

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК



НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ИКИ РАН
ПРОГРАММА ПРЕЗИДИУМА РАН «ПОДДЕРЖКА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ»

IV Конференция молодых ученых,
посвященная Дню космонавтики

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Программа
Тезисы докладов

Астрофизика и космология
Исследования Солнечной Системы
Исследования Земли
Геоинформационные технологии
Космическое приборостроение

При участии ЗАО «Интертехпроект»



117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
Тел.: (095) 730-5163, 330-4883, 333-4377
Факс: (095) 333-4012 www.itpro.ru

Москва 2007

Конференция молодых ученых «Фундаментальные и прикладные космические исследования» проводится уже третий год подряд. За это время уровень представляемых работ значительно вырос, и организаторы впервые «рискнули» пригласить в качестве основных докладчиков самых «маститых», но все-таки молодых ученых! Заметно увеличилось количество учебных и научных организаций, принимающих участие в работе конференции. Организаторы рассчитывают, что опыт и новые знания, полученные ее участниками, помогут им в дальнейшей научной работе, будут способствовать их творческому росту. Серьезная поддержка конференции была оказана со стороны Программы Президиума РАН «Поддержка молодых ученых». В День космонавтики, к которому приурочена Конференция, хочется не только с гордостью вспоминать великие свершения и славные дела прошлых поколений, но и открыть новые молодые звезды, которым предстоит ярко проявить себя в науке в наступившем XXI веке. Организаторы надеются, что Конференция станет важным традиционным событием в космическом научном календаре.

12 апреля 2007 года

- 09.30–09.55 *Регистрация участников*
Размещение стендовых докладов
- 09.55–10.00 *Открытие конференции*

I. КОСМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

- 10.00–10.15 **Малахов А.В.** ЛЕНД–Лунный разведывательный детектор нейтронов
- 10.15–10.30 **Теплякова С.Н.** Состав и происхождение силикатных включений в железном метеорите Эльга

II. АТМОСФЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПЛАНЕТ

- 10.30–10.45 **Беляев Д.А.** Акустооптический эшелле-спектрометр SOIR на КА «Венера-Экспресс»: исследования атмосферы Венеры методом солнечного просвечивания
- 10.45–11.15 **Угольников О.С. (приглашенный)** Поляризационные исследования атмосферы Земли
- 11.15–11.30 **Афанасенко Т.С.** Влияние столкновительного уширения линий и интерференции линий на потоки теплового излучения в нижней атмосфере Венеры
- 11.30–11.50 *Перерыв на чай, кофе*

III ФИЗИКА СОЛНЕЧНО-ЗЕМНЫХ СВЯЗЕЙ

- 11.50–12.20 **Струминский А.Б. (приглашенный)** Электромагнитная диагностика солнечных вспышек
- 12.20–12.35 **Колесников И.В.** Моделирование нестационарного движения межзвездных атомов водорода в гелиосфере
- 12.35–12.50 **Ожередов В.А.** Анализ динамической взаимосвязи солнечной и геомагнитной активности и биологических ритмов методами построения динамических спектров и фильтрации рекурсий и периодичностей

IV. АСТРОФИЗИКА И РАДИОАСТРОНОМИЯ

- 12.50–13.20 **Буренин Р.А. (приглашенный)** Измерения космологических параметров при помощи наблюдений скоплений галактик

- 13.20–13.35 **Кривонос Р.А.** Анизотропия распределения активных ядер галактик в ближней Вселенной
- 13.35–14.35 *Обед*
- 14.35–14.50 **Человеков И.В.** Спектральная модель BDLE
- 14.50–15.05 **Цупко О.Ю.** Эволюция углового момента первичных черных дыр в горячей вселенной

V. ТЕОРИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

- 15.05–15.20 **Кривошеев Ю.М.** Влияние комптонизации излучения на спектр рентгеновских источников
- 15.20–15.35 **Воронин П.В.** Трехмерная ограниченная задача трех тел в условиях гравитационно-радиационного взаимодействия
- 15.35–15.50 **Котова Г.Ю.** Особенности развития сферического ионизационно-ударного фронта в межзвездной среде
- 15.50–16.05 **Тагирова Р.Р.** Кумуляция массы и импульса в ускоренно движущейся сжимаемой среде

VI. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 16.05–16.20 **Щербак С.С.** Изучение циркуляции вод Черного моря по данным дистанционного зондирования
- 16.20–16.35 **Уваров И.А.** Разработка автоматического обучаемого алгоритма классификации наземных экосистем по данным MODIS
- 16.35–16.50 **Ефремов В.Ю.** Разработка картографических интерфейсов для системы доступа к спутниковым данным и продуктам их обработки.
- 16.50–17.05 **Федяев К.С.** Применение алгоритма преодоления выродившихся итераций при решении задачи 1-оптимального оценивания параметров системы
- 17.05–17.25 *Перерыв на чай, кофе*
- 17.25–18.45 *Презентация стендовых докладов*
- 18.45–20.00 *Сессия стендовых докладов*
- 20.00–21.00 **КОНЦЕРТ**

СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

I. КОСМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

1. **Ваваев М.В., Василейский А.С.** Методика измерения светотехнических параметров съемочных устройств на ПЗС-линейках
2. **Вареников А.Б.** Использование современных программных средств для анализа научных данных
3. **Вострухин А.А.** Научная аппаратура БТН-М1 начала работу на борту МКС
4. **Крупин М.А., Василейский А.С.** Калибровка испытательного полигона для навигационной системы АСН-М-М КА «МЕТЕОР-М»

II. АТМОСФЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПЛАНЕТ

5. **Варламова Е.В., Васильев М.С., Соловьев В.С.** Широтное распределение облачности в зависимости от фазы 23-го солнечного цикла
6. **Лисин Е.А., Виноградов И.И.** Эшелле-спектрометр высокого разрешения с последовательной селекцией порядков для атмосферных исследований
7. **Смирнов И.В.** Трехмерная модель переноса твердых примесей в пограничном слое атмосферы с произвольным рельефом поверхности планеты
8. **Федулов К.В., Астафьева Н.М.** Временная динамика атмосферных процессов над мировым океаном по данным спутникового мониторинга
9. **Хайруллина Г.Р., Астафьева Н.М.** Общая циркуляция атмосферы: зональные течения, волны и вихри
10. **Шакун А.В., Засова Л.В.** Свечение кислорода на ночной стороне Венеры: первые результаты эксперимента VIRTIS-M на борту VENUS EXPRESS

III. ФИЗИКА СОЛНЕЧНО-ЗЕМНЫХ СВЯЗЕЙ

11. **Зимовец И.В., Струминский А.Б.** Декабрьские солнечные протонные события 2006 года

12. **Михайлов М.А., Струминский А.Б.** Солнечные нейтроны в событиях 28 октября 2003 года и 7 сентября 2005 года
13. **Новиков Д.И., Эйсмонт Н.А.** Использование эволюции орбиты магнитосферных спутников Земли в качестве инструмента оптимизации программы полета
14. **Россоленко С.С., Антонова Е.Е., Ермолаев Ю.И., Кирпичев И.П., Веригин М.И., Бородкова Н.Л.** Турбулентность в магнитослое и формирование низкоширотного пограничного слоя магнитосферы Земли

IV. АСТРОФИЗИКА И РАДИОАСТРОНОМИЯ

15. **Головин Д.В.** Создание каталога гамма-всплесков и солнечных вспышек по данным эксперимента HEND
16. **Мещеряков А.В., Вихлинин А.А.** Измерение звездной массы в скоплениях галактик на основе обзора неба SDSS
17. **Рудометкин Е.А., Чуразов Е.М.** Влияние космических лучей на динамику движения газа в скоплениях галактик
18. **Цыганков С.С.** Рентгеновский пульсар 4U0115+63: форма профиля импульса и энергия циклотронной линии
19. **Штыковский П.Е., Гильфанов М.Р.** Массивные рентгеновские двойные и недавнее звездообразование в родительской галактике

V. ТЕОРИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

20. **Гинзбургский К.В., Лутовинов А.А.** Вероятность падения звезды на черную дыру в шаровом скоплении.
21. **Милосердов А.А., Леинсон Л.Б.** Излучение нейтрино из плотной плазмы

VI. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

22. **Бурцев М.А.** Адаптивная система управления обработкой данных геостационарных спутников в НИЦ «Планета»

23. **Медведева М.А., Барталев С.А.** Формирование опорных данных по изменениям в лесах с использованием спутниковых изображений
24. **Плотников Д.Е., Барталев С.А.** Автоматическое детектирование площадей, занятых озимыми культурами по данным радиометра MODIS
25. **Ховратович Т.С., Барталев С.А.** Автоматическое детектирование участков рубки леса в таежных лесах по данным среднего разрешения MODIS

12 апреля 2006 года

К О Н Ц Е Р Т

Дипломант Международных конкурсов
преподаватель Нижегородской консерватории им. М.И. Глинки
баянист

Сергей ОЗЕРОВ

Программа концерта

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| 1. И.С. Бах | Прелюдия и fuga си-минор |
| 2. Д. Скарлатти | Соната фа-мажор |
| 3. П.И. Чайковский | Русское скерцо |
| 4. В. Зубицкий | Джаз-партида &2 |
| 5. Р. Гальяно | Песня для Джо |
| 6. В. Подгорный | Посвящение Карузо |
| 7. В. Власов | Босса-нова |
| 8. А. Пьяццолла | Простая мелодия |
| 9. А. Малюков | Садись в поезд „А“ |
| 10. А. Пьяццолла | Забвение |
| 11. В. Зубицкий | Посвящение Пьяццолле |

Начало концерта в 19:00
ИКИ РАН, конференц-зал, А-3, 2-й этаж

I. КОСМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЪЕМОЧНЫХ УСТРОЙСТВ НА ПЗС-ЛИНЕЙКАХ

М.В. Ваваев

АНО «Космос-НТ», E-mail: msva@iki.rssi.ru

А.С. Василейский, канд. физ.-мат. наук

ИКИ РАН E-mail: asvas@fo.iki.rssi.ru

В Оптико-физическом отделе ИКИ РАН совместно с АНО «Космос-НТ» проводятся измерения оптических характеристик многозональных съемочных устройств (МСУ) на линейных ПЗС-детекторах, создаваемых для метеорологических и природно-ресурсных КА.

С целью фотометрической калибровки ПЗС-линейки проводятся измерения чувствительности всех ее элементов к спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ), что позволит проводить не только визуальный анализ получаемого изображения, но и его тематическую обработку с использованием фотометрических характеристик отображенных объектов.

Выбранная схема калибровки предполагает использовать следующие приборы:

- периодически поверяемый ленточный образцовый излучатель (ОИ);
- диффузный источник излучения (ДИ, D 250 мм);
- высокоточный одноэлементный фотодетектор (ФД);
- монохроматор МДР-23, оборудованный блоком сопряжения с управляющим компьютером.

Фотометрическая калибровка МСУ включает:

- исследование неоднородности следующих характеристик элементов ПЗС-линейки: темновых сигналов и сигналов при равномерной засветке, создаваемой ДИ;
- измерение относительной спектральной чувствительности съемочной системы путем регистрации пропущенного через МДР светового потока от ОИ, нормируемого ФД;
- абсолютизацию чувствительности съемочной системы к СПЭЯ путем регистрации отклика при съемке ДИ, спектральная характеристика которого предварительно измеряется сравнением с ОИ.

