

Научно- исследовательский радиофизический институт



Результаты научной деятельности
ФГНУ НИРФИ
за 2007 год

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

Препринт № 521

Результаты научной деятельности ФГНУ НИРФИ
за 2007 год

Нижний Новгород

2008

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФГНУ «НИРФИ»
ЗА 2007 ГОД

// Препринт №521. – Нижний Новгород: ФГНУ НИРФИ, 2008. –
с.48

УДК 501

В препринте приведены итоги работы ФГНУ НИРФИ в
2007 году.

© Научно-исследовательский радиофизический институт, 2008



В препринте изложены основные результаты деятельности федерального государственного научного учреждения “Научно-исследовательский радиофизический институт” в 2007 году.

В истекшем году один из старейших сотрудников института профессор, доктор технических наук А. А. Горбачев избран академиком Российской академии естественных наук (РАЕН).

Три сотрудника института д. ф.-м. н. С. В. Поляков, к. ф.-м. н. С. А. Пелюшенко, д. ф.-м. н. С. Д. Снегирев награждены почетным значком «Почетный радист», двенадцать сотрудников – Почетной грамотой Российского НТОРЭС им. А. С. Попова, шесть сотрудников награждены Почетной грамотой ФГНУ НИРФИ.

Лаборант отдела №3, студент 3 курса радиофизического факультета Нижегородского госуниверситета им Н. И. Лобачевского С. А. Кузнецов признан лауреатом и награжден премией для поддержки талантливой молодежи в рамках Приоритетного национального проекта «Образование».

Инженер отдела № 5 М. С. Дерябин, аспирант, получил диплом за лучший доклад молодого специалиста на XIX Сессии Российского Акустического общества.

Итоги научной деятельности

В 2007 г. в ФГНУ НИРФИ выполнялись 54 НИР, из них 1 – по тематическому плану, 1 – по госконтракту с Роснаукой от 18 апреля 2007 г. № 02.518.11.7067 в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы» (мероприятие 1.8 Программы по теме «Развитие технологий мониторинга верхней атмосферы Земли с использованием уникальной установки СУРА по активному

зондированию окружающей среды» (шифр 2007-7-1.8-00-05-046), 22 – по грантам РФФИ, 30 – по хозяйственным договорам.

При выполнении работ по тематическому плану 2007 года получены следующие основные результаты:

1. Разработаны основы радиогелиографического двухчастотного метода краткосрочного прогноза вспышечной активности Солнца с использованием данных двух радиогелиографов сантиметрового диапазона, работающих с перекрытием по времени на частотах 5,7 ГГц (Сибирский Солнечный Радиотелескоп, Бурятия (ССРТ)) и 17 ГГц (Радиогелиограф в Нобеяма, Япония (NoRH)).
2. Предложен и экспериментально опробован новый метод определения электронной концентрации на высотах E -области ионосферы, основанный на создании искусственных периодических неоднородностей (ИПН) с двумя разными масштабами путем использования двух достаточно разнесенных нагревных частот.
3. Продолжено создание методов и технологий микроволновой дистанционной диагностики состояния атмосферы. Развиваемый метод дистанционной диагностики состояния атмосферы основан на одновременных измерениях первого и второго параметров Стокса излучения на двух разнесенных длинах волн миллиметрового диапазона в окнах прозрачности атмосферы (3 и 8 мм) и решения соответствующей обратной задачи.
4. Предложен и разработан радиофизический метод поляризационно-корреляционных измерений интенсивностей излучений взволнованной морской поверхности и атмосферы для диагностики физических параметров морской поверхности и энергетических обменных процессов в системе море-атмосфера, основанный на совместных измерениях собственного излучения морской поверхности в сантиметровом и инфракрасном (ИК) диапазонах длин волн.
5. Предложен и развит метод дистанционного мониторинга техногенных разливов нефти, основанный на поляризационных контрастах при измерениях характеристик микроволнового радиоизлучения водной поверхности в условиях неоднородной облачности.

6. Получили дальнейшее развитие практические приложения разработанного радиоастрономического метода малоракурсной томографической реконструкции, имеющего практическое значение при решении фундаментальных и прикладных задач в различных областях.
7. Продолжены исследовательские и технические работы по созданию современной системы Пульсарной шкалы времени, основанной на приеме и обработке сигналов пульсаров и предназначенной для координатно-временного навигационного обеспечения страны, особенно для космической навигации при полетах автоматических межпланетных станций в окосолнечном пространстве.

Сотрудниками института защищены:

а) 2 диссертации на соискание степени доктора физико-математических наук :

- Н. А. Дугин «Разработка методов и устройств для высокоточных измерений в радиоастрономии и радиоинтерферометрии»
- Е. Н. Мясников «Квазистатическая турбулентность плазмы верхней ионосферы при искусственных и естественных возмущениях»

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

И. А. Бакунина «Развитие радиогелиографического метода краткосрочного прогноза солнечных вспышек»

По итогам года 5 результатов направлены в годичный отчет РАН и 22 результата в Научные советы РАН. Эти результаты вошли в содержание данного препринта.

На основе реализации результатов поисковых и прикладных НИОКР по приоритетным направлениям науки, технологий и техники и критическим технологиям федерального уровня произведено 6 наименований научно-технической продукции.

В 2007 году изданы:

а) монография:

О. И. Яковлев, В. П. Якубов, В. П. Урядов, А. Г. Павельев
«Распространение радиоволн». Учебник для вузов. Под
редакцией О.И.Яковлева. Издательство – ЛКИ, Москва.)

б) сборник работ

“Нелинейная радиолокация” часть 3, 2007 г. (под ред
А. А. Горбачева)

Опубликовано 90 статей в российских и зарубежных журналах,
сделано более 90 докладов на конференциях и симпозиумах,
опубликовано 83 тезиса докладов и издано 3 препринта.

В 2007 году институт принимал участие в организации VI
Российской конференции по атмосферному электричеству (1–7 октября
2007 г., Нижний Новгород).

Сотрудники института принимали участие в 29 российских и
зарубежных конференциях.

26 сотрудников института занимаются учебной и преподавательской
работой в вузах и техникумах Нижнего Новгорода.

В 2007 г. ФГНУ НИРФИ заключил Генеральные соглашения с двумя
ведущими вузами Нижнего Новгорода по организации научно-
образовательных консорциумов (НОК)

а. **«Радиофизические методы исследования окружающей среды»**
Государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования «Нижегородский
государственный университет» и федерального государственного
научного учреждения «Научно-исследовательский
радиофизический институт».

б. **«Использование радиофизических методов в практике создания
новых приборов и систем»** Государственного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный технический университет» и
федерального государственного научного учреждения «Научно-
исследовательский радиофизический институт».

Отдел аспирантуры проводил образовательную деятельность (10
аспирантов и соискателей) в сфере послевузовского
профессионального образования по специальностям: астрофизика и
радиоастрономия (01.03.02), приборы и методы экспериментальной
физики (01.04.01), радиофизика (01.04.03).

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

Предложен, разработан и экспериментально проверен новый метод определения электронной концентрации на высотах E -области ионосферы, основанный на создании искусственных периодических неоднородностей с помощью мощных радиоволн на двух разнесенных частотах и определении отношения времен релаксации искусственных неоднородностей.*

В. В. Беликович, Н. В. Бахметьева, А. В. Толмачева

В ФГНУ НИРФИ разработана группа методов диагностики ионосферы и атмосферы с помощью искусственных периодических неоднородностей (ИПН). ИПН формируются в поле мощной стоячей волны, возникающей в результате интерференции двух волн: вертикально излучаемой мощным передатчиком и отраженной от ионосферы. Пространственный масштаб периодической структуры равен длине стоячей волны L . При выключении мощного передатчика происходит релаксация ИПН. В E -области время релаксации τ определяется коэффициентом амбиполярной диффузии плазмы D_α и длиной стоячей волны L : $\tau = (K^2 D_\alpha)^{-1}$, $K = 2\pi / L$.

Учитывая, что масштаб ИПН зависит от коэффициента преломления среды, предложен новый способ определения электронной концентрации. На заданной высоте отношение времен релаксации ИПН, создаваемых волнами с частотами f_1 и f_2 , равно отношению рабочих частот и соответствующих коэффициентов преломления n_1 и n_2 :

$$\theta = \frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{k_2^2}{k_1^2} = \frac{\lambda_1^2}{\lambda_2^2} = \frac{f_2^2}{f_1^2} \cdot \frac{n_2^2}{n_1^2}.$$

Это соотношение определяет концентрацию плазмы. Расчеты показали, что при создании ИПН волнами с частотами $f_1 = 5,6$ МГц и $f_2 = 4,7$ МГц электронная концентрация может быть определена в пределах 10^4 – $2 \cdot 10^5$ см⁻³.

