профиля приходится на область вблизи апекса.

Подробное исследование радиокарт, полученных на радиогелиографе Нобейама, показало, что все пики многокомпонентного временного профиля всплеска 24 августа 2002 г. связаны с уярчениями в одном и том же петлеобразном источнике, т.е. происходит многократная



инжекция внутрь одной и той же вспышечной петли.

Основные публикации:

Мельников В.Ф., Горбиков С.П., Резникова В.Э., Шибасаки К. Распределение релятивистских электронов в солнечных вспышечных петлях. - Известия РАН. Серия Физическая. 2006, Т. 70, No.10, СС.1472-1474.

Melnikov V.F. Electron Acceleration and Transport in Microwave Flaring Loops (Invited review). // In "Solar Physics with the Nobeyama Radioheliograph", Proc. Nobeyama Symposium (Kiosato, 26-29 October 2004), Ed. K.Shibasaki, NSRO Report No.1, 2006, p.11-22.

Предложен метод одновременных дистанционных радиофизических измерений коэффициента отражения морской поверхности и температуры воды в натуральных условиях морского волнения. Метод основан на измерении интенсивности излучения морской поверхности при подсветке её излучением известной, но изменяющейся мощности и реализован в 5 мм и ИК диапазонах.*

К. С. Станкевич, И. Т. Бубукин

Предложен метод одновременных дистанционных радиофизических измерений коэффициента отражения морской поверхности и температуры воды в натуральных условиях морского волнения, отличающийся повышенной точностью. Метод основан на абсолютных измерениях интенсивности излучения морской поверхности, отражающей излучение атмосферы известной, но изменяющейся мощности. Коэффициент отражения морской поверхности определяется по корреляционной зависимости между интенсивностями излучения морской поверхности и атмосферы, и по известной интенсивности излучения морской поверхности и коэффициенту отражения вычисляется температура воды в скин-слое внутри поверхностной температурной плёнки.

Метод реализован в 5-миллиметровом диапазоне с помощью радиометрических измерений радиометром-спектрометром на ряде каналов, разнесенных по частоте, на склоне полосы поглощения (52.5÷56 ГГц) атмосферного молекулярного кислорода.

Метод также реализован в инфракрасном диапазоне в окне 8-12 мкм, где подсветкой являлось изменяющееся излучение атмосферы.

Интенсивности излучений морской поверхности и атмосферы определялись методами точных абсолютных измерений с помощью антенных калибровок по излучению абсолютно чёрных тел. Достигнута точность определения температуры воды 0.1–0.2 К, и погрешность определения коэффициента отражения – не хуже 5% при волнении не более 5 баллов. Натурные измерения излучения морской

* Результат направлен также в Научный совет РАН по распространению радиоволн.

поверхности и атмосферы проводились на научной станции ФГНУ "НИРФИ" "Кара Даг" с пирса Карадагского природного заповедника НАН Украины.

Метод создаёт возможность в натуральных условиях непосредственно получать точные данные о температуре воды в плёночном поверхностном слое толщиной 0.02 мм, а также данные о диэлектрической проницаемости воды в этом слое. Плёночный слой морской поверхности граничит с атмосферой, и через него осуществляются обменные процессы передачи энергии и вещества между атмосферой и океаном. На состояние этого слоя оказывают влияние растворённые в воде газы, минеральные и поверхностно-активные вещества, взвеси, которые воздействуют на излучательную способность в ИК и миллиметровом диапазонах. В существующей практике дистанционных измерений пользуются величинами излучательной способности, полученными из лабораторных измерений или расчётов на основе моделей диэлектрической проницаемости воды, которые не учитывают сторонние воздействия и их изменчивость, происходящие в натуральных условиях.

Представляемый научный результат относится к приоритетному направлению развития науки, технологий и техники: "Рациональное природопользование: технологии мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы". Созданный метод может быть рекомендован для развития технологий подспутниковой радиометрии, расширения спектра получаемых космическими средствами данных в исследованиях Мирового океана и валидации этих данных.

Основные публикации:

Станкевич К.С., Бубукин И.Т.

"Физика атмосферы и океана" 2006. Т.42. №1. С.115-125.

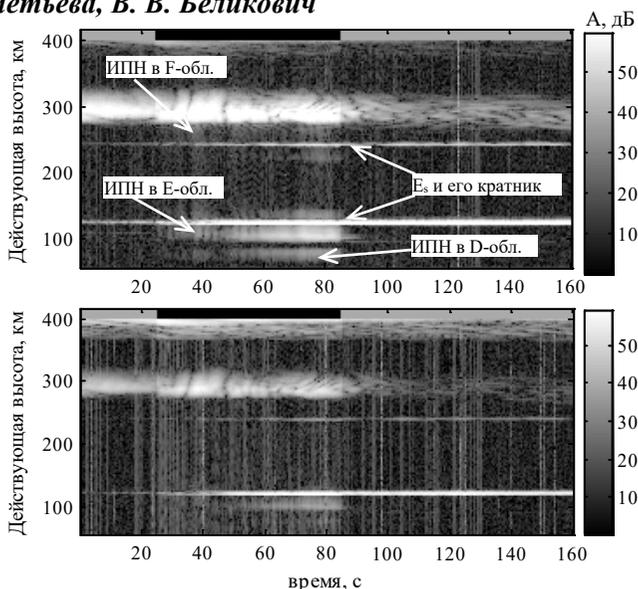
"Успехи современной радиоэлектроники" 2006, №11, С.39-55.

**Результаты,
рекомендованные Ученым советом
в Научный совет РАН
по распространению радиоволн
секции Общей физики и астрономии
отделения Физических наук РАН**

Проведены эксперименты по воздействию на ионосферу мощным КВ радиоизлучением стенда СУРА и зондированию ее пробными волнами той же частоты и поляризации. При нагреве ионосферы происходило образование искусственных периодических неоднородностей (ИПН). Получено, что при этом наблюдалось увеличение интенсивностей всех сигналов, рассеянных областями *D*, *E*, *F* и спорадическим слоем *E* в среднем на 5-20 дБ. Это увеличение наблюдалось при нагреве каждой магнитоионной компонентой, но при нагреве обыкновенной волной достигало меньших величин. Наблюдавшийся эффект являлся резонансным и при отстройке на 85 Гц пропадал.

Причиной роста сигналов при воздействии на ионосферу является модуляция естественного профиля электронной концентрации ИПН: синфазное сложение волн от ИПН увеличивает коэффициент отражения радиоволн от всех ионосферных слоев и областей. Эффект наблюдался впервые.

Н. В. Бахметьева, В. В. Беликович

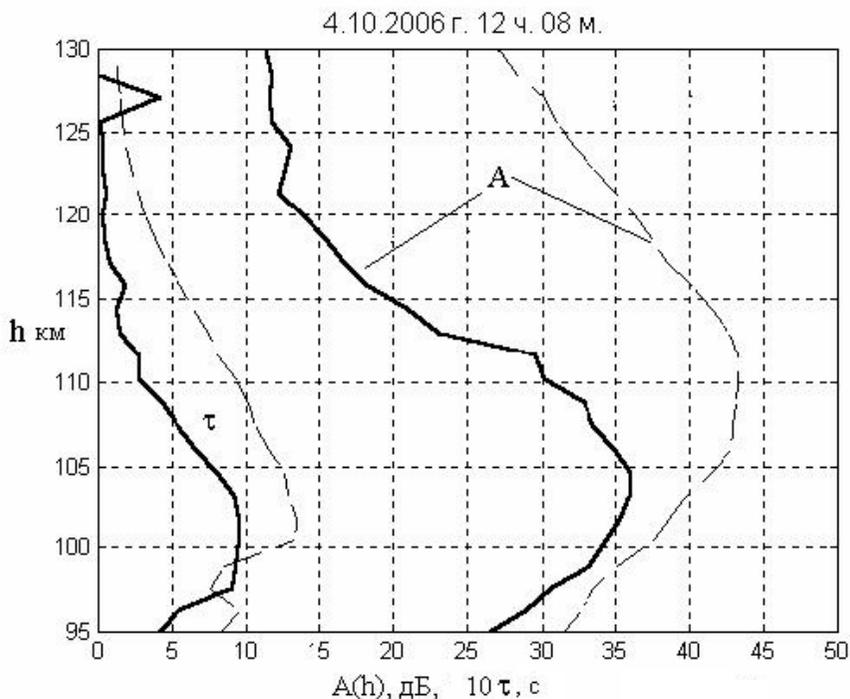


Яркостная запись рассеянного сигнала в координатах «амплитуда сигнала – действующая высота – время», иллюстрирующая появление ИПН и эффект увеличения амплитуд сигналов при нагреве. Верхняя панель – принятый сигнал необыкновенной компоненты пробной волны, нижняя – обыкновенной компоненты. Период нагрева показан черной линией.