Для повышения точности измерений предполагается включить в состав стенда в качестве альтернативы ФД высокочувствитель-

ную измерительную камеру на ПЗС-матрице. Это позволит определять двумерное распределение зарегистрированного потока и корректно проводить юстировку светового пучка в длинноволновой и коротковолновой областях спектра.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АНАЛИЗА НАУЧНЫХ ДАННЫХ

А.Б. Вареников

ИКИ РАН, E-mail: anerav@bk.ru

Научный руководитель д-р физ.-мат. наук М.Л. Литвак, ИКИ

Численные методы моделирования в современных научных работах приобретают все более значимую роль. Одним из примеров численного моделирования является создание трехмерной модели поверхности.

В данной работе изучается возможность построения трехмерных карт поверхности Марса для исследования вариаций (пространственных и временных) потока нейтронов на различных участках поверхности. Трехмерный ландшафт создается в программе численного моделирования (по данным измерений эксперимента MOLA), а на него уже накладывается текстура, представляющая собой карту потока нейтронов. Благодаря существующей возможности строить нейтронные карты для разных промежутков времени появляется дополнительная возможность динамического (временного) анализа трехмерного распределения нейтронного потока на отдельных участках поверхности Марса (например, склона вулкана Олимп).

В качестве исходных данных для этой работы используются данные глобального картографирования поверхности Марса лазерным альтиметром MOLA на борту КА MGS и результаты измерений орбитальных потоков нейтронов (с поверхности Марса) с помощью нейтронного спектрометра ХЕНД, установленного на КА Mars Odyssey.

НАУЧНАЯ АППАРАТУРА БТН-М1 НАЧАЛА РАБОТУ НА БОРТУ МКС

А.А. Вострухин

ИКИ РАН, E-mail: vostrukhin@iki.rssi.ru

Научный руководитель д-р физ.-мат. наук И.Г. Митрофанов, ИКИ РАН

26 февраля 2007 г. на 3330-м витке МКС были получены первые научные данные с российского прибора БТН-М1 на Российском

сегменте МКС и таким образом начата программа научных измерений по космическому эксперименту «БТН-Нейтрон». Аппаратура БТН-М1 была создана в Институте космических исследований РАН и в Ракетно-космической корпорации «Энергия» им. С.П.Королева.

Аппаратура состоит из наружного детекторного блока, который установлен на внешней поверхности служебного модуля «Звезда» и внутреннего блока электроники. В качестве блока детекторов нейтронов и гамма-квантов используется запасной образец прибора ХЕНД, разработанного в ИКИ РАН для изучения нейтронного излучения Марса с борта космического аппарата НАСА «Марс Одиссей» и который, начиная с мая 2001 г., работает в составе научной аппаратуры этого космического аппарата.

Для обеспечения возможности научных измерений прибором ХЕНД на борту МКС были выполнены следующие работы:

- разработка внутреннего блока электроники БТН-МЭ для согласования по электрическим цепям с системами МКС
- разработка фермы БТН-МФ для согласования прибора ХЕНД по тепловым и механическим интерфейсам.

Приборами ХЕНД и БТН будут получены синхронные данные о потоках нейтронов на околоземной орбите МКС и на около марсианской орбите. Полученные данные позволят сравнить нейтронное альbedo верхней атмосферы Земли и поверхности Марса в условиях спокойного Солнца и во время мощных солнечных вспышек, а также изучить потоки нейтронного и гамма-излучения в различных направлениях от активного Солнца.

Совместные измерения приборами ХЕНД на борту спутника Марса «Марс Одиссей» и БТН-М1 на борту МКС позволят экспериментально оценить нейтронную компоненту радиационного фона на всех участках межпланетного перелета Земля – Марс – Земля. Эти исследования на орбитах вокруг Земли и Марса явятся первым практическим шагом по обеспечению радиационной безопасности будущих марсианских экспедиций.

КАЛИБРОВКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА ДЛЯ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АСН-М-М КА «МЕТЕОР-М»

М.А. Крупин

АНО «Космос-НТ», E-mail: krup@starnet.ru

А.С. Василейский, канд. физ.-мат. наук

ИКИ РАН

В рамках исследовательской работы по изучению максимально достижимой точности измерений местоположения точки в пространстве с помощью аппаратуры АСН-М-М КА «Метеор-М», использующей навигационные системы GPS и ГЛОНАСС, был оборудован и откалиброван испытательный полигон.

Методика, разработанная для решения задачи калибровки испытательного полигона, позволяющая качественно оценить точность и сопоставить проведенные измерения, была основана на приведении данных в одну систему координат. На территории разработанного полигона были расположены маркеры, координаты которых было необходимо определить с высокой точностью. Заданное при построении полигона расстояние между маркерами позволяло сравнивать их взаиморасположение, полученное с помощью различных устройств спутниковой навигации. Проведенные в различные погодные условия и в различное время суток измерения были статистически обработаны и полученные результаты имели минимально возможные искажения, вызванные систематической погрешностью, что позволило определить наиболее точный метод и устройство измерения.

Полученные данные по отклонениям и погрешностям приборов впоследствии были использованы для проверки функциональности системы АСН-М-М. В процессе исследования была проведена оценка точности устройств спутниковой навигации, определены наиболее точные методы измерения координат и методики сравнения результатов, показанных различными измерительными системами.

ЛЕНД – ЛУННЫЙ РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНЫЙ ДЕТЕКТОР НЕЙТРОНОВ

А.В. Малахов

ИКИ РАН, E-mail: malakhov@iki.rssi.ru

Научный руководитель д-р физ.-мат. наук И.Г. Митрофанов,
ИКИ РАН

В докладе рассматривается концепция прибора Лунный разведывательный детектор нейтронов (ЛЕНД), разрабатываемого для миссии НАСА «Лунный разведывательный орбитер» (срок запуска – октябрь 2008 г.) по заказу Федерального космического агентства. Основной целью эксперимента является создание карт распределения водяного льда в полярных областях Луны с пространственным разрешением в 5–20 км на пиксель. Приводятся основные физические принципы данного эксперимента, положенные в основу разработки самого прибора. Рассматриваются основные подсистемы (детекторы, электроника), механическая конструкция, методы обработки получаемых данных и то, каким образом эти инженерные решения позволяют обеспечить выполнение основных целей эксперимента.

СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ СИЛИКАТНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ЖЕЛЕЗНОМ МЕТЕОРИТЕ ЭЛЬГА

С.Н. Теплякова

ГЕОХИ РАН, аспирантка, E-mail: svun2002@mail.ru

Научный руководитель д-р геол.-мин. наук М.А. Назаров, ГЕОХИ РАН

Силикатные включения в железных метеоритах крайне редки и имеют принципиальное значение для понимания металл-силикатного фракционирования при конденсации Солнечной небулы или дифференциации планетных тел.

В настоящей работе проведено исследование силикатных включений в железном метеорите Эльга (группа ПЕ).

Было изучено 16 силикатных включений в 5 образцах. Силикатные включения состоят из клинопироксена, погруженного в стекло. Бронзит и полевой шпат — второстепенные минералы, витлокит и хромит — акцессорные. Все включения окантованы шрейберзитом. Включения содержат рудные фазы, представленные троилитом и металлом, а также глобулами и дендритами, состоящими из Fe, Ni, P и S. Fe-Mn отношение в пироксенах значительно варьирует, оно не постоянно, как в обычных магматических породах, и указывает на образование включений в условиях изменяющейся летучести кислорода. Стекло включений содержит значительное количество кремнезема и щелочей и отличается от других

силикатных включений метеоритов группы ПЕ большим содержанием кремнезема. Валовый химический состав оказался гранитоподобным, что необыкновенно для железных метеоритов. От гранитов силикатные включения отличаются лишь несколько большим содержанием MgO и P₂O₅. Используя программу Comagmat, мы показали, что эти включения не могли образоваться в результате равновесной или фракционной кристаллизации исходного хондритового расплава. Метеорит несет свидетельства неоднократных ударных событий, которые привели к переплавлению вещества, на что указывают присутствие стекла во включениях, карманов расплава, а также дендритовые структуры. Многочисленные трещины, хрупкие сдвиговые деформации и нарушенные видманштеттеновые структуры указывают на повторные менее интенсивные ударные события.

Таким образом, в метеорите Эльга силикатные включения имеют гранитоподобный состав и образовались при изменяющейся летучести кислорода. Эльга претерпела ряд ударных воздействий и, возможно, химия этих включений связана с фракционированием вещества в ходе ударных событий.

II. АТМОСФЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПЛАНЕТ

ВЛИЯНИЕ СТОЛКНОВИТЕЛЬНОГО УШИРЕНИЯ ЛИНИЙ И ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ЛИНИЙ НА ПОТОКИ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В НИЖНЕЙ АТМОСФЕРЕ ВЕНЕРЫ

Т.С. Афанасенко

ИКИ РАН, E-mail taras@irn.iki.rssi.ru

Научный руководитель канд. физ.-мат. наук А.В. Родин, ИКИ РАН

Радиационный баланс атмосферы Венеры определяется сильным парниковым эффектом, который остается сложной и до конца не изученной задачей. Расчет потоков затрудняется оптической непрозрачностью атмосферы Венеры так, что основной поток ИК-излучения уходит в окна прозрачности вдали от сильных полос поглощения. В окнах прозрачности поглощение обусловлено горячими линиями, далекими крыльями линий и малыми составляющими.

На основе трех различных моделей были рассчитаны синтетические спектры, а также тепловые потоки в атмосфере Венеры. Поток излучения на поверхности в зависимости от модели варьируется более чем в три раза от 15 до 50 Вт/м². Восходящие потоки в окнах прозрачности также чувствительны к выбору модели расчета синтетического спектра, однако они в большей степени определяются выбором модели облачного слоя, модели рассеяния, а также вариациями малых составляющих.

Измеренные потоки излучения в окнах прозрачности с ночной стороны Венеры в целом хорошо совпадают с модельными потоками. В ближайшем будущем должны появиться данные с лучшим разрешением и качеством благодаря миссии «Венера-Экспресс». Эти данные помогут определить модель аэрозоля и малых составляющих, однако оставят открытым вопрос о поглощении в нижней атмосфере.

АКУСТООПТИЧЕСКИЙ ЭШЕЛЛЕ-СПЕКТРОМЕТР SOIR НА КА «ВЕНЕРА-ЭКСПРЕСС»: ИССЛЕДОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЕНЕРЫ МЕТОДОМ СОЛНЕЧНОГО ПРОСВЕЧИВАНИЯ

Д.А. Беляев

ИКИ РАН, E-mail: dbelyaev@iki.rssi.ru

Научный руководитель д-р физ.-мат. наук О.И. Кораблев, ИКИ РАН

Акустический эшелле-спектрометр высокого разрешения на борту космического аппарата «Венера-Экспресс» предназначен для измерений вертикальной структуры атмосферы Венеры методом солнечного просвечивания в ближнем ИК-диапазоне (эксперимент SOIR – Solar Occultation InfraRed). Использование акустического перестраиваемого фильтра (АОПФ) для предварительной селекции дифракционных порядков эшелле-решетки позволяет произвольно выбирать спектральные интервалы в пределах диапазона чувствительности детектора и последовательно регистрировать их во времени. Такая конструкция обеспечивает спектральное разрешение $\lambda/\Delta\lambda \sim 25\,000\text{--}40\,000$ в рабочем диапазоне прибора 2,2–4,3 мкм. Измерения спектров атмосферы Венеры с таким высоким разрешением в режиме солнечного просвечивания позволяют не только получить профили плотности по измерениям основной составляющей атмосферы CO_2 , но и восстановить вертикальные профили содержания малых газовых составляющих (H_2O , HCl , HF , CO , SO_2), распределение которых в мезосфере Венеры до сих пор было известно плохо. Особый интерес представляет анализ относительного содержания водяного пара и HDO на Венере, поскольку он поможет сделать вывод об эволюции воды на планете.