Экспериментальная проверка нового метода была произведена в 2006–2007 гг. на стенде СУРА. Создание периодической структуры и ее локация осуществлялись на указанных частотах волнами необыкновенной поляризации, которые излучались поочередно.

* Результат направлен также в Научный совет РАН по распространению радиоволн

Разработан алгоритм и созданы программы для расчета высотного профиля электронной концентрации $N(z)$. Получены профили $N(z)$ для 4.10.2006 г. и 30.03.2007 г. Высотный интервал определения $N(z)$ составил около 10 км (100–110 км). Ограничение по высоте сверху не является принципиальным. Оно обусловлено параметрами оборудования, которые могут быть улучшены. Ограничение снизу связано с приближением к высоте турбопаузы, на которой турбулентная диффузия начинает преобладать над амбиполярной диффузией, и предложенный метод нахождения $N(z)$ -профиля становится неприменимым. Погрешность определения профиля электронной концентрации данным способом не превышает 10 %.

Новый двухчастотный метод определения высотного профиля электронной концентрации, разработанный сотрудниками ФГНУ НИРФИ, не имеет зарубежных аналогов и является очередным шагом в создании комплекса дистанционного исследования верхней атмосферы с помощью ИПН на высотах 60-140 км.

Основные публикации:

Беликович В. В., Бахметьева Н. В., Калинина Е. Е., Толмачева А. В. Новый способ определения электронной концентрации в E-области ионосферы по временам релаксации искусственных периодических неоднородностей. // Изв. вузов. Радиофизика. 2006. Т.49. № 9. С. 744-751.

Беликович В. В., Вяхирев В. Д., Калинина Е. Е. Исследования области D ионосферы методами частичных отражений и рассеяния радиоволн на искусственных периодических неоднородностях. // Геомагнетизм и аэронавигация 2007.Т 47. № 1. С. 76-79.

Фролов В. Л., Бахметьева Н. В., Беликович В. В., Вертоградов Г. Г., Вертоградов В. Г., Комраков Г. П., Котик Д. С., Митяков Н. А., Поляков С. П., Рапопорт В. О., Сергеев Е. Н., Терещенко Е. Д., Толмачева А. В., Урядов В. П., Худукон Б. З. Модификация ионосферы Земли мощным КВ радиоизлучением // УФН. 2007. № 3. С. 330-340. ISSN 0042-1294.

Бахметьева Н. В., Беликович В. В., Каган Л. М., Понятов А. А., Толмачева А. В. Исследование атмосферы Земли методом резонансного рассеяния радиоволн на искусственных периодических неоднородностях ионосферной плазмы // Вестник РФФИ, 2007, вып. 3(53). С. 8-35. ISSN 1605-8070

Бахметьева Н. В., Беликович В. В. Воздействие на ионосферу Земли мощным КВ радиоизлучением: искусственные периодические неоднородности и спорадический слой E // Известия ВУЗов. Радиофизика. 2007. Т 50. № 8. С. 695-708.

Беликович В. В., Грач С. М., Караитин А. Н., Котик Д. С., Токарев Ю. В. Стенд "Сура": исследование атмосферы и космического пространства (обзор) // Известия ВУЗов Радиофизика. 2007. Т. 50. № 7. С. 545-576.

Экспериментально доказано, что при нагреве ночной F2-области ионосферы мощной радиоволной O-поляризации имеет место формирование искусственного дакта плотности плазмы во внешней ионосфере. Дакт характеризуется повышением в нем концентрации плазмы на 25–35 % по отношению к невозмущенному ее значению, имеет поперечные к геомагнитному полю размеры ~ 40 км и простирается от высоты отражения волны накачки до высот ~ 700 км и выше. В пределах дакта наблюдается значительное усиление интенсивности низкочастотных плазменных возмущений в диапазоне частот 10 Гц – 1 кГц.*

В. О. Рапопорт, В. Л. Фролов, Г. П. Комраков (ФГНУ НИРФИ), Г. А. Марков, А. С. Белов (ННГУ им. Н. И. Лобачевского), М. Парро, Дж. Л. Рош (LPCE/CNRS, Франция)

Эксперименты по нагреву F2-области ионосферы мощным КВ радиоизлучением стенда Сура с регистрацией плазменных возмущений на высоте ~ 700 км с помощью бортовой аппаратуры французского микро ИСЗ DEMETER выполнялись в 2005–2007 гг. Пример регистрации дакта приведен на рис. 1 (две верхние осциллограммы на панели левой колонки, относящиеся к плотности электронов и ионов O⁺). По результатам измерений было установлено, что избыток плотности ионной компоненты плазмы определяется более тяжелыми ионами O⁺, в то время как легкие ионы (He⁺ и H⁺) показывают в дакте дефицит плотности. Согласно всем полученным данным увеличение (уменьшение) плотности ионов O⁺ сопровождается уменьшением (увеличением) плотности ионов He⁺ и H⁺. Отличительной чертой дактов является присутствие в них значительно более высокого уровня флуктуаций СНЧ и ОНЧ электромагнитных полей в диапазоне частот от нескольких Гц до десятков кГц (см. рис. 1, панели в правых колонках, а также сонограмму на рис. 2). Из рис. 2 видно, что наличие дакта сопровождается появлением интенсивных флуктуаций электрического поля на частотах ≤ 2 кГц и появлением плазменных шумов в диапазоне частот от ~ 6 до ~ 16 кГц. При пролете ИСЗ через дакт также наблюдается уширение частотного спектра сигналов ОНЧ передатчиков: на рис. 2 наиболее сильно до ± 200 Гц для частоты ~ 18,1 кГц, небольшое уширение имеет место для частот ~ 14.9 и ~ 19.8 кГц.

* Результат направлен также в Научный совет РАН по распространению радиоволн

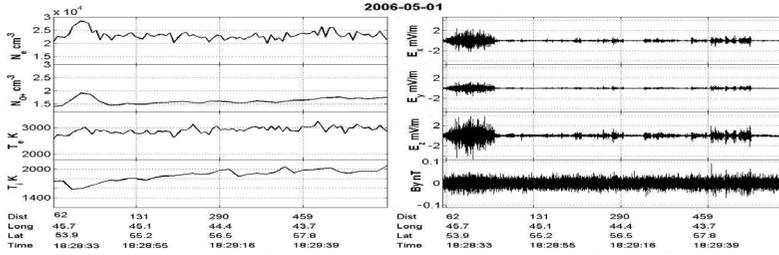


Рис. 1
2006-05-01

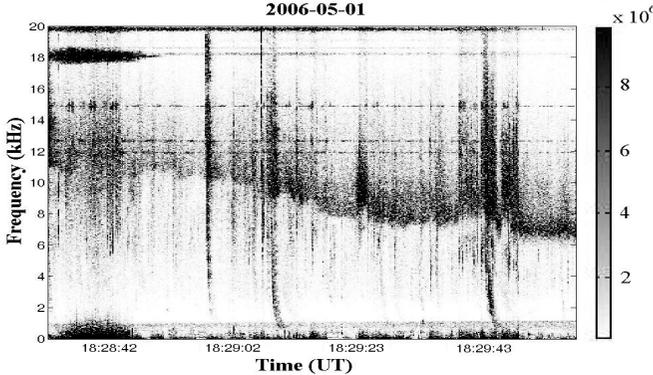


Рис. 2

Анализ всей совокупности полученных к настоящему времени данных позволяет определить экспериментальные условия, при которых наблюдалось появление дактов. Необходимо, чтобы нагрев ионосферы осуществлялся с достаточно высокой мощностью волны накачки ($P_{\text{эфф}} \geq 40$ МВт), при этом ее частота f_0 должна быть на $\sim 0.5\text{--}1$ МГц ниже критической частоты f_{0F2} . Отметим, что во всех экспериментах, когда f_0 была близка к f_{0F2} , формирование дакта не наблюдалось. Это может быть следствием просачивания излучаемой мощности за F2-область ионосферы в результате понижения (до 20–30%) плотности плазмы вблизи высоты отражения волны накачки, что, по сути, отвечает переходу к условию $f_0 > f_{0F2}$. В целях усиления генерации искусственной ионосферной турбулентности за счет «эффекта магнитного зенита» лучше использовать пучок мощных радиоволн, наклоненный в случае среднеширотного стенда Сура на угол $\sim 10\text{--}12^\circ$ на юг для $f_0 \approx 5$ МГц.

Основные публикации:

Рапопорт В. О., Фролов В. Л., Комраков Г. П., Марков Г. А., Белов А. С., Паро М., Рош Дж. Л. Некоторые результаты измерения характеристик электромагнитных и плазменных возмущений, индуцируемых во внешней ионосфере мощным КВ радиоизлучением стенда Сура. // Изв. вузов. Радиофизика, 2007. Т. 50(8), с.709–721.