Впервые проведены одновременные измерения времен релаксации искусственных периодических неоднородностей (ИПН), созданных мощными стоячими радиоволнами на двух частотах 4,7 и 5,6 МГц. Создана программа для моделирования высотной зависимости времен релаксации ИПН на двух частотах, позволяющая разработать оптимальные способы определения электронной концентрации, температуры и плотности нейтральной атмосферы на высотах области E по результатам этих измерений.

А. В. Толмачева, В. В. Беликович, В. Н. Бубукина, Е. Е. Калинина

На рисунке показаны амплитуды сигналов, рассеянных ИПН (*справа*), и времена релаксации (*слева*) для $f_1 = 5,6$ МГц (сплошные линии) и $f_2 = 4,7$ МГц (пунктирные линии). Измерения проводились с помощью нагревного стенда «Сура» (Васильсурск).



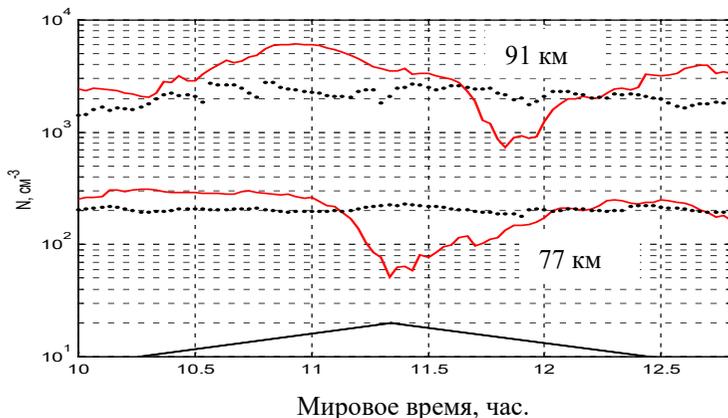
Исследованы особенности амплитудных характеристик «плазменного сигнала последствия», возникающего после выключения возмущающего передатчика при зондировании искусственной ионосферной турбулентности радиоимпульсами обыкновенной поляризации. Выявлены зависимости пространственных и временных характеристик сигнала от формы огибающей амплитуд соответствующего ему «плазменного» сигнала.

Г. И. Терина

Методом частичных отражений проведены исследования *D*-области ионосферы в период солнечного затмения 29 марта 2006 г. Получено, что в максимальную фазу затмения электронная концентрация на высотах 77 и 91 км уменьшается более чем в 4-5 раз, при этом на высоте 91 км отклик ионосферы запаздывает примерно на 20 минут относительно максимальной фазы затмения на Земле.*

В. В. Беликович, В. Д. Вяхирев, Е. Е. Калинина

Измерения проведены методом частичных отражений на частоте 2,95 МГц вблизи г. Нижнего Новгорода. Максимальная фаза затмения составляла 0,696. Отмечено увеличение действующей высоты отражений на высотах *E*- и *F*-областей ионосферы, которые достигали 40 и 100 км, соответственно. Максимальный отклик ионосферы запаздывает относительно максимальной фазы затмения на 4 минуты в области *E* и на 16 минут в области *F2*.



Временное поведение электронной концентрации на высотах 77 и 91 км в период затмения. Точечные линии – средние значения в контрольные дни. Период затмения отмечен треугольником.

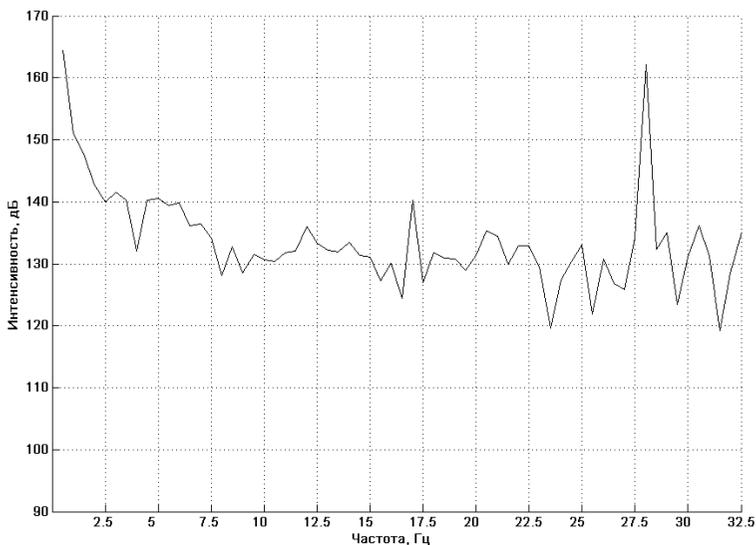
* Результат направлен также в Научный совет РАН по физике солнечно-земных связей.

В сентябре 2006 года впервые получены надежные результаты радиоакустического зондирования мезосферы с использованием геофизического комплекса СУРА-САУНД. В дневные часы в интервале высот 75-85 км температура атмосферы составляла 180-200 °К.

В. А. Зиничев, Г. П. Комраков, Н. А. Митяков, В. О. Рапопорт, Н. А. Рыжов, Ю. А. Сазонов

Комплекс «СУРА–САУНД» создан на базе ионосферного нагревного стенда «Сура». В режиме мезосферного зондирования акустический излучатель комплекса работал в режиме линейной частотной модуляции в интервале частот от 16 до 18.5 Гц с временем перестройки по частоте 1 минута. Эффективная излучаемая акустическая мощность составляла 1 кВт. Средняя мощность радиопередатчика составляла 30 кВт, частота – 9.02 МГц.

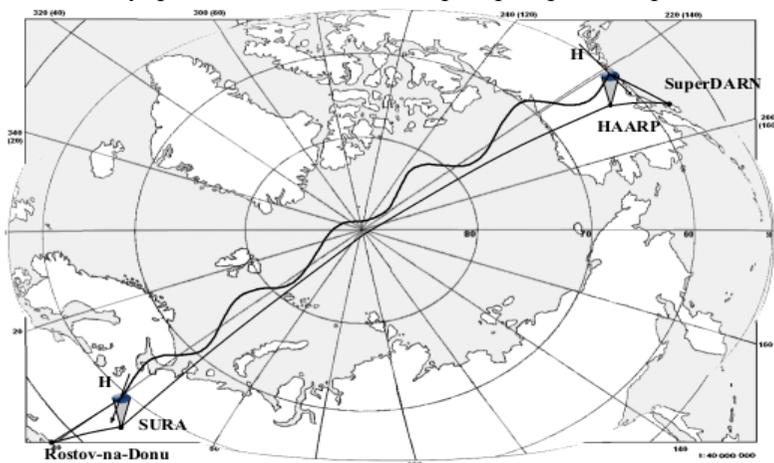
На рисунке приведен пример спектральной обработки сигнала с выхода радиоприемника. Небольшой пик на частоте 17 Гц соответствует рассеянному на звуковом пути радиоакустическому сигналу. Большой пик на частоте 28 Гц соответствует сигналу калибровки (амплитуда 1 мкВ). Температура среды в области рассеяния (определяемая доплеровской частотой сигнала 17 Гц) равна 199 °К.