Космический аппарат «Венера-Экспресс» Европейского Космического Агентства уже год находится на орбите Венеры. В процессе обработки данных по солнечному просвечиванию были получены спектры различных атмосферных газов планеты (CO_2 , H_2O , HDO , HCl , HF , CO , SO_2 и т.д.) в диапазоне высот от 65 до 110 км. Проведен предварительный анализ содержания CO_2 , H_2O и HDO и получены вертикальные профили плотности. Кроме работы с научными данными регулярно проводится обработка калибровочных данных по прямым солнечным измерениям с орбиты. В настоящее время ведется более детальный анализ спектров атмосферных газов Венеры, а также построение вертикальных профилей аэрозолей на разных длинах волн с целью исследования размеров частиц верхней дымки на высотах от 70 до 90 км.

ШИРОТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАЧНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗЫ 23-го СОЛНЕЧНОГО ЦИКЛА

Е.В. Варламова

Институт космофизических исследований и аэронауки СО РАН
(ИКФИА СО РАН), м.н.с.

М.С. Васильев

Якутский государственный университет, студент,
E-mail: m.s.vasiliev@ikfia.yasn.ru

В.С. Соловьев, канд физ.-мат. наук
ИКФИА СО РАН

Фаза роста 23-го солнечного цикла началась в 1997 г., а последний пик максимума пришелся на 2001 г. Регулярный прием спутниковой информации по облачности в ИКФИА начался с 1997 г. Выделены два периода: 1997–1998 гг. как соответствующий минимуму солнечной активности (СА), и 2000–2002 гг. как соответствующий максимуму СА.

Получено, что на фазе перехода от минимума к максимуму СА на широтах 62–70° с.ш. наблюдается рост верхней облачности на ~3 %, в то время как на широтах 47–57° с.ш. – наблюдается снижение на ~3 %. Нижняя облачность севернее 53-й широты во время максимума СА выше, чем в минимуме, а южнее – наблюдается обратная картина.

Этот эффект может быть обусловлен широтным смещением траекторий атлантических циклонов с изменением солнечной активности. Атлантические циклоны определяют облачность, по крайней мере, до 140° в.д. Исторические данные свидетельствуют о том, что «Азорский антициклон (АА)» и «Исландская область низкого давления (ИОНД)» меняются в антифазе и связаны с СА. В эпохи повышенной СА давление в АА повышается, а в высоких широтах – падает, что приводит к широтному смещению траекторий циклонов к полюсу. В зависимости от СА «северный» путь атлантических циклонов сдвигается, причем амплитуда вариаций составляет примерно 10° широты.

Облачность в масштабах сотен километров ведет себя по-разному, в зависимости от широты и орографии местности, определяясь изменением траекторий циклонов и антициклонов. В зависимости от солнечной активности происходит широтное смещение областей с меньшей облачностью. Для максимума и минимума СА просматриваются изменения интенсивности нескольких зональных «полос», соответствующих смещению путей циклонов. Нужно также отметить, что восточнее 130-го меридиана, за горными хреб-

тами наблюдается более сложная картина смещения облачности в периоды максимума и минимума солнечной активности, хотя основные зональные «полосы», соответствующие смещению путей движения западных циклонов, также просматриваются.

ЭШЕЛЛЕ-СПЕКТРОМЕТР ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СЕЛЕКЦИЕЙ ПОРЯДКОВ ДЛЯ АТМОСФЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Е.А. Лисин

Московский физико-технический институт (Государственный университет), E-mail: eaLisin@yandex.ru
 Научный руководитель канд. физ.-мат. наук И.И. Виноградов, ИКИ РАН

Предлагается новый метод спутникового мониторинга малых газовых составляющих земной атмосферы на основе спектроскопических измерений в ближнем ИК-диапазоне (0,7–1,7 мкм) с высоким спектральным разрешением (~20 000–30 000), позволяющим различать отдельные линии молекулярного поглощения присутствующих газов и определять их концентрацию на основе интегральной величины поглощения солнечного излучения, отраженного (рассеянного) земной поверхностью. В совокупности с высоким быстродействием регистрирующего спектрометра (~1 с для записи отдельного спектра) и остронаправленным полем его зрения (<1 угл. град.), метод позволит определять локальные значения концентрации с высоким пространственным разрешением порядка нескольких километров.

Метод предполагается применить для мониторинга содержания парниковых газов: CO₂ и CH₄. Для понимания роли природных процессов и антропогенной деятельности, регулирующих атмосферное распределение CO₂, необходимы весьма точные и локализованные измерения концентрации CO₂. Измерения концентрации метана в атмосфере позволят получить дополнительную информацию о состоянии ряда экосистем, а также обнаружить дополнительные источники выброса в атмосферу в результате течи многочисленных газопроводов на территории нашей страны.

Оборудование, необходимое для реализации метода, создается на основе эшелле-спектрометра высокого разрешения без второго дисперсионного элемента со скрещенной дисперсией. Предварительная селекция одного из высоких порядков дифракции эшелле-решетки осуществляется с помощью акустооптического перестраиваемого фильтра (АОПФ) на основе кристалла парателлуриата TeO₂.

Для мониторинга парниковых газов предполагается регистрировать отдельные ненасыщенные линии в слабых полосах поглощения CO₂ (1580 нм) и CH₄ (1640 нм). Для повышения точности измерений концентрации CO₂ и CH₄ потребуются дополнительные измерения поглощения O₂ (полосы 760 и 1270 нм), содержание которого в атмосфере хорошо известно.

ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕНОСА ТВЕРДЫХ ПРИМЕСЕЙ В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ РЕЛЬЕФОМ ПОВЕРХНОСТИ ПЛАНЕТЫ

И. В. Смирнов

ИКИ РАН, аспирант МФТИ, E-mail: igor@omegametall.ru
 Научный руководитель канд. физ.-мат. наук А.С. Петросян, ИКИ РАН, доцент МФТИ

Модель, предложенная в этой работе, может быть использована для моделирования и решения задач в следующих отраслях: биологии, механике, экологии, эпидемиологии, геологии, вулканологии, грунтоведении, горном деле, планетологии, геоморфологии, климатологии, в физике атмосферы, космонавтике, а также в любой другой отрасли, где необходимо спрогнозировать движение потока газа, нагруженного частицами или аэрозолями, вблизи сложной границы или поверхности.

Данная модель предполагает односкоростной характер потока или так называемый поток с «вмороженными» частицами.

В настоящей работе предложено использовать метод Годунова для численного решения одномерной задачи распада — разрыва на границе двух ячеек для моделирования переноса твердых частиц вблизи сложной поверхности в некоем объеме с заданными граничными и начальными условиями и с заданным рельефом местности.

В соответствии с моделью Нигматулина параметры смеси газа с частицами перенормируются в параметры некоторого «квазигаса».

Структура используемой разностной схемы позволяет качественно воспроизвести эффекты молекулярной вязкости. При этом влияние схемной вязкости проявляется наиболее весомо, когда пограничный слой нагружен частицами в областях значительно изменения рельефа.

Результаты, полученные при использовании этой модели, хорошо согласуются с экспериментальными данными и данными натурных испытаний.

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ*О.С. Угольников*

ИКИ РАН, E-mail: dawnsearcher@mail.ru

В докладе рассказывается о современном состоянии и основных задачах атмосферной оптики. В первой части доклада дается общая классификация разделов этой науки с точки зрения проведения эксперимента и исследуемых процессов в атмосфере. В отдельный раздел выделено изучение собственного излучения атмосферы — полярных сияний, спокойного и повышенного фона ночного неба.

Другие разделы атмосферной оптики связаны с изучением процессов атмосферного рассеяния света от каких-либо источников. Эти источники могут быть искусственными, и здесь необходимо отметить лидарный метод зондирования атмосферы. В роли источника может также выступать Солнце, и объектом исследований в этом случае выступает фон рассеянного излучения, наблюдаемый на дневном и сумеречном небе. Этому разделу атмосферной оптики посвящена основная часть доклада.

Сумеречный метод зондирования атмосферы может дать достаточно много информации о различных слоях газовой оболочки Земли, так как в разные периоды сумерек преимущественное рассеяние света происходит на разных высотах. Информативность сумеречных измерений существенно возрастает, если наряду с интенсивностью фона неба измерять и его поляризацию. Это позволяет произвести разделение основных компонент фона неба (в частности, отделить фон многократного рассеяния), а также исследовать аэрозольную компоненту атмосферы на разных высотах. К примеру, поляризационные данные указали на появление метеорной пыли в мезосфере после максимума активности метеорного потока Леониды в ноябре 2002 года и аэрозольного слоя в нижней стратосфере (впервые за несколько лет наблюдений) в декабре 2006 года. Наблюдательные данные позволяют сделать вывод о физических свойствах аэрозольных частиц.

Заключительная часть доклада посвящена краткому обзору других оптических методов исследований атмосферы, в частности, атмосферной спектроскопии и современных космических экспериментов по изучению атмосферы.

ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ НАД МО ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА*К.В. Федулов*

МФТИ, студент, E-mail: fedulovk@gmail.com

Научный руководитель д-р физ.-мат. наук, вед. науч. сотр.

Н.М. Астафьева, ИКИ РАН, E-mail: ast@iki.rssi.ru

Атмосферные процессы над акваториями Мирового океана (МО) изучаются на основе данных спутникового мониторинга в рамках программы DMSP. Проведен анализ радиотепловых полей Земли из электронной коллекции GLOBAL-Field (лаборатория климатических исследований ИКИ РАН). Поля сформированы с регулярностью и плотностью покрытия (2 поля в сутки, $5 \times 5^\circ$ по поверхности Земли), делающими их пригодными для анализа как глобальных, так и региональных процессов в атмосфере в широком диапазоне временных масштабов — синоптических, внутри- и междугодовых. Представлены результаты анализа изменений радиояркостной температуры на частотах 19 и 22 ГГц, адекватно отражающих динамику и распределение интегрального по высоте влагозапаса в атмосфере над Мировым океаном.

Во временной динамике процессов в основных центрах действия над Атлантикой обнаружено следующее. На междугодовых масштабах изменений: квазидвухлетняя цикличность выражена в районе Южного тропика заметно слабее; междугодовые изменения почти строго гармонические в районе Северного тропика и на экваторе становятся нерегулярными в областях Исландского антициклона и Южного тропика. На внутригодовых масштабах изменений: характерные детали, типа «вилочек», в вейвлет-спектрах свидетельствуют об элементах нелинейного и хаотического поведения; синоптический масштаб изменений в рассмотренных областях отличается — от 5–7 дней в Исландском антициклоне до 12–15 дней в Южном тропике.

Анализ отклонений среднегодовых радиотепловых полей Земли от усредненных по большому промежутку времени (7 лет) показал следующее. Междугодовая динамика полей отклонений отражает основные особенности общей циркуляции атмосферы, в частности, такие известные квазистационарные атмосферные колебания как Арктическая осцилляция, Северо-Атлантическое колебание и другие. Кроме того, выявлены четырехлетние колебания влагозапаса над акваторией Тихого океана: поля отклонений в 2003–2005 гг. во многих деталях повторяют полученные в 1999–2001 гг., но со знаком минус; причиной такого противофазного по-

ведения полей распределения влагозапаса может быть явление Эль-Ниньо.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 06-05-64276-а.

ОБЩАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ АТМОСФЕРЫ: ЗОНАЛЬНЫЕ ТЕЧЕНИЯ, ВОЛНЫ И ВИХРИ

Г.Р. Хайруллина

МФТИ, студентка, E-mail: x.g.r.@list.ru

Научный руководитель д-р физ.-мат. наук, вед. науч. сотр.

Н.М. Астафьева, ИКИ РАН, E-mail: ast@iki.rssi.ru

Циркуляция земной атмосферы, усредненная по большим пространственным и временным масштабам, характеризуется крупномасштабными синоптическими вихрями в виде планетарных волн, волн Россби (циклонов и антициклонов) и тесно связанными с ними зональными потоками. Физическая природа волн Россби обусловлена большими горизонтальными масштабами волн, существенно превышающими высоту атмосферы. Теоретическое и экспериментальное изучение планетарных волн всегда было актуально, поскольку они являются важным элементом общей циркуляции атмосферы, вносят большой вклад в перенос массы (влаги особенно) и тепла в атмосфере и тем самым участвуют в формировании погоды и климата планеты. Исследования Земли из космоса, предоставляющие данные наблюдения за процессами в атмосфере в виде полей, позволяют наблюдать и изучать масштабы и особенности движения планетарных волн с большими горизонтальными масштабами.

Настоящее сообщение условно можно подразделить на три части. В первой рассматриваются зональные течения и их устойчивость, представлен обзор уравнений и приближений, приводящих к получению решений в виде волн Россби. Во второй части доклада представлены результаты исследования свойств аналитических решений в виде вихревых дорожек. В третьей части проводится детектирование планетарных волн по данным радиотеплового спутникового мониторинга Земли. В заключении проводится сравнение полученных результатов исследования свойств аналитических решений с данными наблюдений.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 06-05-64276-а.

СВЕЧЕНИЕ КИСЛОРОДА НА НОЧНОЙ СТОРОНЕ ВЕНЕРЫ: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА VIRTIS-M НА БОРТУ VENUS EXPRESS

Шакун А.В.

ИКИ РАН, аспирант, E-mail: avshakun@irn.iki.rssi.ru

Научный руководитель канд. физ.-мат. наук Л.В. Засова, ИКИ РАН

Работа посвящена результатам обработки данных, полученных картирующим спектрометром VIRTIS. Спектрометр работает в интервале длин волн от 1 до 5 мкм и имеет разрешающую способность 0,01 мкм. Исследование эмиссии кислорода $O_2(a^1\Delta_g)$ на длине волны 1,27 мкм является одной из задач эксперимента. В результате фотодиссоциации CO_2 на дневной стороне образуются атомы кислорода, которые циркуляцией заносятся на ночную сторону, где рекомбинируют с высвечиванием на длине волны 1,27 мкм. Использовались две моды наблюдений: надирные и лимбовые. Были получены лимбовые профили эмиссии кислорода в атмосфере Венеры в зависимости от широты и местного времени (обрабатывались данные с высоким и низким пространственным разрешением). С помощью onion technique были получены вертикальные профили свечения кислорода. Для сглаживания шумов был реализован метод регуляризации Тихонова. Показано, что максимум излучения наблюдается на высоте 97 ± 1 км. Ширина пика порядка 10 км.

III. ФИЗИКА СОЛНЕЧНО-ЗЕМНЫХ СВЯЗЕЙ

ДЕКАБРЬСКИЕ СОЛНЕЧНЫЕ ПРОТОННЫЕ СОБЫТИЯ 2006 ГОДА

И.В. Зимовец

МФТИ, студент, ИКИ РАН, E-mail: ivanzim@mail.ru
Научный руководитель канд. физ.-мат. наук А.Б. Струминский,
ИКИ РАН

Солнце проявляло бурную активность в первой половине декабря 2006 г., во время которой произошли четыре события (5, 6, 13, 14 декабря) рентгеновского класса X, сопровождавшиеся мощными потоками ионов и электронов, наблюдавшихся как в плоскости эклиптики на борту GOES, так и на высокой гелиошироте аппаратом ULYSSES. Источники всех четырех событий принадлежали одной активной области, вращающейся вместе с Солнцем, что позволило исследовать восточно-западный эффект и процессы распространения солнечных космических лучей (СКЛ) вблизи Солнца. В работе исследуется связь между жестким рентгеновским излучением (ACS SPI INTEGRAL) и числом вспышечных протонов, путем сравнения их количества, полученного модельной интерполяцией с борта GOES и ULYSSES в корону, с пиком жесткого рентгена. Событие 14 декабря в силу нахождения родительской вспышки в области удачного соединения с GOES может выступать в роли эталона для остальных событий в смысле предельной связи между количеством протонов и минимальной наблюдаемой ACS интенсивностью жесткого рентгена. Исследуются также процессы распространения СКЛ в гелиосфере в предположении, что СКЛ как в короне, так и в межпланетной среде распространяются диффузионно, но с различными параметрами. Параметры определяются и сравниваются с общепринятыми.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ДВИЖЕНИЯ МЕЖЗВЕЗДНЫХ АТОМОВ ВОДОРОДА В ГЕЛИОСФЕРЕ

И.В. Колесников

МГУ им. М.В. Ломоносова, E-mail: garikol@inbox.ru
Научный руководитель канд. физ.-мат. наук В.В. Измоленов, доцент
МГУ им. М.В. Ломоносова

Данная работа посвящена моделированию движения межзвездных атомов водорода в гелиосфере с учетом нестационарности процессов ионизации и сил, действующих на частицы.

Проникая в гелиосферу, нейтральные атомы подвергаются перезарядке на протонах солнечного ветра, фотоионизации солнечным излучением и ионизации электронным ударом, кроме того, на них действуют силы гравитационного притяжения и радиационного солнечного давления. Параметры, количественно характеризующие указанное взаимодействие, — эффективная частота ионизации и результирующая сила, действующая на частицы со стороны Солнца, — существенно изменяются в зависимости от циклов солнечной активности и радиальной компоненты скорости частиц. Поскольку среднее время полета атома водорода в гелиосфере сопоставимо с длительностью солнечного цикла, учет нестационарности указанных эффектов является весьма важным для адекватного описания поведения нейтральных атомов в гелиосфере.

Внешней границей рассматриваемой задачи является сфера, моделирующая гелиосферную ударную волну. По задаваемым характеристикам нейтральных атомов на границе (концентрации, средней скорости и температуре) и функциям, описывающим зависимость процессов ионизации и результирующей силы, действующей на частицы, от времени, находится функция распределения межзвездного водорода и её интегральные характеристики (распределение концентраций, средних скоростей и температур) в гелиосфере.

Сравнивая полученные результаты с результатами, получаемыми при использовании более сложной самосогласованной модели гелиосферного интерфейса, можно отделить эффекты, связанные непосредственно со структурой гелиосферного интерфейса, от локальных эффектов, связанных с изменением характеристик нейтральных атомов при их движении в гелиосфере. Это позволяет выделить наиболее интересные для экспериментального исследования (с точки зрения разработки модели гелиосферного интерфейса) области космического пространства.

СОЛНЕЧНЫЕ НЕЙТРОНЫ В СОБЫТИЯХ 28 ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА И 7 СЕНТЯБРЯ 2005 ГОДА

М.А. Михайлов

Московский физико-технический институт
(Государственный университет), E-mail: berta4@gmail.com
Научный руководитель канд. физ.-мат. наук А.Б. Струминский,
ИКИ РАН

Наземные возрастания интенсивности космических лучей, вызванные приходом прямых солнечных нейтронов, являются единичными событиями в каждом солнечном цикле. В предыдущем солнечном цикле в событии 4 июня 1991 г. впервые были получены свидетельства длительной (40 мин) генерации нейтронов в двух эпизодах с различным спектром (*Struminsky et al.*, 1994). Проверка такой возможности в событиях текущего цикла представляет интерес.

В работе исследуются наземные возрастания темпа счета нейтронных мониторов Цумев (Tsumeb) и Чакалтая (Chacaltaya) во время мощных солнечных вспышек 28 октября 2003 г. и 7 сентября 2005 г., сопровождавшихся жестким рентгеновским и гамма-излучением. Показано, что начальная фаза возрастания соответствует выходу нейтронов с поверхности Солнца с интенсивностью, пропорциональной темпу счета ACS SPI (гамма-кванты с энергией > 150 кэВ). Однако при этом не удается описать конечную стадию возрастаний — второй максимум 28 октября 2003 г. и длительный спад 7 сентября 2005 г. Предположение об изменении условий генерации нейтронов в конце событий (изменение их спектра и характера связи с ACS SPI) позволяет преодолеть эту трудность.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ ОРБИТЫ МАГНИТОСФЕРНЫХ СПУТНИКОВ ЗЕМЛИ В КАЧЕСТВЕ ИНСТРУМЕНТА ОПТИМИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПОЛЕТА

Д.И. Новиков

ИКИ РАН, E-mail: dnovikov@iki.rssi.ru
Научный руководитель канд. техн. наук Н.А. Эйсмонт, ИКИ РАН

Задачи исследования магнитосферы Земли и солнечного ветра, как правило, предполагают запуск космических аппаратов на высокоэллиптические орбиты, что было практически реализовано в таких проектах, как «Интербол» и «Кластер». При этом для проведения экспериментов требуется выполнение ряда условий, во многих случаях противоречащих друг другу. Общим требованием во всех

случаях является выведение аппарата максимальной массы и достаточно продолжительное время существования аппарата, не менее 5 лет для современных аппаратов. Противоречащими друг другу требованиями являются, например, минимальное время пребывания аппарата в тени Земли и пересечение хвоста магнитосферы на максимальном расстоянии.

В работе рассматриваются возможные варианты преодоления указанных трудностей за счет соответствующего программирования характера эволюции параметров орбиты аппарата под воздействием гравитации со стороны Луны и Солнца. Показано, что при соответствующем выборе начальных параметров орбиты удастся обеспечить требуемый подъем высоты перигея без каких-либо дополнительных затрат рабочего тела, тем самым существенно увеличивая выводимую массу аппарата (более 20 % для, например, проекта Cross-Scal, находящегося в настоящее время в фазе обсуждения). Кроме того, показано, что на различных фазах полета удастся последовательно удовлетворять требованиям различных экспериментов. Это достигается соответствующим подбором эволюции орбиты, например, за счет эволюции орбиты удастся в течение 3 лет изменить наклонение орбиты от 10–15° почти до 70°, что позволяет переходить от исследования приэклиптических областей магнитосферы к изучению каспов. Одновременно удастся получить рост перигейного расстояния с 8000 км до 24 000 км и таким образом выйти из областей опасного влияния радиационных поясов.

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ СОЛНЕЧНОЙ И ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКИХ РИТМОВ МЕТОДАМИ ПОСТРОЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ И ФИЛЬТРАЦИИ РЕКУРСИЙ И ПЕРИОДИЧНОСТЕЙ

В.А. Ожередов

ИКИ РАН, аспирант, E-mail: ojymail@mail.ru
Научный руководитель д-р физ.-мат. наук Т.К. Бреус, ИКИ РАН

Механизм выявления взаимосвязи гелиогеомагнитных (СА) и медико-биологических параметров в ряде работ за последние годы отобразился на реальные временные ряды в виде детерминированных закономерностей, структура которых позволяла сделать вывод о степени влияния СА на популяцию. Однако полученные выводы вызывали сомнения.