Обнаружено явление нарушения спин-изомерного (орто/пара) равновесия атмосферного водяного пара по измерениям отношения интенсивностей излучения атмосферы в окрестностях орто- (22.2 ГГц) и пара- (183.3 ГГц) линий поглощения. Нарушение этого равновесия влечет за собой перераспределение интенсивностей всех линий атмосферного водяного пара по их орто- и пара- принадлежности. *

А. В. Троицкий, Ш. Д. Кутай, Н. Н. Ошарина

Молекула водяного пара H_2O в зависимости от ориентации спинов ядер водорода 1H может находиться либо в орто- (спины параллельны), либо в пара- (спины антипараллельны) состояниях. Каждому состоянию соответствует свой вращательный спектр. Переходы между орто- и пара- состояниями молекул запрещены и водяной пар является, по сути, смесью независимых орто- и пара- фракций. При нормальных условиях отношение содержания орто/пара молекул H_2O есть 3:1. Это – так называемое спин-изомерное равновесие.

Ранее нами обнаружен эффект спин-селективной адсорбции водяного пара, при котором имеет место существенное нарушение орто/пара равновесия H_2O при его адсорбции на поверхности адсорбента и последующего испарения с нее (9 и 2 соответственно вместо 3 при равновесии).

Водяной пар в атмосфере находится в нестационарных условиях вследствие процессов адсорбции и испарения в облаках, на поверхности аэрозолей, на земной поверхности. В процессе таких трансформаций, аналогичных по природе спин-селективной адсорбции, орто/пара равновесие атмосферного водяного пара может нарушаться. Вследствие этого интенсивности орто- и пара- линий будут изменяться с разными знаками. Синхронные измерения интенсивности в окрестностях атмосферных орто- и пара- линиях H_2O и их отношений позволяют определить степень нарушения орто/пара равновесия или отсутствие такового. В микроволновом диапазоне

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

расположены две линии H_2O , принадлежащие орто- (22.2 ГГц) и пара- (183.3 ГГц) фракциям воды, которые подходят для выше указанных исследований. Выполнены экспериментальные исследования орто/пара отношения интенсивностей излучения атмосферы в окрестностях орто- линий H_2O (22 ГГц) и пара- линий (183.3 ГГц) на орто- частотах (22.2 и 20.7 ГГц) и пара- частотах (95 и 140 ГГц). Обнаружены значительные (до 40%) временные отклонения отношения орто/пара интенсивностей обоих знаков от среднего (равновесного) значения, естественные вариации которого обусловлены температурой и давлением и составляют 6%. В предположении постоянства степени нарушения орто/пара равновесия до высот 2 км (характеристическая высота H_2O) – это соответствует нарушению равновесного отношения 3 до 4.2 или в процентах 81/19 вместо равновесного 75/25. Нарушение орто/пара равновесия наблюдалось, как правило, в периоды образования и диссипации конвективной облачности.

Основные публикации:

Доклады Симпозиума «Атмосферная радиация» С.-Петербург, 2006

Доклады Симпозиума «Физика атмосферы», С.-Петербург, 2007.

J. Atmos. Sci., 2007, v. 64.

Экспериментально установлено проявление в микроволновом излучении процессов, связанных с формированием и начальным распространением корональных выбросов массы в атмосфере Солнца.

Наблюдается комплекс явлений из возрастания долгопериодных пульсаций в течение 1-2 суток, импульсных и континуальных всплесков-предвестников в широком диапазоне длин волн за 1-2 часа и колебаний интенсивности с периодами в диапазоне 6-22 секунды за 25-15 минут до регистрации КВМ на коронографах. Существует связь между характером указанных элементов и некоторыми параметрами КВМ.*

В. М. Фридман, О. А. Шейнер

Представленный результат получен на основе исследований, опирающихся на данные мировой службы Солнца в радиодиапазоне, включающие данные РАО ФГНУ НИРФИ «Зименки».

На ряде событий 22 и 23 циклов активности показано, что за 2-3 суток до формирования корональных выбросов масс в солнечном микроволновом радиоизлучении наблюдается увеличение амплитуды долгопериодных ($T > 20$ мин) колебаний потока ≥ 2 раза, превышающее спокойные периоды [1].

Статистическое изучение спорадических явлений в радиоизлучении, возникающих на двухчасовом интервале перед регистрацией корональных выбросов масс на коронографах, проведено для 21-23 циклов солнечной активности. Исследование показало, что радио предвестники обладают широкополосностью, направленностью; длительность их зависит от морфологического типа регистрируемых КВМ [2-4]. Следует отметить, что не наблюдается значимых отличий в параметрах спорадических явлений перед так называемыми вспышечными и безвспышечными корональными выбросами масс. Было также установлено, что подобные радио предвестники перед вспышками, не связанными с корональными выбросами масс (КВМ), встречаются существенно реже (в 4 раза) [5] и их параметры отличаются от характерных для радиопредвестников КВМ [6].

* Результат направлен также в Научные советы РАН по астрономии и физике солнечно-земных связей

Исследование радио событий, непосредственно предшествующих регистрации корональных выбросов масс (менее получаса), в серии специально проведенных алертных наблюдений 2001-2002 гг. показали наличие периодических составляющих в радиоизлучении с периодами в диапазоне 6-22 секунды, причем, не наблюдаемых перед КВМ, не связанных со вспышками [7, 8]. Возможно, последние являются отражением колебаний в корональных петлях, зарегистрированных во время всплесковых явлений.

Подтверждением установленных закономерностей явились комплексные наблюдения событий января 2005 года, когда наблюдались 4 глобальных явления солнечной активности, сопровождающиеся корональными выбросами масс, которым предшествовал комплекс описанных выше событий в радиодиапазоне: динамика долгопериодных пульсаций в солнечном радиоизлучении за 1-3 дня до мощных солнечных вспышек и КВМ, спектральный состав и динамика радио предвестников на 2-х часовом интервале, предшествующем регистрации КВМ на коронографе, увеличение амплитуды периодических компонент микроволнового излучения в диапазоне 6-22 сек на этапе радио предвестников [9].

Основные публикации

1. Фридман В.М., Дурасова М.С., Подстригач Т.С., Шейнер О.А. О наблюдениях долгопериодных пульсаций микроволнового излучения Солнца в РАО НИРФИ «Зименки». Экспериментальные и теоретические исследования основ прогнозирования гелиогеофизической активности. Всероссийская конференция, Троицк (10-15 октября 2005г.): Тезисы научных докладов. – Троицк: 2005. С. 71-72.
2. Дурасова М.С., Тихомиров Ю.В., Фридман В.М., Шейнер О.А. Особенности спорадического радиоизлучения Солнца в периоды, предшествующие регистрации корональных выбросов массы, по данным мировой службы Солнца за 1998 и 2003г.г.: Сб. «Солнечно-земная физика». Вып.8. – Новосибирск: СО РАН, 2005. С.30-32. (ISSN 0135-3748).
3. Sheiner O.A., Fridman V.M. Spectral features in solar microwave emission preceding CME onset. *Coronal and Stellar Mass Ejections: Proceedings IAU, Symposium No. 226*. K.P. Dere, J. Wang & Y. Yan, eds. – Cambridge: Cambridge University Press, 2005. P. 233-234.
4. Фридман В.М., Шейнер О.А., Тихомиров Ю.В. Спектрально-временная динамика предвестников корональных выбросов масс типа Гало. Изв. РАН сер.Физическая, 2006, Т.70, №10. С.1487-1489.
5. Durasova M.S. Fridman V.M., Sheiner O.A. The Precursors of the CME Onset in Solar Radio Emission. Proc. 9-th European Meeting on Solar Physics, "Magnetic Fields and Solar Processes", Florence, Italy, 12-18 September 1999 (ESA, SP-448, December 1999), p. 979-982.
6. Durasova M.S. Fridman V.M., Sheiner O.A. Characteristics of nonstationary solar radio emission corresponding to CMEs formation in solar atmosphere. Proc. "SOLSPA: The Second Solar Cycle and Space Weather Euroconference", Vico Equense, Italy, 24-29 September (ESA SP-477, February 2002), p.373-376.
7. Фридман В.М., Шейнер О.А. О короткопериодных компонентах радиоизлучения Солнца в период вспышечной активности. Труды Государственного астрономического института им. П.К.Штернберга, т.75: Тезисы докладов на Всероссийской астрономической конференции ВАК-2004 «Горизонты Вселенной». – М., 2004: С.99-100. (ISSN 0371-6791).
8. Sheiner O.A., Fridman V.M. Quasi-periodic components of solar microwave emission preceding CME onset on 19 October, 2001. *Coronal and Stellar Mass Ejections: Proceedings IAU, Symposium No. 226*. K.P. Dere, J. Wang & Y. Yan, eds. – Cambridge: Cambridge University Press, 2005. P. 235-237
9. Durasova M.S. Fridman V.M. Podstrigach T.S. Snegirev S.D. Tikhomirov Yu. V. Dynamic of electromagnetic emission during the period of Solar Extreme Events Proc. 2nd International Symposium SEE-2005, Nor Amberd, Armenia (26-30 September 2005): - Yerevan: 2006. P. 51-54. (ISBN 99941-0-165-X)

Доказана возможность существования устойчивых псевдорелятивистских систем, состоящих из сколь угодно большого числа тождественных частиц с произвольным спином. *

Г. М. Жислин

В работе на основе изучения свойств псевдорелятивистских гамильтонианов систем Z_n n тождественных частиц установлено, что для реальных (короткодействующих) потенциалов взаимодействия между частицами существует бесконечная последовательность таких чисел n_s , $s = 1, 2, \dots$, что система Z_n устойчива при $n = n_s$ и $\sup_s n_{s+1} n_s^{-1} < +\infty$.

