

XII КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ
УЧЁНЫХ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ
КОСМИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ

ИКИ
ДИЗАЙН

НОЦ

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ИКИ РАН

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



ИТР Интертехпроект
Лучшие инженерные решения

РФФИ

XII КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ
ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ КОСМОНАВТИКИ
МОСКВА ИКИ РАН 13 - 15 АПРЕЛЯ 2015

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПУЛЬСАРОВ ИЗ МОДЕЛИРОВАНИЯ ХОДА ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ

Акопян А.Л.¹, Бескин В.С.^{1,2}

¹Московский Физико-Технический Институт (ГУ),
hauk.hakopyan@gmail.com

²Физический Институт им. П.Н. Лебедева

Научный руководитель: Бескин В.С., д.ф.-м.н.

Физический Институт им. П.Н. Лебедева

Известно, что важнейшими наблюдательными характеристиками пульсаров, которые зависят от угла наклона оси вращения относительно магнитной оси, являются средний профиль, а также график хода позиционного угла линейной поляризации. Эти данные дают самые базовые представления о геометрических свойствах диаграммы направленности, однако для угла наклона эти данные дают достаточно посредственные результаты. В статье Beskin & Philippov (2012) был предложен метод учета круговой поляризации для определения выше упомянутых характеристик, основанный на численном решении уравнений Кравцова–Орлова, позволяющих определить ход параметров Стокса вдоль траектории света в магнитосфере пульсара в зависимости от локальных параметров плазмы и структуры магнитного поля. Наблюдения вместе с численными расчетами позволили определить неизвестные параметры гораздо точнее. Используя этот подход, мы в первую очередь исследовали влияние сильного тороидального магнитного поля на ход поляризационных характеристик. Такое тороидальное поле, в частности, получается из учета сильного асимметричного тока, полученного в МГД моделировании и описанного в статье Philippov, Tchekhovskoy & Li (2014). В работе также рассмотрены вопросы о поляризационных характеристиках интеримпульсных пульсаров.

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ И ОРИЕНТАЦИИ СТУДЕНЧЕСКОГО НАНОСПУТНИКА

Алейникова А.А.¹, Лешкевич С.В., Саечников В.А.

¹БГУ, студент, alenka.aleynikova@gmail.com

Научный руководитель: Лешкевич С.В., к.ф.-м.н., доцент

БГУ

Целью работы является создание системы ориентации и стабилизации для малого космического аппарата. Работа выполняется в рамках проекта по созданию и запуску студенческого спутника, который выполняется в Центре аэрокосмического образования Белорусского государственного университета.

Система стабилизации и ориентации одна из основных в космическом летательном аппарате. Эффективность работы системы определяется точностью, надежностью и быстродействием. Энергетический бюджет студенческого спутника накладывает жесткие ограничения на любую подсистему спутника, поэтому конструкция системы ориентации и стабилизации должна быть тщательно проработана в первую очередь с точки зрения энергетики.

Разработка системы происходила в несколько этапов. В среде Matlab Mechanics было спроектирована модель системы. В соответствии с теорией автоматического управления система стабилизации и ориентации включает датчики, исполнительный механизм и петлю обратной связи, которая должна быть реализована бортовым компьютером. В разработанной модели система была представлена:

- исполнительный механизм: реактивный маховик и две индуктивные катушки;
- датчики: солнечный датчик (светочувствительный резистор, используется, как индикатор повернут или нет КА к солнцу), датчик рысканья (четыре небольших солнечных батарей, которые могут точно определить местоположение яркого источника света).

Другой частью работы было изучение оптимизации работы системы. Одним из примеров может служить магнитное торможение (затухание маховика за счет магнитного гистерезиса). Такой способ имеет некоторые преимущества перед торможением маховиком. Из самых очевидных — меньшее потребление энергии, что может быть критично в малых космических аппаратах, менее сложные расчеты, и меньшая нагрузка на активные составляющие системы. Так же очень важной задачей является оптимизация управления, что позволяет наиболее эффективно использовать ресурсы аппарата. Например, использование в управлении спутников принципа максимума Понтрягина позволяет получить максимальное быстродействие системы при минимальной затрете энергии.

Для оптимизации управления было написано программное обеспечение на языке Python. Для проверки программы использовался спутник EyaSat Classroom Satellite. В рассматриваемом наноспутнике управление и мониторинг состояния осуществляются посредством удаленного командного интерфейса. С его помощью посредством задания определенных команд выполняется задача поворота на заданный угол и задача стабилизации после внешнего воздействия. Разработанное ПО позволяет автоматически следить за положением спутника и корректировать его по мере необходимости.

Таким образом можно выделить ряд задач данной работы:

- моделирование системы стабилизации и ориентации для студенческого наноспутника;
- изучение системы ОС наноспутника EyasSat Classroom Satellite;
- разработка возможных способов оптимизации системы;
- создание программного обеспечения для управления спутником.

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ С ПОМОЩЬЮ ДАННЫХ LANDSAT

Алескерова А.А., Кубряков А.А., Станичный С.В.

Морской гидрофизический институт, Севастополь

Научный руководитель: Ломакин П.Д. д.геог.наук

Морской гидрофизический институт, Севастополь

В работе обсуждается использование данных спутника Landsat для исследования динамических процессов в прибрежной части Черного моря с высоким пространственным разрешением. Подробно рассмотрены субмезомасштабные процессы, влияющие на распространение взвешенного вещества у западного берега Крыма. Были определены характерные районы возникновения различных динамических структур и их типы, в результате действия сильных ветров. Проводится разработка алгоритма восстановления температуры поверхности моря на основе измерений яркостной температуры Landsat в двух спектральных каналах высокого разрешения.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых — кандидатов наук (МК-5787.2015.5)

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДЫ В НАПРАВЛЕНИИ БЛИЖАЙШИХ ПУЛЬСАРОВ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ ПРОЕКТА “РАДИОАСТРОН”

Андрианов А.С.¹, Смирнова Т.В.²

¹*Астро космический центр ФИАН, andrian@asc.rssi.ru*

²*Пушчинская радио астрономическая обсерватория астро космического центра ФИАН*

Научный руководитель: Смирнова Т.В., д.ф.-м.н.

Пушчинская радио астрономическая обсерватория астро космического центра ФИАН

Наземно-космический интерферометр «РадиоАстрон» дает уникальные возможности для исследования свойств межзвездного рассеяния. Обработка данных проекта осуществляется на корреляторе АКЦ. Пульсары — источники импульсного радиоизлучения, поэтому при корреляции данных, для увеличения соотношения сигнал/шум необходимо выделение сигнала в “окне” излучения и компенсация влияния дисперсии. За рассеяние радиоволн от астрономических источников ответственны мелкомасштабные (~ 0.1 а.е.) флуктуации электронной плотности межзвездной среды. Наблюдения пульсаров позволяют определить многие свойства неоднородностей межзвездной среды. Наблюдения рассеяния от ближайших пульсаров и квазаров указывают на существование компоненты межзвездной среды со свойствами, отличными от более далекой, диффузной межзвездной среды. В рамках ранней научной программы и первого года ключевой научной программы проекта «Радиоастрон» мы провели наблюдения нескольких ближайших пульсаров. В данном докладе будут рассмотрены особенности корреляционной обработки пульсаров, а также будут представлены полученные нами результаты по анализу свойств межзвездной среды в направлении на пульсары B0950+08, B1919+21 и B0329+57.

СЕЛЕКТИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ДАТЧИКОВ ПОТОКА ПЛАЗМЫ

**Андрухович И.М.¹, Бородкова Н.Л.², Гасенкова И.В.¹, Застенкер Г.Н.²,
Мухуров Н.И.¹**

¹Институт физики НАН Беларуси, *irini.andrukovich@gmail.com*

²Институт космических исследований РАН

Институт физики НАН Беларуси

Научный руководитель: Гасенкова И.В., д.ф.-м.н.

Институт физики НАН Беларуси

Датчики потока космической плазмы используются для измерений с высоким временным разрешением таких параметров плазмы солнечного ветра, как температура, скорость, концентрация и вектор потока ионов космической плазмы, энергетический спектр потока, частично — массовый состав. Датчик представляет собой цилиндр Фарадея, внутри которого установлен набор чувствительных элементов и коллектор. Чувствительным элементом является прецизионная металлическая сетка с кольцом-держателем для крепления к корпусу датчика. Квадратные ячейки сетки имеют размеры до 1×1 мм². Линейные составляющие этих ячеек должны иметь квадратное сечение 20×20 мкм².

В работе предложен способ получения чувствительных элементов методом электрохимического осаждения металла с использованием прецизионных алюмооксидных матриц. Рассмотрен процесс формирования матрицы из анодного оксида алюминия и осаждение никеля по рисунку, который соответствует необходимой конфигурации чувствительного элемента. Использование фотолитографических процессов в предложенном способе позволяет получать различные конфигурацию и размеры металлических сеток и формировать их совместно с кольцом-держателем, размеры которого значительно больше размеров сеток.

Формирование алюмооксидной матрицы предусматривает анодирование алюминия до необходимой толщины. Далее методом фотолитографии создается фоторезистивная маска. Точность воспроизведения рисунка матрицы составляет 0,5 мкм и обусловлена используемыми фоторезистом и фотолитографическим оборудованием. Высокая точность формирования рисунка матрицы путем жидкостного травления через маску достигается за счет объемного травления вследствие нанопористого строения оксида.

Осаждение никеля в предложенном методе осуществляется электрохимически из сульфатного и сульфатного электролитов. Полученные никелевые чувствительные элементы по данным рентгенофазового анализа имеют кристаллическую кубическую структуру, по данным РЭМ поверхность никеля ровная, размеры зерен 2–5 мкм.

Предложенный метод позволяет получать чувствительные элементы с высокой точностью, высокой прозрачностью. Предварительные испытания подтверждают сохранение целостности формы и размеров сеток с кольцом-держателем при температурах окружающей среды от минус 80 до плюс 200 °С и устойчивость к воздействию механических нагрузок для космических аппаратов.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СОЛНЕЧНЫХ ПАРУСОВ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ ОРБИТАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Артюшкин В.И.

МИЭМ НИУ ВШЭ, sartyushkin@gmail.com

Научный руководитель: Малашкин А.В., к.т.н.

МИЭМ НИУ ВШЭ

В работе исследуется одна из концепций конструкции космического солнечного паруса с изменяемыми отражающими свойствами, применяемого для ориентации на околоземной орбите. Обсуждается программа для моделирования поведения космического аппарата (далее КА), позволяющая оценить возможности подобной двигательной системы для произвольных параметров КА.

Новейшие и уже опробованные технологии позволяют для создания солнечного паруса использовать материалы, позволяющие контролировать отражающие способности отдельных участков поверхности паруса. Благодаря этому появляется возможность за счёт варьирования конфигурации отражающих поверхностей паруса изменять точку приложения силы солнечного давления и направления этой силы, а значит, создавать момент силы и изменять ориентацию КА.

Для реализации такого использования паруса была предложена оригинальная концепция КА, где к основному блоку КА крепятся на взаимортогональных длинных штангах шесть сфер солнечного паруса, разбитые на элементарные управляемые участки – пиксели.

Целью исследования является рассмотрение ранее не учитывавшихся факторов при моделировании подобной концепции КА, а также исследование семейства подобных конструкций с целью проверки возможности их упрощения при сохранении управляемости и надёжности.

В рамках исследования была разработана программа для моделирования поведения КА подобной конструкции при совершении произвольного манёвра и стабилизации в приобретённой ориентации. Программа была протестирована на моделировании манёвров, исследованных ранее в других работах. Позже с помощью программы было модернизировано выбранное для произведения манёвров управление на скользящих режимах и были определены параметры управления, удовлетворяющие поставленным критериям оптимальности.

В дальнейшем планируется разработать алгоритмы управления, обеспечивающие гарантированную возможность управления парусом (ориентацией КА) при различных нештатных ситуациях, связанных с выходом из строя (повреждением) части конструкции паруса, оптимизировать конструкцию паруса с целью её упрощения, а также построить оценки эффективности управления в различных условиях выполняемой миссии.

В результате работы на основании проведённых численных экспериментов будут разработаны алгоритмы для рекомендации выбора типа паруса для каждой из анализируемых космических миссий.

ПРОТОТИПЫ ГАЗОВОГО ХРОМАТОГРАФА И МАСС-СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ АНАЛИЗА ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ INSITU В МИССИЯХ ЛУНА-РЕСУРС (2020 г.) ИЕХОМАРС (2018 г.)

Асеев С.А., Зайцев М.А., Сапгир А.Г.

ИКИ РАН, e-mail: Ser.aseev@iki.rssi.ru

Научный руководитель: Герасимов М.В., к.ф.-м.н.

ИКИ РАН

При исследовании планет и малых тел Солнечной системы метод газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией позволяет проводить химический анализ летучих компонентов грунта и атмосферы, а также детектировать признаки органических соединений в широком диапазоне концентраций исследуемых проб. Газохроматографический комплекс, разрабатываемый в ИКИ РАН, нацелен на определение состава летучих веществ в грунте полярных областей Луны на посадочном аппарате «Луна-Ресурс» (2020 г.). Его аналогом является «ГХМ» для посадочной платформы миссии «ЕхоMars» (2018 г.), который позволяет проводить анализ химического состава атмосферы Марса и других космических тел, у которых имеется атмосфера.

В эксперименте «АЛПОЛ» (Анализ Летучих в Полярных Областях Луны) проекта «Луна-Ресурс» будет проведено исследование содержания летучих веществ в реголите полярных областей Луны газоаналитическим комплексом с применением метода пиролитической газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией (ПГХ/МС) элементов. При этом крайне важно иметь возможность собирать для анализа все газы, которые выделяются в процессе проведения достаточно длительного пиролитического анализа. Накопление и измерение абсолютного количества каждого летучего компонента позволит определять его концентрацию в твердом веществе при пересчете на первоначальный объем пробы грунта. Накопление газовых компонентов, выделяемых из образца грунта при пиролизе, или выделение определенных газов (например, благородных газов) из известного объема атмосферы, особенно важно для измерения содержания следовых летучих веществ. Поскольку все образцы лунного грунта, доступные на Земле принадлежат ограниченной зоне на ближней стороне Луны, вблизи экватора, то исследование лунных полюсов представляет интерес для расширения понимания состава и истории Луны.

В миссии «ЕхоMars» для Марсианского Газо-Аналитического Комплекса (МГАК) планируется исследование взаимодействия атмосфера-поверхность и степени активности пород поверхности Марса под воздействием УФ-излучения Солнца и других космических факторов. Главными задачами является измерение суточных и сезонных вариаций содержания воды и других летучих соединений в породах верхнего слоя поверхности и в атмосфере приповерхностного слоя.

ДИНАМИКА ПРОБНОЙ НУЛЬ-СТРУНЫ В ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ ЗАМКНУТОЙ РАДИАЛЬНО РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ НУЛЬ-СТРУНЫ, ДВИЖУЩЕЙСЯ В ПЛОСКОСТИ

Бабаджан Р.-Д. А.¹, Леляков А.П.¹

*¹Крымский федеральный университет им.В.И. Вернадского,
kararaja@mail.ru*

Научный руководитель: Леляков А.П., к.ф.-м.н.

Крымский федеральный университет им.В.И. Вернадского

Ноль-струны реализуют высокотемпературную фазу (предел нулевого натяжения) теории струн, т.е. могли образовываться на ранних этапах эволюции Вселенной и таким образом, возможно, наряду со струнами, монополями и мембранами, принимали участие в процессах формирования структуры наблюдаемой Вселенной. Так, например, интересна возможность участия газа струн, в формировании “тёмной” материи, а также ноль-струнные механизмы инфляционного сценария. Одно из направлений исследования свойств газа ноль-струн состоит в изучении свойств гравитационного поля, которое порождает ноль-струна, движущаяся по различным траекториям, а так же задачи о движении пробных ноль-струн в гравитационном поле ноль-струны.

Анализ полученных в работе решений уравнений движения пробной ноль-струны позволяет предполагать принципиальную возможность существования ряда интересных, с точки зрения космологии, свойств газа ноль-струн, например, таких как: возможность к ускоренному расширению или ускоренному сжатию, возможность реализации зернистой структуры, способность к реализации устойчивых поляризованных состояний и доменной структуры.

В работе показано, что для любого выбора «констант» интегрирования всегда будет существовать только некоторая «узкая» область («зона взаимодействия»), где выполнены все равенства определяющие динамику пробной ноль-струны и только те пробные ноль-струны, которые находятся в этой узкой области, будут «видимы», т. е будут взаимодействовать с ноль-струной порождающей гравитационное поле, что может говорить о возможности реализации «зернистой» структуры пространства заполненного газом ноль-струн.

Наличие для каждой пробной ноль-струны попавшей в «зону взаимодействия», аномальных участков траектории на которых пробная ноль-струна за очень короткий промежуток времени или (ускоренно) выталкивается на бесконечность, или притягивается из бесконечности, может косвенно говорить о том, что способность к инфляции (причем как к ускоренному расширению так и к ускоренному сжатию) может быть внутренним свойством газа ноль-струн.

Так же, поскольку в начальный момент времени отдельные области газа ноль-струн (элементами которого являются замкнутые ноль-струны одновременно или радиально расширяющиеся или радиально коллапсирующие в параллельных плоскостях) причинно несвязанны, то из результатов нашей работы следует возможность образования доменной структуры такого газа. То есть вполне возможно существование большого числа ограниченных в пространстве областей внутри которых ноль-струны одновременно или радиально расширяются или радиально коллапсируют в параллельных плоскостях. Однако положение этих плоскостей для каждого такого домена является случайным и не скорелированным с положением в соседних доменах.

ЭВОЛЮЦИЯ СОЛНЕЧНОГО ПУЗЫРЯ СО ВРЕМЕНЕМ

Балюкин И.И., Измоденов В.В.

МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

ИКИ РАН, г. Москва, Россия, balyukin.ii@gmail.com

Рассматривается задача об истечении солнечного ветра в окружающую Солнце межзвездную среду. Пионерские исследования в этой области были сделаны Е.Паркером в 1961. Он показал, что из Солнца истекает дозвуковой солнечный ветер, который постепенно становится сверхзвуковым, стремящимся к некоторому постоянному значению (терминальной скорости). В данной работе мы численно исследуем временную эволюцию «солнечного пузыря», то есть области пространства занятой солнечным ветром. Рассматривается сферически-симметричная задача, а солнечный ветер и окружающая его межзвездная среда рассматриваются в одножидкостном приближении. В начальный момент времени $t=0$ из Солнца начинает истекать солнечный ветер. Заданными и не меняющимися со временем считаем терминальную скорость и поток кинетической энергии (механическую светимость) солнечного ветра. Ветер начинает взаимодействовать с покоящейся межзвездной средой, плотность и давление которой также считаются известными. Качественная картина такого течения представляет собой расширяющуюся сферическую систему, которую называют пузырем. Эволюционируя, эта динамическая система разделяется поверхностями разрыва (ударными волнами и контактной поверхностью) на четыре зоны: а) сверхзвуковой солнечный ветер; б) область возмущенного дозвукового солнечного ветра; в) область (оболочка) возмущенного межзвездного газа; г) покоящаяся невозмущенная межзвездная среда.

В настоящей работе получено (методом Годунова) численное решение задачи, которое сравнивается с классическим автомодельным решением Вивера и МакКрея (1997). Исследуется область применимости последнего.