В данной работе сделан акцент на выявлении информационно-насыщенных компонент наблюдаемых рядов (фильтрация), а

именно, ритма и рекурсивного многообразия в наблюдаемых временных рядах, т.е. совокупности функционально связанных между собой сигналов.

Преимущество полученных нами СВАН-диаграмм в том, что на них отчетливо прослеживаются узкополосные ритмы, а также время их возникновения и исчезновения. Преимущество применяемых методов фильтрации ритмической компоненты сигнала состоит в получении периодического ряда общего вида, описываемого относительно небольшим числом параметров, тогда как для Фурье-или вейвлет-разложения требуется большое число базисных функций и, следовательно, основанный на них метод фильтрации периодических составляющих не является устойчивым. Рекурсивный анализ абстрагирован от конкретных видов сигналов, и основанием для вывода о взаимозависимости рядов служит функциональная связь между их информационно-насыщенными компонентами.

База данных содержала смертность от инфарктов миокарда (ВС) за 28 лет и артериального давления (АД) за 16 лет в Миннесоте (США), а также ВС в Болгарии за 25 лет в связи с различными индексами солнечной активности.

Показано, что существует достоверная зависимость медицинских данных от геомагнитной активности Кр и микропульсаций Рс-1, захват частоты происходит в большей степени у ритмов Кр, чем у чисел Вольфа. Почти все компоненты динамических спектров в области от 0,5 до 2 лет в аа-индексе и в солнечном ветре находят отражение в ритмах АД и ВС. Обнаруживается функциональная связь между информационно-значимыми компонентами ULF-индекса геомагнитных микропульсаций и ВС. Общий вывод — ритмы солнечной активности явились «биологическими часами» для формирования временной структуры живых систем.

ТУРБУЛЕНТНОСТЬ В МАГНИТОСЛОЕ И ФОРМИРОВАНИЕ НИЗКОШИРОТНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ МАГНИТОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

С.С. Россоленко

МГУ им М.В. Ломоносова, E-mail: sv_ross@mail.ru

Е.Е. Антонова^{1,2}, Ю.И. Ермолаев², И.П. Кирпичев², М.И. Веригин², Н.Л. Бородкова²

¹НИИЯФ МГУ, ²ИКИ РАН

Исследована роль турбулентных флуктуаций параметров плазмы и магнитного поля в магнитослое в формировании низкоширотного погранслоя (LLBL). Проведен анализ результатов многоспутнико-

вых наблюдений 2 марта 1996 года, когда «Интербол/Хвостовой» пересекал низкоширотный погранслоем на вечернем фланге магнитосферы, спутник Geotail — ударную волну и магнитослой, а спутник WIND измерял параметры солнечного ветра. Подробно анализируются показания приборов «Коралл», «Электрон» и МИФ на спутнике «Интербол/Хвостовой зонд». Сравниваются флуктуации компонент магнитного поля и скорости плазмы в солнечном ветре и магнитослое по измерениям на спутниках WIND и Geotail. Показано, что во время измерений уровень флуктуаций магнитного поля в магнитослое превышал значение магнитного поля внутри магнитосферы в прикаспенной области. Обсуждается возможность локального нарушения баланса давления на магнитопаузе и проникновения плазмы магнитослоя внутрь магнитосферы. В ходе рассмотренных процессов внутри магнитосферы могут сформироваться наблюдаемые на эксперименте плазменные струи в LLBL.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ДИАГНОСТИКА СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК

А.Б. Струминский

ИКИ РАН

Жесткое рентгеновское, гамма- и радиоизлучение Солнца является результатом взаимодействия в короне и хромосфере нетепловых электронов и ионов, ускоренных в солнечных вспышках. Исследование этих излучений позволяет получать информацию как о свойствах нетепловых частиц, так и об условиях в области взаимодействия. В докладе будет представлен обзор результатов наблюдений выдающихся событий текущего солнечного цикла в 2003 и 2005 гг. с высоким пространственным, временным и спектральным разрешением космическими аппаратами RHESSI, TRACE, SOHO, INTEGRAL, GOES, КОРОНАС-Ф и наземными радиотелескопами.

IV. АСТРОФИЗИКА И РАДИОАСТРОНОМИЯ

ИЗМЕРЕНИЯ КОСМОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПОМОЩИ НАБЛЮДЕНИЙ СКОПЛЕНИЙ ГАЛАКТИК

Буренин Р.А.
ИКИ РАН

В докладе будет дан краткий обзор достижений наблюдательной космологии в последние годы. Также речь будет идти о том, почему скопления галактик являются одним из основных инструментов наблюдательной космологии и какие результаты в этой области были получены в последнее время и ожидаются в обозримом будущем.

СОЗДАНИЕ КАТАЛОГА ГАММА-ВСПЛЕСКОВ И СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТА HEND

Д.В. Головин
ИКИ РАН, E-mail: dimamsu@mail.ru
Научный руководитель д-р физ.-мат. наук М.Л. Литвак М.Л., ИКИ РАН

Основной задачей данной работы является создание предварительной версии каталога гамма-всплесков и солнечных вспышек, зарегистрированных российским прибором «HEND» на КА Mars Odyssey.

Прибор HEND входит в состав Межпланетной Сети (3rd IPN), которая позволяет осуществить Программу высокоточной локализации источников всплесков. Для ее реализации используются несколько межпланетных аппаратов. В апреле 2001 г. HEND присоединился к американскому межпланетному зонду ULISSES для работы по Программе IPN, в которую также входит ряд околоземных КА (ВерроSAX, Wind, HETE-II).

В каталог включены события, произошедшие в период с 2001 по 2007 год. Регистрация космического гамма-излучения осуществляется внешним и внутренним сцинтилляторами прибора в диапазоне 60 кэВ – 1 МэВ и 400 кэВ – 3 МэВ соответственно.

Помимо данных, переданных непосредственно с КА Mars Odyssey, в каталог включена дополнительная информация, полученная из других экспериментов.

АНИЗОТРОПИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АКТИВНЫХ ЯДЕР ГАЛАКТИК В БЛИЖНЕЙ ВСЕЛЕННОЙ

Р.А. Кривонос
ИКИ РАН, E-mail: krivonos@heaiki.rssi.ru
Научный руководитель канд. физ.-мат. наук М.Г. Ревнивцев, ИКИ РАН

Из наблюдений хорошо известно, что практически каждая галактика во Вселенной содержит центральную сверхмассивную черную дыру, которая может «включить» активное ядро галактики (АЯГ). Следовательно, можно ожидать, что объемная плотность активных ядер галактик, проявляющих себя в рентгеновском диапазоне, должна быть пропорциональной объемной плотности галактик.

Распределение массы в локальной Вселенной, и, следовательно, объемной плотности галактик, не является однородным. Гравитационное взаимодействие материи за космологическое время образовало различные структуры, вплоть до размеров 100–200 Мпк. На больших расстояниях, плотность материи распределена более или менее равномерно, в то время как на меньших масштабах наблюдается высокая степень анизотропии. Контраст плотности может достигать порядка величины. Глубина обзола всего неба, проведенного недавно на обсерватории ИНТЕГРАЛ, в жестком рентгеновском диапазоне достигает расстояний 300–400 Мпк, что позволяет исследовать распределение объемной плотности активных ядер галактик в ближней Вселенной.

Объемная плотность АЯГ хорошо согласуется с известным распределением массы в локальной Вселенной: близкое сверхскопление в Деве (15 Мпк), более удаленный и массивный Великий Аттрактор (60 Мпк) и сверхскопление Персей-Рыбы (65 Мпк). Анизотропия распределения объемной плотности активных ядер галактик согласуется с распределением видимой массы в ближней Вселенной, измеренной по плотности галактик из оптических и инфракрасных обзоров всего неба.

ИЗМЕРЕНИЕ ЗВЕЗДНОЙ МАССЫ В СКОПЛЕНИЯХ ГАЛАКТИК НА ОСНОВЕ ОБЗОРА НЕБА SDSS

А.В. Мещеряков

ИКИ РАН, E-mail: gardel@hea.iki.rssi.ru

Научный руководитель д-р физ.-мат. наук А.А. Вихлинин, ИКИ РАН

Настоящая работа посвящена измерению звездной компоненты барионной массы скоплений галактик в широком диапазоне полной массы: $M_{500} \approx (7,4-131,3) \cdot 10^{13} M_{\text{sun}}$.

Основные трудности определения звездных масс скоплений связаны с правильным измерением полной светимости их ярчайших cD-галактик, поскольку в них сосредоточена значительная доля суммарной массы звезд скопления.

В докладе представлены результаты измерения звездной массы у центральных cD-галактик для нескольких скоплений в указанном диапазоне полных масс по данным оптического обзора SDSS.

ВЛИЯНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ НА ДИНАМИКУ ДВИЖЕНИЯ ГАЗА В СКОПЛЕНИЯХ ГАЛАКТИК

Е.А. Рудометкин

ИКИ РАН, E-mail: rudometkin@gmail.com

Научный руководитель д-р физ.-мат. наук Е.М. Чуразов, ИКИ РАН

В центрах многих скоплений находятся очень массивные эллиптические галактики, содержащие около 10^{12} звезд. Взрывы сверхновых вносят в межгалактический газ большое количество тяжелых элементов, например, железа. Одновременно на фронте ударной волны вокруг расширяющейся оболочки сверхновой происходит ускорение космических лучей. Таким образом, сверхновые одновременно обогащают газ тяжелыми элементами и являются поставщиками космических лучей. Даже небольшая примесь космических лучей ощутимо влияет на удельную энтропию газа и может приводить к конвективным движениям в атмосферах скоплений.

В данной работе сделана попытка связать наблюдаемые особенности распределения тяжелых элементов в скоплениях галактик с ускорением космических лучей, происходящим при взрывах сверхновых. В частности: рассмотрен взрыв SN (разгон частиц, адиабатическое расширение, перемешивание, обилие тяжелых элементов); оценен масштаб конвективных движений, вызываемых примесью космических лучей; проведено сравнение результатов с реально наблюдаемым распределением тяжелых элементов в скоплениях галактик в созвездии Персея.

ЭВОЛЮЦИЯ УГЛОВОГО МОМЕНТА ПЕРВИЧНЫХ ЧЕРНЫХ ДЫР В ГОРЯЧЕЙ ВСЕЛЕННОЙ

О.Ю. Цупко

ИКИ РАН, аспирант, E-mail: tsupko@iki.rssi.ru

Научный руководитель д-р физ.-мат. наук, проф. Г.С. Бисноватый-Коган, ИКИ РАН

Рассмотрена эволюция углового момента первичных черных дыр (ПЧД) в горячей вселенной. Уменьшение момента ПЧД за счет аккреции радиационно-доминированного вещества оценивается с учетом нестационарности задачи. Получено, что быстровращающиеся при рождении ПЧД сохранят свое быстрое вращение.