Для устойчивых систем Z_n доказано, что гамильтониан относительного движения такой системы имеет не пустой дискретный спектр при некоторых фиксированных значениях полного момента частиц системы Z_n .

Результаты получены с полным учетом перестановочной симметрии (запрет Паули) как для фермионных, так и для бозонных систем при любом значении спина частиц.

Ранее для псевдорелятивистских систем подобные утверждения были доказаны только без учета перестановочной симметрии и поэтому не имели физического смысла. Для нерелятивистских систем результаты с учетом перестановочной симметрии (но без оценки отношения $n_{s+1} \cdot n_s^{-1}$) имелись, но они были получены в предположениях,

* Результат направлен также в Отделение математики РАН

справедливость которых для реальных систем до сих пор не установлена (и которые здесь отсутствуют).

В связи с этим отметим, что наш основной результат в той же формулировке верен и для нерелятивистских систем, т. е. существенно усиливает имевшийся ранее результат.

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

Выполнены одновременные радиометрические измерения интенсивности теплового излучения и поглощения атмосферы в линии водяного пара 22.2 ГГц и в микроволновых окнах прозрачности на частотах 38, 95 и 140 ГГц.

Осуществлен анализ экспериментальных данных и сравнение с теоретическими результатами полуэмпирических моделей поглощения в атмосферном водяном паре – модели Либбе, Розенкранца, Наумова, Каткова.

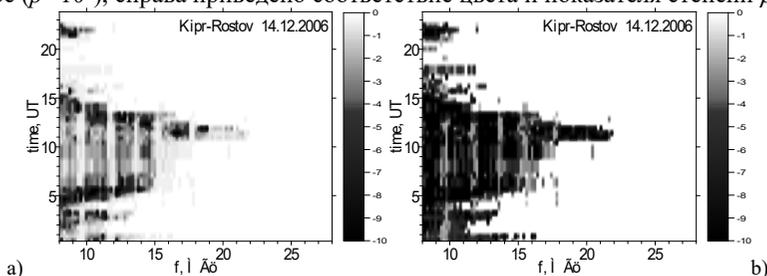
Установлено, что все модели дают заниженные значения поглощения в области континуума – расхождение достигает 15% на частотах 38 и 95 ГГц. Лучшее совпадение эксперимента с теорией выполняется для модели Каткова (РЭ, 1997, т.42, №12, с.1441) с формой спектральной линии по Ван Флеку-Вайскопфу, с суммированием вклада 14 линий водяного пара в диапазоне 22.2–1200 ГГц и с квадратичной зависимостью поглощения от абсолютной влажности. Для этой модели расхождение с экспериментом не превышает 7% при точности радиометрических измерений 5%.

А. В. Троицкий, А. В. Востоков, Ш. Д. Кутай

Создан аппаратно-программный ЛЧМ комплекс для автоматизированного определения в режиме реального времени оптимальных рабочих частот связной радиолинии по данным наклонного зондирования ионосферы.

*В. П. Урядов (ФГНУ НИРФИ), Г. Г. Вертоградов,
Е. Г. Вертоградова (ФГОУ ВПО ЮФУ)*

Под оптимальными рабочими частотами подразумеваются частоты канала связи, при передаче информации по которому вероятность битовой ошибки будет меньше допустимого уровня. Критерий выбора оптимальных рабочих частот основан на функциональной связи между вероятностью битовой ошибки, усредненной по случайным параметрам канала, и характеристиками канала передачи информации для различных видов сигналов. На основе многооконного метода спектрального анализа разностного ЛЧМ сигнала разработан алгоритм оценки спектральной плотности мощности зеркальных и рассеянных составляющих в спектре парциальных лучей, что позволило практически реализовать алгоритм расчета вероятности битовой ошибки и надежности систем КВ радиосвязи. Проведены трассовые испытания ЛЧМ комплекса на среднеширотных радиолиниях. По данным наклонного ЛЧМ зондирования сделаны оценки вероятности битовой ошибки и надежности КВ радиосвязи для узкополосных и широкополосных систем связи. Показано, что качество канала связи существенно зависит от соотношения регулярной и флуктуационной составляющих сигнала, а также от уровня магнитной активности. В качестве примера на рисунке для трассы Кипр–Ростов-на-Дону приведены оценки вероятности битовой ошибки для узкополосного многолучевого канала (а) и широкополосного квазиэрлеевского канала при некогерентном приеме с когерентным сложением нескольких лучей (б) в зависимости от частоты и времени суток для ионосферных условий с повышенным уровнем магнитной активности ($K_p=2-7$). Вероятность битовой ошибки выражена в логарифмическом масштабе ($p=10^p$), справа приведено соответствие цвета и показателя степени p .

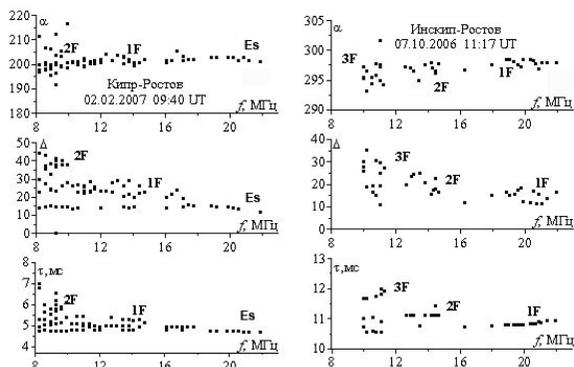


Созданный ЛЧМ комплекс может быть использован в составе ионосферно-волновой и частотно-диспетчерской службы для динамического управления частотным ресурсом радиолинии в интересах эффективного функционирования радиоэлектронных систем различного назначения.

На базе ЛЧМ ионозонда впервые разработан и создан ЛЧМ ионозонд/пеленгатор – новый инструмент для диагностики ионосферного канала и пеленгации источников радиоизлучения.

В. П. Урядов (ФГНУ НИРФИ), Г. Г. Вертоградов, В. Г. Вертоградов (ФГОУ ВПО ЮФУ), В. Н. Шевченко (ГКБ "Связь")

На базе ЛЧМ ионозонда впервые разработан и создан, не имеющий в мире аналогов, новый инструмент – ЛЧМ ионозонд/пеленгатор, позволяющий кроме дистанционно-частотных (ДЧХ) и амплитудно-частотных (АЧХ) характеристик измерять угловые частотные характеристики (УЧХ). Разработана математическая модель функционирования ЛЧМ ионозонда/пеленгатора на основе многоканального приема радиосигналов. На основе измерений ДЧХ и УЧХ с помощью ЛЧМ ионозонда/пеленгатора разработан метод и алгоритм восстановления высотного профиля электронной концентрации в области отражения радиоволн. Проведена апробация макета двухканального ЛЧМ ионозонда на трассах наклонного зондирования Кипр–Ростов-на-Дону и Инскип (Англия) – Ростов-на-Дону. В качестве иллюстрации работы ЛЧМ ионозонда/пеленгатора на рисунке показаны ионограммы $\tau(f)$ и частотные зависимости азимута $\alpha(f)$ и угла места $\Delta(f)$ принятых радиосигналов, полученные на двух среднеширотных трассах.



С помощью ЛЧМ ионозонда/пеленгатора практически продемонстрирована возможность определения местоположения источников радиоизлучения, работающих в различных режимах, в частности, установлено местоположение незарегистрированного ЛЧМ передатчика и определены его географические координаты (45,9°N 6,1°E, Франция). Использование ЛЧМ ионозонда/пеленгатора позволило установить происхождение диффузных треков, наблюдаемых на трассе Кипр – Ростов-на-Дону и проследить изменения их азимута с частотой. Показано, что регистрируемые на ионограммах диффузные треки с примерно линейной зависимостью времени группового распространения от частоты обусловлены приемом ЛЧМ сигналов, излученных с Кипра и рассеянных от кавказских гор и Иранского нагорья.