РАЗРАБОТКА БЕСКОНТАКТНОГО МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Бекузин В.И.¹ Якупов А.М.²

¹Инженер кафедры Электромеханика, ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», tiobaldo1@rambler.ru, РФ, г. Уфа

²Инженер кафедры Электромеханика, ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», tiobaldo1@rambler.ru, РФ, г. Уфа

Научный руководитель: Вавилов В.Е. к.т.н.

Старший преподаватель кафедры Электромеханика, ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», s2_88@mail.ru, РФ, г. Уфа

Основным средством электроснабжения (СЭС) космического аппарата является генератор. Для обеспечения экономической рентабельности применения СЭС, ее генератор должен обладать максимальными энергетическими показателями, массогабаритный показатель максимальной надежностью при эксплуатации в экстремальных условиях и простотой конструкции. Наиболее полно на данный момент времени, представленным требованиям отвечают бесконтактные магнитоэлектрические машины (БММ).

Для достижения максимальных энергетических показателей и минимизации массогабаритных показателей БММ, приходится увеличивать частоту вращения их ротора, что в свою очередь вызывает значительное трение в подшипниковых узлах, при этом не только увеличиваются потери полезной мощности БММ, но и может произойти разрушение подшипников.

Одним из возможных решений проблемы трения в БММ является применение в качестве подшипниковых опор гибридных магнитных подшипников (далее ГМП). ГМП состоит из магнитных подшипников на постоянных магнитах, управляемых магнитных подшипников и датчиков положения ротора.

В тоже время достижение сверхвысоких частот вращения ротора БММ приведут к повышению потерь энергии в магнитопровде статора, что может оказать негативное влияние на эффективность всех компонентов системы, с которой связан БММ.

Это происходит из-за того, что потери в магнитопроводе статора БММ определяются, в том числе и частотой его перемагничивания, которая возрастает с увеличением частоты вращения ротора и может составлять 3-5 кГц. То есть с увеличением частоты вращения ротора, при неизменном числе пар полюсов и свойствах материала магнитопровода, потери в магнитопроводе БММ на гистерезис и вихревые токи возрастают. С учетом того, что БММ эксплуатируется в длительном режиме, перегревы активных элементов вызванные данными потерями приведут как к снижению выходных характеристик, так и к тепловым деформациям активных элементов.

Ввиду этого одной из важных задач при проектировании БММ является точный расчет и минимизация потерь в магнитопроводе статора, посредством применения аморфного железа в качестве магнитопровода статора. Также авторами предлагаются различные формы (геометрия) статора БММ, с целью уменьшения потерь в магнитопроводе

статора и повышению КПД БММ.

Учитывая выше сказанное, целью данной работы является: разработка энергоэффективного высокоскоростного космического генератора методами математического анализа и компьютерного моделирования.

ОЧИСТКА ТОПЛИВНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ И БАКОВ РАКЕТ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ОТ ОСТАТКОВ ЖИДКИХ КОМПОНЕНТОВ ТОПЛИВА

Белоусова С.И.

*Омский государственный технический университет,
belousova.s.i@mail.ru*

Научный руководитель: Трушляков В.И., д.т.н. профессор

Омский государственный технический университет

Проведённый анализ существующих технологических решений по проблеме очистки агрегатов и узлов, топливных отсеков ступеней ракет космического назначения (РКН) на различных этапах жизненного цикла (при изготовлении, ремонте: проведение различных испытаний консервация, расконсервация и т.д.; в полёте: удаление остатков топлива из баков и магистралей ступеней РКН после выключения маршевого двигателя; в районах падения: разделка топливных отсеков, детоксикация грунтов и т.д.) выявил то, что существует ряд научно-технических проблем [1,2].

Очистка агрегатов и узлов, топливных отсеков ступеней РКН в условия производства связано с использованием озоноразрушающих веществ, например, хладона ХФУ-113, что является предметом международных ограничений.

Сброс неиспользуемых остатков топлива из баков и магистралей отработанных ступеней РКН не решает поставленной задачи по снижению техногенного воздействия пусков РКН, а только перераспределяет между сферами окружающей среды (атмосфера, грунты в районах падения).

Детоксикация ступеней РКН и их фрагментов, почвогрунтов в районах падения является очень затратным и не всегда эффективным.

Предлагается рассмотреть использование единого методического подхода к очистке элементов топливных систем РКН на этапах изготовления и в полёте, основанного на использовании подачи газа, жидкости с заданными физико-химическими свойствами в замкнутые объёмы и дополнительным акустическим воздействием.

Основным моментом предлагаемой технологии является синтез заданных физико-химических параметров (температуры, массовый секундный расход, теплоёмкость, химический состав) подаваемых теплоносителей (газ, жидкость) для нейтрализации каждого из баков и параметров ультразвукового воздействия (частоты и амплитуды) на подаваемый теплоноситель или конструкцию очищаемого объекта.

Один из элементов методики по очистке топливных отсеков после слива горючего несимметричного диметилгидразина основан на разработке Омского конструкторского бюро ПО "Полёт", совместно с НИИ технологии машиностроения и в/ч 15644 (Капустин Яр). Другой элемент методики основан на подаче горячих теплоносителей в топливные баки отработанной ступени после выключения маршевого ЖРД и газификации остатков топлива в условия пассивного полёта [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Шатров Я.Т. Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности / Я. Т. Шатров.- Королев; М. : ЦНИИмаш, 2010. - 261с.
2. Трушляков В.И., Шатров Я.Т., Шалай В.В. Снижение техногенного воздействия

ракетных средств выведения на жидких токсичных компонентах ракетного топлива на окружающую среду: монография / Ред. В.И. Трушляков. Омск: из-во ОмГТУ, 2004. 220 с.

3. Пат. 2414391 РФ. Способ спуска отделяющейся части ступени ракеты космического назначения и устройство для его осуществления; ОмГТУ / Трушляков В.И., В.Ю. Куденцов, Я.Т. Шатров, И.В. Агапов - № 2009123768/11; заявл. 22.06.09; опубл. 20.03.11, Бюл. № 8.

МИССИЯ «ВЕНЕРА ЭКСПРЕСС»: ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЕНЕРЫ ЗА 2006-2014 гг. (ЛЕКЦИЯ)

Беляев Д.А.

снс ИКИ РАН

Космический аппарат «Венера Экспресс» Европейского космического агентства закончил научную миссию на орбите около Венеры. Эксперимент длился с июня 2006 г. по ноябрь 2014 г. и главная научная цель состояла в глобальном исследовании атмосферы Венеры, околопланетной плазмы и поверхности с орбиты искусственного спутника. Основное внимание уделено изучению структуры, состава и динамики атмосферы, процессам взаимодействия солнечного ветра с атмосферой и потерь вещества планетой. В состав научной аппаратуры вошло семь приборов, часть из которых была разработана с участием ИКИ РАН в России. «Венера Экспресс» впервые за последние два десятка лет доставил к планете комплекс оптических приборов для орбитального зондирования атмосферы, установив новую эпоху в исследовании Венеры. Были уточнены многие данные советских и американских миссий 70-80х годов, а также получены принципиально новые результаты об эволюции и природе Венеры.

Данная работа представляет собой обзор основных научных результатов космической миссии «Венера Экспресс». В частности, приводятся результаты затменных экспериментов, впервые осуществленных на Венере с борта орбитального аппарата. Кроме того, представлены новые данные о структуре и динамике облаков планеты, о спектральном анализе химического состава надоблачной атмосферы, о плазменных экспериментах в области ионосферы. Накопленная за 9 лет статистика непрерывных измерений позволила проследить за годовыми вариациями содержания ключевых компонент, что дало возможность обнаружить цикличность в химических и динамических процессах в атмосфере планеты.

Автор публикации благодарит за предоставленные материалы коллег по экспериментам SPICAV, SOIR, VMC, VIRTIS, VeRAи ASPERA, а также руководителя проекта «Венера Экспресс» Х. Сведхема и научного координатора миссии Д.В. Титова.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ КОМПЛЕКСА ATMOSPHERIC CHEMISTRY SUITE ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕРМОУПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ

Бугрова А.Д.¹, Бутенко А.Э.²

¹ МИЭМ НИУ ВШЭ, *a.d.bugrova@gmail.com*

² ИКИ РАН, *ostelite@gmail.com*

Научный руководитель: Аксенов С.А., к.т.н.

МИЭМ НИУ ВШЭ, ИКИ РАН

Для будущей международной космической миссии ExoMars в настоящее время разрабатывается комплекс ACS (Atmospheric Chemistry Suite), который будет частью орбитального зонда Trace Gas Orbiter (TGO). ACS состоит из четырех блоков, закрепленных друг относительно друга, каждая часть комплекса является законченным спектрометром, также в состав комплекса входит система сбора научной информации [1]. В нижней части комплекса расположены 18 опор, нижними гранями которых он будет крепиться к платформе. Платформа выполнена из менее прочного материала, чем опоры. Возникающие в результате работы внутреннего оборудования и нагревания комплекса термоупругие напряжения и деформации могут привести к разрушению платформы.

С помощью методов компьютерного моделирования было проведено исследование модели с опорами из полимерного материала Vespel. Для такой модели были получены качественные и количественные оценки напряжений, возникающих вследствие температурного расширения комплекса ACS. Выявлены опоры, на которые приходится наибольшая нагрузка. Получено, что значения тангенциальных сил в несколько раз превышают значения нормальных сил. Был проведен анализ влияния размера конечно-элементной сетки на результаты расчетов и проведена верификация полученных результатов [2].

После испытаний на вибростенде, выявивших недостаточную прочность опор выполненных из материала Vespel, было принято решение заменить материал титановым сплавом VT6 и изменить форму опор. Подобные изменения потребовали пересчета нагрузок, вызванных температурным расширением.

Моделирование было проведено для перепадов температуры в 10, 20 и 60 К. Проведенное исследование показало, что при смене материала с Vespel на титановый сплав VT6 и модификации конструкции опор не произошло качественных изменений. Опоры, на которые приходится наибольшая нагрузка, не изменились и по-прежнему определяющее значение имеют тангенциальные компоненты сил взаимодействия опор с платформой. Количественные значения реакции опор при замене материала с Vespel на титановый сплав VT6 увеличились на порядок, что отвечает более чем тридцатикратному различию модуля Юнга этих материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Trokhimovsky, O. Korablev, A.V. Grigoriev, A. Fedorova and the ACS team. Atmospheric chemistry suite (ACS): a set of infrared spectrometers for atmospheric measurements on board ExoMars trace gas orbiter // International workshop on Mars atmosphere modelling and observations, Fifth edition: Oxford 2014.
2. Бутенко А.Э., Бугрова А.Д., Аксенов С.А., Бобер С.А. Термоупругий анализ комплекса Atmospheric Chemistry Suite орбитального зонда Trace Gas Orbiter миссии ExoMars // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им И.Я. Яковлева. Серия: механика предельного состояния – 2014. - № 4(22). – С. 89-92.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КРИОБОТА С ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТЬЮ

Бутенко А.Э.¹, Аксенов С.А.²

¹ИКИ РАН, МИЭМ НИУ ВШЭ, ostelite@gmail.com

²МИЭМ НИУ ВШЭ, ИКИ РАН, aksenov.s.a@gmail.com

Научный руководитель: Аксенов С.А., к.т.н.

МИЭМ НИУ ВШЭ, ИКИ РАН

Для исследования ледяных космических объектов, в первую очередь спутников Юпитера Ганимед и Европа, а также спутника Сатурна Энцелад, одной из задач является разработка устройства, способного проникнуть сквозь толщу льда. По ряду параметров оптимальным для космических миссий представляется криобот — устройство, движущееся за счет плавления и силы тяжести.

Изучение движения криобота в зависимости от свойств переохлажденной среды, а также собственных рабочих параметров с целью оценки скорости, затрат энергии и других параметров осуществляется методами математического моделирования. В данной работе предлагается квазистационарная модель для движения с постоянной скоростью. Используется основанная на теории «твердой воды» методика оценки скорости, которая представляет собой итерационный процесс, на каждом шаге которого решается стационарная краевая задача для уравнения распространения тепла в окрестности криобота. Для численного решения используется метод конечных разностей. Значение скорости определяется с учетом процесса теплообмена системы криобот-лед и фазового перехода.

АНОМАЛЬНАЯ ДИФфуЗИЯ СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

Учайкин В.В., Сибатов Р.Т., Бызыкчи А.Н.

Ульяновский государственный университет, azy.baza@gmail.com

Научный руководитель: Сибатов Р.Т., д.ф.-м.н.

Ульяновский государственный университет

Измерения ускорений потоков солнечных космических лучей (СКЛ) ударными волнами коротационного происхождения, выполненные на космических аппаратах Улисс, Wind, Imp-8, Вояджер-2, показали качественно иное развитие процесса, чем предсказываемое классической теорией диффузии. Анализируя наборы этих данных, Перри и Зимбардо [1-2] обнаружили некоторое улучшение согласия теории экспериментальными данными по временному профилю энергетических частиц при замене классического Гауссиана пропагатором Клафтера-Цумофена, представляющим, по существу, степенной закон, соответствующий далёкой асимптотике точного решения. В данной работе мы используем полученные нами точные асимптотические выражения (для всего диапазона показателя супердиффузии) для пропагатора блуждания Леви. Эластичное сочетание баллистического и диффузионного поведения в новой модели позволило корректно описать область колена на временных профилях потоков электронов и протонов. В докладе обсуждаются условия аномальной диффузии СКЛ, связь параметров супердиффузии с характеристиками турбулентного межпланетного магнитного поля, модификация модели ускорения космических лучей на ударных волнах с учетом супердиффузии и связь энергетического спектра с параметрами аномальной диффузии. Рассматриваются алгоритмы численного моделирования ускорения и распространения СКЛ в блуждающих силовых линиях магнитного поля гелиосферы.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 13-01-00585).

ЛИТЕРАТУРА

1. Perri S., Zimbardo G. // *Astrophysical Journal Letters*. 2007. Vol. 671, No. 2. P. L177.
2. Perri S., Zimbardo G. // *Journal of Geophys. Research*. 2008. Vol. 113. No. A3. P. A03107.

НОВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О СИНТЕЗЕ СЛОЖНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ УДАРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ГАЗОВОЙ АТМОСФЕРЕ

Васильева А.С.^{1,2}, Зайцев М.А.¹

¹Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН), vasiljeva@iki.rssi.ru

²Российский химико-технологический университет (РХТУ)

им. Д.И. Менделеева

Научный руководитель: Герасимов М.В., к.ф.-м.н.

Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)

Получены новые данные об образовании сложных органических соединений (ОС) при лабораторном моделировании высокоскоростных ударных событий, происходящих при падении каменных астероидных тел в условиях восстановительной газовой атмосферы.

Ударное воздействие воспроизводили с помощью немодулированного лазерного импульса с длиной волны 1,05 мкм, мощностью 0,6-0,7 кДж, длительностью $\sim 10^{-3}$ (поверхностная плотность мощности составляла 10^6 - 10^7 Вт/см²). В качестве мишени использовали перидотит — горную породу, состоящую из оливинов и пироксенов — главных минеральных компонентов каменных метеоритов. Модельная газовая среда состояла из азота и метана в объемных соотношениях 96:4 (модель атмосферы Титана) и 50:50.

Твёрдые конденсаты — продукты лазерного испарения перидотита исследовали с помощью пиролитической газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией (ПГХ/МС). Ступенчатый пиролиз конденсатов проводили с помощью пиролитической ячейки печного типа и постоянного нагрева, снабженной криогенной ловушкой. Температура нижней ступени пиролиза составляла 460°C, верхней - 900°C.

Среди продуктов пиролиза при 460°C обнаружено большое число различных летучих ОС (с молекулярной массой до 260): алифатических (предельных и непредельных), алициклических (насыщенных и ненасыщенных), ароматических (бензол, толуол, нафталин, индан, аценафтилен) и алкилароматических углеводородов (длинноцепочечных алкилбензолов, азотсодержащих соединений (алифатических и ароматических нитрилов, пиррола). Суммарное количество ОС, выделенных при пиролизе, составляло ~ 40 ppm. Экстракционные методы, применявшиеся ранее, не позволяли выделять заметные количества ОС из конденсатов, полученных в атмосфере с малым (< 10 % об.) содержанием метана.

Основными продуктами пиролиза конденсатов, полученных в атмосфере с 50% метана, были полициклические ароматические углеводороды: нафталин, аценафтилен и аценафтен, а также ацетонитрил. Количество ОС существенно (в десятки и сотни раз) превосходили количества органики, полученной в опытах с 4% метана.

При пиролизе всех конденсатов на второй ступени (при 900°C), было отмечено выделение незначительных количеств бензола, толуола, нафталина и других ароматических углеводородов. Предположительно, в состав конденсатов входит также термически стойкое высокомолекулярное органическое вещество, с трудом подвергающееся термодеструкции.

При уменьшении концентрации метана в газовой атмосфере доля полициклических ОС снижается, увеличивается доля алифатических углеводородов и азотсодержащих ОС.

Несмотря на экстремальные условия в облаке испарённого вещества (высокие температуры, давления, высокие концентрации кислорода) при ударных событиях в восстановительной атмосфере может происходить синтез сложных ОС (низко- и высокомолекулярных), в т.ч. гетероатомных. Если углерод отсутствует в составе ударника, восстановительная атмосфера, содержащая несколько объемных процентов метана (например, атмосфера Титана), может служить богатым источником углерода для образования ОС. Минеральные фазы, конденсирующиеся из испарённого облака, являются необходимыми катализаторами синтеза сложных ОС.

ГРАВИТАЦИОННЫЙ КОЛЛАПС ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ ВАЙДЬЯ

Вертоградов В.Д., Гриб А.А.

РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, vitalii.vertogradov@yandex.ru

Научный руководитель: Гриб А.А., профессор, д.ф.-м.н.

РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург

В наше время до сих пор остается до конца не решенным один из важнейших вопросов теории гравитации - теория гравитационного коллапса. В данной работе рассматривался гравитационный коллапс сферически-симметричного тела. Известно, что во время коллапса звезда излучает, и поэтому мы не можем описывать метрикой Шварцшильда внешнюю геометрию звезды во время коллапса, поскольку она не является пустой. Для этого нам необходимо использовать так называемую излучающую метрику Шварцшильда или метрику Вайдья.

В работе изучался коллапс тонких оболочек, и исследовалась конечная судьба гравитационного коллапса в терминах того, будет ли это черная дыра или голая сингулярность. Если сингулярность образуется раньше, чем появляется горизонт видимости, являющийся границей ловушечного региона, и существует семейство не пространственно-подобных геодезических направленных в будущее и обрывающихся в прошлом в сингулярности, то такая сингулярность называется голой. Было показано, что судьба коллапса зависит от вида массовой функции и также были рассмотрены некоторые известные модели, в которых функция масс известна и было показано, что при такой функции масс гравитационный коллапс завершается образованием голой сингулярности. Также была изучена сила таких сингулярностей.

СВЯЗЬ КОСМИЧЕСКИХ ГАММА-ВСПЛЕСКОВ И СВЕРХНОВЫХ

Вольнова А.А., Позаненко А.С.

*Институт космических исследований Российской академии наук,
alinusss@gmail.com*

Научный руководитель: Позаненко А.С., к.ф.-м.н.

Институт космических исследований Российской академии наук

Первые открытия и локализации послесвечений космических гамма-всплесков позволили установить космологическую природу этих явлений и определить шкалу расстояний до их источников. Дальнейшие более чем пятнадцатилетние наблюдения позволили утверждать, что длинные мягкие гамма-всплески, вероятнее всего, связаны со смертью массивных звёзд вследствие коллапса их ядер. Наблюдаемые потоки совместно с космологическими расстояниями до источников гамма-всплесков позволяют говорить об огромном энерговыделении, сопровождающем эти события, сравнимом с энергией взрывов Сверхновых.