В марте и мае 2006 г. проведены два цикла измерений по программе «Сура–HAARP». Была реализована управляемая с обоих концов трасса дальнего канального распространения КВ радиоволн, когда на МИИН, создаваемых излучением «HAARP», происходила запитка ионосферного волноводного канала в направлении стенда «Сура», работа которого использовалась для вывода излучения из канала за счет ракурсного рассеяния на магнито-ориентированных мелко-масштабных неоднородностях. Регистрация дважды рассеянного канального сигнала была осуществлена на приемном пункте РГУ вблизи г. Ростов-на-Дону.

*В. Л. Фролов, В. П. Урядов, А. А. Понятов (ФГНУ «НИРФИ»),
Г. Г. Вертоградов, В. Г. Вертоградов (РГУ), К. М. Гровс (AFRL,
USA).*

Схема эксперимента приведена на рис. 1. Проведен расчет трассы распространения радиоволн и определены: наиболее оптимальное время для существования ионосферного канала и диапазон частот, в котором существуют канальные моды. Для обоих стендов был выбран один и тот же режим излучения мощных радиоволн: 5 мин – излучение, 10 мин – пауза, но стенд «Сура» включался на 2 мин позже стенда «HAARP». Таким образом, имелись интервалы времени, когда работали либо каждый стенд по отдельности, либо оба вместе. Помимо наблюдаемых скачковых мод распространения, в ряде сеансов был зарегистрирован сигнал, появляющийся только при работе обоих стендов, что является признаком существования управляемого канального распространения радиоволн.

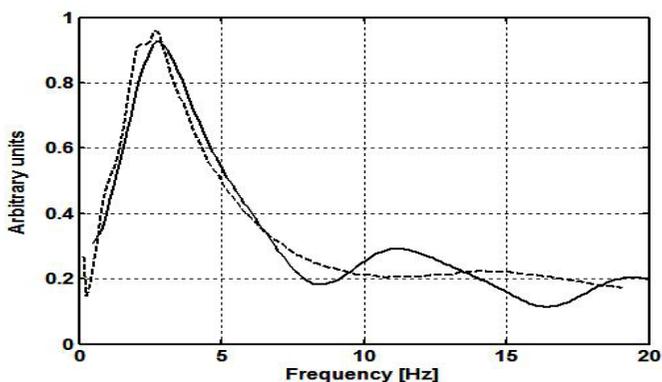


На основе непрерывных многомесячных наблюдений условий распространения коротких радиоволн на базе сети трасс наклонного ЛЧМ зондирования измерены максимальные наблюдаемые частоты (МНЧ) ионосферного канала на трассах различной протяженности и ориентации, и проведено сопоставление с расчетами МНЧ по модели IRI-2001. Показано, что при использовании в расчетах эффективного числа солнечных пятен W_{eff} отличие прогнозируемых значений от измеренных среднемесячных значений не превышает 12%. Установлено, что на всех трассах практически всегда наблюдаются квазипериодические вариации МНЧ. Показано, что спектры флуктуаций МНЧ носят ярко выраженную линейчатую структуру. Основные по амплитуде спектральные гармоники сосредоточены в области частот 0.18-0.8 mHz (периоды ~ 20-90 минут). На основе анализа динамики перемещения "z"-образных возмущений на верхнем луче ионограмм наклонного зондирования определены периоды перемещающихся ионосферных возмущений (ПИБ), которые составляют значения ~ 15-30 минут. Получено, что ПИБ с такими периодами хорошо коррелируют с восходом и заходом Солнца для средней точки трассы, что свидетельствует о связи генерации ПИБ с прохождением терминатора. Проведено моделирование ионограмм наклонного зондирования в трехмерно неоднородной магнитоактивной ионосфере при наличии ПИБ с учетом процедуры обработки ЛЧМ сигналов. На основе сопоставления экспериментальных и расчетных данных определены параметры ПИБ и показано, что волновые возмущения с относительной амплитудой электронной концентрации $\delta N \sim 15-20\%$, длиной волны 150 км и периодом 15 минут, распространяющиеся сверху вниз под углом от 30° до 60° к горизонту, ответственны за наблюдаемые на ионограммах динамические особенности в виде перемещающихся "z"-образных возмущений.

*В. П. Урядов (ФГНУ «НИРФИ»), Г. Г. Вертоградов,
В. Г. Вертоградов (РГУ)*

Разработан механизм формирования широкополосного низкочастотного максимума фонового шума, основанный на наличии сильно-неоднородной области для показателя преломления нормальных волн в ионосферной плазме на высотах нижней ионосферы до (250-300) км. Эта пространственная структура может приводить к подъёму интенсивности спектральных компонент магнитного поля на частотах 2-5 Гц. Величины частот максимума сильно зависят от параметров нижних слоев ионосферы. Проведен сравнительный анализ результатов численного моделирования и наблюдения максимума на двух среднеширотных пунктах: «Новая Жизнь» (Нижегородская обл.) и «Nurmirjaervi» (Финляндия).

Е. Н. Ермакова, Д. С. Котик, С. В. Поляков



Результаты моделирования для трехслойной модели ионосферы и модели на базе международного стандарта ионосферы (IRI-2001) приведены на рисунке. Благодаря наличию больших градиентов показателя преломления на высотах 70—300 км вся ионосферная структура в целом обладает собственными резонансными свойствами, отличными от ИАР, и, в частности, может служить причиной появления спектрального максимума на частотах 2-6 Гц.

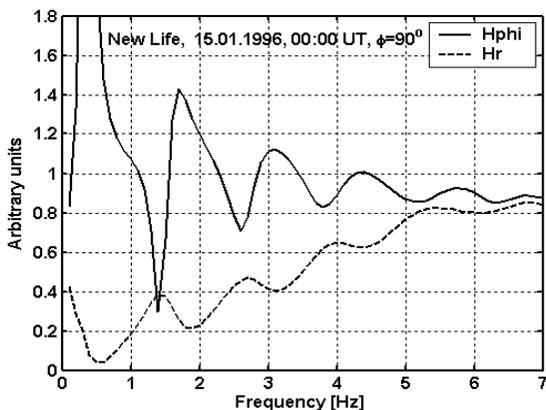
Основные публикации:

Ermakova E. N., Kotik D. S., Polyakov S. V. The broad spectral maximum in low frequency background magnetic noise, "Physics of Auroral Phenomena", Proc XXIX Annual Seminar, Apatity, 2006, pp. 221-224.

Ермакова Е. Н., Котик Д. С., Поляков С. В., Щенников А. В. О механизме формирования широкополосного максимума в спектре фонового шума на частотах 2-6 Гц, Изв. вузов, Радиофизика, 2007, в печати

Выполнено моделирование резонансной структуры спектра (РСС) фонового шума для плоскостлой модели ионосферы с наклонным магнитным полем. Исследована зависимость параметров РСС (частотный масштаб, основные частоты) от направления на источники и от угла наклона магнитного поля Земли. Результаты моделирования позволили объяснить некоторые особенности резонансного спектра в компонентах С-Ю и В-З, наблюдаемых в среднеширотном пункте «Новая Жизнь»: разный частотный масштаб и сдвиг основных частот РСС в линейных компонентах.

Е. Н. Ермакова, Д. С. Котик, С. В. Поляков



Результаты численных расчетов, приведенные на рисунке, демонстрируют сдвиг основных частот РСС в разных магнитных компонентах.

Основные публикации:

Ермакова Е. Н., Котик Д. С., Поляков С. В. Исследование зависимости параметров резонансной структуры спектра (РСС) фонового шума от направления на источник для плоскостлой модели ионосферы с наклонным магнитным полем, Abstracts of XXIX Annual Seminar "Physics of Auroral phenomena", 27 February-3 March 2006, p. 71.