Исследованы особенности фазовых характеристик сигналов, рассеянных искусственно возмущенной ионосферой («кавитонного» сигнала), сигналов, рассеянных периодическими искусственными неоднородностями (ПИН)), и сигналов пробных радиоимпульсов с частотой, близкой к частоте волны накачки. Полученные результаты позволили предложить способ оценки скорости движений области отражения мощной радиоволны, вызываемых нагревом ионосферы. Временные зависимости фазы рассеянных ПИН сигналов в период работы нагревного передатчика позволили получить данные о скорости вертикальных движений области отражения волны накачки, а измерения фазы пробных радиоимпульсов в период нагрева и после его выключения дают возможность отделить движения, вызываемые нагревом, от движений, вызываемых естественными изменениями электронной концентрации ионосферы.

Г. И. Терина

Основные публикации

Terina G. I. Study of Artificial Ionosphere Disturbances by Pulse Sounding // VII International Suzdal URSI Symposium, ISS-07, Moscow, October 16-18, 2007, Book of Abstracts, Troitsk, 2007, p.43.

Kochetov A. V., Terina G. I., Modeling of Ionospheric Density Modification by Powerful Radio Wave // Geophysical Research Abstracts, v.9, 00932, 2007. SRif- ID:1607-7962/gra-EGU 2007-A-00932.

Изучено влияние частоты ионно-нейтральных соударений в спорадическом слое E, образованном в результате сгонки ионов различных металлов, на время релаксации сигнала, рассеянного ИПН. В результате уточнена разработанная ранее методика определения молекулярной массы металлических ионов, преобладающих в спорадическом слое E.

Н. В. Бахметьева

Развита методика определения массы (сорта) положительных ионов металлов, перераспределение которых по высоте под действием неоднородного ветра приводит к образованию тонких спорадических слоев ионизации со значением электронной концентрации, превышающим концентрацию E-области ионосферы – слоев E_s . Ионами, образующими спорадические слои, являются долгоживущие металлические ионы метеорного происхождения – ионы натрия, магния, кальция, железа и др. Методика основана на экспериментально обнаруженном факте увеличения времени релаксации сигнала, рассеянного искусственными периодическими неоднородностями, создаваемыми в ионосфере в поле мощной стоячей радиоволны, измеренного на высотах E_s , по отношению к времени релаксации, определяемой в E-области процессом амбиполярной диффузии. По отношению времени релаксации на высоте максимума E_s и диффузионного времени можно оценить массу преобладающих ионов в спорадическом слое. Так, по результатам экспериментов было получено, что такими ионами были ионы кальция и железа. Определяется также концентрация этих ионов. В начале предполагалось, что частота ионно-молекулярных соударений, которая входит в выражение для амбиполярной диффузии, одинакова как для металлических атомарных ионов, так и для атмосферных молекулярных ионов, которыми на высотах E-области являются ионы NO^+ и O_2^+ . Учет различия частот соударений с нейтрами атомарных и молекулярных ионов позволяет более корректно определять массу металлических ионов и высоту слоя.

Выполнен анализ результатов тридцатилетних исследований ионосферы и нейтральной атмосферы методом резонансного рассеяния радиоволн на искусственных периодических неоднородностях ионосферной плазмы. Обобщены результаты экспериментальных исследований атмосферных явлений и процессов этим методом, определены наиболее перспективные направления дальнейших исследований.

Н. В. Бахметьева, В. В. Беликович, Л. М. Казан, А. А. Понятов, А. В. Толмачева

Исследования ионосферы методом резонансного рассеяния радиоволн на искусственных периодических неоднородностях ионосферной плазмы (ИПН), открытых в 1975 г., продолжают активно развиваться. Они связаны с применением нового способа диагностики ионосферы на основе создания и локации ИПН практически одновременно на двух частотах, что позволит исследовать особенности и тонкую структуру высотного профиля электронной концентрации в E-области. В исследованиях D-области основное внимание уделяется развитию и реализации методов определения концентраций малых составляющих.

Основные публикации:

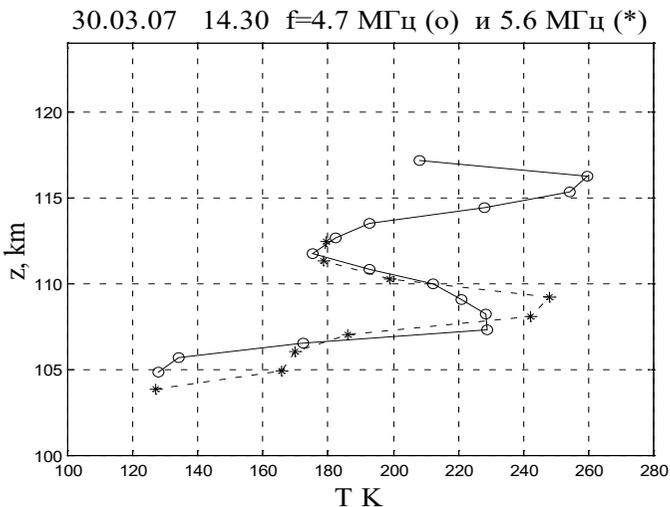
Бахметьева Н. В., Беликович В. В., Казан Л. М., Понятов А. А., Толмачева А. В. Исследование атмосферы Земли методом резонансного рассеяния радиоволн на искусственных периодических неоднородностях ионосферной плазмы // Вестник РФФИ, 2007, вып. 3(53). С. 8-35.

Фролов В. Л., Бахметьева Н. В., Беликович В. В., Вертоградов Г. Г., Вертоградов В. Г., Комраков Г. П., Котик Д. С., Митяков Н. А., Поляков С. В., Рапопорт В. О., Сергеев Е. Н., Терещенко Е. Д., Толмачева А. В., Урядов В. П., Худукон Б. З. Модификация ионосферы Земли мощным КВ радиоизлучением // УФН. 2007. № 3. С. 330-340.

Беликович В. В., Грач С. М., Караштин А. Н., Котик Д. С., Токарев Ю. В. Стенд "Сура": исследования атмосферы и космического пространства (обзор) // Известия ВУЗов Радиофизика. 2007. Т. 50. № 7. С. 545-576.

Для проверки реальных возможностей метода определения температуры и плотности атмосферы в 2007 году были проведены две серии измерений времен релаксации искусственных периодических неоднородностей (ИПН), созданных мощными стоячими радиоволнами на двух частотах 4,7 и 5,6 МГц. Составлена и отлажена программа для расчета температуры и плотности нейтральной атмосферы по двухчастотным измерениям ИПН. Установлено, что применение двухчастотного метода исследования верхней атмосферы расширяет высотный интервал и улучшает точность определения температуры и плотности атмосферы с помощью искусственных периодических неоднородностей.

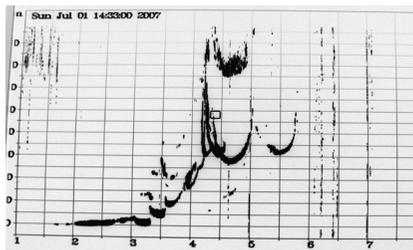
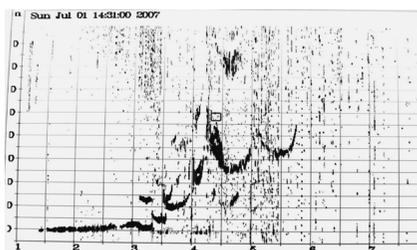
*А. В. Толмачева, В. В. Беликович, В. Н. Бубукина, Е. Е. Калинина,
В. Д. Вяхирев*



Температура нейтральной атмосферы, измеренная на двух частотах, в период прохождения акустико-гравитационной волны. Значения T в высотном интервале, общем для обеих частот, близки.

Разработан и апробирован новый метод повышения чувствительности ионозонда на 20-40 дБ, основанный на использовании приемо-передающей антенны стенда «Сура». В пробных экспериментах, проведенных в июле 2007 г., в качестве приемной антенны ионозонда использовались три секции антенны стенда. На ионограммах отчетливо видны тонкие детали, неразличимые при работе ионозонда в штатном режиме. Рассмотрены различные варианты подключения секций антенны стенда к приемнику и к передатчику ионозонда, в том числе, возможность одновременной работы мощного передатчика стенда СУРА и ионозонда в новом режиме.