Открытие яркой Сверхновой 1998bw, принадлежащей к типу Ib/c и ассоциированной с низкоэнергичным гамма-всплеском GRB 980425, послужило первым подтверждением связи гамма-всплесков со смертью массивных звёзд. В последующие годы было открыто более десятка Сверхновых, ассоциированных с гамма-всплесками спектроскопически, и ещё несколько десятков Сверхновых, имеющих лишь фотометрические подтверждения связи с гамма-всплесками.

В докладе проводится обзор современной наблюдательной статистики Сверхновых, связанных с гамма-всплесками, а также приводятся возможные модели механизмов их возникновения.

ИЗМЕРЕНИЯ КРАСНЫХ СМЕЩЕНИЙ СКОПЛЕНИЙ ГАЛАКТИК В РАМКАХ ОБЗОРА CODEX

Воробьев В.С.¹, Буренин Р.А.², Финогенов А.В.³

¹Институт Космических Исследований РАН, vorobyev@iki.rssi.ru

²Институт Космических Исследований РАН

³Хельсинский университет

Научный руководитель: Буренин Р. А., к.ф.-м.н.,

Институт Космических Исследований РАН

На телескопе РТТ-150 проводятся спектроскопические измерения красных смещений скоплений галактик из обзора CODEX, выполненного по данным обзора всего неба телескопа ROSAT, а также по данным Слоановского цифрового обзора неба. По результатам этих наблюдений красные смещения измерены для 69 скоплений. В частности, по этим данным удалось составить полную выборку остаточных скоплений галактик, что позволит исследовать эволюцию их функции светимости. Важность работ по измерению красных смещений скоплений из этого обзора определяется тем, что в будущем эти скопления будут обнаружены в обзоре всего неба обсерватории СРГ.

РАСЧЕТ КИНЕТИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫРОЖДЕННОЙ ПЛАЗМЫ В ЗАМАГНИЧЕННОЙ НЕЙТРОННОЙ ЗВЕЗДЕ

Глушихина М.В., Бисноватый-Коган Г.С.

ИКИ РАН, m.glushikhina@iki.rssi.ru

Научный руководитель: Бисноватый-Коган Г.С., д-р ф.-м. наук

ИКИ РАН

Решение системы уравнений Больцмана для плазмы в магнитном поле, с произвольным вырождением электронов и с невырожденными ядрами, получено методом Чепмена–Энскога. Для получения приближенного решения использованы три обобщенных полинома Сонина.

Расчеты произведены в полностью ионизованной плазме. Рассчитан тензор теплопроводности в не-квантованном магнитном поле. Для невырожденной и сильно вырожденной плазмы получены асимптотические аналитические формулы, которые сравнимы с результатами предыдущих авторов.

Из-за кинетического подхода, наши результаты более точны, чем обычно используемые коэффициенты, полученные с помощью упрощенного подхода для теплопроводности в плазме коры нейтронных звезд. Для сильно вырожденной плазмы приближение Лоренца, в котором не учитываются электрон-электронных столкновения, точнее, и наше 3-полиномиальное приближенное решение дает результаты, которые отклоняются от точного решения менее чем на 3% для всех значений магнитного поля. Отклонение уменьшается с увеличением поля. Учет столкновений электрон-электрон для слабо вырожденной плазмы позволяет получить более точные результаты.

ВЛИЯНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАХВАЧЕННЫХ МЕЖЗВЕЗДНЫХ ПРОТОНОВ В ОБЛАСТИ ГЕЛИОСФЕРНОГО УДАРНОГО СЛОЯ

Голиков Е.А.^{1,2}

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, golikov.e.a000@gmail.com

²Институт космических исследований РАН, г. Москва

Научный руководитель: Измоденов В.В., д.ф.-м.н.

МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Институт космических исследований РАН, г. Москва

Институт проблем механики РАН, г. Москва

Захваченные протоны — это протоны, образованные в результате ионизации межзвездных атомов водорода на протонах солнечного ветра. Сразу после рождения они попадают под влияние вмерзшего в солнечный ветер магнитного поля («захватываются»). Взаимодействие с магнитными неоднородностями в солнечном ветре приводит к изотропизации их функции распределения (в системе координат, связанной с солнечным ветром) и энергетической диффузии, причем изотропизация проходит за времена малые по сравнению с временами диффузии. Энергетический спектр захваченных протонов сильно отличается от соответствующего спектра протонов в солнечном ветре: он существенно немаксвелловский; в результате адиабатического охлаждения на расширяющемся солнечном ветре первоначально сферическое распределение эволюционирует в шаровое — в спектре появляется характерная «площадка», а энергетическая диффузия приводит к образованию «хвостов» распределения, то есть протонов со скоростями, превышающими более, чем в два раза скорость солнечного ветра. Теоретически распределение захваченных протонов в гелиосфере исследовалось ранее (например, Чалов, 2006, Isenberg, 1987, Vasyliunas&Siscoe, 1976 и др.), но большинство моделей разработано лишь для стационарного случая. Нестационарность солнечного ветра, связанная, в частности, с солнечным циклом, приводит к распространению волн за гелиосферной ударной волной, где течение солнечного ветра дозвуковое. На участках, где градиенты плотности солнечного ветра велики, может происходить существенное нагревание (или охлаждение) захваченных протонов. Возможно, что нагретые таким образом протоны вносят ощутимый вклад в так называемую «надтепловую» компоненту спектра, измеряемую в настоящее время на аппаратах «Вояджер», а также удаленно на аппарате Ixeh. В настоящей работе изучается влияние этого, а также других эффектов, вызванных нестационарностью солнечного ветра, на энергетическое распределение захваченных протонов в области гелиосферного ударного слоя. В докладе будут продемонстрированы первые результаты расчётов в рамках двумерной нестационарной модели гелиосферы.

ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЗЗ. ИНДЕКС NDVI

Гомончук А. В.

*Студентка 4 курса Белорусского государственного университета,
leksa.gomonchuk@gmail.com*

Научный руководитель: Ермакович В.Р., старший преподаватель

Белорусский государственный университет

В докладе будут рассмотрены основные методы получения, этапы обработки, а также анализа данных дистанционного зондирования Земли.

Основная часть доклада посвящена вопросам дешифрирования, а именно, одному из способов дешифрирования — наблюдению за изменением растительного покрова в течение года при помощи индекса оценки NDVI по фрагментам спутниковых снимков (TERRA/радиометр MODIS).

Данные предоставлялись в виде фрагмента снимка (размером 10×10 пикселей), и таблицы яркостей в красном и инфракрасном диапазоне для каждого пикселя на фрагменте. Для того, чтобы лучше проследить изменение растительного покрова на протяжении года, для нашего исследования мы выбрали зоны интереса с наиболее выделяющимися показателями (участок леса и два различных участка поля, размерами 2×2 пикселя).

Исследования в данном направлении являются актуальными, особенно для народного и лесного хозяйства. Это позволяет отслеживать плодородность посевов, проводить мониторинг территории, выявлять отклонения в развитии растительности, которые могут быть вызваны наводнениями, пожарами, вредителями, либо незаконной вырубкой лесов.

На сегодняшний момент накоплен огромный массив данных, который постоянно пополняется новыми снимками различных космических систем и позволяет решать широкий круг задач при исследовании и мониторинге земной поверхности.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОМЕТРОВЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В МЕТЕОРИТЕ КАМПО-ДЕЛЬ-СЬЕЛО

Гонцова С.С., Наухацкий И.А., Милюкова Е.Т.

*Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского,
sgoncova@gmail.com*

Научный руководитель: Максимова Е.М., к.ф.-м.н., доцент

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского

Исследование макро- и микроструктуры метеоритов является ключевым, а часто и единственным источником информации о протопланетной и ранней планетной истории Солнечной системы.

В метеоритах выделены три генетических типа нанометровых зёрен минералов — конденсационные, метаморфогенные и экзогенные. Первые образовались в результате конденсации в газопылевом облаке, как в досолнечный, так и в солнечный периоды развития космического вещества, вторые — при термальном, водном и ударном метаморфизме в родительских телах метеоритов, а третьи — в результате процессов земного выветривания метеоритов.

В работе методами рентгенофазового и энергодисперсионного анализа был исследован минеральный состав осколка метеорита Кампо-дель-Сьело. Кампо-дель-Сьело (по названию равнины в Аргентине, где этот метеорит был найден) — это железный метеорит группы IA (грубоструктурный октаэдр), отличающийся наличием большого числа силикатных включений.

Наноструктура образца исследовалась на растровом электронном микроскопе (РЭМ-106). Железная матрица метеорита состоит из поликристаллов камаситаа-(Fe,Ni), пересеченных многочисленными полосами (линии Неймана), образовавшимися в результате ударной нагрузки. Обнаружены многочисленные нодули различных минералогических композиций: графит + металл; металл + графит + силикаты или силикаты + графит + металл. Наблюдается также ряд наноглобулярных образований, балочных и дендритных микроструктур, являющихся специфическими формами неоднородности космического вещества.

Авторы выражают благодарность научному сотруднику НИИ КРАО Теребижу В.Ю. за предоставленный для исследования образец.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НАДОБЛАЧНОЙ ДЫМКИ ВЕНЕРЫ ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТА VIRTIS/VEX

Горин Д.А.¹

¹Институт Космических Исследований РАН, gorinov-dmitry@yandex.ru

Научный руководитель: Засова Л.В., д.ф.м.н.

¹Институт Космических Исследований РАН

Данная работа посвящена структуре аэрозольного слоя в надоблачной дымке Венеры (75-95 км). Согласно некоторым лимбовым наблюдениям прибора VIRTIS (изображающего ИК-спектрометра на борту аппарата «Венера-Экспресс») на лимбе планеты обнаруживается слой, предположительно состоящий из аэрозольных частиц. Подобные результаты были получены приборами SPICAV/SOIR, также входящими в состав этой межпланетной миссии [Wilquet et al., 2009], однако работающих с использованием иного метода и в другой геометрии. Применена модель (ARS, Ignatiev et al., 2009), рассчитывающая уравнение переноса в венерианской атмосфере и фитируя экспериментальные профили, т.е. решая обратную задачу, удалось получить значения экстинкции для венерианского аэрозоля на высотах от 75 до 90 км. Модель решает уравнение переноса, используя методику *line-by-line*, с учётом многократного рассеяния на лимбе, с функцией источника в плоскопараллельной геометрии из кода DISORT (Stamnes et al., 1988) и свёрткой с аппаратной функцией прибора VIRTIS. Обнаружено отсутствие чувствительности к размеру частиц, вследствие чего определение радиуса аэрозоля становится затруднительным. Результаты расчёта модели верифицированы алгоритмом Монте-Карло MYSTIC (Mayer et al., 2009). Показано тренд снижения количества аэрозоля на широтах >60 градусов, а также диссипация аэрозоля с течением времени (количество аэрозоля падает на утренней стороне по сравнению с вечерней).

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В РЕНТГЕНОВСКОМ КОНТИНУУМЕ АККРЕЦИРУЮЩИХ РЕНТГЕНОВСКИХ ПУЛЬСАРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СВЕТИМОСТИ

Горностаев М.И.¹, Постнов К.А.², Клочков Д.³, Лукин В.В.⁴, Шакура Н.И.²

¹Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга МГУ, mgornost@gmail.com

²Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга МГУ

³Институт астрономии и астрофизики, Тюбингенский университет Эберхарда и Карла ⁴Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН

Научный руководитель: Постнов К. А., д.ф.-м.н.

Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга

В работе рассмотрены физические процессы в аккреционных колонках замагниченных нейтронных звезд с целью объяснения наблюдаемых зависимостей жесткости рентгеновского излучения от рентгеновской светимости. Используются наблюдательные данные орбитальной рентгеновской обсерватории RXTE/ASM по четырем пульсарам: EXO 2030+375, GX 304-1, 4U 0115+63, V 0332+63. Особенностью этих зависимостей является отсутствие роста (или уменьшение) рентгеновской жесткости излучения при увеличении светимости, начиная от $\sim 3-5 \times 10^{37}$ эрг/с.

Для объяснения этих наблюдений был проведен численный расчет и анализ двумерной структуры аккреционной колонки. Моделирование произведено для разной геометрии колонки (заполненный и полый цилиндры). В рамках обеих моделей решением оказывается радиационно-доминированная ударная волна, возникающая в области магнитных полюсов нейтронной звезды.

После распространения процедуры расчета на случаи различных темпов аккреции $M=1-8 \times 10^{17}$ г/с было показано, что изменение пространственных размеров излучающей области приводят к тому, что средняя эффективная температура, вводимая в области малой оптической толщи, не растет с увеличением темпа аккреции. Полученный результат согласуется с предыдущими исследованиями структуры колонки и дает физическую интерпретацию упомянутых наблюдательных данных.

Работа поддержана грантом РФФИ-ННИО 14-02-91345.

НЕЙРОГОНИОМЕТРИЯ В УСЛОВИЯХ МИКРОГРАВИТАЦИИ/НЕВЕСОМОСТИ — НОВАЯ ИДЕОЛОГИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ ДЛЯ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И НЕЙРОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ПРОГРАММЫ «БИОН»

Градов О.В.

*Институт Энергетических Проблем Химической Физики
им. В.Л. Тальрозе РАН, o.v.gradov@gmail.com*

В космической биологии и медицине хорошо известен эффект воздействия невесомости / микрогравитации на характеристики переноса заряда через мембрану нейрона [1]. У нейрона в данном состоянии в ряде случаев нарушаются процессы формообразования или ориентация отростков из-за отсутствия комплекса нативных сил, действующих на нейроны в гистогенезе (так как нарушены ориентация в поле сил тяготения, нормальная диффузия, биореология). В коллекциях микропрепаратов бывшего Института мозга (Лаборатория нейронной структуры мозга) автором были обнаружены и изучены подобные препараты. По частным сообщениям, ссылающимся на морфометрические работы [2-4], выполненные на материале с биоспутника «Космос-1667» («Бион-7»), при длительном полете наблюдается частичная/фрагментарная инволюция отростков и шипиков, сопровождающаяся приближением формы сомы нейрона к псевдосферической. С точки зрения функциональной морфологии и морфофизиологического тренда в многофакторном анализе данных *in situ*, логично создание аппаратуры для контроля одновременно электробиофизического/электрофизиологического и нейроморфологического состояния нейронной структуры мозга, культуры нервной ткани ил переживающих слайсов непосредственно в условиях микрогравитации/невесомости в ходе полета. Ранее нами была разработана система пятиосная роботизированная система позиционирования для измерений на переживающих слайсах или в культурах клеток [5], на которой просто демонстрировалась зависимость морфогенеза определенных структур от ориентации в поле тяготения и внешних полях, а также её корреляция с направленной электрофизиологической активностью. Силами привлеченного автором студенческого коллектива был произведен расчет и проектирование культурального бокса и витальной электрофизиологической системы для стереоактивного позиционирования, предназначенных для исследования сопряженных изменений в режимах электрофизиологической активности и в морфологических (морфометрических) параметрах нейронных структур (как *in vivo* или *in situ*, так и *in vitro* на слайсах или культуре ткани) при космическом полете (и в контролях — в «нативных» условиях и при центрифугировании).

ЛИТЕРАТУРА

1. Wallace R. Microgravity and Charge Transfer in the Neuronal Membrane: Implications for Computational Neurobiology // *LS&SM Conf. (Houston)*, Apr. 3-5, 1995; AIAA-95-1053; NASA-CR-205364.
2. Belichenko P.V. Quantitative analysis of dendritic spines of pyramidal neurons in layer V of the sensorimotor cortex of rats exposed on the "Kosmos-1667" biosatellite // *Bull. Exp. Biol. and Med.*, Vol. 105, No 6, pp. 876-878 (1988).
3. Belichenko P.V., Leontovich T.A. Morphometry of giant multipolar neurons of the brain-stem reticular formation of rats carried on board the biosatellite "Kosmos 1667" // *Bull. Exp. Biol. and Med.*, Vol. 107, No 5, pp. 714-717 (1989).

4. Belichenko P.V., Krasnov I.B. State of the dendritic spines of pyramidal neurons in layer V of the rat sensorimotor cortex after 14-day space flight // *Bull. Exp. Biol. and Med.*, Vol. 112, No. 5, pp. 1659-1660 (1991).
5. Notchenko A.V., Gradov O.V. A Five-Axis Arm-Manipulator Laser System and Algorithm for Digital Processing of Output Data for Recording and Morpho-Topological Identification of Cells and Tissue Structures. *Visualization, Image Processing and Computation in Biomedicine*, Vol. 2, DOI: 10.1615/VisualizImageProcComputatBiomed.2013005967 (2013)

РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРИБОРА «ДРИАДА»

Дзюбан И.А.¹, Трохимовский А.Ю.¹

¹Институт Космических Исследований РАН, ilia.dziub@gmail.com

Научный руководитель: Кораблев О.И., д.ф-м.н.

Институт Космических Исследований РАН

Прибор «Дриада» — комплекс спектрометров высокого разрешения, работающих в ближнем ИК диапазоне. Он создается для мониторинга парниковых газов в атмосфере Земли с борта МКС. Прибор состоит из двух эшелле спектрометров и оптической камеры. Основной канал прибора рассчитан на получения спектров поглощения углекислого газа и метана в ближнем ИК диапазоне. Дополнительный канал будет получать профили поглощения кислорода. В докладе будут представлены оптические схемы спектрометров и особенности методики их построения.

ТЕЧЕНИЯ ПЛАЗМЫ И БАЛАНС ЭНЕРГИИ В ПЕРЕХОДНОМ СЛОЕ МЕЖДУ КОРОНОЙ И ХРОМОСФЕРОЙ СОЛНЦА

Дунин-Барковская О.В.

*Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга
МГУ, olga.ptitsyna@gmail.com*

Научный руководитель: Сомов Б. В., д.ф.-м.н., проф.

*Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга
МГУ*

Для различных скоростей потока плазмы, задаваемых на нижней границе переходного слоя, получены зависимости плотности, давления и скорости течения плазмы вдоль магнитной трубки, один конец которой опущен в хромосферу, а другой находится в короне, в случаях вертикального и горизонтального расположения магнитной трубки. Найдено стационарное распределение температуры вдоль магнитной трубки. В каждой точке распределения имеет место баланс между нагревом классическим тепловым потоком, потерями энергии на излучение оптически прозрачной плазмы и переносом энергии, связанным с потоком плазмы. Нагрев хромосферы осуществляется потоками энергии из конвективной зоны. Определены: диапазон скоростей плазмы на нижней границе переходного слоя, для которого распределения концентрации и давления плазмы в переходном слое не будут «чувствовать» наличие потока плазмы, и диапазон скоростей плазмы на нижней границе переходного слоя, для которого возможно возбуждение ударных волн в переходном слое, в случаях наличия и отсутствия гравитации. Показано, что добавление гравитации увеличивает градиенты всех величин вдоль трубки и вносит асимметрию: для скоростей направленных вниз и вверх зависимости скорости от температуры получаются различными. Диапазон скоростей плазмы, для которого в переходном слое не будет ударных волн, в случае наличия гравитации получается уже, чем в случае ее отсутствия, и, в отличие от случая $g=0$, соответствующий диапазон оказывается сдвинутым относительно 0 в сторону скоростей, направленных в корону.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДВУОКИСИ СЕРЫ НА НОЧНОЙ СТОРОНЕ МЕЗОСФЕРЫ ВЕНЕРЫ

Евдокимова Д.Г.^{1,2}, Беляев Д.А.²

¹МГУ им. М.В.Ломоносова, Физический факультет

²ИКИ РАН

evd.dar@yandex.ru

Научный руководитель: Беляев Д.А., к.ф.-м.н.