Ермакова Е. Н., Котик Д. С., Поляков С. В. Исследование особенностей резонансной структуры спектра УНЧ фонового шума с учетом наклона магнитного поля Земли, Изв. вузов, Радиофизика, 2007, в печати

Выполнены дифференциальные измерения ультранизкочастотного электромагнитного фона в диапазоне частот 0,1 – 30 Гц с разномом точек приема (база измерений) в десятки километров. Исследованы возможности метода по регистрации слабых локальных сигналов антропогенного происхождения на фоне превосходящей шумовой помехи. Проведен эксперимент с контролируемым ионосферным источником (стенд “Сура”), работавшем на частоте 4,785 МГц с сеткой частот модуляции в диапазоне от 1,6 до 23,6 Гц. В дифференциальном сигнале отчетливо проявлены спектральные пики на частотах модуляции, не обнаруженные в точках приема.

С. В. Поляков, Б. И. Резников, Ю. В. Шлюгаев, Е. А. Копытенко

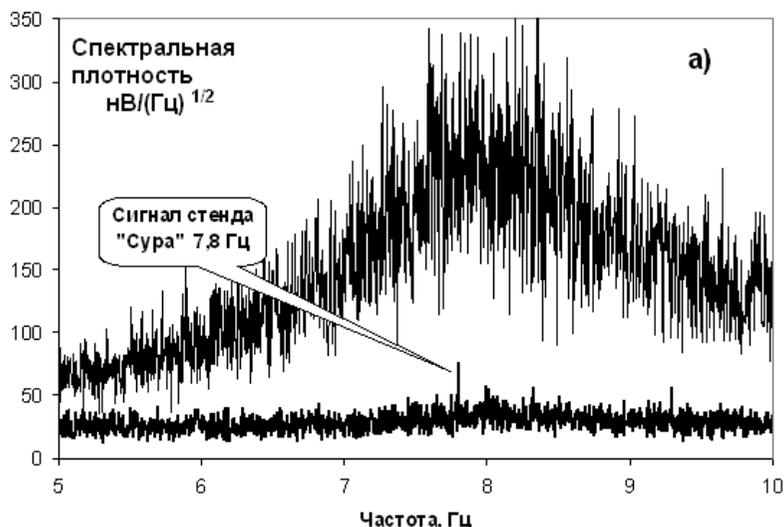


Рисунок демонстрирует спектральный пик на частоте модуляции 7.8 Гц в разностном сигнале.

Основные публикации:

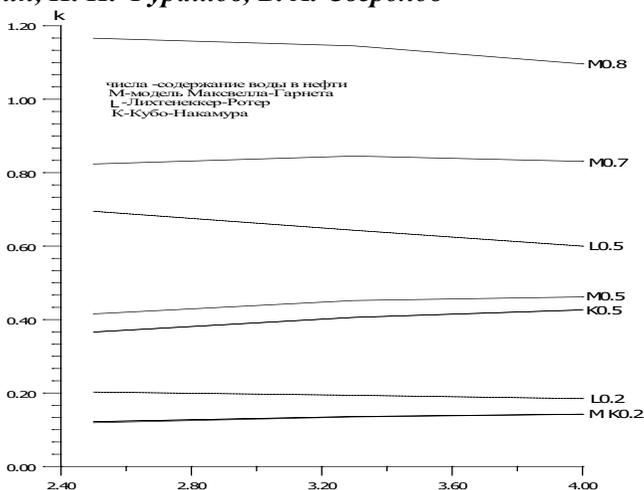
Поляков С. В., Резников Б. И., Шлюгаев Ю. В., Копытенко Е. А. Первый опыт пространственной дискриминации крупномасштабных естественных ультранизкочастотных помех на примере двухпунктовых измерений магнитного поля от искусственного ионосферного источника, Изв. вузов, Радиофизика, 2006, N12, С 1030-1042.

Выполнены экспериментальные исследования поляризации теплового микроволнового излучения облачной атмосферы в условиях предгрозовой и грозовой активности. Обнаружено значительное (в 3-4 раза) увеличение величины поляризации излучения облаков (второй параметр Стокса) в предгрозовой стадии за 5–15 мин до начала разрядов. Обнаруженное явление интерпретируется эффектом поляризации микроволнового излучения атмосферы при его рассеянии на аномально крупных ($d > 1$ мм) ледяных облачных кристаллах, содержание которых более $0,4 \text{ г/м}^3$, что также является аномально высоким. Не обнаружено изменение величины и знака поляризации при грозовом разряде и в период восстановления поля. Это свидетельствует о том, что ледяные частицы в грозовом облаке имеют преимущественно сфероподобную форму (крупа, нерегулярные формы).

А. В. Троицкий

Выполнены спектральные диэлектрические измерения в диапазоне 75-120 ГГц водонефтяной эмульсии при объемных концентрациях воды $W=0.11\%$ $W=0.58\%$. Основное влияние присутствие воды в нефти оказывает на величину диэлектрических потерь. При $W=0.11\%$ приращение показателя поглощения k составляет 20-30% (в зависимости от частоты), а при $W=0.58\%$ его величина возрастает в 2.5-3 раза. Кроме того, с ростом W претерпевает изменение не только величина, но и сам характер зависимости $k(f)$: отрицательный частотный ход k сменяется его положительным ходом, несмотря на то, что оба компонента смеси во всем указанном диапазоне имеют отрицательный частотный ход. Подобным образом ведет себя и мнимая часть комплексной диэлектрической проницаемости смеси. Такое поведение не укладывается в рамки простейших моделей расчета дисперсной среды, таких как рефракционная модель, или модель Беера, линейная диэлектрическая модель Винера и др. Расчеты по практически всем имеющимся в литературе моделям позволяют сделать вывод о наилучшем по сравнению с другими соответствии эксперименту формулы Кубо-Накамуры, полученной для матричной смеси со сферическими включениями в приближении эффективной среды.

В. Е. Дудин, Н. И. Фурашов, Б. А. Свердлов



На основе анализа экспериментов проведенных совместно с японскими коллегами построена динамическая модель развития поверхностного диэлектрического разряда и получены количественные оценки для радиуса распространения дерева разряда как функции параметров подложки и величины приложенного напряжения.

*Д. И. Иудин (ФГНУ «НИРФИ»), А. С. Адалев (СПбПУ),
Н. В. Коровкин (СПбПУ), В. Ю. Трахтенгерц (ИПФ РАН)*

Многочисленные эксперименты по инициации поверхностных диэлектрических разрядов свидетельствуют о возникновении разветвленных древоподобных структур. На основе анализа экспериментов проведенных совместно с японскими коллегами построена динамическая модель развития поверхностного диэлектрического разряда и получены количественные оценки для радиуса распространения дерева разряда как функции параметров подложки и величины приложенного напряжения. Показано, что динамические паттерны развивающегося разряда имеют фрактальную структуру и могут быть описаны с использованием динамического обобщения законов Хака и Хортонa.

Основные публикации:

Hayakawa M., Nakamura T., Iudin D., Michimoto K., Suzuki T., Hanada T., Shimura T. On the fine structure of thunderstorms leading to the generation of sprites and elves: Fractal analysis. J. Geophys. Res. Vol. 110, D06104, doi:10.1029/2004JD004545, 2005.

Trakhtengerts V. Yu., Iudin D. I. Actual problems of thundercloud electrodynamic., J. Geophys. Res., accepted and be published this year.

Adalev A. S., Hayakawa M., Korovkin N. V., Iudin D. I., Trakhtengerts V. Yu., Cellular automaton modelling of surface discharge dynamics for EMC, IEICE Electron. Express, Vol. 3, No. 10, pp.209-215, (2006).