РЕНТГЕНОВСКИЙ ПУЛЬСАР 4U0115+63: ФОРМА ПРОФИЛЯ ИМПУЛЬСА И ЭНЕРГИЯ ЦИКЛОТРОННОЙ ЛИНИИ

С.С. Цыганков

ИКИ РАН, E-mail st@hea.iki.rssi.ru

Научный руководитель канд. физ.-мат. наук А.А. Лутовинов, ИКИ РАН

Представлены результаты анализа наблюдений транзиентного рентгеновского пульсара 4U0115+63, выполненного по данным орбитальных обсерваторий RXTE и «ИНТЕГРАЛ» в широком рентгеновском диапазоне энергий (3–100 кэВ) во время мощных вспышек излучения в 1999 и 2004 гг. Вблизи максимума рентгеновского потока от источника (диапазон светимостей $5 \cdot 10^{37}$ – $2 \cdot 10^{38}$ эрг/с) энергия основной гармоники резонансной линии циклотронного поглощения составляет ~ 11 кэВ. При уменьшении светимости пульсара ниже $\sim 5 \cdot 10^{37}$ эрг/с энергия основной гармоники резко смещается в сторону высоких энергий, до ~ 16 кэВ. В предположении о дипольной конфигурации магнитного поля такое изменение энергии циклотронной гармоники соответствует уменьшению высоты излучающей области на ~ 2 км. При этом другие параметры спектра, в частности, энергия завала, практически не меняются.

При светимости $\sim 7 \cdot 10^{37}$ эрг/с в спектре четко видны 4 гармоники циклотронной линии, расположенные практически эквидистантно, что свидетельствует либо о компактности области, где формируется излучение, либо об однородности спектра, выходящего из различных по высоте участков аккреционной колонки.

Обнаружены значительные изменения профиля импульса в зависимости от энергии, светимости и времени. В частности, показано, что вариации профиля от импульса к импульсу не сводятся к

простой модуляции темпа аккреции, задаваемой внешними условиями.

СПЕКТРАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ BDLE

И.В. Человеков, канд. физ.-мат. наук

ИКИ РАН, E-mail chelovekov@hea.iki.rssi.ru

В данной работе приведено описание спектральной модели BDLE, предложенной нами для аппроксимации спектров рентгеновского излучения ярких маломассивных рентгеновских двойных систем, содержащих нейтронную звезду со слабым магнитным полем в качестве компактного объекта. Модель учитывает две спектральные компоненты, связанные с излучением пограничного слоя, образующегося в месте соприкосновения аккреционного диска и поверхности нейтронной звезды, и излучением собственно диска. Компоненты связаны между собой соотношением светимостей (в ньютоновском случае – просто равенством, отсюда название модели: Boundary layer – Disk Luminosity Equality). Поэтому форма и нормировка формирующихся интегральных спектров полностью определяются лишь четырьмя параметрами: темпом аккреции, наклоном диска, температурой внешних слоев погранслоя и радиусом нейтронной звезды. Спектр погранслоя полагается комптонизованным – виновским либо тепловым, модифицированным рассеянием в экспоненциальной атмосфере. Существенно, что при рассматриваемых значениях темпа аккреции излучение центральных областей диска также является виновским, с температурой, заметно большей его эффективной температуры. В работе также представлены примеры использования данной модели для описания спектров излучения известных ярких маломассивных рентгеновских двойных систем.

МАССИВНЫЕ РЕНТГЕНОВСКИЕ ДВОЙНЫЕ И НЕДАВНЕЕ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЕ В РОДИТЕЛЬСКОЙ ГАЛАКТИКЕ

П.Е. Штыковский

ИКИ РАН, pav_sht@hea.iki.rssi.ru

Научный руководитель д-р физ.-мат. наук М.Р. Гильфанов, ИКИ РАН

Рассмотрена связь между звездообразованием в родительской галактике и популяцией массивных рентгеновских двойных. На примере Магеллановых Облаков демонстрируется, что простейшая линейная зависимость между числом массивных рентгеновских двойных и темпом звездообразования может нарушаться и необхо-

димо принимать во внимание конкретную историю звездообразования звездного населения за последние ~100 млн лет.

При исследовании распределения массивных рентгеновских двойных по областям с различными историями звездообразования в Малом Магеллановом Облаке, определяется зависимость числа массивных рентгеновских двойных от времени, прошедшего с момента звездообразования. Показано, что оно достигает максимума через 20–50 млн лет после вспышки звездообразования. Полученная зависимость сравнивается с предсказаниями моделей популяционного синтеза.

Продемонстрировано, что вследствие временной задержки между вспышкой звездообразования и появлением значительной популяции массивных рентгеновских двойных их пространственное распределение в спиральных галактиках может быть смещено относительно таких индикаторов текущего звездообразования, как излучение в линии H α . Построена простейшая кинематическая модель данного эффекта, предсказания которой сравниваются с распределением массивных рентгеновских двойных в M 51. Делаются также предсказания для нашей Галактики.

V. ТЕОРИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

ТРЕХМЕРНАЯ ОГРАНИЧЕННАЯ ЗАДАЧА ТРЕХ ТЕЛ В УСЛОВИЯХ ГРАВИТАЦИОННО-РАДИАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

П.В. Воронин

Волгоградский государственный технический университет, старший преподаватель, аспирант, E-mail: dvogec1@rambler.ru
 Научный руководитель, д-р. физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой А.Г. Шейн, Волгоградский государственный технический университет

С теоретической и практической точек зрения представляет интерес следующая постановка ограниченной задачи трех тел: два тела, взаимодействующие друг с другом чисто гравитационно, обладают конечными значениями масс и светимостей, а третье тело, не обладающее собственной светимостью и масса которого бесконечно меньше масс каждого из первых двух тел, имеет высокую парусность в радиационном поле (поле излучения) системы, образованной двумя первыми телами.

Аналитический поиск и исследование точек либрации малых объектов со сферическими поверхностями (такими объектами могут являться как космические микрометеоритные частицы, так и КА с высокопарусными поверхностями) приводят к следующим выводам:

1. Помимо коллинеарных точек либрации (КТЛ) и компланарных тригональных точек либрации (КТТЛ) в гравитационно-радиационном поле (ГРП) бинарной системы возможно существование **ортопланарных** тригональных точек либрации (ОТТЛ), лежащих в плоскости, перпендикулярной плоскости орбит конечных тел и пересекающей последнюю по прямой, проходящей через центры конечных тел. В таких точках либрации могут базироваться объекты, для которых редуцированные массы конечных тел имеют противоположные знаки, причем каждому объекту соответствует либо диада (L_6 и L_7), либо тетрада (L'_6 , L'_7 и L''_6 , L''_7) попарно симметричных относительно прямой, проходящей через центры конечных тел, ОТТЛ.

2. В ГРП бинарной системы малому объекту может соответствовать несколько внутренних КТЛ (точек либрации, лежащих на отрезке, соединяющем центры конечных тел): L'_1 , L''_1 и т. д.

3. В ГРП бинарной системы существует, по крайней мере, одна коллинеарная область, расположенные в которой внутренние КТЛ являются устойчивыми (по Ляпунову).

4. ОТТЛ и КТТЛ в пространстве бинарной системы с гравитационно-радиационным полем локализируются в точках определенных кривых – либраредуктрис, – уравнения которых имеют вид:

$$\mu(1-l)\left[(x+1-\mu)^2+y^2\right]^{3/2}-l(1-\mu)\left[(x-\mu)^2+y^2\right]^{3/2}+(l-\mu)=0;$$

$$(1-l)\left[(x+1-\mu)^2+z^2\right]^{3/2}+l\left[(x-\mu)^2+z^2\right]^{3/2}+\frac{l-\mu}{x}=0,$$

где μ и l – приведенные масса и светимость более массивного конечного тела соответственно (массовый и светимостный параметры).

5. Поверхности нулевой скорости малого объекта в окрестности соответствующей ему точки либрации в ГРП бинарной системы могут являться как поверхностями однополостных и двуполостных гиперboloидов, так и поверхностями трехосных эллипсоидов.

ВЕРОЯТНОСТЬ ПАДЕНИЯ ЗВЕЗДЫ НА ЧЕРНУЮ ДЫРУ В ШАРОВОМ СКОПЛЕНИИ

К.В. Гинзбургский

МФТИ, E-mail: ginzburg2@rambler.ru
 Научный руководитель, канд. физ.-мат. наук А.А. Лутовинов, ИКИ РАН

В данной работе оценивается вероятность изменения орбиты звезды в шаровом скоплении с центральной черной дырой в результате возмущающего влияния других звезд. Исследуются такие возмущения, при которых звезда приближается к черной дыре достаточно близко, после чего происходит разрушение звезды приливными силами и аккреция вещества на черную дыру.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СФЕРИЧЕСКОГО ИОНИЗАЦИОННО-УДАРНОГО ФРОНТА В МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДЕ

Г.Ю. Котова

МГУ им. М. В. Ломоносова, E-mail: gviana2005@gmail.com
 Научный руководитель д-р физ.-мат. наук К.В. Краснобаев, ИКИ РАН,
 МГУ им. М. В. Ломоносова

На основе численного моделирования исследуется образование и последующее распространение сферического ионизационно-ударного фронта в неоднородной межзвездной среде под воздействием фотонов, испускаемых точечным источником излучения.

Принято во внимание поглощение энергии при фотоионизации атомов водорода. В функцию охлаждения включены потери энергии при фоторекомбинациях и свободно-свободных переходах. Кроме того, учтены процессы высвечивания в запрещенных линиях тяжелых элементов.

Предложена и реализована аппроксимация функции охлаждения, допускающая проведение расчетов в широком диапазоне изменения степени ионизации и температуры газа.

Численно интегрируется система газодинамических уравнений, дополненная уравнением для изменения степени ионизации и уравнением переноса излучения в частотах лаймановского континуума.

Исследованы ионизационная и тепловая структура околос звездного газа, спектральные характеристики поля излучения. Выявлены образование ионизационно-ударного фронта, немонотонное распределение температуры в области НII, увеличение «жесткости» ультрафиолетового излучения. Результаты расчетов позволили определить параметры сжатого ударной волной вещества и оценить возможность проявления эффектов накопления массы и импульса при выходе оболочки на границу «родительского» облака.

ВЛИЯНИЕ КОМПТОНИЗАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ НА СПЕКТР РЕНТГЕНОВСКИХ ИСТОЧНИКОВ

Ю.М. Кривошеев

МИФИ, E-mail: krivoshmephi@mail.ru
 Научный руководитель д-р физ.-мат. наук, проф., гл. науч. сотр.
 Г.С. Бисноватый-Коган, ИКИ РАН

Комптонизация излучения из оптически толстой области аккреционного диска, проходящего через горячую корону, представляет собой чрезвычайно сложную для аналитического решения задачу,

особенно при наличии джета, вещество в котором имеет релятивистскую скорость и который дает заметный вклад в спектр источника. Поэтому для решения такого рода задач используется метод Монте-Карло (*Lucy L.B.* // *A&A* 1999. V. 344. P. 282–288). Рассматриваются следующие физические процессы: тормозное излучение и поглощение квантов электронами, а также комптоновское рассеяние на свободных электронах. Получен спектр источника, обсуждаются роль комптонизации и вклад джета в общий спектр. Производится сопоставление с расчетами в плоской геометрии (*Pozdnyakov L.A., Sobol' I.M., Syunyaev R.A.* // *SvA* 1977. V. 21. P. 708–714), а также с наблюдаемыми данными для источника SS-433 в диапазоне энергий от 3 до 80 кэВ (*Cherepashchuk A.M., Sunyaev R.A. et al.* // *A&A* 2005. V. 437. P. 561).