Двуокись серы SO_2 — важная малая газовая составляющая атмосферы Венеры, полностью покрытой облаками из капель концентрированной серной кислоты (H_2SO_4) на высотах 50-70 км. Газ SO_2 активно участвует в фотохимических процессах и в глобальной атмосферной циркуляции, внося существенный вклад в химию всей атмосферы. Как показывают наблюдения наземных телескопов и продолжительный мониторинг двуокиси серы с орбитального аппарата «Венера-Экспресс» (2006-2014 гг.), значение содержания газа на дневной стороне планеты подвержено значительным временным и пространственным вариациям (от 20 до 500 ppbv в мезосфере). Определяющим процессом фотохимической цепи для SO_2 на дневной стороне является фотодиссоциация молекулы, тогда как на ночной стороне эта реакция заменяется взаимодействиями с ионами Cl и OH . Широких исследований содержания и поведения двуокиси серы на ночной стороне не проводилось.

В данной работе мы представляем результаты анализа наблюдений УФ-спектрометра СПИКАВ орбитального аппарата «Венера-Экспресс», работавшего в режиме звездного просвечивания. В этом режиме прибор наблюдал мезосферу с ночной стороны и регистрировал полосы поглощения атмосферного газа SO_2 (190-220 нм и 280-300 нм) со спектральным разрешением 2 нм в диапазоне высот от 85 до 110 км. В результате впервые получено вертикальное распределение концентрации SO_2 в период наблюдений с 2006 г. по 2013 г. Значение относительной концентрации варьируется в диапазоне 50-1000 ppbv в единице объема для интервала высот 90-105 км.

Работа выполнена при поддержке Программы №9 РАН. Мы также благодарны французским коллегам из лаборатории LATMOS за возможность работать с данными эксперимента СПИКАВ-УФ.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ РОБОТ-ИССЛЕДОВАТЕЛЬ С ВЫСОКОТОЧНЫМ ПРИВОДОМ РАДАРА НАВЕДЕНИЯ

Епифанов С.В.¹

*Поволжская Государственная Социально-Гуманитарная Академия,
epifanow.stanislaw@yandex.ru*

Научный руководитель: Чесноков А.Н., к.т.н.

Поволжская Государственная Социально-Гуманитарная Академия

Современный уровень развития робототехники предъявляет новые, более расширенные требования к робототехническим устройствам. При этом если раньше предъявлялись повышенные требования только к системе управления, наведения и обработки данных, то теперь — и к исполнительным механизмам робототехнических устройств. Особенно это актуально, если речь идет о робототехнических устройствах, которые применяются за пределами планеты Земля.

Основные требования, предъявляемые к исполнительному механизму, являются: высокая точность позиционирования, улучшение массогабаритных показателей, увеличение нагрузочной способности, использование альтернативных и специфических источников питания.

Одним из градиентов решения поставленных задач является использование волновых двигателей. Волновой двигатель представляет собой устройство, которое в качестве задающего звена использует генератор волн деформации, или плунжерный волн образователь, а в качестве промежуточного звена используется гибкое тонкостенное колесо, которое может иметь, как внешние, так и внутренние зубья, так возможно и отсутствие их. В последнем случае, устройство называют волновой двигатель с передаточным числом равным единице. Для улучшения статических и динамических характеристик, исполнительного механизма, промежуточное звено выполнено в виде жидкости, а выходное звено в виде лопасти.

Для исследования планет и спутников солнечной системы разработана конструкция многофункционального робота. Робот предназначен для сбора информации о составе атмосферы, поверхности, точной передачи данных на контролируемую станцию.

Конструктивно, робот может быть разбит на три функциональных части, каждая из которых выполняет свою собственную задачу, имеет свою систему управления, автономный источник питания, и исполнительный механизм.

Первая часть – отвечает за перемещение. В этом функциональном блоке используется солнечная энергия и потенциальная энергия металлов с памятью, которые осуществляют преобразование этой энергии в кинетическую энергию вращения двигателя, который осуществляет перемещения многофункционального робота. С целью повышения проходимости элементы двигателя выполнены в виде колесно-гусеничного тракта, при этом гусеницы выполнены также из металлов с памятью.

Вторая функциональная часть робота отвечает за механический сбор информации. В качестве исполнительного двигателя используется двусторонний цилиндр с распределителем типа золотник или струйная трубка с обратной связью по положению выходного вала.

Третья функциональная часть отвечает за направленную передачу полученных данных, за ориентацию робота и за точное сопровождение управляющей станции, которая может находиться на орбитальном ком-

плексе, на Земле и т.д. Это достигается путем использования высокоточного привода с двойной обратной связью по положению выходного вала.

Таким образом, разработан робот-исследователь, который позволяет в течение длительного времени осуществлять исследование поверхности планеты или ее спутника.

НАБЛЮДЕНИЯ ПОТОКОВ ЭЛЕКТРОНОВ С УЗКИМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ СПЕКТРОМ НА ХВОСТОВОМ КА ПРОЕКТА ИНТЕРБОЛ И ИХ ВОЗМОЖНАЯ СВЯЗЬ С ЭЛЕКТРИЗАЦИЕЙ КА

Ермаков В.Н.¹, Вайсберг О.Л.

¹ИКИ РАН, НИЯУ МИФИ, г. Москва, Россия, ermakovvova@mail.ru

Научный руководитель: Вайсберг О.Л., д.ф.-м.н.

ИКИ РАН

В работе исследовались события, зарегистрированные электронным спектрометром ELECTRON на хвостовом космическом аппарате (КА) проекта ИНТЕРБОЛ. Они заключаются в появлении потоков электронов с энергией в диапазоне до 500 эВ с узким энергетическим спектром. ПШПВ (полная ширина на полувысоте) энергетического пика таких электронов составляет ~20%, что наводит на мысль об искусственном характере их возникновения, вероятно, в процессе дифференциальной электризации КА. Высокая вероятность дифференциальной электризации КА следует из работы [1], в которой делается заключение, что примененный в качестве ЭВТИ (экранно-вакуумная теплоизоляция) материал представляет собой, практически, идеальный изолятор. Были проанализированы события, зарегистрированные в 1996 году. Для некоторых событий периодичность появления составляла четверо суток, т.е. совпадала с периодом орбитального вращения КА. События были зарегистрированы на ночной стороне, преимущественно в 03^h-06^h секторе. Исследуемые электроны регистрировались на всех 8-ми каналах спектрометра, расположенных вдоль меридиана космического аппарата с углами центров полей зрения относительно направления на Солнце от 11° до 169°. Однако, наибольшая интенсивность их потока наблюдалась на канале спектрометра, имеющего минимальный угол относительно направления на Солнце (0 – 22,5°). Потоки таких электронов возникали в присутствии больших потоков высокоэнергичных магнитосферных электронов. Прослеживается временная зависимость энергии исследуемой компоненты электронов в пределах одного события как от потока, так и от энергии высокоэнергичных магнитосферных электронов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афонин В.В. О потенциале и эквипотенциальности космических аппаратов // Космические исследования, 2004, том 42., №1, с. 1-8

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СКОРОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ КРИБОТОМ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА

Ерохина О.С.

МИЭМ НИУ ВШЭ, oerokhina@hse.ru

В настоящее время одним из перспективных направлений является исследование подледного пространства как земных, так космических объектов, так как изолированная на протяжении миллионов лет от внешних воздействий среда, расположенная глубоко подо льдом, может содержать следы органической жизни.

Для отбора проб из области, расположенной под толщиной в несколько километров (а, возможно, и десятков километров), необходимо преодолеть этот покров наиболее безопасным с экологической точки зрения методом. В качестве прибора, обеспечивающего минимальные загрязнения, можно использовать крибот – нагретый прибор, проникающий глубоко под лед за счет плавления под действием силы тяжести.

Одна из задач, возникающих при создании крибота, это оценка его скорости движения во льду, а также выбор таких его параметров, которые обеспечат оптимальную скорость протаивания. В данной работе рассматривается методика моделирования оценки скорости протаивания криботом ледяного покрова и приводится ее верификация.

РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕГО ДВИГАТЕЛЯ-МАХОВИКА ДЛЯ СИСТЕМ ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ МИКРОСПУТНИКОВ

**Ефимов С.С.¹, Ноздрин А.В.¹, Продан Д.В.¹, Ивлев Н.А.^{1,2},
Сергеев Р.И.^{1,2}, Сивков А.С.^{1,2}, Попов А.В.^{1,2}**

¹Московский физико-технический институт, E.S.Postuhol@mail.ru

²ООО «СПУТНИКС»

В настоящее время вектор развития космических аппаратов смещается в сторону спутников класса микро. Миниатюризация электроники и элементов спутника приводит к тому, что подобные спутники способны решать всё более обширный спектр задач. Многие из них потребуют высокоточной угловой ориентации космического аппарата с точностью до нескольких угловых секунд и угловой стабилизации с точностью до нескольких градусов в час. В нашей стране созданы миниатюрные, подходящие для микроспутников приборы определения ориентации и угловой скорости — звёздные датчики и волоконно-оптические гироскопы, однако, производство надёжных исполнительных органов для ориентации микроспутников — задача нерешённая. Успешное решение этой задачи позволит выйти на качественно новый уровень использования микроспутниковых технологий для различных нужд.

В лаборатории высокоточных систем ориентации МФТИ в настоящее время ведутся работы по расчёту и проектированию исполнительных органов систем ориентации микроспутников на базе управляемого по угловой скорости и моменту электродвигателя-маховика для ориентации космического аппарата массой порядка 100 кг. Также создаётся параметрическая модель, которая позволит в короткие сроки масштабировать, разработать и изготовить управляющий двигатель-маховик для спутников массой от 5 до 500 кг.

Для выбора стратегии управления и исследования влияния различных параметров двигателя-маховика, сенсоров и управляющих схем на получаемую точность, был разработан комплекс моделей в программной среде Matlab Simulink, имитирующих работу электропривода, включающего в себя помимо механической и электрической подсистемы, набор регуляторов и генератор ШИМ-сигнала. Анализ существующих алгоритмов управления показал, что необходимая точность обеспечивается только при использовании векторного управления. Был разработан соответствующий алгоритм, обеспечивающий высокую равномерность вращения двигателя при стабильной нагрузке.

Создание управляющего двигателя-маховика является не только сложной математической задачей, но и требует решения определенных инженерно-конструкторских задач. В соответствии с требованиями, выставленными техническим заданием, была составлена параметрическая модель для оценки рабочих характеристик двигателя с произвольным числом полюсов, обмоток, размером магнита ротора, формой витков, а также габаритов и массы, позволившая выбрать наиболее подходящую для поставленной цели конструкцию. Для удовлетворения критериям было принято решение использовать бесколлекторный электродвигатель типа «outrunner» с внешним ротором. В такой схеме статор с обмотками располагается внутри ротора с закреплённым на нём постоянным магнитом, это позволяет получить более высокий вращающий момент при более низких частотах вращения и, таким образом, значительно увеличить срок службы шариковых подшипников, а, следовательно, и двигателя-маховика в целом.

Перспективный прибор обладает малой массой, габаритами и низким энергопотреблением, по сравнению с аналогами что позволит расширить круг задач, решаемых микроспутниками.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ОЦЕНКИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ

Жарко В.О., Барталев С.А., Ховратович Т.С.

Институт космических исследований РАН, zharko@d902.iki.rssi.ru

Научный руководитель: Барталев С.А., д.т.н.

Институт космических исследований РАН

Продуктивность лесов во многом определяется такими параметрами, как величина запаса стволовой древесины и возраст, информация о которых имеет большое значение как при решении прикладных задач обеспечения рационального управления лесными ресурсами, так и в научных задачах изучения процессов и компонент окружающей среды. При этом регулярное получение актуальных наземных данных такого рода в национальном масштабе не представляется возможным, что обуславливает актуальность разработки методов спутниковой оценки продуктивности лесов на основе использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

В докладе описан разработанный метод дистанционной оценки величины запаса стволовой древесины по данным спутниковых измерений спектрально-отражательных характеристик покрытого снегом растительного покрова.

Наличие на земной поверхности снега, характеризующегося устойчиво высокой отражательной способностью в видимой части спектра, приводит к маскированию всех типов растительного покрова, кроме достаточно высокой древесной растительности. В результате, Коэффициент Спектральной Яркости (КСЯ) лесного покрова по данным ДЗЗ зимнего периода зависит, главным образом, от его горизонтальной и вертикальной структуры, а именно плотности и высоты деревьев, определяющих долю проективного покрытия земной поверхности стволами и отбрасываемыми ими тенями. Таким образом, КСЯ покрытого снегом растительного покрова зависит от величины запаса стволовой древесины в лесах. Предложенный метод основан на моделировании и расчете количественных параметров данной зависимости и использовании полученных соотношений для восстановления оценок величины запаса древесины. Применение метода позволило сформировать временную серию карт запаса в лесах всей территории РФ за период 2001-2013 г. с пространственным разрешением 250 м.

Представлен также экспериментальный метод дистанционной оценки возрастной структуры лесного покрова, основанный на ассимиляции полученных многолетних спутниковых измерений запаса стволовой древесины в модель динамики лесов.

В представленной работе использована модель зависимости величины запаса от возраста лесов на основе функции Ричардса-Чепмена, имеющей 4 параметра. Тогда наличие 4-х и более одновременных измерений запаса стволовой древесины позволяет записать систему из соответствующего числа уравнений, решением которой являются значения параметров функции, в том числе возраста леса в известном году. При этом полученные в рамках представленной работы данные о многолетней динамике запаса древесины обеспечили наличие временного ряда из 13 ежегодных измерений величины запаса, что позволяет использовать их для оценки возрастной структуры лесного покрова на основе предложенного метода. Приведены примеры получаемых результатов, рассмотрены ограничения и возможные проблемы реализации метода.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-17-00389) в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте космических исследований Российской академии наук.

СУЩЕСТВОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ С МАЛОЙ ТЯГОЙ

Иванюхин А.В.

НИИ ПМЭ МАИ, г. Москва, ivanyukhin.a@yandex.ru

Научный руководитель: Константинов М.С., д.т.н.,

МАИ, г. Москва

Проблема существования оптимальных управлений занимает принципиальное место в теории оптимальных процессов и играет важную роль при решении практических задач. В данной работе рассматривается вопрос существования оптимальных решений применительно к задачам механики космического полёта с малой тягой.

На основе теорем существования теории оптимального управления можно сделать вывод о наличии оптимальных решений в задачах с ограниченной мощностью и ограниченной тягой в классе измеримых управлений и непрерывных траекторий, если существует хотя бы одно подходящее управление, удовлетворяющее краевым условиям задачи.

В задаче с ограниченной мощностью такое пробное управление существует всегда при достаточно мягком ограничении на конечную массу, так как всегда можно провести кривую соединяющую начальное и конечное положение, и по этой кривой восстановить управление с помощью системы дифференциальных уравнений. В задаче с ограниченной тягой, функционалом в виде максимума конечной массы и ограниченном времени перелёта наличие пробного управления как правило без дополнительных исследований гарантировать невозможно, так как очевидно решение этой задачи может существовать не всегда, а точнее не для всех значений тяги и скорости истечения. В работе предлагается метод оценки области существования на плоскости параметров тяга – скорость истечения.

Задача оптимального управления решается с помощью принципа максимума Понтрягина, а для сведения краевой задачи принципа максимума к задаче Коши и исследования зависимости решения от параметров задачи используется метод продолжения по параметру. Такое сочетание приводит к устойчивому алгоритму, сводящему задачу оптимизации траектории к численному интегрированию дифференциальных уравнений метода продолжения.

В качестве примера рассматривается гелиоцентрический участок задачи межпланетного перелёта с переключениями тяги. Показаны варианты использования установок с ядерным и солнечным источником энергии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЁТНЫХ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ МИКРОСПУТНИКА «ТАБЛЕТСАТ-АВРОРА»

**Ивлев Н.А.^{1,2}, Карпенко С.О.¹, Сивков А.С.¹, Иванов Д.С.³,
Ткачёв С.С.³, Ролдугин Д.С.³**

¹ООО «СПУТНИКС», ivlev@sputnix.ru

²ИКИ РАН

³ИПМ им. М.В. Келдыша РАН

Научный руководитель: Назиров Р.Р., д.т.н.

ИКИ РАН

19 июня 2014 года в 23:11:11 по московскому времени из позиционного района «Домбаровский» был осуществлён успешный запуск ракеты носителя «Днепр», на которой в качестве попутной нагрузки был установлен микроспутник ТаблетСат-Аврора, ставший первым российским космическим аппаратом, созданным силами частной компании. Спутник массой 26 кг, выведенный на солнечно-синхронную орбиту высотой 600 км, является технологическим демонстратором и несёт на своём борту полезную нагрузку в виде панхроматической камеры пространственным разрешением 15 метров и шириной полосы захвата 47 км. Главной задачей запуска микроспутника является тестирование устройств и систем, разработанных в ООО «СПУТНИКС». Спутник разработан в соответствии с принципами стандартизации и унификации механических, электрических и информационных интерфейсов.

Спутник оборудован трёхосной системой ориентации, созданной специалистами ООО «СПУТНИКС» совместно с ИКИ РАН и ИПМ РАН. Система ориентации и стабилизации включает в себя звёздный датчик, трёхосевой датчик угловой скорости, трёхосевой магнитометр и солнечные датчики в качестве устройств определения ориентации, а также электромагнитные устройства, управляющие двигателями-маховики и гироскопы в качестве управляющих органов. Точность трёхосной ориентации должна быть достаточна для задач дистанционного зондирования Земли с учётом указанных выше параметров камеры.

В течение первых двух месяцев проводилось тестирование всех систем космического аппарата, в том числе проверялась работоспособность системы ориентации и стабилизации.

В работе представлены результаты лётных испытаний как отдельных устройств системы ориентации и стабилизации, так и различных алгоритмов, а также системы ориентации и стабилизации в целом. Дается заключение о целесообразности использования приборов в грядущих проектах, а также рекомендации по дальнейшей доработке.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРИЁМО-ПЕРЕДАЮЩЕГО ТРАКТА ДЛЯ МКА

Илбуть П.И.¹, Лешкевич С.В.^{2, 3}, Саечников В. А.³

¹Студент факультета радиофизики и компьютерных технологий БГУ, ilbutpavel93@mail.ru

²Кафедра физики и аэрокосмических технологий факультета радиофизики и компьютерных технологий БГУ

³Кафедра физики и аэрокосмических технологий факультета радиофизики и компьютерных технологий БГУ

Научный руководитель: Лешкевич С.В., к.ф.-м.н., доцент

Кафедра физики и аэрокосмических технологий факультета радиофизики и компьютерных технологий БГУ

От МКА требуется низкое энергопотребление, при этом он должен передавать информацию на большое расстояние до принимаемой станции. Целью работы является разработка методов и схем подавления шумов, возникающих при передаче сигналов в линии связи, цифровой обработки сигналов, разработка модели приёмо-передающего тракта для МКА, а также создание учебно-методического пособия по данной теме.

При передаче сигнала по каналу связи передаваемый сигнал претерпевает множество искажений, связанных с неидеальностью передатчика, приёмника и физической среды, по которой передаётся сигнал. Борьба с помехами - основная наша задача. Для уменьшения шумов мы используем модель адаптивного фильтра по алгоритму LMS.