**Результаты,
рекомендованные Ученым советом
в Научный совет по астрономии
секции Общей физики и астрономии
отделения Физических наук РАН**

2. Звезды и планетные системы

Развивается метод двумерной и трехмерной доплеровской томографии для исследования процессов обмена массой в двойной звездной системе, одним из компонентов которой является центральная звезда планетарной туманности. Двойственность центральных звезд играет определяющую роль в процессе формирования планетарных туманностей и рассматривается как основная причина часто встречающейся асимметрии в их структуре. Существует ли обмен массой на стадии планетарной туманности? Ответ на этот важный вопрос может быть получен методом доплеровской томографии. Определены параметры двойной системы, при которых центральная звезда может играть роль донора. В настоящее время орбитальные периоды измерены для 18 двойных центральных звезд, среди них имеется группа с подходящими параметрами. Рассчитана модель томограммы для системы с параметрами: полная масса – 2 массы Солнца, масса центральной звезды – 0,8 масс Солнца, орбитальный период – 0,32 дня. Двумерная модель включает в себя центральную звезду и белый карлик с аккреционным диском, вращающимся по закону Кеплера. Трехмерная модель состоит из тех же двух звезд и двух выбросов вещества, имеющих скорости, направленные перпендикулярно плоскости орбиты. Предполагается, что все объекты наблюдаются в излучении некоторой спектральной линии. Проведено моделирование восстановления томограммы радиоастрономическим методом на основе набора профилей спектральной линии, полученных при различных орбитальных фазах. Исследовано влияние шума и уменьшения числа профилей на качество восстановления двумерной томограммы. При соотношении сигнал/шум=50 ошибка восстановления составляет 8,8% при использовании 30 профилей. Качество восстановления трехмерной томограммы хорошее, все максимумы интенсивности совпадают с моделью, все детали воспроизводятся. Результат представлен на 234 симпозиуме МАС по планетарным туманностям и опубликован в его трудах.

О. И. Шарова

Проведено исследование влияния короткоживущего (период полураспада 0.717 млн. лет) радиоактивного изотопа ^{26}Al на процесс формирования и тепловой эволюции небесных тел Транснептунового пояса Койпера из материала периферийной части протопланетного облака на раннем этапе образования Солнечной системы. Процесс формирования тела состоит из двух фаз: на первом этапе в результате столкновений и адгезии мелких частиц формируется "зародыш" небесного тела, на втором этапе в процессе аккреции планетоземалий формируется тело современных размеров и плотности. Аккреционный материал состоит из водяного льда, широко распространенного в Солнечной системе, и твердых частиц алюмо-силикатного состава. Вещество таких частиц после окончания ядерного синтеза содержит радиоактивные изотопы, в том числе ^{26}Al , интенсивность излучения которого на три порядка выше, чем у изотопов ^{238}U и ^{232}Th . Были исследованы различные сценарии формирования небесных тел в зависимости от структуры и состава аккрецирующего материала, его насыщенности водяным льдом, от времени формирования а также возраста радиоактивного изотопа ^{26}Al . Было рассмотрено одно из самых крупных тел Пояса Койпера (20000) Varuna со средним гелиоцентрическим расстоянием 43 AU, средним диаметром 900 км, средним альбедо 0.07 и плотностью 970-1200 кг/м³. Было показано, что роль радиоактивного изотопа ^{26}Al в формировании и тепловой эволюции небесного тела наиболее существенна лишь в первые 1 – 3 миллион лет после оформления химических элементов в протопланетном облаке. При этом формирование тела, содержащего лед, могло развиваться по катастрофическому сценарию с изменением его структуры, состава и целостности только в случае, если оно началось в первый миллион лет. А процесс формирования тела, не содержащего лед, по катастрофическому сценарию не мог развиваться вовсе, поскольку температура тела не могла превышать 2600 К даже при минимальном возрасте радиоактивного изотопа ^{26}Al .

О. Б. Шуко (ФГНУ «НИРФИ»); С. Ю. Савинов, С. Д. Шуко (НГТУ), R. Orosei, A. Coradini (INAF)

Разработан эффективный численный алгоритм прямого восстановления глубинного распределения комплексной диэлектрической проницаемости верхней коры Марса по данным дистанционного радиолокационного ЛЧМ зондирования (в диапазоне частот 1.9-4.8 МГц) с борта космического аппарата Mars Express (проект MARSIS). При этом верхняя кора Марса рассматривается как многослойная неоднородная в глубину структура с возможными включениями водяного льда и с шероховатой поверхностью. Исследовано влияние шероховатости, электрических потерь, дисперсии коэффициента отражения и потерь вещества коры на точность восстановления диэлектрической проницаемости.

О. Б. Щуко (ФГНУ «НИРФИ»); Д. В. Каташов, В. И. Турчин (ИПФ РАН); R. Orosei (INAF)

Рассмотрен процесс накопления ледяной массы воды в полярных зонах Марса за время прецессионного периода.

Построена двухмерная модель сезонного энергетического баланса поверхности Марса, объединенная с моделью сезонного распределения CO_2 и H_2O в атмосфере и полярных шапках планеты. В этой модели учитываются меридиональный перенос тепла и воздушных масс в атмосфере, конденсация и испарение углекислого газа и водяного пара, адсорбция их в реголите, при этом рассматривается суточный цикл инсоляции и связанное с ним прогревание и выхолаживание грунта.

Выполнен анализ влияния изменения наклона оси вращения планеты за время прецессионного цикла на формирование постоянной (в течение тысячелетий) полярной шапки на одном из полюсов планеты и на исчезновение ее в летнее время на другом полюсе. Такой процесс предотвращает полное вымораживание водяных паров из атмосферы и сопровождается накоплением водяного снега в постоянной полярной шапке. Выполнены оценки возможной массы этого снега.

В. И. Алешин

**Результаты,
рекомендованные Ученым советом
в Научный совет РАН по астрономии
секции Общей физики и астрономии
отделения Физических наук РАН**

3. Солнце

Анализ наблюдаемого распределения радиояркости вдоль вспыхивающих микроволновых петель показывает, что существуют два предельных типа распределений: 1) с максимумом в вершине петли и 2) с максимумами вблизи оснований. Моделирование распределения электронов на основе численного решения уравнения Фоккера-Планка выявило следующие варианты, позволяющие объяснить наблюдаемые типы распределений. Первый тип реализуется в случае инжекции электронов в вершине петли. При этом электроны должны иметь либо изотропное, либо анизотропное поперек магнитного поля пичч-угловое распределение. Второй тип реализуется в случаях: а) инжекции электронов с похожим пичч-угловым распределением, но не в вершине, а вблизи основания петли; б) инжекции в вершине, но с распределением электронов, анизотропным вдоль магнитного поля. *

***В. Ф. Мельников, С. П. Горбиков, В. Э. Резникова (ФГНУ НИРФИ),
К. Шибасаки (NAOJ NRO, Япония)***

Основные публикации:

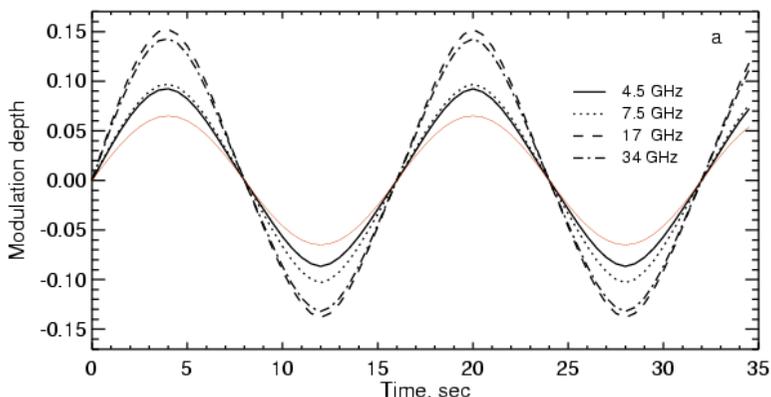
Мельников В. Ф., Горбиков С. П., Резникова В. Э., Шибасаки К. Распределение релятивистских электронов в солнечных вспыхивающих петлях. - Известия РАН. Серия Физическая. 2006, Т. 70, No.10, СС.1472-1474.

Горбиков С. П., Мельников В. Ф. Численное решение уравнения Фоккера-Планка в задачах моделирования распределения частиц в солнечных магнитных ловушках. - Математическое моделирование. – 2007, Т.19, №2, СС.112-123

* Результат направлен также в Научный совет РАН по физике солнечно-земных связей.