ИЗЛУЧЕНИЕ НЕЙТРИНО ИЗ ПЛОТНОЙ ПЛАЗМЫ

А.А. Милосердов

МФТИ, ИКИ РАН, E-mail: tyrus@4ka.mipt.ru
 Научный руководитель д-р физ.-мат. наук Л.Б. Леинсон, ИЗМИРАН

Получена точная формула для полной энергии свободно улетающих нейтрино и антинейтрино, излучаемых в единицу времени из единицы объема.

Найден запаздывающий поляризационный тензор среды в однопетлевом приближении.

Получена точная формула для удельной светимости в процессе аннигиляции электронно-позитронной пары, справедливая для любых плотностей и температур, а также точная формула для удельной светимости в процессе распада плазмона, справедливая для любых плотностей и температур.

Найдены области температур и плотностей, в которых доминируют различные нейтринные процессы, приведены графики.

КУМУЛЯЦИЯ МАССЫ И ИМПУЛЬСА В УСКОРЕННО ДВИЖУЩЕЙСЯ СЖИМАЕМОЙ СРЕДЕ

Р.Р. Тагирова

МГУ им. М.В. Ломоносова, ИКИ РАН, E-mail: trenata@hotmail.ru
 Научный руководитель д-р физ.-мат. наук К.В. Краснобаев, МГУ им. М.В. Ломоносова, ИКИ РАН

Кумулятивные эффекты, обусловленные ускоренным движением плотных оболочек, — предмет многочисленных научных исследо-

ваний и основа целого ряда приложений. В практических задачах ускорение может достигаться посредством взрыва или действием на вещество оболочки концентрированных потоков энергии. В астрофизических приложениях известен «реактивный» механизм ускорения газовых конденсаций ультрафиолетовым излучением горячих звезд.

Особенность поведения слоя, движущегося с ускорением, связана с неустойчивостью Рэлея — Тейлора. В случае тонкой оболочки развитие неустойчивости может привести к образованию регулярных «пальцевидных» структур с накоплением в них массы и импульса движущейся оболочки.

В работе рассматривается устойчивость плоского и цилиндрического слоя сжимаемого газа по отношению к длинноволновым возмущениям в условиях изменяющегося со временем перепада давления с обеих сторон слоя. Основными направлениями работы являются моделирование начальной стадии ускорения среды, учет сжимаемости вещества слоя, а также исследование влияния плотности и геометрии оболочки на структуру образующихся при неустойчивости конденсаций.

Выявлено, что сжимаемость среды приводит к перераспределению массы оболочки и к смещению максимума плотности вещества. Показано существенное влияние геометрии движения оболочки на интегральные характеристики среды, причем образование «пальцевидных» структур наблюдается не всегда. Из расчетов следует, что эффекты кумуляции наиболее выражены в средах с большим перепадом плотностей, для которых характерно также возникновение «капельвидных» конденсаций в отстающих частях оболочки.

VI. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОБРАБОТКОЙ ДАННЫХ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВ В НИЦ «ПЛАНЕТА»

М.А. Бурцев

ИКИ РАН, аспирант, E-mail: burcev@d902.iki.rssi.ru
Научный руководитель д-р техн. наук Е.А. Лупян, ИКИ РАН

Рассматриваемая система управления реализована в рамках автоматизированного комплекса приема, обработки и архивации данных геостационарных спутников, созданного в НИЦ «Планета». Основным видом обработки в рамках этого комплекса является построение композитных изображений и анимации на основе данных различных спутников и каналов за указанное время.

Специфика комплекса такова, что исходные данные для построения композитов приходят недостаточно регулярно (иногда с многочасовыми задержками), что делает крайне трудным использование жёстко заданного расписания обработки. Это привело к необходимости построения более гибкой системы назначения заданий на обработку. Реализованная система отслеживает поступление необходимых исходных данных и на основе этого динамически формирует расписание запусков. Данная система предоставляет также возможность гибкого конфигурирования заданий для обработки и контроля обработки посредством специализированных web-интерфейсов.

Созданная адаптивная система управления обработкой позволяет минимизировать издержки, связанные с нерегулярным поступлением исходных данных.

РАЗРАБОТКА КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДОСТУПА К СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ И ПРОДУКТАМ ИХ ОБРАБОТКИ

В.Ю. Ефремов

ИКИ РАН, аспирант

Доклад посвящен созданию картографических интерфейсов, используемых для обеспечения удалённого доступа к спутниковым данным.

Картографические интерфейсы используются в системах доступа к спутниковым данным для создания картографических слоёв

на основе различных данных — растровых и векторных карт, а также спутниковых данных. Это позволяет лучше визуализировать данные, выполнять географическую привязку данных, а также удалённо работать с данными из разных источников и различных форматов.

В интерфейсах применяется ряд современных информационных технологий, такие как приложения на Java, DHTML и универсальные JavaScript-библиотеки для работы с графическими слоями, технология AJAX. Также в интерфейсах широко используются средства отображения картографической информации на основе базовых компонент по спецификации Web Map Service (WMS) стандарта OpenGIS. Всё это позволяет создавать интерфейсы удалённого доступа, по функциональности не уступающие полнофункциональным геоинформационным системам.

В докладе также приводятся примеры интерфейсов, работающих в составе действующих систем доступа к спутниковым данным российских и зарубежных спутников.

ФОРМИРОВАНИЕ ОПОРНЫХ ДАННЫХ ПО ИЗМЕНЕНИЯМ В ЛЕСАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

М.А. Медведева

ИКИ РАН, E-mail: Medvedeva@d902.iki.rssi.ru
Научный руководитель канд. техн. наук С.А. Барталев, ИКИ РАН

Обеспечение рационального лесопользования становится все более важной задачей в связи с возрастающим антропогенным влиянием на леса, в том числе в результате вырубок. Данные спутникового прибора MODIS, получаемые с пространственным разрешением 250 м, обладают существенным потенциалом их использования для оперативного выявления вырубок в лесах, но имеют ограничения по площади детектируемых участков. Количественная оценка указанных ограничений требует формирования набора опорных данных, что может быть практически реализовано с использованием спутниковых изображений высокого пространственного разрешения.

Формирование указанного набора опорных данных было выполнено для трех тестовых участков в Европейской части России, расположенных в Республике Коми, Пермской и Калужской областях. В качестве спутниковых данных высокого пространственного разрешения использовались изображения Landsat-ETM+ и «МСУ-Э/Метеор-3М».

Процедура детектирования вырубок по спутниковым данным включала в себя следующие этапы:

- поканальная радиометрическая нормализация изображений;
- детектирование радиометрических изменений на основе поканальных разностей;
- выявление изменений в лесах, вызываемых рубками.

Исходя из необходимости оценки результатов обработки спутниковых изображений MODIS, в формируемый набор опорных данных включались лишь участки вырубок, превышающие по площади 1 га.

Полученные данные позволили провести анализ возможностей определения площадей вырубок по данным MODIS. Кроме того, позволили провести оценку уровня детектируемости вырубленных участков в зависимости от их площади.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ПЛОЩАДЕЙ, ЗАНЯТЫХ ОЗИМЫМИ КУЛЬТУРАМИ ПО ДАННЫМ РАДИОМЕТРА MODIS

Д.Е. Плотников

ИКИ РАН 117997, E-mail: dmitplot@d902.iki.rssi.ru
Научный руководитель канд. техн. наук С.А. Барталев С.А., ИКИ РАН

Сельское хозяйство — одна из важнейших отраслей экономики России, главной целью которой является обеспечение населения продовольствием и получение сырья для ряда отраслей промышленности. Выращивание озимых вносит существенный вклад в урожай сельскохозяйственных культур, а во многих южных областях — важнейшая часть отрасли.

Данные спутникового прибора MODIS позволяют осуществлять оперативный мониторинг территорий, засеянных озимыми. Для выполнения этой задачи хорошо подходят спектральные каналы радиометра, предоставляющие данные с разрешением 250 м. Использование временных рядов этих данных позволяет наблюдать за развитием озимых.

Проведено исследование, направленное на разработку методики детектирования площадей озимых культур по спутниковым данным MODIS. Очищенные от снега и облачности восьмидневные композитные изображения используются для построения временного ряда признака, лучшим образом подходящего для нашей работы (в данном случае это перпендикулярный вегетационный индекс PVI).

На начальном этапе ведется детектирование участков с характерным для озимых культур непрерывным ростом РVI в осенний период, продолжающимся вплоть до образования снежного покрова. Ряд дополнительных критериев, получаемых на основе анализа временных серий спутниковых данных, позволяет провести фильтрацию участков, избыточно отнесенных на предыдущем этапе к посевам озимых культур.

Произведено сравнение полученных результатов выявления озимых посевов с данными государственной статистики за 2002–2006 гг. Полученные результаты правильно отражают существующие пространственные и временные тенденции. Для получения более достоверных оценок точности разработанного метода требуется проведение дополнительной валидации результатов в сравнении со спутниковыми данными высокого разрешения (1–3 м) и данными полевых обследований.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБУЧАЕМОГО АЛГОРИТМА КЛАССИФИКАЦИИ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО ДАННЫМ MODIS

И.А. Уваров

ИКИ РАН, E-mail: uvarov@smis.iki.rssi.ru
Научный руководитель канд. техн. наук С.А. Барталев, С.А., ИКИ РАН

Наземные экосистемы Северной Евразии играют важную роль в глобальных экологических процессах и являются объектом исследования множества ученых и специалистов, а их изучение сопряжено с необходимостью получения регулярно обновляемых данных о пространственном распределении растительного покрова, водно-болотных комплексов и других объектов. Созданная в рамках проекта GLC 2000 карта наземных экосистем Северной Евразии получена по данным прибора SPOT-Vegetation 2000 г. и имеет пространственное разрешение 1 км.

В настоящее время существует возможность использования временных серий данных прибора Terra-MODIS с пространственным разрешением 250 м для разработки более детальной карты наземных экосистем. Созданная в ИКИ РАН технология построения композиционных изображений, очищенных от влияния облачности, теней и других нежелательных факторов, позволяет подготовить необходимые для картографирования наземных экосистем входные данные.

Для решения указанной выше задачи разработан алгоритм, позволяющий сократить участие человека в процессах принятия ре-

шений при классификации спутниковых изображений благодаря использованию для обучения ранее созданной карты наземных экосистем Северной Евразии. Алгоритм включает два основных этапа: построение обучающей выборки на основе карты наземных экосистем и контекстно-зависимое распознавание типов растительного покрова методом максимального правдоподобия с использованием полученной опорной выборки.

Для реализации метода был создан комплекс программ, работающих под управлением систем UNIX или Windows. Это позволило выполнить эксперименты по автоматическому картографированию по данным MODIS наземных экосистем ряда тестовых участков на территории России.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ПРЕОДОЛЕНИЯ ВЫРОЖДЕННЫХ ИТЕРАЦИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ L-ОПТИМАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ

К.С. Федяев

ИКИ РАН, E-mail: kfedjaev@iki.rssi.ru
Научный руководитель д-р физ.-мат. наук Б.Ц. Бахшиян, ИКИ РАН

Рассматривается решение обобщенной задачи линейного программирования вида

$$\min_{a_i, x_i} \left\{ \sum c_i x_i : \sum x_i a_i = b, a_i \in A_i \subseteq R^m, x_i \geq 0, 1 \leq i \leq n \right\},$$

где векторы условий a_i выбираются произвольно из множеств A_i . При решении этой задачи методом генерации столбцов регулярным является случай, когда изменение целевой функции на большой последовательности итераций оказывается пренебрежимо мало, что приводит к плохой сходимости алгоритма и накоплению ошибок вычислений.