Также существует ещё одна проблема. Приёмник и передатчик — это два независимых устройства, разделённые в пространстве радиоканалом, поэтому каждый имеет свой тактовый генератор, частоты которых всегда немного отличаются друг от друга, не совпадают частоты гетеродина, также вносит сюда ошибку и доплеровский сдвиг частоты при движении передатчика и приёмника относительно друг друга; в результате получаемый сигнал мы дискретизируем со сдвинутой частотой. Это приводит к тому, что отсчёты на передатчике будут не такими же, как на приёмнике. Для решения мы модулируем зашумлённый радиоканал с перечисленными выше эффектами рассинхронизации в системе Matlab Simulink, после чего устраняем их, чтобы в конечном результате безошибочно принять передаваемый сигнал. Например, сдвиг частоты гетеродина компенсируем $\pi/4$ DQPSK модуляцией (сигнальное созвездие формируется при использовании двух созвездий QPSK, наложенных со сдвигом 45° , в результате в сигнале присутствуют восемь точек сигнального созвездия, причём символы выбираются поочерёдно то из одного созвездия, то из другого), или же добавлением преамбулы, приняв которую, мы сравниваем с эталонной и вычисляем сдвиг частоты.

Полученные ошибки компенсируем благодаря добавлению избыточной информации, по которой как находим ошибки в принимаемом сигнале, так и исправляем их. Также наличие ошибки при GMSK модуляции находим по запрещённым переходам в сигнальном созвездии, так как фаза может сдвигаться на 90° , но не может остаться такой же или сдвинуться на 180° . Также мы используем декодер, основанный на алгоритме Виттерби. Он определяет набор условных вероятностей, соответствующих всем возможным кодовым векторам, и решение принимает в пользу кодового слова, соответствующего максимальному.

Средствами MATLAB наша модель может быть практически без изменений перенесена на программируемую логику.

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ ШУМ В ВЫСОКОШИРОТНОЙ ИОНОСФЕРНО-МАГНИТОСФЕРНОЙ СИСТЕМЕ

**Ильясов А.А.¹, Чернышов А. А.¹, Могилевский М.М.¹,
Головчанская И.В.², Козелов Б.В.²**

¹Институт космических исследований РАН, г. Москва, Россия,
asjosik@mail.ru

²Полярный геофизический институт КНЦ РАН, г. Апатиты, Россия

**Научный руководитель: Чернышов А.А., к.ф.-м.н.,
ИКИ РАН**

Работа посвящена исследованию плазменной неустойчивости, вызванной неоднородным распределением плотности энергии в высокоширотной ионосфере. С помощью этой неустойчивости можно объяснить электростатический широкополосный шум в авроральной зоне, где регулярно наблюдаются неоднородности электрического поля, плотности плазмы и продольных токов. Данная неустойчивость способна возбуждать ветви ионно-циклотронных и наклонных ионно-акустических волн с широкополосным спектром, которые можно идентифицировать как широкополосный электростатический шум. Считается, что именно широкополосный электростатический шум является основным механизмом поперечного нагрева ионов в верхней ионосфере, причем их последующее выталкивание пробочной конфигурацией магнитного поля на большие высоты представляется главным источником ионосферных частиц в магнитосфере Земли. Для изучения влияния неоднородностей электрического поля, плотности плазмы и продольных токов на развитие неустойчивости разработаны вычислительные алгоритмы. Проведено численное моделирование при различных конфигурациях и параметрах фоновой плазмы (отношение температуры ионов к температуре электронов, направление распространения волны, гирорадиус ионов, тепловая скорость ионов). Проанализировано нелокальное дисперсионное соотношение. Показано, что существует множество неустойчивых решений вблизи первого циклотронного резонанса и в областях малых частот. Спектр не имеет максимума на какой-либо выделенной частоте и качественно согласуется с экспериментальным широкополосным спектром. Продемонстрировано, что учет неоднородностей плотности плазмы и продольных токов приводит к изменению порога неустойчивости для ионно-циклотронных и ионно-акустических волн в высокоширотной ионосфере Земли.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНЗИЕНТНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ЯВЛЕНИЙ ВНЕ ГРОЗОВЫХ ОБЛАСТЕЙ ПО ДАННЫМ СПУТНИКА «УНИВЕРСИТЕТСКИЙ-ТАТЬЯНА-2»

Казначеева М.А.

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
физический факультет, kaznacheeva.m@gmail.com*

Научный руководитель: Климов П.А., к.ф.-м.н.

*Научно-исследовательский институт ядерной физики
имени Д.В. Скобельцына*

Происхождение всех известных типов транзиентных атмосферных явлений (ТАЯ): спрайты, голубые струи, эльфы и пр. — связывают с грозовой активностью. Однако существует целый ряд измерений «необычных» ТАЯ, произошедших вдали от грозовых областей. Например, в работе [1] описывается регистрация явления TIGER (Transient Ionospheric Glow Emission in Red), выполненная в ходе кампании MEDIX. Описание аналогичных явлений встречается и в других, более ранних, работах [2,3].

В настоящее время обсуждаются три возможные гипотезы происхождения необычных ТАЯ: свечение атмосферы при высыпании релятивистских электронов из радиационных поясов Земли, ускорение электронов молниевым разрядом в сопряженной точке геомагнитного поля и их последующим проникновением в атмосферу, а также рассеяние света от очень удаленных молний.

Одной из научных задач научно-образовательного спутника МГУ «Университетский-Татьяна-2» являлись исследования ТАЯ в ультрафиолетовом (300-400 нм) и красном-инфракрасном (610-800 нм) спектральных диапазонах [4]. Для отбора событий из базы данных спутника, произошедших вдали от грозовых областей, использовались данные наземной сети регистрации молний WWLLN (World Wide Lightning Location Network) [5].

В ходе анализа всех событий, зарегистрированных в ноябре 2009 года с борта спутника «Татьяна-2», было обнаружено 110 событий (12%), отстоящих более чем на 1100 км от ближайшей зарегистрированной молнии. Очевидная связь географического распределения таких событий с известными грозовыми районами не наблюдается. Также были проанализированы формы импульсов от событий вне грозовых регионов.

Для проверки второй гипотезы происхождения ТАЯ были выделены события, для которых гроза наблюдалась в то же время, но в сопряженной точке геомагнитного поля. Было найдено 10 таких событий, но только несколько из них являются достаточно слабыми и короткими, как предсказано в работе [6]. При вводе более жесткого требования к области наблюдения оставшиеся события имеют длительность 1-2 мс и преимущественно расположены на высоких широтах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yair, Y., *et al.* (2005), Space shuttle observation of an unusual transient atmospheric emission // *Geophys. Res. Lett.*, 32, L02801.
2. Nemzek, R. J., and J. R. Winckler (1989), Observation and integration of fast subvisual light pulses from the night sky // *Geophys. Res. Lett.*, 16, 1015-1019.
3. Ogelman, H.J. (1973), Millisecond time scale atmospheric light pulses associated with solar and magnetospheric activity // *Geophys. Res.*, 78, 3033-3039.

4. Sadovnichy V.A., et al.(2011), *Solar System Res.*, 45(1), 3-29.
5. Abarca, S. F., K. L. Corbosiero, and T. J. Galarneau Jr. (2010), An evaluation of the Worldwide Lightning Location Network (WWLLN) using the National Lightning Detection Network (NLDN) as ground truth//*J. Geophys. Res.*, 115, *D18206*.
6. Lehtinen, N. G., U. S. Inan, and T. F. Bell (2001), Effects of thunderstorm-driven runaway electrons in the conjugate hemisphere: Purple sprites, ionization enhancements, and gamma rays//*J. Geophys. Res.*, 106(A12), 28841–28856.

ДЕШИФРИРОВАНИЕ ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ LANDSAT 8

Казяк Е.В.

Белорусский государственный университет, ko4ubok@tut.by

В Беларуси основным источником информации о выращиваемых в сельскохозяйственных организациях культурах являются книги истории полей. Однако содержащиеся в них информация не может быть признана полностью достоверной, т.к. такие книги опираются только на предоставленные агрономами данные и в силу различных причин часто бывают искажены. Для оценки эффективности аграрной политики необходима разработка методики независимого и оперативного дешифрирования видовой структуры посевов.

В докладе приводятся результаты экспериментальных исследований по автоматизированному дешифрированию видовой структуры типичных для Беларуси сельскохозяйственных культур (кукурузы, рапса озимого, тритикале озимого, пшеницы озимой, ржи озимой, пшеницы яровой, ячменя, многолетних трав) на основе материалов ДЗЗ с использованием геоинформационных технологий.

В качестве основного источника информации выступили материалы космической съемки спутниковой системы Landsat 8. На территорию исследования был составлен архив из 8 сцен Landsat 8 за период с 23 марта по 30 августа 2014. Тестовые поля расположены на территории двух сельскохозяйственных организаций Минской области, их общая площадь составила 14 000 га (155 полей).

Автором представлена методика автоматизированного дешифрирования посевов сельскохозяйственных культур с использованием временных рядов изображений Landsat 8 и рассчитанным на их основе количественным значениям нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI). По картограмме значений данного индекса на территорию каждого из полей рассчитано среднее значение вегетационного индекса за 8 дат в течение вегетационного периода и составлены графики сезонного хода этого показателя. Полученные данные свидетельствуют, что значения NDVI, которые тесно связаны со стадиями вегетации культур, склонны к существенным изменениям в течение вегетационного сезона. При этом у разных сельскохозяйственных культур эти изменения происходят по-разному. У культур одного вида, спектральные кривые имеют схожий тренд (форму). Ведется разработка алгоритма автоматизированного дешифрирования культур, основанная на распознавании особенностей хода спектральных кривых по разновременным изображениям NDVI.

В докладе также изложены результаты исследования эффективности других спектральных преобразований (по методу главных компонент и преобразование tasseled cap) многозональных снимков для контролируемой классификации сельскохозяйственных культур. Сопоставлена точность дешифрирования отдельных культур по исходному снимку и на основе значений индексов.

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПО ИЗМЕНЕНИЮ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ОТРАБОТАННЫЕ СТУПЕНИ НА АТМОСФЕРНОМ УЧАСТКЕ ТРАЕКТОРИИ СПУСКА

Качурина Е.С.

ОмГТУ, kachurina705@bk.ru

Научный руководитель: Трушляков В.И., д.т.н., профессор

ОмГТУ

Одной из основных задач при решении проблемы снижения техногенного воздействия пусков ракет космического назначения с жидкостными маршевыми двигателями является разработка технических средств управления движением отработанных ступеней в заданную точку при спуске с орбит и траекторий выведения.

Наиболее эффективным способом решения поставленной задачи может стать одновременное использование предлагаемых технологий [1], [2], которые обеспечивают реализацию газификации невырабатываемых остатков жидкого топлива в баках ступени [1] и управление движением на атмосферном участке спуска [2] с использованием газифицированных продуктов.

Для сравнения, рассматриваются, возможность применения традиционного способа на основе газореактивных сопел - сброс газа [3] и более сложный способ управления плазмой, с использованием активатора для управления потоком [4]. Следует отметить, что использование газореактивных сопел на атмосферном участке траектории спуска вносит дополнительно, кроме реактивного импульса, изменения в картину обтекания тела, что приводит к появлению аэродинамических сил и моментов, превышающих реактивные [5].

Целью исследования является определение перспективных реализуемых на сегодняшний уровень развития ракетно-космической техники технологий управления движением при спуске с орбит и траекторий выведения отработанных ступеней ракет космического назначения.

Основными научно-техническими проблемами, связанными с реализацией поставленной цели исследования, являются разработка математических моделей, в частности, расчёта действующих управляющих сил и моментов от предлагаемых управляющих устройств (сопла вдува газа в погранслой, газореактивные сопла, электромагниты), корректное использование программных пакетов типа ANSYS, разработка инженерных методик для подтверждения получаемых результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2414391 РФ. Способ спуска отделяющейся части ступени ракеты космического назначения и устройство для его осуществления; ОмГТУ/ Трушляков В.И. и др.
2. Пат. 2383469 РФ. Способ изменения аэродинамических характеристик гиперзвукового летательного аппарата и устройство для его осуществления / В. М. Низовцев.
3. Пат. 2156950 РФ. Газореактивная система управления реактивного снаряда / В. Н. Белобрагин и др.
4. Пат. 2271307 РФ. Способ управления аэродинамическим обтеканием летательного аппарата и генератор плазмы / В. А. Иванов, В. С. Сухомлинов.
5. Bystrdma M. G., Levina O., Henningson D. S. Optimal disturbances in suction boundary layers // European Journal of Mechanics B/Fluids, Volume 26, Issue 3, May-June 2007, p. 330-343.

МГД-МОДЕЛЬ ГЕЛИОСФЕРНОГО ПЛАЗМЕННОГО СЛОЯ

Кислов Р.А.¹, Хабарова О.В.², Малова Х.В.^{1,3}

¹ИКИ РАН, г. Москва, Россия, kr-rk@bk.ru

²ИЗМИРАН, Троицк, Россия

³Научно-Исследовательский Институт Ядерной Физики им. Скобельцына МГУ

Научный руководитель: Малова Х.В., д.ф.-м.н.

ИКИ РАН, Научно-Исследовательский Институт Ядерной Физики им. Скобельцына МГУ

В рамках одножидкостной МГД построена самосогласованная стационарная модель осесимметричного плазменного слоя, в центре которого расположен тонкий токовый слой с радиальным током. Учтены все три компонента магнитного поля и гидродинамической скорости. Граничные условия выбирались в солнечной короне и в нейтральной плоскости токового слоя, при этом рассматривался процесс униполярной генерации в короне, приводящий к появлению продольных токов, замыкающихся через гелиосферный токовый слой (ГТС), формируя в нём мощный радиальный ток. В модели для него даётся оценка, а также указывается возможность изменения его направления за орбитой Земли при некоторых значениях проводимости короны. С существованием продольных токов и радиального тока, протекающего в ГТС, связано наличие азимутального магнитного поля, которое убывает обратно пропорционально расстоянию до солнца на больших гелиоцентрических расстояниях. Полоидальное магнитное поле в области открытых магнитных линий практически радиально, что характерно для солнечного ветра. Замкнутые линии сильно вытянуты, причём радиальное магнитное поле меняется вдоль них квадратично по гелиоцентрическому расстоянию, как и в солнечном ветре вне плазменного слоя. На границе между открытыми и замкнутыми линиями резко увеличивается азимутальная плотность тока, из-за чего последняя имеет необычную двойную структуру. В области открытых линий плотность азимутального тока резко падает, поэтому границу можно рассматривать как толщину плазменного слоя около ГТС. Толщина составляет не более нескольких радиусов солнца и медленно падает с увеличением гелиоцентрического расстояния. Модельные оценки для магнитных полей, плотности плазмы, толщины слоя и гидродинамической скорости находятся в согласии с наблюдательными данными. Оценки для токов, а также особенности их пространственного распределения и зависимость толщины от расстояния являются основными новыми результатами.

НЕЛИНЕЙНЫЕ ТРЕХВОЛНОВЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МАГНИТО-ПУАНКАРЭ И МАГНИТОСТРОФИЧЕСКИХ ВОЛН ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЕ

Климачков Д.А.¹², Петросян А.С.¹²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет) superklimmi@rambler.ru

²Институт Космических Исследований РАН

Научный руководитель: Петросян А.С., д.ф.-м. н., профессор

Институт Космических Исследований РАН

Магнито-Пуанкарэволнымагнитострофическиеволныиграюважнуюрольвизучениисолнечноготахоклина (тонкогослоявнутриСолнца, находящегосянадконвективнойзоной). Также они используются для изучения распространения аккрецирующей материи в нейтронных звездах, для изучения динамики атмосфер нейтронных звезд. Дляописаниятакихсистемиспользуетсямагнитогидродинамическоеприближениемелкойводы.

Уравнения вращающейся магнитной гидродинамики в приближении мелкой воды являются альтернативой магнитогидродинамическим уравнениям тяжелой жидкости со свободной границей в случае, когда исследуется слой малой толщины по отношению к характерному горизонтальному линейному размеру задачи, и вертикальные изменения параметров не играют большой роли. Они получаются из классических уравнений магнитной гидродинамики, записанных для слоя несжимаемой невязкой жидкости со свободной поверхностью, находящегося в поле сил тяжести, в неинерциальной системе отсчета, вращающейся вместе с жидкостью, осреднением по глубине в предположении гидростатичности распределения давлений и малости толщины слоя по отношению к характерному горизонтальному линейному размеру задачи. Полученная система играет такую же важную роль в космической плазме, как и классические уравнения мелкой воды в гидродинамике нейтральной жидкости.

Магнитное поле в ужеизвестных работах по солнечномутахоклину рассматривается как тороидальное. В исследованиях нейтронных звезд и их приложениях в астрофизической плазме необходимо рассматривать вертикальное магнитное поле и быстрое вращение. Линеаризуя эти уравнения, мы получаем решения для малых колебаний высоты слоя, поля скоростей и магнитного поля. Волны, получающиеся в этих приближениях, называются магнитогравитационными (или волнами Пуанкарэ магнитной гидродинамики) и магнитострофическими. В отсутствии же внешнего магнитного поля, исчезают магнитострофические волны и остаются волны Пуанкарэ магнитной гидродинамики.

Мы исследуемнелинейное взаимодействие волновых пакетов во вращающейся магнитной гидродинамике мелкой воды. Для описания взаимодействия линейных волн на больших линейных и временных масштабах использован метод многомасштабного разложения решения и производных по времени и пространству. Качественный анализ вида дисперсионных соотношенийдля обеих мод показывает, что возможны несколько видов трехволновых взаимодействий: три магнито-Пуанкарэ волны, три магнитострофические волны, а также межмодовые взаимодействия: две магнито-Пуанкарэ волны и магнитострофическая волна, две магнитострофические волны и магнито-Пуанкарэ волна. Для всех четырех случаев были получены нелинейные условия взаимодействия,

выведены нелинейные уравнения взаимодействия для амплитуд волн, уравнения нелинейного взаимодействия исследованы для определения доминирующего нелинейного фактора, ведущего к неустойчивости для каждой из мод, проанализированы распадные неустойчивости.

ДАТЧИК ВЕТРА ДЛЯ ПРОЕКТА ЭКЗО-МАРС

**Койнаш Г.В., Евланов Е.Н., Зубков Б.В. , Ненароков Д.Ф. ,
Завьялов М.А., Тюрюканов П.М., Родионов Д.С., Подколзин С.Н.,
Александров К.В., Шувалов С.Д.**

ИКИ РАН, greg@iki.rssi.ru

Газоразрядный анемометр предназначен для исследования динамики газовых потоков в экспериментальной и космической метеорологии и в частности, для проведения измерений давления, модуля и направления вектора скорости потоков газа в пограничном слое атмосферы планеты Марс.

Марс, обладает специфическими условиями: диапазон давлений 5÷10 мм.рт.ст.; химический состав – 95% CO₂, 4% N₂ и 1% примесей; диапазон измеряемых скоростей ветра от 0.5 до 50 м/с, изменение температуры от -120 до +20 °С.

Принцип действия газоразрядного анемометра основан на явлении отклонения слаботоочного пучка ионов малой энергии под действием газового потока. Для создания ионного пучка используется тлеющий разряд, что позволяет значительно повысить чувствительность газоразрядного анемометра по сравнению с другими методами.

МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННОЙ СЕРИИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ LANDSAT

Колбудаев П.А.

Институт космических исследований РАН, kolbudaev@d902.iki.rssi.ru

Научный руководитель: Барталев С.А., д.т.н.