На основе вейвлет анализа вариаций интенсивности микроволнового излучения во время солнечной вспышки, наблюдавшейся радиогелиографом NoRH (Япония) на частотах 17 и 34 ГГц и радиоспектрометром обсерватории RMO (Китай) на частотах 4.5-7.5 ГГц, установлено, что сигналы содержат периодичность со средним периодом 15 с и синфазным поведением на частотах выше и ниже частоты спектрального максимума. Модельные расчеты модуляции гиросинхротронного излучения радиальными быстрыми магнитозвуковыми колебаниями показали, что синфазное поведение пульсаций на высоких ($f > f_{peak}$) и низких ($f < f_{peak}$) частотах реализуется только при высокой плотности плазмы ($n_0 \sim 10^{11} \text{ см}^{-3}$), когда низкочастотный завал спектра обусловлен не самопоглощением, а эффектом Разина. *

*В. Э. Резникова, В. Ф. Мельников (ФГНУ «НИРФИ»),
Г. Л. Хуанг, И. Н. Су (РМО, Нанкин, Китай)*



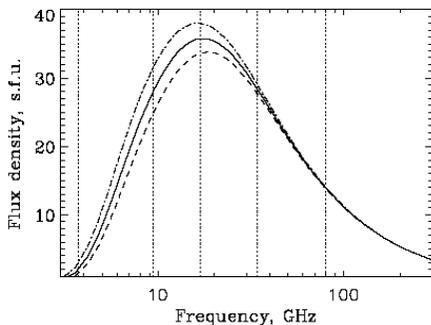
На рисунке показана глубина модуляции излучения, модулируемого радиальной волной с периодом 16 с и амплитудой 6% как функция времени на частотах 4.5 ГГц (сплошная жирная кривая), 7.5 ГГц (точечная кривая), 17 ГГц (пунктир) и 34 ГГц (штрих-пунктир), рассчитанная для случая сильного подавления Разина. Модулирующая волна показана тонкой линией.

* Результат направлен также в Научный совет РАН по физике солнечно-земных связей.

Показано, что гиротронное излучение нетепловых электронов может эффективно модулироваться медленными магнитозвуковыми (ММЗ) колебаниями корональных магнитных петель. Это возможно в случае повышенной плотности плазмы, когда становится существенным подавление гиротронного излучения из-за эффекта Разина. Установлено, что модуляция излучения происходит в противофазе с модуляцией плотности в звуковой волне. При этом наблюдаемая глубина модуляции может в несколько раз превышать глубину модуляции плотности. Эффект более выражен на низких частотах. Показано, что наблюдения с пространственным разрешением и соответствующий анализ частоты модуляции микроволнового излучения являются достаточными для получения информации, необходимой для идентификации ММЗ-моды колебаний вспышечной петли. *

В. Ф. Мельников (ФГНУ «НИРФИ»),

В. М. Накаряков (Университет Уорвика, Великобритания)



На рисунке приведены микроволновые спектры гиротронного излучения, модулируемого медленной магнитоакустической волной. Сплошная линия соответствует невозмущенной плотности плазмы, пунктир – увеличенной на 5% и штрих-пунктир – уменьшенной на 5%.

Основные публикации:

Nakariakov V.M., Melnikov V.F. Modulation of gyrosynchrotron emission in solar and stellar flares by slow magnetoacoustic oscillations. – A&A - 2006, V.446, pp.1151-1156.

* Результат направлен также в Научный совет РАН по физике солнечно-земных связей.

Проведены модельные расчеты ожидаемых характеристик интегрального спектра теплового циклотронного излучения активной области на Солнце, содержащей корональную петлю. В качестве трехмерной модели петли рассмотрен горячий тор. Показано, что спектр излучения относительно тонкой петли содержит циклотронные линии на длинах волн, соответствующих гармоникам электронной гирочастоты, отвечающих магнитному полю в горячей петле; спектр относительно толстой петли имеет один обобщенный максимум, смещенный в сторону длинных волн от максимума фонового источника. Показано также, что при определенных соотношениях между параметрами петли и окружающей короны имеет место смена знака круговой поляризации по диапазону.*

О. А. Шейнер (ФГНУ «НИРФИ»); Е. Я. Злотник (ИПФ РАН); Т. И. Кальтман (САО РАН)

Для рассмотрения возможного вклада теплового циклотронного излучения горячей корональной петли в наблюдаемое излучение активных областей на Солнце проведены модельные расчеты ожидаемых яркостных температур излучения. При этом для расчетов выбрано магнитное поле с силовыми линиями и линиями равной напряженности в виде полукругностей и трехмерная модель петли в виде тора с повышенной внутри него температурой. Получены ожидаемые распределения яркостной температуры по оси петли на различных длинах волн микроволнового диапазона при разных параметрах петли (концентрации электронов, положении петли на диске), а также зависимость яркостной температуры от длины волны в фиксированных точках источника. Расчеты трехмерной модели подтвердили, что для достаточно тонкой петли зависимость яркостной температуры от длины волны может иметь два или более максимума, соответствующие так называемым циклотронным линиям. Кроме того, отличительной особенностью полученных спектров является инверсия знака поляризации по диапазону частот, вызванная переходом излучающих гирорезонансных уровней в область с отрицательным градиентом температуры. Для сравнения с реально наблюдаемыми источниками микроволнового излучения проведены расчеты потоков обычного и необыкновенного излучения активной области, содержащей горячую петлю, в рамках трехмерной модели горячего тора. Показано, что интегральный спектр излучения тонкой петли содержит циклотронные линии на длинах волн, соответствующих гармоникам электронной гирочастоты, отвечающих магнитному полю в горячей петле; спектр относительно толстой петли имеет один обобщенный максимум, смещенный в сторону длинных волн от максимума фонового источника, и при определенных соотношениях между параметрами петли и окружающей короны в некотором интервале частот может иметь место эффект инверсии поляризации по диапазону.

Злотник Е. Я., Кальтман Т. И., Шейнер О. А. Тепловое циклотронное излучение горячих корональных петель и особенности поляризационной структуры источников солнечного микроволнового излучения. Письма в АЖ. 2007. Т.33, №3, С.196-209; №5.

* Результат направлен также в Научный совет РАН по физике солнечно-земных связей.

Показано существование предопределяющих процессов на временном интервале, охватывающем 2-3 суток до начала мощных солнечных событий, их непрерывность и развитие по наблюдениям радиоизлучения в режиме мониторинга в январе 2005 г. Динамика процессов включает: возрастание долгопериодных (≥ 20 мин) пульсаций на указанном интервале перед мощными солнечными вспышками, возникновение и изменение спектрального состава предвестников на 2-х часовом интервале перед событиями, увеличение амплитуды периодических (14-22 с) компонент микроволнового излучения непосредственно (≤ 25 мин) перед мощными вспышками. *

О. А. Шейнер, В. М. Фридман, Ю. В. Тихомиров, С. Д. Снегирев, М. С. Дурасова, Т. С. Подстригач

Данные результаты получены при исследовании поведения радиоизлучения Солнца во время событий января 2005г. Анализ основан на данных наблюдений, проводимых в режиме мониторинга в Радиоастрономической обсерватории ФГНУ «НИРФИ» «Зименки».

Основные публикации:

Durasova M.S., Fridman V.M., Podstrigach T.S., Sheiner O.A., Snegirev S.D., Tikhomirov Yu.V. Dynamic of Electromagnetic Emission during the Period of Solar Extreme Events // International Symposium "Solar Extreme Events: Fundamental Science and Applied Aspects" (Nor-Amberd, Armenia 26-30 September 2005). 2006. P.51-54.

* Результат направлен также в Научный совет РАН по физике солнечно-земных связей.

Показаны совпадение и одновременность периодов ($T \geq 20$ мин) флуктуаций Н-компоненты магнитного поля Земли и рентгеновского излучения Солнца на основе сравнения спектров для солнечных вспышек января 2005 года. Это может являться свидетельством связи волновых процессов на предвспышечной стадии. *

Н. В. Мальцева, С. Д. Снегирев, В. М. Фридман, О. А. Шейнер

Выводы сделаны на основе анализа данных магнитного поля Земли и данных о рентгеновском излучении со спутников GOES для периодов мощных солнечных событий января 2005 г.