Предлагается алгоритм, согласно которому при малом изменении целевой функции строится вспомогательная задача, содержащая дополнительные векторы условий, для которой текущее базисное решение оказывается строго вырожденным. Для этой задачи, в свою очередь, строится вспомогательная задача меньшей размерности, по решению которой для исходной задачи делается вывод об оптимальности текущего базиса или строится новый базис, соответствующий строго меньшему значению целевой функции.

В докладе излагается теория предлагаемого алгоритма и приводятся результаты его применения при решении следующей задачи оценивания параметров некоторой системы по результатам серии измерений. Предполагается, что модель измерений имеет вид

$y_i = H_i' \theta + \varepsilon_i$, где y_i — среднее значение r_i некоррелированных измерений, проведенных в момент времени t_i ; θ — вектор неизвестных параметров; H_i' — векторы коэффициентов; ε_i — усредненные ошибки измерений. Рассматриваются оценки некоторых параметров $l_j = b_j' \theta$ и определяется план измерений, доставляющий мини-

мум по критерию L-оптимальности $L = \min_{r_i} N \sum_{j=1}^s D \hat{l}_j$, где $N = \sum_i r_i$ —

общее число измерений. Известен результат, согласно которому данная задача сводится к обобщенной задаче линейного программирования.

Согласно полученным данным, применение нового алгоритма позволяет существенно улучшить сходимость метода генерации столбцов и сократить число итераций.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ РУБКИ ЛЕСА В ТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ ПО ДАННЫМ СРЕДНЕГО РАЗРЕШЕНИЯ MODIS

Т.С. Ховратович

ИКИ РАН 117997, E-mail: kurat@d902.iki.rssi.ru
 Научный руководитель канд. техн. наук С.А. Барталев С.А., ИКИ РАН

Использование временных серий данных, получаемых спутниковым прибором MODIS, открывает потенциальную возможность регулярной оценки изменений в лесах России на национальном уровне. Вырубка лесов является одним из наиболее мощных факторов воздействия человека на леса таежной зоны, приводящим к сильному изменению земного покрова, а, следовательно, к изменению отражательной способности земной поверхности. Задачи получения объективных ресурсно-экономических оценок рубки леса и определения экологических последствий лесопользования обуславливают необходимость разработки методов спутникового мониторинга изменений в лесах, связанных с рубками.

Данное исследование позволило оценить возможности автоматического детектирования по данным MODIS сплошных вырубок в таежных лесах Европейской части России. Для исследований использовались помесечные композитные изображения, полученные на основе данных ежедневных спутниковых наблюдений в период с 2002 по 2005 г. и очищенные от влияния облачного покрова. Композитные изображения построены в трех спектральных каналах с пространственным разрешением 250 м (красный и ближний ИК) и

500 м (средний ИК). Автоматический метод выявления вырубок включает следующие шаги:

- поканальная радиометрическая нормализация изображений;
- детектирование радиометрических изменений на основе поканальных разностей изображений за последовательные пары лет;
- выявление изменений в лесах, вызываемых рубками.

Для оценки точности полученной карты было проведено ее сравнение со спутниковыми данными более высокого разрешения (Landsat-ETM+ и МСУ-Э) для выборочных тестовых участков в Коми и Калужской области. Наряду с анализом возможностей определения площадей вырубок по данным MODIS была проведена оценка уровня детектируемости вырубленных участков в зависимости от их площади. В дальнейшем предполагается распространение разработанного метода на всю территорию России.

ИЗУЧЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ ВОД ЧЕРНОГО МОРЯ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

С.С. Щербак

МГУ им. М.В. Ломоносова, студентка, E-mail: feba@list.ru
 Научный руководитель канд. физ.-мат. наук О.Ю. Лаврова, ИКИ РАН

При исследовании морских акваторий все более значительная роль отводится методам дистанционного зондирования. Применение новых достижений в области дистанционного зондирования позволяет решить многие задачи, связанные с диагностикой различных полей толщи океана по их проявлениям на поверхности, более глубоко изучить различные процессы и явления в морях и океанах. В частности, данные многих современных средств дистанционного зондирования имеют возможность в той или иной степени отражать процессы, связанные с циркуляцией и динамикой вод в морях и океанах.

Циркуляция вод бассейна во многом определяет параметры его экосистемы, а также характер распределения по акватории загрязняющих веществ. В высшей степени это относится к бассейну Черного моря, испытывающему в настоящее время высочайший антропогенный стресс.

В настоящей работе исследовались особенности поверхностной циркуляции вод Черного моря по спутниковым данным. Эти данные включают информацию относительно температуры поверхности моря (приборы MODIS и AVHRR), различных оптических характеристик (концентрация хлорофилла «а», нормализованная

яркость восходящего излучения, коэффициент диффузного ослабления и др.) (MODIS), аномалии уровня поверхности (TOPEX/Poseidon), а также радиолокационных изображений (ERS-2 SAR и ENVISAT ASAR).

Основные результаты: 1) проведен сравнительный анализ различных спутниковых данных с точки зрения отражения ими поверхностной циркуляции вод; 2) описан характер проявления на спутниковых изображениях Основного черноморского течения; 3) при сопоставлении данных с наземной и спутниковой метеорологической информацией выделены типовые ситуации циркуляции вод и соответствующие сценарии переноса загрязняющих веществ в российском секторе Черного моря; 4) получены новые сведения относительно характера водообмена в Керченском проливе.

КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Содержание

1. **Афанасенко Т.С.** Влияние столкновительного уширения линий и интерференции линий на потоки теплового излучения в нижней атмосфере Венеры
2. **Беляев Д.А., Кораблев О.И.** Акустооптический эшелле-спектрометр SOIR на КА «Венера Экспресс»: исследования атмосферы Венеры методом солнечного просвечивания
3. **Буренин Р.А.** Измерения космологических параметров при помощи наблюдений скоплений галактик
4. **Бурцев М.А.** Адаптивная система управления обработкой данных геостационарных спутников в НИЦ «Планета»
5. **Ваваев М.В., Василейский А.С.** Методика измерения светотехнических параметров съемочных устройств на пзс-линейках
6. **Вареников А.Б.** Использование современных программных средств для анализа научных данных
7. **Варламова Е.В., Васильев М.С., Соловьев В.С.** Широтное распределение облачности в зависимости от фазы 23-го солнечного цикла
8. **Воронин П.В.** Трехмерная ограниченная задача трех тел в условиях гравитационно-радиационного взаимодействия
9. **Вострухин А.А.** Научная аппаратура БТН-М1 начала работу на борту МКС
10. **Гинзбургский К.В., Лутовинов А.А.** Вероятность падения звезды на черную дыру в шаровом скоплении
11. **Головин Д.В.** Создание каталога гамма-всплесков и солнечных вспышек по данным эксперимента HEND
12. **Ефремов В.Ю.** Разработка картографических интерфейсов для системы доступа к спутниковым данным и продуктам их обработки
13. **Зимовец И.В., Струминский А.Б.** Декабрьские солнечные протонные события 2006 года
14. **Колесников И.В., Измоденов В.В.** Моделирование нестационарного движения межзвездных атомов водорода в гелиосфере
15. **Котова Г.Ю., Краснобаев К.В.** Особенности развития сферического ионизационно-ударного фронта в межзвездной среде
16. **Кривонос Р.А.** Анизотропия распределения активных ядер галактик в ближней Вселенной
17. **Кривошеев Ю.М.** Влияние комптонизации излучения на спектр рентгеновских источников
18. **Крупин М.А., Василейский А.С.** Калибровка испытательного полигона для навигационной системы АСН-М-М КА «МЕТЕОР-М»

19. **Лисин Е.А., Виноградов И.И.** Эшелле-спектрометр высокого разрешения с последовательной селекцией порядков для атмосферных исследований
20. **Малахов А.В., Митрофанов И.Г.** ЛЕНД – Лунный разведывательный детектор нейтронов
21. **Медведева М.А., Барталев С.А.** Формирование опорных данных по изменениям в лесах с использованием спутниковых изображений
22. **Мещеряков А.В., Вихлинин А.А.** Измерение звездной массы в скоплениях галактик на основе обзора неба SDSS
23. **Милосердов А.А., Леинсон Л.Б.** Излучение нейтрино из плотной плазмы
24. **Михайлов М.А., Струминский А.Б.** Солнечные нейтроны в событиях 28 октября 2003 года и 7 сентября 2005 года
25. **Новиков Д.И., Эйсмонт Н.А.** Использование эволюции орбиты магнитосферных спутников Земли в качестве инструмента оптимизации программы полета
26. **Ожередов В.А.** Анализ динамической взаимосвязи солнечной и геомагнитной активности и биологических ритмов методами построения динамических спектров и фильтрации рекурсий и периодичностей
27. **Плотников Д.Е., Барталев С.А.** Автоматическое детектирование площадей, занятых озимыми культурами по данным радиометра MODIS
28. **Россоленко С.С., Антонова Е.Е., Ермолаев Ю.И., Кирпичев И.П., Веригин М.И., Бородкова Н.Л.** Турбулентность в магнитослое и формирование низкоширотного пограничного слоя магнитосферы Земли
29. **Рудометкин Е.А., Чуразов Е.М.** Влияние космических лучей на динамику движения газа в скоплениях галактик
30. **Смирнов И.В.** Трехмерная модель переноса твердых примесей в пограничном слое атмосферы с произвольным рельефом поверхности планеты
31. **Струминский А.Б.** Электромагнитная диагностика солнечных вспышек
32. **Тагирова, Р.Р., Краснобаев, К.В.** Кумуляция массы и импульса в ускоренно движущейся сжимаемой среде
33. **Теплякова С.Н., Назаров М.А.** Состав и происхождение силикатных включений в железном метеорите Эльга
34. **Уваров И.А., Барталев, С.А.** Разработка автоматического обучаемого алгоритма классификации наземных экосистем по данным MODIS
35. **Угольников О.С.** Поляризационные исследования атмосферы Земли
36. **Федулов К.В., Астафьева Н.М.** Временная динамика атмосферных процессов над мировым океаном по данным спутникового мониторинга
37. **Федяев К.С.** Применение алгоритма преодоления вырожденных итераций при решении задачи L-оптимального оценивания параметров системы

38. **Хайруллина Г.Р., Астафьева Н.М.** Общая циркуляция атмосферы: зональные течения, волны и вихри
39. **Ховратович Т.С., Барталев С.А.** Автоматическое детектирование участков рубки леса в таежных лесах по данным среднего разрешения MODIS
40. **Цупко О.Ю.** Эволюция углового момента первичных черных дыр в горячей вселенной
41. **Цыганков С.С.** Рентгеновский пульсар 4U0115+63: форма профиля импульса и энергия циклотронной линии
42. **Человеков И.В.** Спектральная модель BDLE
43. **Шакун А.В., Засова Л.В.** Свечение кислорода на ночной стороне Венеры: первые результаты эксперимента VIRTIS-M на борту VENUS EXPRESS
44. **Штыковский П.Е., Гильфанов М.Р.** Массивные рентгеновские двойные и недавнее звездообразование в родительской галактике
45. **Щербак С.С.** Изучение циркуляции вод Черного моря по данным дистанционного зондирования

055(02)2

Размножено на ротапинтере ИКИ РАН
Москва, 117997, Профсоюзная ул., 84/32

Подписано к печати 9.04.2007

Заказ 2086

Формат 70×108/32

Тираж 100

2,2 уч.-изд.л.