Институт космических исследований РАН

В последние годы данные спутниковых наблюдений высокого пространственного разрешения (10-30 м) приобретают все большую доступность. В первую очередь это относится к данным спутников серии Landsat, глобальный многолетний архив которых ежедневно пополняется новыми изображениями. Сформированный в ИКИ РАН архив данных Landsat-TM/ETM+/OLI в настоящее время содержит около 800 тысяч изображений, начиная с 1984 года, десятки раз покрывающих регион Северной Евразии, включая территорию России и сопредельных стран. Наличие временных серий такого рода данных открывает новые возможности картографирования земной поверхности.

В докладе представлен метод автоматического выделения водных объектов на земной поверхности с использованием временных рядов изображений Landsat-TM/ETM+/OLI. Разработанный метод включает в себя следующую последовательность шагов:

- Фильтрация облачности и связанных с нею теней на основе модифицированного алгоритма Fmask, одним из результатов работы которого является формирование масок, так называемых, «темных объектов»;
- Оценка на основе, накопленных за заданный период, временных рядов масок тёмных объектов пространственного распределения вероятности их встречаемости и формирование соответствующих им изображений;
- Использование очищенного от влияния облачности композитного изображения, сформировано по данным наблюдений покрытой снегом земного покрова, для фильтрации тёмных объектов, отличных от водной поверхности;
- Выделение пространственно связных объектов и их классификация на основе спектрально-отражательных и морфологических признаков для выявления устойчиво покрытых водой территорий.

В докладе анализируются проблемы выбора параметров алгоритма выделения постоянно тёмных объектов, использование цифровой модели рельефа для отделения водной поверхности от других тёмных объектов (таких как, тени от гор), а также рассматриваются возможности применения некоторых спектральных индексов для дальнейшего улучшения получаемых результатов.

ПЫЛЕВАЯ ПЛАЗМА В ЛАБОРАТОРИИ И ПРИРОДЕ (ЛЕКЦИЯ)

Копнин С.И., Попель С.И.

*Институт космических исследований РАН, Москва, Россия
serg_kopnin@mail.ru*

Представлен обзор работ по пылевой плазме в лабораторных экспериментах и природных системах. Рассматриваются основные теоретические подходы к описанию пылевой плазмы, учитывающие процессы зарядки пылевых частиц, взаимодействие пылевых частиц между собой и с окружающей плазмой, волновые эффекты и т.д. Обсуждаются процессы самоорганизации в пылевой плазме, приводящие к формированию пылевых молекул, плазменно-пылевых кристаллов, облаков и т.д., а также новые физические явления, присущие пылевой плазме, например, возникновение новых типов линейных и нелинейных волн, усиленные диссипативные свойства системы и т.д. Проводится анализ типичных лабораторных экспериментов по пылевой плазме в установках по плазменному травлению, тлеющему и высокочастотному разрядам, а также генерации плазмы электронным пучком. Рассматривается использование методов пылевой плазмы для описания ряда природных явлений. В частности, обсуждаются такие проявления пылевых звуковых колебаний, возбуждаемых в плазме ионосферы Земли во время высыпания метеорных потоков Персеиды, Леониды, Геминиды и Ориониды, как возникновение низкочастотных спектральных линий в спектре радишумов ионосферы, генерация инфразвуковых колебаний, возможное усиление относительной интенсивности зелёного излучения ночного неба, генерация неоднородностей в ионосфере. Приводится рассмотрение плазменно-пылевой системы над поверхностью Луны, включающее нахождение высотных распределений пылевых частиц, фотоэлектронов и электрических полей. Работа выполнена по Программе № 9 фундаментальных исследований Президиума РАН «Экспериментальные и теоретические исследования объектов Солнечной системы и планетных систем звезд», а также при поддержке РФФИ (проект № 15-02-05627-а).

ВИЗУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ, КАК СПОСОБ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ПОИСКОВЫХ ЗАДАЧ

Корнева Н.Н., Могилевский М.М., Назаров В.Н.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт космических исследований Российской академии наук
(ИКИ РАН), nkorneva@romance.iki.rssi.ru*

Научный руководитель: Могилевский М.М., к.ф.-м.н.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт космических исследований Российской академии наук
(ИКИ РАН)*

Современное развитие бортовых измерительных средств и коммуникационных систем позволяют получить большие объемы данных, что важно для более полной картины исследуемых явлений. При этом для решения исследовательских задач необходимо выделять из этих объемов детерминированные комбинации и значения параметров, а для решения поисковых задач — “необычные”, неопределенные моделями закономерности поведения измеряемых параметров. Как для первой группы задач, так и для второй актуальным является возможность графического представления результатов измерений с целью их дальнейшей интерпретации исследователем.

В настоящей работе рассмотрены подходы к визуальному анализу массивов данных на примере волновых измерений на микроспутнике DEMETER при его пролете области, сопряженной с нагревным стендом HAARP.

ТЕМАТИЧЕСКАЯ ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СНИМКОВ LANDSAT ДЛ Я ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ ОТЧУЖДЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Казяк Е.В., Кохно А.А., Хрущева Е.О.

Белорусский государственный университет

Проблема охраны природы и прогноза состояния окружающей среды в настоящее время занимает особое место. Динамические и эволюционные процессы, происходящие в ландшафтах, представляют собой главный предмет современных географических и биологических исследований.

Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЭЗ) — уникальная территория с полным отсутствием антропогенной нагрузки, которая может служить резерватом сохранения биоразнообразия региона Полесья, Беларуси и Европы. В условиях резкого прекращения антропогенной деятельности на территории ПГРЭЗ происходит постоянная деградация бывших сельскохозяйственных угодий, мелиоративных систем, дорог, строений, развивается повторное заболачивание и подтопление земель. Для изучения динамики этих процессов традиционные методы полевых исследований являются слишком материалоемкими, время- и трудозатратными из-за того, что заповедник имеет обширную территорию, абсолютно незаселенную, с труднопроходимыми болотами и лесными массивами, а также повышенным уровнем радиации.

Интенсивно развивающиеся методы цифрового картографирования на основе данных дистанционного зондирования Земли являются наиболее перспективными в решении данной проблемы. Для изучения динамики природных ландшафтов ПГРЭЗ в проекте использовались разновременные снимки с ИСЗ Landsat 5 (за 1986 год) и Landsat 8 (за 2014 год). Тематическая цифровая обработка ДДЗ осуществлялась с помощью специализированной компьютерной программы ERDAS Imagine. Предварительная обработка космических снимков заключалась в атмосферной коррекции – избавлении от атмосферной дымки, для которой использовался специальный модуль Atcor. Также проводилась радиометрическая коррекция, предназначенная для исправления искажений изображения.

По результатам контролируемой классификации на территории заповедника на снимке за 1986 год было определено 6 классов земель, а именно: водные объекты, лесные насаждения, редколесья, земли, занятые древесно-кустарниковой и пойменно-луговой растительностью, сельскохозяйственные угодья. На снимке за 2014 год был дополнительно выделен новый класс – заболоченные земли.

Анализ полученных изображений позволил сделать выводы о том, что за период существования заповедника (более 25 лет) в структуре его земель произошли значительные изменения. В первую очередь отмечается постоянная деградация бывших сельскохозяйственных земель. Сократилась площадь пахотных и сенокосных лугопастбищных угодий. Происходит постепенное зарастание кустарниковой растительностью пойменных низинных болот и пойменных лугов, что обусловлено прекращением их традиционного использования для сенокоса и выпаса скота. В результате деградации бывших мелиоративных систем развивается повторное заболачивание и подтопление земель. Эти процессы в свою очередь ведут к изменению структуры фито- и зооценозов заповедника и представляют опасность для редких видов флоры и

фауны, находящихся под угрозой глобального исчезновения.

Изучение структуры и динамики земельных угодий заповедника позволит спрогнозировать характер будущих изменений и позволит проводить своевременные мероприятия по предотвращению особо негативных и опасных процессов. Результаты, полученные за счет комплексного использования ГИС и технологий обработки ДДЗ, позволяют разработать рекомендации по повышению эффективности проведения тех или иных хозяйственных, природоохранных и мониторинговых мероприятий.

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ И СОДЕРЖАНИЕ УРАНА В ЛУНЕ ПРИ УСЛОВИИ ЧАСТИЧНОГО ПЛАВЛЕНИЯ МАНТИЙНОГО ВЕЩЕСТВА В ОКРЕСТНОСТИ ЯДРА

Кронрод Е.В., Кусков О.Л.

*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН,
Москва, Россия, kendr_ka@bk.ru*

**Научный руководитель: Кусков О.Л., член-корреспондент РАН,
доктор химических наук**

*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН,
Москва, Россия*

Задачей настоящей работы определены распределения температуры, мощности тепловых источников в мантии Луны, а также значений поверхностных тепловых потоков для моделей с температурой мантийных пород в окрестности ядра, достаточной для частичного плавления.

Для установления ограничений на температурные профили в мантии применялось обращение сейсмической модели [Gagnepain-Beyneix et al., 2006] Луны в термины температуры [Kuskov, Kronrod, 2009]. Расчет равновесного состава фазовых ассоциаций, скоростей упругих волн и плотности проведен с помощью программного комплекса THERMOSISM в сухой мультисистеме $\text{Na}_2\text{O-TiO}_2\text{-CaO-FeO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ (NaTiCFMAS), включающей твердые растворы [Kuskov, Kronrod, 1998, 2009]. Химический состав фаз и их пропорции находятся методом минимизации свободной энергии Гиббса. Расчет уравнения состояния минералов осуществляется в квазигармоническом приближении Ми-Грюнайзена-Дебая. При расчете сейсмических скоростей вводятся поправки на эффекты неупругости. Рассматривается модель Луны, состоящей из коры мощностью от 34 км до 43 км и плотностью 2580 кг/м^3 [Wieczorek M.A. et al., 2012], верхней мантии с мощностью источников Q_{up} , нижней мантии с мощностью источников Q_{low} и ядра. Применяется численная процедура согласования распределений мантийных расчетных температур с ограничениями на температуру в мантии.

Определен спектр моделей Луны, удовлетворяющих температурным условиям подплавления мантийного вещества в окрестности ядра. Максимальная величина теплового потока из верхней мантии составляет $3.8\text{-}4.7 \text{ мВт/м}^2$. На основе этих и литературных данных оценены верхние пределы значений полного теплового потока с поверхности ($7\text{-}8 \text{ мВт/м}^2$), что в два-три раза меньше величин теплового потока по данным измерений экспедиций «Аполлон -15 и -17». Валовые содержания урана в Луне в рамках предлагаемой модели ($\sim 19 \text{ ppb}$) близки к концентрациям в примитивной мантии Земли.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРАЕКТОРИЙ ПЛАВАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ НА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Кубряков А.А.^{1,2}, Станичный С.В.¹

¹*Морской гидрофизический институт, г. Севастополь*

²*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург*

В работе на основе комплексного использования спутниковых данных предлагаются система, позволяющая рассчитывать и прогнозировать траектории перемещения плавающих объектов на акватории всего Мирового Океана. В основу системы легли методы расчета полных поверхностных течений Мирового океана на основе измерений спутниковых альтиметров и скаттерометров и данных атмосферных реанализов. Проведенная валидация показывает, что они позволяют достаточно хорошо определять перемещение нефтяных загрязнений на морской поверхности.

Кроме того, использованная методика может быть с успехом использована для расчета распространения речных вод по акватории океана. На основе спутниковых измерений солёности и хлорофилла А анализируются ареалы распространения речных вод в Карском и Черных морях. Предложенная модель позволяет описать динамику трансформации областей, занятых речными водами, идентифицированную по спутниковым и контактными данным за 1993-2012 годы.

Работа выполнена при поддержке гранта СПбГУ № 18.50.1059.2014.

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ФИТОПЛАНКТОНА В ЧЕРНОМ МОРЕ ПО ДАННЫМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И СПУТНИКОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Кубрякова Е.А., Кубряков А.А.

*Морской гидрофизический институт, г. Севастополь,
elena_kubryakova@mail.ru*

В настоящей работе на основе спутниковых методов и одномерной физико-биогеохимической модели исследуется сезонная изменчивость поверхностной концентрации хлорофилла А и вертикального распределения концентрации фитопланктона в глубоководной части Черного моря. По спутниковым оптическим измерениям *MODIS* было показано, что пик цветения фитопланктона наблюдается в осенне-зимний период. Сезонная изменчивость концентрации хлорофилла А находится в противофазе с поверхностной температурой, что указывает на определяющее влияние зимнего перемешивания на биопродуктивность в Черном море. На основе физико-биогеохимической модели проводится ряд численных экспериментов с различными потоками тепла и исследуется влияние интенсивности зимней конвекции на цветение фитопланктона в центральной части бассейна. Результаты моделирования показали, что чем холоднее зима и интенсивнее зимнее перемешивание, тем выше концентрации фитопланктона. В холодные зимы пик цветения наблюдается раньше, чем в годы с теплой зимой. Кроме того, после холодной зимы летний подповерхностный максимум фитопланктона также характеризуется более высокими концентрациями. В работе даны количественные оценки изменения максимальной концентрации фитопланктона в зависимости от величины потока тепла.

НАБЛЮДЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ГАММА-ВСПЛЕСКОВ И СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «РЭЛЕК» НА СПУТНИКЕ «ВЕРНОВ»

Кузнецова Е.А.¹, Богомолов В.В.^{1,2}, Богомолов А.В.², Панасюк М.И.^{1,2}, Свертилов С.И.^{1,2}, Июдин А.Ф.²

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, физический факультет,
ea.kuznesova@physics.msu.ru

²Научно-исследовательский институт ядерной физики
им. Д.В. Скобельцына

Научный руководитель: Богомолов А.В., к.ф.-м.н.

*Научно-исследовательский институт ядерной физики
им. Д.В. Скобельцына*

Спутник “Вернов” [1] был выведен 8 июля 2014 года на орбиту с параметрами: апогей 819 км, перигей 621 км, наклонение 98.4 град., период обращения 99.2 мин. На борту спутника был размещён комплекс научной аппаратуры «РЭЛЕК» (Релятивистские ЭЛЕКТроны), состоящий из двух спектрометров рентгеновского и гамма-излучения, детектора ультрафиолетового и инфракрасного излучения, быстрой оптической камеры, анализатора электромагнитных волн в диапазоне низких и радиочастот, 3-осного детектора электронов. В число основных научных задач «РЭЛЕК» входят наблюдения транзиентных явлений в атмосфере, исследование процессов ускорения и высыпаний магнитосферных электронов. Дополнительной возможностью «РЭЛЕК» является наблюдение гамма-всплесков космического происхождения и исследование их временных и спектральных характеристик. Для изучения гамма-всплесков были использованы следующие приборы:

а) ДРГЭ-1 и ДРГЭ-2 — два идентичных спектрометра рентгеновского и гамма-излучения, состоящих из двух сцинтилляционных фосвич-детекторов. Приборы работают для энергий от 10 кэВ. Эффективная площадь для 100 кэВ равна 500 см².

б) ДРГЭ-3 — спектрометр заряженных частиц, состоящий из трех ортогонально направленных сцинтилляционных детекторов. Энергетический диапазон для электронов: 0,1 - 15 МэВ. Прибор ДРГЭ-3 является также детектором рентгеновского и гамма-излучения от 0.05 МэВ.

Помимо данных мониторинга с временным разрешением 1 с на Землю передавалось время регистрации каждой частицы с точностью ~15 мкс (при пролете спутником экватора), а также параметры сцинтилляции, позволяющие определить, в частности, её энергию.

Поиск космических гамма-всплесков производился путем сопоставления времён гамма-всплесков, зарегистрированных спутниками Координатной Сети Гамма-всплесков [2] (Swift, Fermi, Konus, INTEGRAL), с данными аппаратуры «РЭЛЕК» (прежде всего, в мониторинговом режиме с временным разрешением 1с). Для просмотра данных «РЭЛЕК» использовался сайт Space Monitoring Data Center отдела оперативного космического мониторинга НИИЯФ [4].

Данные со спутника «Вернов» имеются за период времени с 25 июля по 10 декабря 2014 г. Из 55 событий с благоприятными условиями наблюдения было найдено 6 случаев возрастания гамма-излучения (07.08.14 11:59:29.97, 24.09.14 17:49:04.72*, 11.10.14 06.46:17.66, 16.10.14 13:01:03.57*, 18.10.14 02:49:12.21*, 04.11.14 00:03:19.51), что составляет ~11% от общего числа произошедших событий.

Один из всплесков (11.10.14 06.46:17.66) был найден при поиске атмос-

ферных гамма-вспышек и не мог быть обнаружен при просмотре мониторинговых данных, т.к. имел очень короткое время (длительность менее 100мс). События, помеченные знаком *, являются солнечными вспышками. Данные события также наблюдались в эксперименте RHESI [3].

Для всех всплесков были получены временные профили и спектральные характеристики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спутник «Вернов»: <http://vernov-relec.sinp.msu.ru/>.
2. GCN (The Gamma-ray Coordinates Network): <http://gcn.gsfc.nasa.gov/>.
3. RHESI: <http://hesperia.gsfc.nasa.gov/rhessi3/>.
4. Space Monitoring Data Center: <http://smdc.sinp.msu.ru/>.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ САЛЬТАЦИИ И НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ДИНАМИКОЙ ПЫЛИ ВБЛИЗИ ПОВЕРХНОСТИ МАРСА: НАУЧНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПЫЛЕВОГО КОМПЛЕКСА

Кузнецов И.А.¹, Захаров А.В.¹, Дольников Г.Г.¹, Ляш А.Н.¹, Шашкова И.А.¹, Афонин В.В.¹, Готлиб В.М.¹, Эспозито Ф.², Серан Е.³

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ
РАН), kia@iki.rssi.ru

²INAF – Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Napoli, Italy

³LATMOS, Guyancourt, France

Научный руководитель: Захаров А.В., д.ф.-м.н.

ИКИ РАН

В марсианской атмосфере всегда присутствует существенное количество взвешенных пылевых частиц. Их количество различается в зависимости от сезона и наличия локальных или глобальных штормов, и никогда не падает до нуля. Переносимая по воздуху пыль значительно влияет на динамическую и термодинамическую эволюцию атмосферы и приповерхностного слоя Марса (Zurek et al. 1992). Перенос пыли с помощью ветра, участвуя в суточных, сезонных и годовых широкомасштабных изменений атмосферной циркуляции (Smith 2008), играет ключевую роль в формировании текущего климата Марса и, конечно, формировании нынешнего облика поверхности Марса.

Наиболее важными природными явлениями, изменяющими поверхность Марса, являются ветер и пыль. Они ответственны за эрозию, перераспределение верхнего приповерхностного слоя и выветривание. В отсутствие ветра в атмосфере Марса могут постоянно существовать взвешенные пылинки диаметром от 10 мкм и менее. Ветер же может поднимать частицы больших размеров – вплоть до, возможно, 1 см в диаметре, запуская механизмы эродирования поверхности.

Пылевой Комплекс (ПК) представляет собой набор датчиков, предназначенных для изучения Эоловых (ветровых) отложений на Марсе. Основной научной задачей ПК является отслеживание циклов перемещений пыли с помощью прямых измерений потоков пылевых частиц у поверхности Марса. Пылевой цикл и его влияние на циркуляцию атмосферы до сих пор плохо изучены (Newman et al., 2002; Kok, 2010), а прямые измерения перемещения пыли у поверхности Марса не проводились.

В состав Пылевого Комплекса планируется включить следующие инструменты:

- Ударный сенсор (измерение импульсов и зарядов пылевых частиц, потоков частиц);
- MicroMED (гранулометрия);
- ЕМА (регистрация возмущения ЭМ-поля вблизи поверхности Марса);
- ДЭП (измерение разности потенциалов ЭМ поля в зависимости от высоты).