Н. А. Митяков, Ю. А. Сазонов, Г. П. Комраков



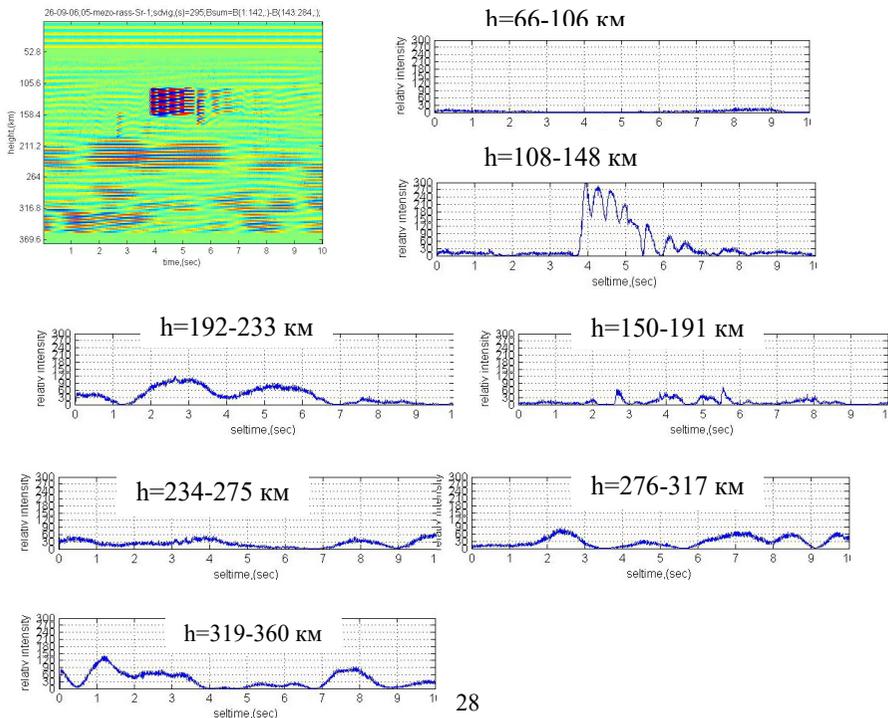
На рисунке приведены ионограммы, снятые 1 июля 2007 г. в 14.31 и в 14.33 (время московское) в режимах со штатной антенной (одиночный диполь, левый рисунок) и с антенной стенда СУРА (правый рисунок) Частотный диапазон ионозонда составляет 1 – 8 МГц. Линии равной высоты проведены с интервалом 50 км. Антенна стенда СУРА резко увеличивает потенциал ионозонда. Практически исчезают помехи, создающие шум на ионограмме. Ионограмма стала отчетливой, появились незаметные в штатном режиме особенности в слое F1 и в слое F2. Необыкновенная компонента ионограммы подавлена по сравнению с обыкновенной на 20 дБ, что определяется конструкцией антенны стенда. На ионограммах, снятых в новом режиме 1 июля, наблюдались расслоения в слоях F1 и F2, двойные следы, U-образные треки и другие новые детали ионограмм.

Получены новые сведения об обратном рассеянии радиоволн в слоях E и F методом вертикального зондирования ионосферы

В. О. Раполорт, В. А. Зиничев, Г. П. Комраков, Н. А. Митяков

Обработаны данные вертикального зондирования ионосферы, полученные в сентябре 2006 г. с помощью радара стенда «Сура». Радар работал на частоте 9,02 МГц, которая существенно превышала критическую частоту ионосферы (5–6 МГц). Обнаружены диффузные рассеянные сигналы, которые продолжались в течении всего сеанса (5 мин.). Сигналы группируются около максимумов слоев E (100 км), F₁ (200 км) и F₂ (300 км). На высотах E-области кроме диффузных сигналов наблюдались характерные отражения от метеорных следов длительностью 2 – 3 с. Уровень диффузных рассеянных сигналов на 140 (и более) дБ ниже уровня сигнала, который наблюдался бы при зеркальном отражении от высоты 100 км. Интенсивность диффузных сигналов испытывала замириания с периодом 1-3 с. Медленные вариации фазы сигналов определялись вертикальной скоростью рассеивающих центров, величина которой составляла несколько метров в секунду.

На рисунке приведен фрагмент яркостной записи рассеянных сигналов для сеанса длительностью 5 минут, проведенного 25.09.06 в 13.10 мск и графики интенсивности сигнала в семи высотных интервалах



**Результаты,
рекомендованные Ученым советом
в Научный совет по астрономии
секции Общей физики и астрономии
отделения Физических наук РАН
2. Звезды и планетные системы**

С использованием ранее развитой в НИРФИ теории теплового режима верхнего покрова Меркурия рассчитаны параметры Стокса радиотеплового излучения этой планеты для произвольного участка поверхности в зависимости от его гермографических координат, времени меркурианских суток и частоты. На основе подходов, развитых ранее в НИРФИ применительно к Луне, учитывается шероховатость поверхности и температурная зависимость тепловых и электрических параметров реголита. Моделируются условия измерений параметров Стокса радиоизлучения планеты как астрономического объекта и с борта пролетных и орбитальных космических аппаратов (КА). Рассчитаны интегральные значения параметров Стокса для видимой с Земли полусферы Меркурия. Полученные соотношения устанавливают связи дистанционно измеряемых характеристик радиотеплового излучения с физическими параметрами верхнего покрова Меркурия и могут быть использованы при интерпретации известных наземных измерений радиоизлучения Меркурия с высоким угловым разрешением и более ранних измерений интегрального радиоизлучения планеты, а также позволяют оценить эти параметры при постановке соответствующих экспериментов с КА.

Е. Н. Виняйкин, В. Д. Кротиков

Основные публикации

Виняйкин Е. Н, Кротиков В. Д. Пространственно-временные особенности поляризации радиотеплового излучения Меркурия. Труды Всероссийской астрономической конференции ВАК-2007. Казань-2007. с.57-58.

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

3. Солнце

Предложен новый способ количественной диагностики пучков электронов во вспышечных петлях, основанный на факте существенных отличий характеристик микроволнового гиротронного излучения электронов с пучковым распределением по скоростям от характеристик излучения электронов с изотропным распределением или распределением типа конуса потерь. Способ реализован на примере микроволнового всплеска 10 марта 2001 г. Всплеск характеризовался очень короткой длительностью, широкой полосой и необычной поляризацией, которая соответствовала обыкновенной моде в оптически тонкой области спектра. На основе детального анализа спектральных, временных и пространственных свойств источника всплеска получено надежное доказательство того, что данный континуальный всплеск был генерирован электронными пучками, распространяющимися вдоль вспышечной магнитной петли. Разработан соответствующий алгоритм решения обратной задачи радиодиагностики пучков электронов во вспышечных петлях. *

В. Ф. Мельников (ФГНУ НИРФИ), А. Т. Алтынцев (ИСЗФ СО РАН), Г. Д. Флейшман (ФТИ им. Иоффе РАН), Г. Л. Хуанг (РМО)

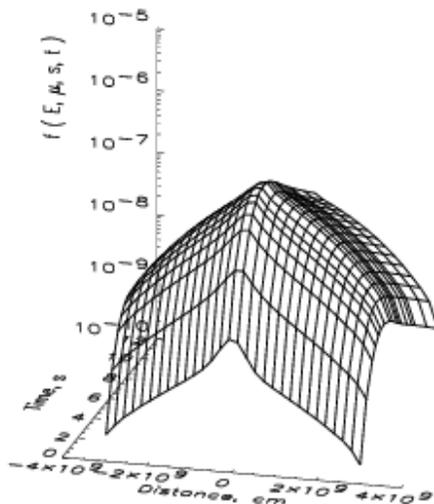
Основные публикации:

Altyntsev A. T., Fleishman G. D., Huang G.-L., Melnikov V. F. Broadband microwave burst produced by electron beams. Astrophys. J., 2007 (принята к печати)

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

На основе уравнения Фоккера-Планка проведено моделирование динамики распределения среднерелятивистских электронов вдоль солнечных вспышечных петель при нестационарной инжекции частиц конечной длительности. Разработаны дифференциально-разностная схема интегрирования уравнения Фоккера-Планка и оригинальный метод проверки получаемых решений. *

С. П. Горбиков, В. Ф. Мельников



Зависимость функции распределения энергичных электронов при энергии $E=454$ кэВ иpitch-угле $\alpha = 88^\circ$ от расстояния вдоль вспышечной петли и времени.

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, С.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, С.112-123.