Основные публикации:

Снегирев С.Д., Фридман В.М., Шейнер О.А., Мальцева Н.В. Рост долгопериодных пульсаций магнитного поля Земли в периоды, предшествующие мощным солнечным вспышкам // «Экспериментальные и теоретические исследования основ прогнозирования гелиогеофизической активности». Труды Всероссийской конференции. 10-15 октября 2005 г. Троицк, Московской обл. СПб, 2006. (ISBN 5-9651-0221-6). С. 305-310.

* Результат направлен также в Научный совет РАН по физике солнечно-земных связей.

Предложен усовершенствованный способ прогноза солнечных вспышек – двухчастотный критерий «нормальных» долготных зон», как развитие одночастотного модифицированного критерия Танаки-Эноме с использованием радиогелиографических данных на двух частотах микроволнового диапазона.

Критерий основан на учёте отличия эволюционных эффектов в активной области (АО) от «геометрических», наблюдающихся при «нормальном», невспышечном прохождении АО по диску Солнца: явлении смены знака круговой поляризации в квазиперечных магнитных полях короны АО и проявлений направленности циклотронного излучения, которые должны быть вычтены при учёте непотенциальной добавки магнитной энергии, способной приводить к мощным вспышкам. *

И. А. Бакунина, С. Д. Снегирев (ФГНУ «НИРФИ»); Г. Я. Смольков (ИСЗФ СО РАН)

* Результат направлен также в Научный совет РАН по физике солнечно-земных связей.

Продолжены непрерывные наблюдения солнечной активности на Радиоастрономической станции ФГНУ «НИРФИ» «Зименки». Ежемесячные сводки данных рассылаются по электронной почте заинтересованным организациям (МЦД и др.), доступны через сеть Internet на веб-странице РАС ФГНУ «НИРФИ» «Зименки» http://solar.nirfi.sci-nnov.ru/RAS_Zimenki/solar_observations.html *

Т. С. Подстригач, Н. К. Горячев, С. П. Ивакин, Е. Ивакина, З. А. Мельникова, В. Ф. Мельников

Радиоастрономическая станция ФГНУ «НИРФИ» «Зименки», организованная Постановлением СМ СССР в 1966г., является головной в стране по Службе Солнца в радиодиапазоне. В РАС «Зименки» проводятся патрульные наблюдения общего потока радиоизлучения Солнца с высокой чувствительностью и стабильностью – $\square\tau$ (3 см) = 0.05сек, τ (10 см) = 0.2 сек – мониторинг солнечной активности;

Характеристики радиотелескопов РАС «Зименки» приведены в Таблице.

Диаметр антенны, м	1 ($\lambda=3$ см)	2 ($\lambda=10$ см)	4 ($\lambda=33$ см)	4 ($\lambda=50$ см)
Ширина диагр. напр., град	2.5	3.5	5.5	8
Пост. времени, сек	1 и 0.05	1 и 0.2	1	1
Порог чувствит., 1сеп (10^{-22} Вт/м ² Гц)	3–4	2–3	2	2
Общий динамический диапазон изм., дБ	104	104	104	104

* Результат направлен также в Научный совет РАН по физике солнечно-земных связей.

**Результаты,
рекомендованные Ученым советом
в Научный совет РАН по астрономии
секции Общей физики и астрономии
отделения Физических наук РАН
5. Внегалактическая астрономия**

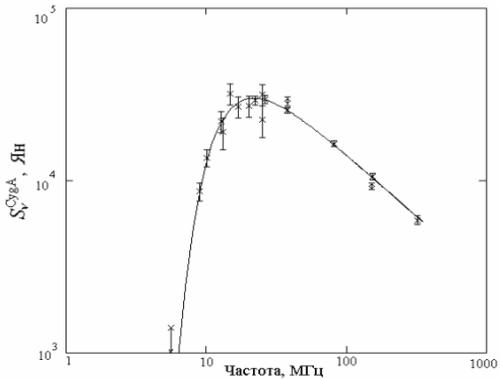
Путем анализа данных опубликованных результатов измерений плотности потока излучения Лебеда А в метровом и декаметровом диапазонах длин волн и известных механизмов низкочастотного “завала” радиоспектра синхротронного источника выявлено, что спектр радиоизлучения этой радиогалактики объясняется в рамках модели прозрачного источника со степенным спектром $\nu^{-\alpha}$, наблюдаемого через поглощающий плазменный экран (межзвездная среда Галактики). Плотность потока радиоизлучения Лебеда А в указанных диапазонах описывается следующей аппроксимационной формулой

$$S_{\nu} = S_0 \nu^{-\alpha} e^{-\frac{\alpha}{2.1} \left(\frac{\nu_{\max}}{\nu} \right)^{2.1}},$$

где плотность потока S_{ν} в Ян, частота ν в МГц, $S_0 = 3.835 \cdot 10^5$ Ян, спектральный индекс $\alpha = 0.718$, частота максимума спектра $\nu_{\max} = 21.713$ МГц ($\chi^2 = 6.9$ при $n=15$).

Е. Н. Виняйкин

На рисунке приведен спектр излучения Лебеда А в метровом и декаметровом диапазонах. Измеренные значения плотности потока излучения радиисточника показаны косыми крестиками (из литературы), а аппроксимация его спектра в модели прозрачного источника за поглощающим экраном, рассчитанная по



приведенной формуле – сплошной линией. Верхний предел на частоте 5.6 МГц (Ю.В. Токарев, 1996) показан крестиком со стрелкой вниз. Ромбиками обозначены значения плотности потока излучения Кассиопеи А на частотах 38 и 151.5 МГц на эпоху 2005.5.

Основные публикации:

Виняйкин Е. Н., *Астроном. журнал*. 2006. т.83, №2, с.168-176

**Результаты,
рекомендованные Ученым советом
в Научный совет РАН по астрономии
секции Общей физики и астрономии
отделения Физических наук РАН
10 Оптические телескопы и приборы**

Решена задача поиска глобальных минимумов многопараметрических функционалов с нелинейными ограничениями применительно к расчетам схем зеркальных оптических объективов.

Разработаны математические алгоритмы и программы, позволившие получить схемы зеркальных объективов, превосходящие по своим характеристикам (угловое разрешение, угловое поле, светосила) ранее известные. *

*И. Е. Кожеватов, Н. П. Черагин, Е. Х. Куликова (ФГНУ НИРФИ»);
Е. А. Руденчик (ИЗМИРАН)*

Существующие на сегодняшний день оптические материалы, в силу ограничений по пропусканию и дисперсии, не позволяют создать линзовые объективы, способные работать во всем оптическом диапазоне.

Оптические объективы на основе зеркальных элементов практически не обладают хроматизмом и дают возможность получать изображения во всем оптическом диапазоне длин волн от крайнего ультрафиолета (0,2 мкм) до дальнего инфракрасного диапазона (> 10 мкм). Однако известные на сегодняшний день схемные решения не способны конкурировать по своим геометрическим aberrациям с линзовыми схемами.

Полученные в результате применения новых алгоритмов схемы зеркальных объективов, обладая полным ахроматизмом, не уступают линзовым по их aberrационным свойствам и светосиле.

Созданная на базе расчетов экспериментальная серия зеркальных объективов позволила подтвердить результаты расчетов, что открывает путь к созданию сверхширокополосных оптических объективов различного назначения.

* Результат направлен также в Научный совет РАН по оптике и лазерной физике.