МГД-МОДЕЛЬ ТУРБУЛЕНТНОГО ИОНИЗОВАННОГО ГАЗА В ОКОЛОСОЛНЕЧНОМ ПРОТОПЛАНЕТНОМ ДИСКЕ

Кукса М.М.

*Институт глобальной ядерной безопасности НИЯУ «МИФИ»,
max@kuksa.ru*

Научный руководитель: Маров М.Я., д.ф.-м.н., академик РАН

Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН

Недавние исследования показывают, что существование даже слабого магнитного поля существенно усложняет гидродинамические течения в протопланетном диске. В данной работе рассматривается осесимметричная модель протопланетного диска, учитывающая взаимодействие турбулентных течений газа с магнитным полем.

Построена замкнутая система уравнений гомогенной сжимаемой магнитной гидродинамики в режиме развитой турбулентности в гравитационном и магнитном поле звезды. Наряду с традиционным теоретико-вероятностным осреднением МГД-уравнений используется весовое осреднение Фавра.

Реализован подход А.В. Колесниченко и М.Я. Марова к моделированию коэффициентов турбулентного переноса в слабо ионизованном диске, позволяющий учитывать эффекты обратного влияния сгенерированного магнитного поля на турбулентное течение газа, а также диссипацию турбулентности за счет кинематической и магнитной вязкости.

Разработан параллельный код для численного решения системы осредненных МГД-уравнений. Особенностью численной модели также являются «свободные» граничные условия, позволяющие веществу свободно проникать в область моделирования и покидать ее. Установившийся в результате эволюции модели темп аккреции вещества в сторону звезды согласуется с наблюдательными данными о классических звездах Тельца.

В результате численного моделирования были получены распределения осредненной плотности и скорости газа, конфигурация собственного магнитного диска на расстоянии 1 а.е. от звезды. Подтвердилось предположение о том, что вертикальная (параллельная оси вращения диска) компонента магнитной индукции гораздо сильнее меняется по высоте, чем по радиусу, а значит дает основание учитывать ее градиент в модели коэффициента турбулентной кинематической вязкости.

О ТЕПЛОВОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ТОКОВОГО СЛОЯ

Леденцов Л.С.¹, Сомов Б.В.²

¹Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга
МГУ, koob@mail.ru

²Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга
МГУ, somov@sai.msu.ru

В рамках магнитогидродинамического подхода рассмотрены продольные возмущения однородного токового слоя. Показано, что условиями неустойчивости служат определенные соотношения между характерными временами теплопроводности и лучистого охлаждения плазмы. В результате неустойчивости в токовом слое образуется последовательность холодных и горячих волокон, расположенных поперек направления электрического тока. Рассмотренный механизм может быть ответственен за поджиг вспышечных петель в солнечных вспышках.

РОТОР ВЫСОКООБОРОТНОГО МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА

Леонтьев А.М.

ФГБОУ ВПО «УГАТУ», г. Уфа, alexander.leontyev@icloud.com

Научный руководитель: Вавилов В.Е., к.т.н.

ФГБОУ ВПО «УГАТУ», г. Уфа.

Полеты к планетам Солнечной системы, в том числе к Марсу, являются давней мечтой человечества. Для реализации этой задачи в настоящее время проводятся различные разработки, в том числе и разработки электрореактивных космических двигателей с высокооборотными магнитоэлектрическими генераторами (ВМЭГ).

Одной из проблем создания ВМЭГ является перегревание бандажа ротора (БР), которое ведет к уменьшению КПД всего ВМЭГ, что снижает эффективность его применения в космическом приборостроении. Переменный ток перемагничивает материал БР и наводит вихревые токи, нагревающие его. Из-за повышения температуры магниты теряют свои магнитные свойства, и двигатель становится менее эффективным, так как нагретые магниты создают слабое магнитное поле, вследствие чего электродвижущая сила вращает ротор с меньшей скоростью, следовательно, уменьшается и КПД ВМЭГ.

В ходе проведенного исследования было выявлено, что данная проблема решается путем нанесения тангенциальных прорезей (ТП) на БР ВМЭГ. При работе ВМЭГ ротор вращается в магнитном поле, при этом нанесенные ТП на БР не позволяют вихревым токам замыкаться, что способствует меньшему нагреву и увеличению КПД ВМЭГ.

Ротор электрической машины содержит вал, ярмо, на котором установлены постоянные магниты, и бандаж, отличающийся тем, что он выполнен из цельной оболочки с ТП, которые расположены по длине ротора. На обоих концах вала выполнена резьба, на которой завинчены стопорные кольца, с возможностью фиксации БР и постоянных магнитов.

Использование данной технологии позволяет значительно уменьшить нагрев БР, благодаря чему магниты не будут терять свои магнитные свойства.

Автором предложено использование ТП в инновационной модификации ВМЭГ в космическом электромашиностроении, что повысит надежность и безопасность ВМЭГ, а также увеличит его КПД, путем обеспечения меньшего нагрева БР.

ПРОТОТИП БОРТОВОГО ЛАЗЕРНОГО ВРЕМЯПРОЛЕТНОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА АБИМАС

Лучников К.А.¹, Чумиков А.Е.², Кузнецов А.И.²

¹*Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН),
konstantin.luchnikov@gmail.com*

²*Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)*

**Научный руководитель: Манагадзе Г.Г., д.ф.-м.н., профессор
ИКИ РАН**

Рассматривается оригинальная модификация бортового лазерного времяпролетного масс-спектрометра ЛАЗМА, разработанного для проекта Фобос-Грунт. Этот прибор также включен в состав научной аппаратуры проектов Луна-Ресурс и Луна-Глоб.

Прибор предназначен для определения элементного и изотопного состава реголита небесных тел Солнечной системы и способен обеспечить чувствительность более 10 ppm в одном спектре при максимальном разрешении ~600.

Однако, такие данные не позволяют получить информацию о молекулярном составе пробы, что очень важно для определения её минералогического состава. Более того, образование плазменного факела при большой плотности мощности приводит к разрушению молекул органических соединений, которые могут находиться в пробе. Получение информации о минералогическом составе и органических соединениях, присутствующих в пробах реголита, является одной из важнейших задач при исследовании планет и их спутников. Способом решения этой задачи является модификация инструмента ЛАЗМА, позволяющая получать масс-спектры при низкой плотности мощности лазерного излучения.

Поэтому была поставлена задача расширить функциональные возможности существующего бортового прибора без ухудшения базовых характеристик при измерении элементного и изотопного состава таким образом, чтобы прибор обеспечивал регистрацию спектров молекулярных ионов при несложной смене режима работы. Кроме того, предлагается блок автоматизированной пробоподготовки для экстракции растворимых компонент из твердой пробы.

Выполненная модификация лабораторного макета бортового прибора позволила зарегистрировать десорбированные полиатомные ионы, в т.ч. отождествленные с органическими молекулами, а также тонкослойную компоненту. Изменение ионно-оптической схемы включено в инструмент ЛАЗМА-ЛР. Часть проделанной работы вошла в эскизный проект для миссии ЭкзоМарс-2018.

Предложенная модификация инструмента способна после методической отработки существенно увеличить количество информации, получаемой при анализе твердого вещества планет и спутников.

Также в работе рассматривается функционирование масс-спектрометра в атмосфере Марса и связанные с этим технические особенности.

РЕЛЯТИВИСТСКИЙ ДИПОЛЬНЫЙ РЕЖИМ В МОДЕЛИ ОБЪЕКТА HERCULES X-1

Ляхова Я.С.^{1,2,3}, Бисноватый-Коган Г.С.^{2,1}

¹Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

²Институт Космических Исследований Российской Академии Наук

³yanalyakhova@gmail.com

Научный руководитель: Бисноватый-Коган Г.С., д.ф.-м.н.

*Институт Космических Исследований Российской Академии Наук,
Национальный Исследовательский Ядерный Университет «МИФИ»*

Исследовано излучение заряженных частиц в циклотронном и релятивистском дипольном режимах. Рассмотрены характеристики излучения, а именно: мощность излучения, угловое и спектральное распределение. Особое внимание уделено поляризационным свойствам излучения. На основе этого разработан подход, позволяющий различать циклотронный и релятивистский дипольный режимы, основываясь на измерениях поляризации излучения. Рассмотрен вопрос применимости модели релятивистского дипольного режима в случае аккреции на нейтронную звезду, в частности для тесной двойной системы Hercules X-1.

КРИВАЯ БЛЕСКА GRB 030329 В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ: НОВЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ЯРКОГО ГАММА-ВСПЛЕСКА

**Мазаева Е.Д.¹, Позаненко А.С.¹, Румянцев В.В.², Павленко Е.П.²,
Вольнова А.А.¹, Бурхонов О.А.³, Жариков С.В.⁴**

¹*Институт космических исследований РАН, 30.v@mail.ru*

²*Крымская астрофизическая обсерватория, Научный, Россия*

³*Астрономический институт им. Улугбека, Ташкент, Узбекистан*

⁴*Национальный автономный университет Мексики, Мехико, Мексика*

Научный руководитель: Позаненко А.С., к.ф.м.н.

Институт космических исследований РАН

Несмотря на то, что гамма-всплеск GRB 030329 был зарегистрирован 12 лет назад, он до сих пор является самым ярким на момент времени 1.5 часа после его регистрации в гамма-диапазоне (до этого момента наблюдений в оптике не проводилось). GRB 030329 имеет наиболее плотный ряд фотометрических данных, полученных для какого-либо из наблюдавшихся послесвечений гамма-всплесков. В работе представлены новые, ранее не опубликованные данные, полученные обсерваториями КрАО, Майданак, SPM и дополняющие уже известные фотометрические ряды. Построены подробные многоцветные кривые блеска. Исследуется многочисленные неоднородности кривой блеска и их возможная природа.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО ПИКА НА КРИВЫХ БЛЕСКА РЕНТГЕНОВСКИХ НОВЫХ

Маланчев К.Л.¹, Шакура Н.И.¹

¹ГАИШ МГУ, malanchev@physics.msu.ru

Научный руководитель: Шакура Н.И., д.ф.-м.н.

ГАИШ МГУ

В рамках модели нестационарной дисковой аккреции на релятивистские звёзды исследуются кривые блеска рентгеновских Новых на их ниспадающих частях. Подобные кривые блеска обладают особенностью — вторичным пиком рентгеновской светимости, происходящим через 30 — 100 дней после главного пика светимости. Рассмотрена гипотеза о дополнительном впрыске вещества со стороны оптической звезды-компаньона в аккрецирующую область, который приводит к последующему увеличению темпа аккреции на центральный объект (черную дыру) и, как следствие, роста рентгеновской светимости. Для объяснения наблюдаемых кривых блеска проведено двумерное численное моделирование аккреционного диска с учетом облучения рентгеновским излучением внутренних частей диска его внешних частей. Модель применена к наблюдениям, получены оценки параметра турбулентной вязкости диска α .

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТУДЕНЧЕСКОГО СПУТНИКА

Малёнкин М.О., Лешкевич С.В., Саечников В.А.

*Белорусский государственный университет, студент 5 курса,
m.malionkin@gmail.com*

Научный руководитель: Лешкевич С.В., к.ф.-м.н., доцент

Целью данной работы является создание системы информационной безопасности малого космического аппарата (МКА) для обучения студентов. Для этого была создана соответствующая инфраструктура наземного комплекса управления.

Логическим центром наземного комплекса является выделенный сервер, к которому, в свою очередь, подключаются все ресурсы системы — рабочие станции, приёмный и передающий комплекс. Приёмная и передающая антенны разнесены географически. Для связи с антеннами используется сеть БГУ, имеющая выход в Интернет. В связи с этим необходимо обеспечить информационную безопасность в данной системе.

Необходимо разработать систему в соответствии с требованиями ISO/IEC 27001. Основным средством контроля и мониторинга сетевого окружения сервера является система обнаружения вторжений (СОВ). В данной работе была использована COB Snort®. Snort - свободно распространяемая СОВ, с открытым исходным кодом. Преимущество Snort в том, что есть возможность написания новых правил обработки сетевого трафика, как дополняя, так и заменяя стандартные. Помимо СОВ, также необходима настройка межсетевого экрана на сервере.

В дополнение, можно включить в данную систему ловушки (т.н. honeypot) — ресурсы, представляющие собой приманку для злоумышленников. Ловушки осложняют анализ системы, позволяют отвлечь злоумышленников от истинной цели, а также проанализировать стратегию и перечень средств атакующих, с помощью которых могут быть нанесены удары по реально существующим объектам информационной безопасности.

Для контроля функциональности необходимо проводить некоторые тесты, например, тесты на проникновение, поиск и эксплуатирование уязвимостей, на отказ в обслуживании, и др.

Помимо защиты наземного комплекса управления, также необходимо обеспечить безопасную связь Земля — МКА. Для простоты реализации был выбран метод установления туннельного соединения над TCP/IP. Был выбран криптографический протокол SSHv2, т.к. описание протокола и его исходный код также находятся в открытом доступе. Кроме того, SSHv2 не требует значительной вычислительной мощности, что является большим преимуществом в условиях сильно ограниченного вычислительного бюджета МКА. Для проверки свойств шифрования криптографического протокола SSHv2 был проведён статистический анализ шифротекстов. Также следует определить, достаточно ли протокола SSHv2 для обеспечения необходимого уровня защиты канала связи, или всё же необходимо вводить дополнительные меры контроля и безопасности.

В заключение проекта необходимо разработать методические указания для студентов, чтобы они имели возможность учиться и развивать свои навыки на примере системы информационной безопасности студенческого спутника.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ В ДИНАМИКЕ ИОНОВ В ЗАМКНУТЫХ МАГНИТОПЛАЗМЕННЫХ КОНФИГУРАЦИЯХ

Малыхин А.Ю., Григоренко Е.Е., Малова Х.В.

ИКИ РАН, г. Москва, Россия, antmaurdreg@gmail.com

Многочисленные спутниковые наблюдения показали, что в хвосте магнитосферы Земли довольно часто наблюдаются замкнутые магнитоплазменные конфигурации типа плазмоидов и магнитных островов. Также сообщалось о регистрации возрастных потоков энергичных ионов при прохождении таких структур мимо спутника. Целью данной работы является изучение кинетических особенностей динамики неадиабатических ионов в токовом слое (ТС) внутри плазмоида(ов) и эффективности их ускорения в таких конфигурациях. Для этого были исследованы траектории тестовых ионов различных масс (H^+ и O^+) в заданной магнитной конфигурации с единичным стационарным плазмоидом, находящимся с хвостовой стороны от ближней магнитной X-линии. В работе использовалась модель обращённого магнитного поля, на которую накладывалась $B_z(x)$ -вариация, обеспечивающая нам плазмоидо-подобную конфигурацию. Также везде в системе присутствовало постоянное и однородное электрическое поле утро-вечер ($E_y=0.1$ мВ/м). Считалось, что ионы приходят в ТС из высокоширотных долей хвоста с начальными энергиями 200 эВ. Было показано что в плазмоиде, размер которого превышает ларморовский радиус ионов в ТС, характер движения ионов зависит от начальных параметров (масса, энергия, pitch-угол, фаза) и от X-координаты точки влёта в ТС. В зависимости от перечисленных параметров ионы могут либо затягиваться в плазмоид, либо огибать его. Ионы, попавшие внутрь плазмоида, захватываются в нём, и в результате неадиабатического взаимодействия с ТС, движутся вдоль электрического поля утро-вечер, набирая энергию. Ограничение плазмоида в направлении утро-вечер накладывает ограничение на величину энергии набираемой ионами. Однако, наш анализ показал что существует группа ионов, которая выходя через вечерний фланг плазмоида, может вновь затянуться в него. Этот результат важен для наших дальнейших исследований, в которых будет рассмотрен эффект дополнительного ускорения ионов внутри плазмоида, при наличии в нём электромагнитной турбулентности.

ЛИНЕАРИЗОВАННАЯ СУПЕРГРАВИТАЦИЯ С НАРУШЕННОЙ ЛОРЕНЦ-ИНВАРИАНТНОСТЬЮ

Маракулин А.О.

*Институт ядерных исследований Российской академии наук,
tarakulin@physics.msu.ru*

Научный руководитель: Сибиряков С.М., к.ф.-м.н.

Институт ядерных исследований Российской академии наук

Важнейшей проблемой современной теоретической физики является несовместимость принципов квантовой теории поля и общей теории относительности: вопросы построения непротиворечивой квантовой теории гравитации остаются открытыми. Выходом из сложившегося положения может стать ограничение области применимости ряда постулатов, на которых построена современная теория гравитации, и отказ от них на высоких энергетических масштабах. Одним из вариантов такой модификации теории является отказ от лоренц-инвариантности как фундаментальной симметрии.

В настоящей работе представлена суперсимметричная версия линеаризованной теории гравитации с нарушенной лоренцевой симметрией. Рассматриваемая модель принадлежит к классу теорий гравитации, в которых нарушение лоренц-инвариантности обеспечивается динамическим времениподобным векторным полем с единичной нормой, называемым «эфиром», минимально связанным с эйнштейновской гравитацией. Связь эфира с гравитацией характеризуется четырьмя параметрами нарушения лоренц-инвариантности, присутствующими в исходном лагранжиане теории. Суперсимметричная версия Эйнштейн-эфир гравитации позволяет уменьшить число независимых параметров модели, приписав им следующие из теории конкретные значения, зафиксированные введенной симметрией.

Построение суперсимметричной версии теории предполагает введение минимального взаимодействия суперсимметричного эфира с супергравитацией, инвариантного относительно суперкалибровочных преобразований. Действие для линеаризованной супергравитации в суперпространстве реализуется с помощью конструкции гравитационного суперполя — вещественного суперполя с одним векторным индексом. Поскольку супер-эфир является киральным векторным суперполем, для построения Эйнштейн-эфир супергравитации с сохранением этого свойства необходимо рассматривать неминимальную версию супергравитации с параметром Зигеля $n=-1$, в которой можно ввести понятие кирального суперполя с векторными индексами в искривленном суперпространстве. В суперполево́й формулировке неминимальная супергравитация строится из двух суперполей — гравитационного суперполя и неминимального компенсатора, представляющего собой скалярное суперполе с наложенным на него условием линейности.

В работе построены суперсимметричные калибровочные преобразования, совместимые с понятием киральности супер-эфира в искривленном суперпространстве, построен лагранжиан линеаризованной Эйнштейн-эфир супергравитации, инвариантный относительно суперкалибровочных преобразований, в терминах суперполей, и доказана его единственность. Проведенное интегрирование по суперпространству позволило выписать бозонную часть суперсимметричного лагранжиана в компонентном виде, включающем вспомогательные поля, обеспечивающие замыкание алгебры суперсимметрии вне массовой оболочки. Отынтегрирование вспомогательных полей позволило при-

вести бозонную часть лагранжиана к виду стандартной Эйнштейн-эфир супергравитации с фиксированными суперсимметрией значениями параметров нарушения лоренц-инвариантности.

Из наблюдений в Солнечной системе известны сильные ограничения на параметры пост-ньютоновского формализма, выражающихся через параметры нарушения лоренц-инвариантности. Это приводит к более сильным ограничениям на суперсимметричную версию Эйнштейн-эфир гравитации.

ДИФфуЗИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ПЕРИОД РОСТА ПЕРВИЧНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ПЛОТНОСТИ

Медведев П., Сазонов С., Гильфанов М.

*Институт космических исследований РАН,
2medvedev@gmail.com*

Несмотря на широкую область применения теории диффузии в астрофизических задачах, диффузии элементов в ранней Вселенной уделено мало внимания. Между тем даже небольшое отклонение обилия элементов внутри растущих возмущений плотности от первичного состава Вселенной играет существенную роль для проверки стандартной модели первичного нуклеосинтеза.