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

Проведено обобщение данных о пространственном распределении радиояркости вдоль вспыхивающих петель на основе анализа вспышек, зарегистрированных радиогелиографом Нобейма за 2002-2005 г.г. и в структуре которых четко различима отдельная петля (всего 29 событий). Показано, что возможны три основных типа распределения: с максимумом яркостной температуры в вершине, в одном основании или в двух основаниях. Установлено, что распределение яркости с максимумом излучения в вершине петли доминирует на всех фазах всплеска (52% на фазе роста, 81% на фазе максимума и 57% на фазе спада) на частоте 34 ГГц, где источник является оптически тонким. Вместе с тем, существует заметное число случаев (43% на фазе роста, 10% на фазе максимума и 38% на фазе спада), когда максимум яркости находится в одном из оснований. Случаи, когда оба основания имеют примерно одинаковую яркость, являются редкими. *

О. В. Мартынова, В. Ф. Мельников, В. Э. Резникова

Основные публикации:

Мартынова О. В., Мельников В. Ф., Резникова В. Э. Типы распределения радиояркости вдоль солнечных вспыхивающих петель. - Труды XI Пулковской международной конференции по физике Солнца "Физическая природа солнечной активности и прогнозирование ее геофизических проявлений". ГАО РАН, Пулково, Санкт-Петербург, 2-7 июля, 2007. 2007, СС. 241-244.

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

Проанализированы особенности распространения высокоэнергичных электронов во вспышке 28 августа 1999 г. (00:55 UT), наблюдавшейся на радиогелиографе Нобеяма на частотах 17 и 34 ГГц. Источник нетеплового гиротронного излучения, генерируемого энергичными (> 1 МэВ) электронами, двигался вдоль оси корональной арки со средней скоростью $\sim 10^4$ км/с. Необычно медленное движение фронта излучающих электронов объяснено в терминах турбулентного распространения частиц. Показано, что релятивистские электроны генерируют низкочастотные вистлеры и подвергаются сильному рассеянию по питч-углам. В результате электроны распространяются вдоль арки с фазовой скоростью вистлеров, которая порядка альфвеновской ($\sim 10^4$ км/с).*

*В. Ф. Мельников (ФГНУ НИРФИ), А. В. Степанов (ГАО РАН),
T. Yokoyama, K. Shibasaki (National Astronomical Observatory)*

Основные публикации:

Stepanov A. V., Yokoyama T., Shibasaki K., Melnikov V. F. Turbulent propagation of high-energy electrons in a solar coronal loop // Astronomy & Astrophysics, 2007, V.465, pp.613-619.

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

Исследована связь между потоками протонов I_p с энергией $E_p > 25$ МэВ и параметрами микроволновых всплесков (μ -всплесков) для двух независимых выборок событий. В качестве опорной использована выборка из 53 событий, полученная на основе наблюдений в 21 цикле солнечной активности. Независимая выборка состоит из 57 событий, зарегистрированных в 23 цикле. В качестве параметров μ -всплесков использовались: частота спектрального максимума f_m , максимальное значение плотности потока F_m и эффективная длительность T_μ на частоте f_m . Проведенный сравнительный анализ показал, что характер связи потока протонов с параметрами μ -всплесков для опорной и независимой выборками качественно похож, но отличается величинами коэффициентов регрессии: для второй выборки они меньше. Установлено, что возможной причиной этих отличий является тот факт, что в исследуемой новой выборке представлены, в основном, мощные и более длительные вспышки, чем в опорной. Для части новой выборки, в которой эффективная длительность всплесков заключена в том же диапазоне, что и в опорной ($T_\mu < 13$ минут), регрессионная зависимость между потоком протонов I_p и параметрами μ -всплесков F_m , T_μ и f_m соответствует тому, что было получено для опорной выборки. *

В. Ф. Мельников (ФГНУ НИРФИ), Е. А. Исаева (ФМИ им. Г.В.Карпенко НАН Украины)

Основные публикации:

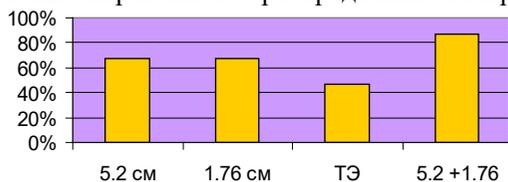
Исаева Е. А., Мельников В. Ф. Характер связи потока протонов СКЛ с параметрами микроволновых всплесков. - Тезисы XI Пулковской международной конференции по физике Солнца "Физическая природа солнечной активности и прогнозирование ее геофизических проявлений". ГАО РАН, Пулково, Санкт-Петербург, 2-7 июля, 2007, С. 63.

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

На основе изучения характера поведения микроволнового излучения активных областей в их спокойной и предвспышечной стадиях разработан улучшенный способ краткосрочного прогноза солнечных вспышек по наблюдениям с высоким пространственным разрешением на радиогелиографах (ССРТ, 5.7 ГГц и NoRH, 17 ГГц) – двухчастотный критерий «нормальных долготных зон».*

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

Способ основан на сравнении пространственной структуры поляризованного излучения активной области при ее перемещении по диску Солнца с «нормальным» распределением поляризации. «Нормальное» распределение – это некоторое стандартизованное поведение поляризованного излучения простой квазистабильной биполярной активной области, которая демонстрирует эффект смены знака круговой поляризации при изменении гелиодолготы. Этот эффект возникает как следствие изменения угла между вектором магнитного поля и направлением распространения микроволнового излучения, т.е. носит «геометрический» характер. Для того чтобы вычлнить «геометрическую» составляющую, диск Солнца разбивается на долготные зоны «нормального» распределения поляризации на обеих частотах.



На рисунке приведены гистограммы количества предсказанных протонных вспышек: одночастотными способами (5,2 см, 1,76 см) и поляризационным критерием Танака-Эноме (первые три столбика);

двухчастотным способом (5.2+1.76 см) – правый крайний столбик. Коэффициент успешности растет: от 0,381 для критерия Танака-Эноме до 0.592 для двухчастотного критерия.

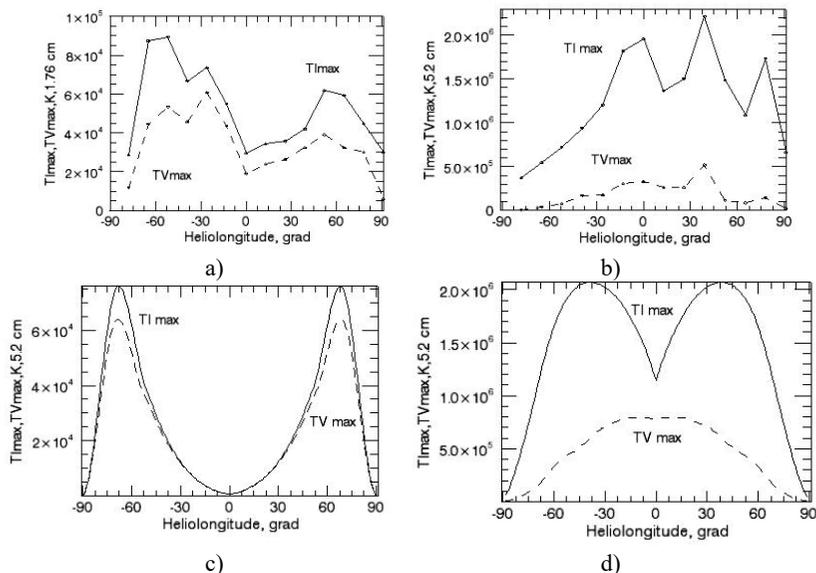
Основные публикации:

Бакунина И.А. Исследование возможностей краткосрочного прогноза солнечных вспышек на основе двухчастотного критерия «нормальных» долготных зон // Труды Всероссийской конференции «Многоволновые исследования Солнца и

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

Исследован эффект направленности микроволнового излучения активных областей. Получено хорошее согласие модельных расчётов поведения яркостных температур параметров Стокса I и V в зависимости от положения активной области на диске Солнца с экспериментальными зависимостями в случае униполярного пятна. Учёт данного эффекта при мониторинге яркостных температур активных областей во время их прохождения по солнечному диску позволит улучшить качество краткосрочного прогноза солнечных вспышек по наблюдениям с высоким пространственным разрешением на радиогелиографах.*

И. А. Бакунина, Ю. В. Тихомиров, В. Л. Бакунин



Рисунки а) и б): Экспериментальные кривые изменения максимальных значений яркостных температур параметров Стокса I и V (T_{lmax} – сплошная линия, T_{Vmax} – пунктирная) для AR 10743 NOAA в зависимости от гелиодолготы: а) 1.76 см; б) 5.2 см. По оси ординат – яркостная температура в К, по оси абсцисс – гелиодолгота.

Рисунки в) и д): Расчётные кривые изменения максимальных значений яркостных температур параметров Стокса I и V (T_{lmax} – сплошная линия, T_{Vmax} – пунктирная); в)

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

1.76 см; d) 5.2 см. По оси ординат – яркостная температура в К, по оси абсцисс – гелиодолгота. В модели не учитывалось тормозное излучение пятна.