**Результаты,
рекомендованные Ученым советом
в Научный совет РАН по астрономии
секции Общей физики и астрономии
отделения Физических наук РАН
11 Радиотелескопы и методы**

Разработана методика определения параметров вращения объектов «космического мусора» при РСДБ-локации: периода, направления оси и стабильности параметров вращения объекта. При анализе данных экспериментов 2003-2006 г.г. по радиолокации нескольких объектов монохроматическим сигналом радиолокатора РТ-70 (Евпатория, НЦУИКС, Украина) на частоте 5010.024 МГц при приеме излучения РСДБ-комплексом, включающим радиотелескопы в Медвежьих Озерах (РТ-64, ОКБ МЭИ, Россия), Ното (РТ-32, Италия) и Урумчи (РТ-25, Китай), определены период вращения КА "Радуга-9", "Горизонт-3", "Протон", направление оси и наличие прецессии оси вращения.

А. А. Антипенко, А. Ф. Дементьев, Н. А. Дугин, М. Б. Нечаева

Разрабатывалась методика определения периода, направления и наличия прецессии оси вращения объекта на примере обработки данных эксперимента VLBR 03.1 (2003 г.). Анализировались результаты локации нескольких объектов монохроматическим сигналом радиолокатора РТ-70 (Евпатория, НЦУИКС, Украина) на частоте 5010.024 МГц при приеме излучения РСДБ-комплексом, включающим радиотелескопы в Медвежьих Озерах (РТ-64, ОКБ МЭИ, Россия), Ното (РТ-32, Италия) и Урумчи (РТ-25, Китай).

По результатам спектральной обработки, выполненной в ФГНУ «НИРФИ», определены периоды вращения нескольких исследуемых объектов (КА "Радуга-9", "Горизонт-3", фрагмент ракетоносителя "Протон"). Показано, что прием рассеянного сигнала с различных направлений позволяет исключить неопределенность в измерении периода вращения, вызываемую наличием симметрично отражающих плоскостей. При введении дополнительного временного сдвига сигнала одного пункта относительно другого при кросскорреляционной обработке обнаружено последовательное смещение максимумов спектров, измеренных на различных базах интерферометрического комплекса. Это обстоятельство позволило провести расчет направления оси вращения лоцируемых объектов.

Основные публикации:

Дугин Н. А., Дементьев А. Ф., Нечаева М. Б., Антипенко А. А., Молотов И. Е., Агапов В. М., Коноваленко А. А., Горшенков Ю. Н., Харламов Г. Ю., Туккари Дж., Лю Ш., Обработка РСДБ-данных и определение характеристик объектов космического мусора при их локации монохроматическим излучением. //Труды Всероссийской конференции "РСДБ-2012" для астрометрии, геодинамики и астрофизики" (РСДБ-2012), С-Пб, 2006. СПб.: ИПА РАН, 2007. (принято в печать)

Разработан лабораторный образец 256-канального регистратора, накопителя радиосигналов пульсаров, использующий последовательно-параллельный принцип обработки, с временным разрешением 3 мкс. Устройство создано на базе цифровых сигнальных процессоров с тактовой частотой 160 МГц и интерфейса USB, обеспечивающего высокую достоверность передачи данных.

Ю. И. Белов, А. Г. Серкин, С. О. Черникова

256- канальный регистратор-накопитель радиосигналов пульсаров является высокоскоростным устройством (скоростной регистратор-накопитель – СРН-256). Этот прибор предназначен для работы в системе пульсарного приемника, работающего на частоте 1400 МГц. СРН-256 производит регистрацию, накопление и запись на жесткий диск хост-компьютера сигналов 256 аналоговых каналов, используя внешнюю опорную тактовую частоту 5 МГц и импульс начала периода наблюдаемого пульсара. Обмен информацией между СРН-256 и хост-компьютером происходит по стандартной шине USB. Программное обеспечение работает в операционной среде Windows 98/XP.

Регистратор-накопитель имеет следующие технические характеристики:

- Количество аналоговых каналов 256
- Ширина полосы частот канала 250 кГц
- Диапазон напряжений входного сигнала –3 В до + 3 В
- Разрядность АЦП 6 бит
- Минимальный период выборки из сигнала в канале 2 мкс
- Программно выбираемые периоды выборки 2, 3, 6, (3×2ⁿ) до 24576 мкс
- Число точек накопления в одном канале до 1024
- Число циклов накопления до записи на жесткий диск 512000
- Время обмена с хост-компьютером после накопления 4 с
- Обмен происходит по интерфейсу, совместимому с USB 2.0.
- Запуск накопления – по сигналу от программируемого синтезатора периода
- Опорная тактовая частота системы 5 МГц
- Встроенный имитатор обеспечивает проверку регистратора-накопителя на постоянных и импульсных сигналах
- Питание: сеть переменного тока напряжением (220 ± 22) В, частотой (50 ± 0,5) Гц
- Время непрерывной работы блока регистратора накопителя не ограничено. Время непрерывной работы системы при емкости жесткого диска 80 гигабайт и 3-х минутных накоплениях составит более 3000 часов.

**Результаты,
рекомендованные Ученым советом
в Научный совет РАН по акустике
секции Общей физики и астрономии
отделения Физических наук РАН**

Разработан односкважинный акустический метод определения коэффициента фильтрации в продуктивном коллекторе добычной скважины в процессе подземного выщелачивания редких металлов.

Д. А. Касьянов, Г. М. Шалашов

Метод основан на факте зависимости скорости реакции растворения от амплитуды наложенного акустического поля. В методе используются фокусирующие скважинные преобразователи способные фокусировать акустическое поле в заданной зоне около скважинной области. В областях с максимальным акустическим полем скорость растворения полезного компонента увеличивается и повышается его концентрация в фильтрующемся растворе. Таким образом, в стационарном режиме фильтрации её скорость можно определить по временной отметке появления экстремума концентрации полезного компонента в откачиваемом растворе.

Основные публикации:

Касьянов Д.А., Шалашов Г.М. Об опыте акустического воздействия на процесс подземного выщелачивания редких металлов, Акустические измерения. Геоакустика. Электроакустика. Ультразвук. Сборник трудов XI сессии Российского акустического общества. Т.2.- М.: ГЕОС, 2001, с. 121-125.

Касьянов Д. А. Цилиндрическая зонная линза // Изв. вузов. Радиофизика. 2000. № 9.С. 782-792.

Касьянов Д.А., Шалашов Г.М. Фокусирование расходящихся цилиндрических волн и перспективы скважинной акустики, Изв. вузов. Радиофизика, 2002, т.45, №2, с.170-186

Касьянов Д.А. О работе протяжённой пьезокерамической антенны в скважине, Изв. Вузов. Радиофизика, 2003, т.46, №2, с.111-122.

Касьянов Д.А. Об оптимальном типе фокусирующей скважинной антенны, Акустический журнал, 2007, т. 53, №2, С.274-284.

**Результаты,
рекомендованные Ученым советом
в Совет по проблемам обработки
изображений при Президиуме РАН**

Разработан метод уточнения положения лица, использующий шаблон, набранный по базе данных, содержащей 300 изображений лиц 120 разных людей; для уменьшения числа сравниваемых вариантов использовались генетические алгоритмы. Метод реализован программно в виде подсистемы уточнения области лица и встроен в созданную авторами ранее систему распознавания лиц. Показано, что в случае использования подсистемы уточнения положения лица, ошибка распознавания может быть уменьшена в несколько раз. *

Н. С. Беллюстин совместно с ИПФ РАН

* Результат направлен также в Научный совет РАН по нелинейной динамике.

Разработана и реализована программно система тестирования распознающих биометрических модулей, соответствующих стандарту BioAPI. Проведено апробирование системы на нескольких биометрических модулях, разработанных с участием авторов. *

Н. С. Беллюстин совместно с ИПФ РАН

* Результат направлен также в Научный совет РАН по нелинейной динамике.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФГНУ «НИРФИ»
ЗА 2006 ГОД

Оригинал-макет подготовлен
в Редакционно-издательском отделе ФГНУ «НИРФИ»

Подписано в печать 20.03.07. Формат 60x84/16
Бумага писчая. Объем 3,1 усл.п.л.
Тираж 50. Заказ 5567

Отпечатано в ФГНУ «НИРФИ».
603950 Н.Новгород, ул. Б.Печерская, 25