В 2007 году продолжены работы на РСДБ ФГНУ НИРФИ «Старая Пустынь – Зименки», направленные на совершенствование приемной и регистрирующей аппаратуры и развитие методики солнечных РСДБ-наблюдений. В том числе проведены точные измерения географических координат антенн многофункциональными ГЛОНАСС/GPS приемниками. С целью развития исследований радиоизлучения Солнца методами РСДБ 26 сентября 2007 г. проведен пробный сеанс наблюдений совместно с РИ НАНУ и НЦУИКС (РТ-70, Евпатория, Украина) на частоте 327 МГц, в программу которого вошли наблюдения трех калибровочных радиоисточников на двух круговых поляризациях для согласования поляризационной идентичности приемных трактов и определения базового расстояния.

В периоды с 29 июня по 2 июля и с 22 по 27 сентября 2007 года проведены две серии наблюдений на РСДБ ФГНУ НИРФИ «Старая Пустынь - Зименки» на частотах 610 и 327 МГц. В программу наблюдений были включены измерения сигналов от радиоисточников и Солнца по задачам калибровки базы радиоинтерферометра по источникам с точечной структурой, исследования плазмы солнечного ветра методом радиопросвечивания и определения координат коротких солнечных вспышек – «спайков». *

А. А. Антипенко, А. Ф. Дементьев, Н. А. Дугин, М. Б. Нечаева, С. Д. Снегирев, Т. С. Подстригач, Ю. В. Тихомиров

Основные публикации:

Нечаева М. Б., Антипенко А. А., Дементьев А. Ф., Дугин Н. А., Снегирев С. Д., Тихомиров Ю. В. РСДБ-исследования в Научно-исследовательском радиофизическом институте. //Изв.ВУЗов «Радиофизика», 2007, т.50, №7, с.577-592.

* 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**

**9. Астрометрия, небесная механика и
прикладная радиоастрономия**

В периоды с 28 июля по 4 августа и с 10 по 14 ноября 2007 г. проведены два международных РСДБ сеанса наблюдений (VLBR 07.1 и VLBR 07.2) по следующим программам: РСДБ-локация планеты Венера, Луны, астероида 2007 DT103 и объектов «космического мусора», исследования плазмы солнечного ветра методом радиопросвечивания, наблюдения источников с целью калибровки баз РСДБ-комплекса, отработка методики наблюдения излучения активных звезд.

Локация астероида 2007 DT103 в эксперименте VLBR 07.1 осуществлялась в двух частотных диапазонах: 5010.024 МГц локатором в Евпатории (Украина) и 8560.000 МГц локатором в Голдстоуне (JPL, США).

В сеансе принимали участие пункты РСДБ: Евпатория (РТ-70, Украина), Калязин (РТ-64, Россия), Ното (РТ-32, Италия), Медицина (РТ-32, Италия), Урумчи (РТ-25, Китай), Симеиз (РТ-22, Украина) и Вентспилс (РТ-32, Латвия). Измерения по основным задачам эксперимента осуществлялись на частоте 5010.024 МГц.

Предварительная обработка экспериментальных данных показала наличие отраженного сигнала от Венеры в пунктах Евпатория и Калязин. При исследовании космического мусора получены эхосигналы от нескольких десятков фрагментов и сделаны оценки частотных сдвигов Доплера, анализ которых позволяет получить параметры орбит объектов космического мусора.

*А. А. Антипенко, А. Ф. Дементьев, Н. А. Дугин, М. Б. Нечаева,
Ю. В. Тихомиров*

*Организации-участники: ФГНУ НИРФИ, ГАО РАН, ИПМ
им. М. В. Келдыша, ИПА РАН, ОКБ МЭИ, КРАО, АКЦ ФИАН,
НЦУИКС, РИ НАНУ*

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

Проведен эксперимент по измерению угловых координат КА “Космос-2414” с помощью приема радиоизлучения с его борта интерферометром. Измерения выполнялись с помощью короткобазового интерферометра на частоте 150 МГц в Радиоастрономической обсерватории “Старая Пустынь” ФГНУ НИРФИ. Достигнута точность определения угла между вектором базы интерферометра и направлением на КА лучше одной угловой минуты. Разработаны предложения по увеличению точности навигационных измерений угловых координат КА.

*Е. Н. Виняйкин, И. П. Кузнецова, А. М. Пасека, В. А. Разин,
А. И. Теплых, Б. С. Формозов (ФГНУ НИРФИ),
Л. А. Кривоспицкий, В. П. Павлов, Г. Г. Смышляева (ЦНИИмаш)*

На рисунках 1 и 2 приведены интерференционные записи радиосигнала КА “Космос-2414” в двух его пролетах (26.08.06).

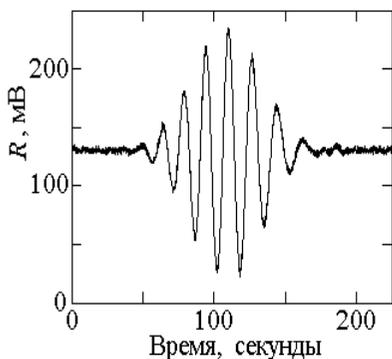


Рис. 1. Сигнал $R(t)$ на выходе интерферометра в сеансе приема сигнала КА на прохождение.

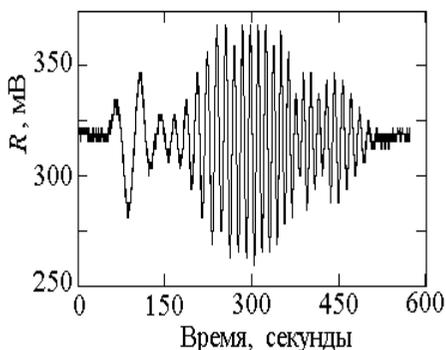


Рис. 2. Сигнал $R(t)$ на выходе интерферометра в сеансе приема сигнала КА при его сопровождении

Основные публикации:

*Виняйкин Е. Н., Кривоспицкий Л. А., Кузнецова И. П., Павлов В. П.,
Пасека А. М., Разин В. А., Смышляева Г. Г., Теплых А. И., Формозов Б. С.
К вопросу об измерении угловых координат космического аппарата с*

помощью интерферометра. Препринт № 517. НИРФИ. Нижний Новгород. 2007.

**Результаты,
рекомендованные Ученым советом
в Научный совет РАН
по научному приборостроению**

С использованием ранее развитого в НИРФИ метода пассивно-активной радиометрии при дистанционном зондировании структуры пространственно неоднородных сред разработан обзорный радиометрический комплекс 8-миллиметрового диапазона длин волн для исследований состояния кожных покровов пациентов с ожоговыми травмами.

По данным исследований в клинических условиях пространственных характеристик излучения кожных покровов человека с ожоговыми травмами была проведена оценка влияния форм-фактора на измеряемые характеристики собственного теплового излучения кожных покровов сложной формы в пассивном режиме и отражательных характеристик в пассивно-активном режиме с подсветкой широкополосным шумовым сигналом. Теоретически обосновано и проверено моделированием влияние форм-фактора на измеряемые параметры исследуемых кожных покровов в микроволновом диапазоне длин волн. Установлено, что в 8-миллиметровом диапазоне длин волн диагностика ожоговых травм возможна при наличии бинтовой повязки.

Результаты диагностики состояния ожоговых травм получены в клинических условиях по 14 пациентам.

С. А. Пелюшенко, И. В. Ракуть

**Результаты,
рекомендованные Ученым советом
в Научный совет РАН по нелинейной
динамике**

Разработана система обнаружения лиц, обладающая параметрами в соответствии с лучшим мировым стандартам

Н. С. Беллюстин (ФГНУ НИРФИ), А. В. Ковальчук, А. А. Тельных, В. Г. Яхно (ИПФ РАН)

Разработана система обнаружения лиц, обладающая параметрами в соответствии с лучшим мировым стандартам. Разработаны вспомогательные программные системы для организации внутреннего промежуточного контроля процесса обнаружения, необходимые для точной настройки системы и анализа совершаемой ею ошибок обнаружения

Совместно с другими мерами система промежуточного контроля способствует повышению надежности работы системы обнаружения. Визуализация расположения наиболее важных признаковых рецепторов позволяет анализировать структуру модельного описания для данного детектора. Видно, что признаки достаточно хорошо соответствуют тем ключевым областям изображения лица, на которые обычно обращает внимание человек при анализе и распознавании лица на изображениях.

Основные публикации:

Ковальчук А. В., Беллюстин Н. С., Тельных А. А., Яхно В. В. О методах промежуточного контроля в сложной системе обнаружения и распознавания лиц. Доклады 13-ой Всероссийской конференции «Математические методы распознавания образов», М., Макс-Пресс, 2007, с. 478-481

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФГНУ НИРФИ
ЗА 2007 ГОД

Оригинал-макет подготовлен
в Редакционно-издательском отделе ФГНУ НИРФИ

Подписано в печать 15.05.08. Формат 60x84/16
Бумага писчая. Объем 3,1 усл.п.л.
Тираж 50. Заказ 5578

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