Мы рассчитываем диффузию начиная с эпохи рекомбинации до эпохи реионизации. Для этого используется модель сферически-симметричных возмущений. Задача разделяется на два этапа эволюции возмущений: рост возмущения до первичного коллапса и аккреция вещества на вириализованное возмущение. Для нахождения скорости диффузии мы используем систему уравнений Бюргерса (1973), по аналогии со схемой расчета диффузии в скоплениях галактик.

Результат расчетов показал, что эффект диффузии в целом небольшой, но, тем не менее, выше современного возможного уровня детектирования. Максимальный эффект ожидается для изменения обилия гелия и может достигать 1%.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 14-12-01315

ОБЗОР НЕБА ТЕЛЕСКОПОМ JEM-X

Мереминский И.А.¹, Гребенев С.А.¹

¹Институт космических исследований РАН, i.a.mereminskiy@gmail.com

Научный руководитель: Гребенев С.А., д.ф.-м.н.

Институт космических исследований РАН

Проведен обзор неба в двух рентгеновских диапазонах (5-10 и 10-25 кэВ). В обзоре, покрывшем примерно 92% неба зарегистрировано 283 источника рентгеновского излучения. Большая часть источников в обзоре — Галактические двойные системы. Построены функции светимости для постоянных и транзиентных маломассивных рентгеновских двойных (ММРД) и массивных систем, в которых происходит аккреция из звездного ветра на поверхность нейтронной звезды. Функция светимости ММРД демонстрирует «плато» на светимостях 10^{37} - 10^{35} эрг/с и спад при более низких светимостях.

ПРЕДВСПЛЕСКИ КОРОТКИХ ГАММА-ВСПЛЕСКОВ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ SPI-ACS INTEGRAL

Минаев П.Ю.¹, Позаненко А. С.¹

¹Институт космических исследований РАН, minaevp@mail.ru

Научный руководитель: Позаненко А.С., к.ф.м.н.

Институт космических исследований РАН

В работе проведен анализ кривых блеска 519 коротких гамма-всплесков, зарегистрированных в эксперименте SPI-ACS INTEGRAL до мая 2014 г. с целью поиска возможной активности источника гамма-всплеска (предвсплеска) до начала основного эпизода. В работе проанализированы как кривые блеска индивидуальных событий, так и суммарная кривая блеска всех коротких всплесков. В статистическом анализе не выявлено регулярного предвсплеска, в то же время в суммарной кривой блеска присутствует значимое продленное излучение, которое ранее было обнаружено на меньшей выборке коротких всплесков эксперимента SPI-ACS (Минаев и др., 2010). В единичных случаях найдены кандидаты в предвсплески. Вычислена значимость таких событий, приведены оценки на отношение интенсивности возможного предвсплеска к интенсивности основного эпизода.

УСКОРЕНИЕ/ЗАМЕДЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ НЕЙТРОННОЙ ЗВЕЗДЫ В ВЕ-РЕНТГЕНОВСКОЙ ДВОЙНОЙ СИСТЕМЕ GX304-1

Миронов А.И.^{1,2}, **Постнов К.А.**³, **Лутовинов А.А.**¹, **Шакура Н.И.**³,
Кочеткова А.Ю.³, **Цыганков С.С.**^{4,5}

¹Институт космических исследований РАН, mironov.iki@gmail.com

²Московский физико-технический институт(ГУ)

³Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ

⁴FINCA, Университет Турку, Финляндия

⁵Обсерватория Туорла, Университет Турку, Финляндия

Научный руководитель: Лутовинов А.А., д.ф.-м.н.

Институт космических исследований РАН

В докладе анализируются процессы ускорения и замедления собственного вращения нейтронной звезды в Ве-рентгеновской двойной системе GX304-1 с использованием наблюдений, произведённых приборами XRT обсерватории Swift и GBM обсерватории Fermi, за период с апреля 2010 года и по январь 2013. Утверждается, что явление замедления собственного вращения нейтронной звезды в периоды покоя, когда её рентгеновская светимость – порядка 10^{34} эрг/с, приходящиеся на промежутки времени между вспышками первого типа, объясняется квазисферической аккрецией вещества на нейтронную звезду. Периоды же ускорения вращения могут быть интерпретированы либо в рамках теории аккреции вещества, либо формированием временного аккреционного диска из вещества экваториального диска Ве-звезды в момент прохождения нейтронной звездой точки периастра. Также, делаются предположения относительно внешне неочевидного уменьшения скорости ускорения вращения на более высоких светимостях при двойных вспышках первого типа.

ВЛИЯНИЕ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ НА МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ГАЛАКТИК В РАМКАХ МОДЕЛИ ДИНАМО СО СЛУЧАЙНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

Михайлов Е.А.¹

*¹Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова,
ea.mikhajlov@physics.msu.ru*

Научный руководитель: Соколов Д.Д., д.ф.-м.н.

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

Вопрос о влиянии звездообразования на магнитное поле спиральных галактик давно поднимался в астрономической литературе [Аршакян и др., 2009] и до сих пор не имеет однозначного разрешения. Если говорить о теоретических представлениях, то можно выделить два различных подхода. С одной стороны, можно считать звездообразование «размазанным» равномерно по диску и связать значения коэффициентов, отвечающих за рост магнитного поля, с поверхностной плотностью звездообразования [Михайлов, 2014]. В данной работе предлагается другой подход, основанный на том, что области звездообразования имеют небольшой размер, существуют в течение непродолжительного времени, а их расположение описывается стохастическими законами.

Примем, что полутолщина галактического диска и скорость турбулентных движений, входящие в уравнения динамо, принимают с определенной вероятностью значения, соответствующие нейтральной компоненте межзвездного газа, или ионизованной. Вероятность того, что параметры соответствуют ионизованному газу, пропорциональна интенсивности звездообразования.

При слабом звездообразовании поведение магнитного поля будет мало меняться. Однако при превышении определенного порога (примерно в 5 раз больше, чем в Млечном Пути) магнитное поле начинает разрушаться. Отметим, что эти результаты качественно соответствует тому, что было получено в рамках детерминистического подхода [Михайлов, 2014].

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршакян и др. (T. Arshakian, R. Beck, M. Krause, and D. Sokoloff // *Astron. Astrophys.* 2009. V.494. P.21).
2. Е.А. Михайлов // *Письма в Астрономический журнал.* 2014. Т.40. С.445.

АНАЛИЗ ТРАЕКТОРИЙ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ НА ФАЗОВОЙ ПЛОСКОСТИ ПРИ СЕРФИНГЕ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЕ В ПЛАЗМЕ

Мкртичян Г.С.¹, Ерохин Н.С.^{1,2}

¹Российский университет дружбы народов, Москва, Россия
e-mail: hay-13@mail.ru

²Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

Научный руководитель: Ерохин Н.С., д.ф.м.н., профессор

Институт космических исследований РАН

Для реализации в магнитоактивной космической плазме серфотронного ускорения заряженных частиц (электронов) нужны следующие условия:

1. Фазовая скорость электромагнитной волны должна быть меньше, чем скорость света в вакууме (при выполнении этого условия возможен черенковский резонанс).
2. Амплитуда волны должна быть больше некоторого порогового значения (при выполнении этого условия и при наличии внешнего магнитного поля возникает эффективный потенциал, который удерживает частицу в ускоряющей фазе поля электромагнитной волны).
3. В режиме ускорения захват частиц происходит для диапазона благоприятных фаз волны на траектории ускоряемой частицы. Важно, что этот диапазон может достаточно широким. Во время захвата скорость заряда в направлении распространения волны должна быть близка к фазовой скорости волны.

Выполнен анализ структуры фазовой плоскости заряженных частиц при серфинге на электромагнитной волне, так же при ускорении электромагнитной волной. Задача приводится к решению нелинейного, нестационарного дифференциального уравнения второго порядка диссипативного типа для фазы волны на траектории заряженной частицы. В результате численных расчетов замечаем, что при достаточно сильном ускорении период этих колебаний возрастает значительно, амплитуда колебаний уменьшается. Это соответствует наличию на фазовой плоскости особой точки типа устойчивого фокуса.

При благоприятных начальных фаз для реализации серфинга и при черенковском резонансе заряженная частица захватывается в эффективную потенциальную яму с последующим ускорением для волны, амплитуда которой выше некоторого порогового значения, а знаке компоненты импульса заряда вдоль волнового фронта оптимален. Если знак компоненты импульса заряда вдоль волнового фронта неблагоприятный, вначале частица, оставаясь захваченной, тормозится, меняет знак импульса, а потом происходит ее ускорение. Сначала движение изображающей точки на фазовой плоскости соответствует траектории около неустойчивого фокуса. Но когда частица ускоряется, траектория изображающей точки соответствует движению около устойчивого фокуса с постепенным уменьшением амплитуды осцилляций по мере роста энергии заряда

Для отрицательных значений начальной фазы $\Psi(0)$ захват электронов волной на доступных временах счета не наблюдается.

Для некоторых начальных фаз возможно относительно кратковременное удержание электрона в области ускоряющего электрического поля волны с локальным ростом энергии порядка 50 – 130 % и более.

ДЕТЕКТОР ПЫЛИ ПИПЛС-А ДЛЯ ПРОЕКТА ИНТЕРГЕЛИОЗОНД

Моисеенко Д.А., Глазкин Д.Н.

*Институт космических исследований РАН, moiseenko-da@yandex.ru,
olegv@iki.rssi.ru*

Научный руководитель: Вайсберг О.Л., д.ф.-м.н.

Институт космических исследований РАН

В докладе представлены результаты работ по моделированию и разработке прибора для детектирования пылевых частиц в проекте Интергелио-Зонд, приведены первые результаты по отработке элементов прибора в лабораторных условиях.

Изучение параметров пылевой компоненты, ее распределения по массам, а так же элементный анализ пылинок является важной задачей для понимания эволюции солнечной системы. Основными задачами при исследовании пылевых частиц являются: измерения элементного состава, оценка скорости движения частиц, оценка их массы и разделение межпланетной и межзвездной пыли.

Прибор ПИПЛС-А предназначен для изучения частиц межзвездной и межпланетной пыли и способен регистрировать следующие параметры пылевых частиц: элементный состав, масса и проекции вектора скорости на вертикальную ось прибора.

Разрабатываемый прибор представляет собой пылеударный времяпролетный масс-анализатор с полем зрения $\sim 45^\circ$ (половина угла конуса), оснащенный детектором пролета для определения момента входа частицы в прибор, и системой определения массы пылевой частицы.

Использование пылевого детектора ПИПЛС-А в миссии Интергелио-Зонд позволит получить данные о пространственном распределении пылевых частиц вблизи Солнца и вне плоскости эклиптики, об их элементном и массовом составе.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ОТРАБОТКИ ПРИБОРА АРИЕС-Л ДЛЯ ПРОЕКТА ЛУНА-РЕСУРС

Моисеенко Д.А.¹, Журавлев Р.Н.¹, Митюрин М.В.², Шестаков А.Ю.¹

¹Институт космических исследований РАН

²ООО «НПП «Астрон Электроника», moiseenko-da@yandex.ru

Научный руководитель: Вайсберг О.Л., д.ф.-м.н.

Институт космических исследований РАН

Прибор АРИЕС-Л представляет собой энерго-масс-спектрометр с полем зрения 2π. Широкое поле зрения даёт возможность одновременно измерять характеристики облучающего пучка (солнечный ветер) и характеристики вторичных ионов, выбиваемых солнечным ветром из лунного реголита. Прибор АРИЕС-Л также включает в себя конвертер нейтральных частиц, расположенный в поле зрения прибора. Поток нейтральных атомов от поверхности Луны, ионизируется на поверхности конвертера и также измеряется энерго-масс-анализатором.

В связи с тем, что прибор АРИЕС-Л является сложным изделием, состоящим из ряда составных частей, встал вопрос о необходимости последовательной проверке узлов прибора. Условно прибор можно разделить на следующие основные элементы: модуль электроники с координатно-чувствительным детектором на основе микроканальных пластин, источниками питания и модулем управления, блок электронной оптики и конвертер нейтральных частиц.

Исследования характеристик узлов прибора потребовало создания дополнительных инструментов, например, датчика контроля ионного потока, и изучения характеристик работы элементов лабораторного оборудования.

В докладе рассматриваются методы исследования характеристик узлов прибора АРИЕС-Л, представлены результаты лабораторных отработок конструкторско-доводческого образца прибора.

РАЗРАБОТКА ТОЧНОСТНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ПО ДАННЫМ ЗВЁЗДНОГО ДАТЧИКА

Морозова А.П.

*Магистрантка факультета РФКИТ БГУ, инженер-конструктор НКУ
Космос ОАО «Пеленг»; e-mail: ganna.marozava@gmail.com*

Научный руководитель: Лешкевич С.В., к.ф.-м.н.

Доцент кафедры общей физики и спутниковых систем ф-та РФКИТ БГУ

Звёздные датчики применяются для определения ориентации космических аппаратов. В настоящее время существует широкий спектр систем астроориентации на основе звёздных датчиков.

Для обеспечения высокой точности звёздных датчиков необходимо использовать систему как минимум из двух оптических головок.

Целью работы является изучение возможностей модернизации звёздного датчика космического аппарата для расширения поля зрения и увеличения точности системы астроориентации на основе звёздных датчиков, которые пригодны для использования на малых космических аппаратах; создание методических материалов и лабораторных макетов для изучения работы системы стабилизации и ориентации космического аппарата.

Существует несколько этапов работы звёздного датчика от получения снимка звёздного неба до определения кватерниона ориентации аппарата — например, фильтрация изображения, нахождение объектов (звёзд), поиск по каталогу. Все из них имеют несколько вариантов реализации, тем не менее, оптимальной комбинации алгоритмов не найдено. Так же возможны дополнительные режимы работы датчика — режим предсказания и режим слежения за объектами.

В данной работе рассмотрены алгоритмы работы звёздных датчиков на матрице КМОП в составе системы астроориентации. Так же рассматриваются дальнейшие возможности работы.

Одно из направлений модификаций алгоритма — учёт данных дополнительных источников информации об ориентации, например, датчики угловых скоростей, которые зачастую используются в системах астроориентации.

Вторая возможность — это модификация с двумя оптическими головками для расширения поля зрения и увеличения точности системы астроориентации. Варианты решения проблемы усреднения показаний датчиков так же будут рассмотрены.

На данном этапе алгоритм реализован в виде математической модели в Mathcad и представляет собой итерационный шумовой метод на основе метода Монте-Карло. На вход модели подаются ошибки (СКО) звёздных датчиков по осям, расположение датчиков, ошибки датчика угловых скоростей при его использовании. На выходе получаем точность алгоритма, что позволит в дальнейшем улучшать его точностные характеристики.

ПЛАЗМЕННЫЕ ВОЛНЫ У ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ

Морозова Т.И., Копнин С.И., Попель С.И.

*Институт космических исследований РАН, Москва, Россия
Московский физико-технический институт, Долгопрудный,
Московская область, Россия, timoroz@yandex.ru*

Научный руководитель: Попель С.И., д.ф.-м.н., проф.

*Институт космических исследований РАН, Москва, Россия
Московский физико-технический институт, Долгопрудный,
Московская область, Россия*

Описывается плазменно-пылевая система в приповерхностном слое Луны, которая включает в себя электроны и ионы солнечного ветра, фотоэлектроны, нейтралы и заряженные пылевые частицы. Рассматриваются линейные и нелинейные волны в плазме приповерхностного слоя Луны. Отмечается, что функция распределения фотоэлектронов (по скоростям) может быть представлена в виде суперпозиции двух функций распределения, характеризуемых различными температурами электронов: электроны с меньшей энергией выбиваются из лунного реголита фотонами с энергиями, близкими к работе выхода реголита, тогда как происхождение электронов с большей энергией связано с фотонами, соответствующими пику 10.2 эВ в спектрах солнечного излучения. Нарушение изотропии функции распределения электронов в плазме приповерхностного слоя Луны связано с движением солнечного ветра относительно фотоэлектронов и заряженных пылевых частиц, что приводит к развитию неустойчивости и возбуждению высокочастотных колебаний с частотами в диапазоне ленгмюровских и электромагнитных волн. Кроме того, возможно распространение пылевых звуковых волн, возбуждение которых может происходить, например, в районе лунного терминатора. Найдены решения в виде пылевых звуковых солитонов, соответствующие параметрам плазменно-пылевой системы в приповерхностном слое освещенной части Луны. Определены области возможных чисел Маха и амплитуд солитонов. Работа выполнена по Программе № 9 фундаментальных исследований Президиума РАН «Экспериментальные и теоретические исследования объектов Солнечной системы и планетных систем звезд», по Программе Международного института по космическим наукам (International Space Science Institute) «Dusty Plasma Effects in the System Earth-Moon», а также при поддержке РФФИ (проект № 15-02-05627-а).

МНОЖЕСТВЕННЫЕ ВЗРЫВЫ НАД ТВЕРДОЙ ПЛОСКОСТЬЮ

Мурашкин И.В.

Институт автоматизации проектирования РАН, murashkin@inbox.ru

Научный руководитель: Андрущенко В.А., д.ф.-м.н.

Институт автоматизации проектирования РАН

В рамках исследования различных аспектов актуальной проблемы астероидно-кометной опасности (АКО) численно решена модельная задача о групповых взрывах (для случая их упорядоченного расположения) над подстилающей поверхностью. На примере задачи о четырех точечных взрывах расположенных в вершинах квадрата в плоскости параллельной подстилающей поверхности изучены сложные процессы соударения множественных первичных и вторичных ударных волн друг с другом, поверхностью и тангенциальными разрывами.

Система трехмерных дифференциальных уравнений Эйлера в декартовых координатах аппроксимировалась разностными уравнениями с помощью явной двухшаговой разностной схемы — трехмерного аналога схемы Лакса-Вендроффа с применением дивергентного сглаживания определенного вида, которое делает ее схемой TVD, обладающей свойством монотонности и в результате хорошо рассчитывающей ударные волны и их взаимодействия. Задача модельная — газ считался идеальным, атмосфера — экспоненциальной, центры взрывов, с одинаковой начальной энергией.

Была исследована структура течения внутри возмущенных взрывами областей газа, возникновения в них вихревых структур и воздействия на них ударных волн при различных параметрах задачи. Выявлена тенденция трансформации внешних фронтов отдельных ударных волн в единый фронт и слияния внутренних горячих зон каждого из взрывов в объединенную конфигурацию (с заметно замедленным трендом по сравнению с первым процессом), качественно идентичные соответствующему внешнему и внутреннему строению одиночного взрыва. Были рассмотрены различные сценарии при варьировании параметра — начальной высоты взрывов над поверхностью. Развитие ударно-волнового процесса хорошо прослежено по поведению распределения скорости, давления и температуры по прямым, проходящим через эпицентры двух отдельных взрывов расположенных по диагонали и стороне квадрата, по плоскостям параллельным и перпендикулярным подстилающей поверхности и изоповерхностям в трехмерном представлении.

Изучены процессы множественной дифракции, интерференции и кумуляции сферических ударных волн, осуществляющихся при их взаимодействии друг с другом и с подстилающей поверхностью.

Весьма показательны и информативны картины распределения мгновенных линий тока, которые также для выбранных моментов времени становились идентичными соответствующим картинам для одиночного взрыва. Изучены особые точки и выявлены устойчивые вихревые структуры в ходе эволюционного развития процесса.

Исследованы кумулятивные эффекты с сильным возрастанием давления в результате фокусировки сходящихся первичных и вторичных ударных волн, рассмотрены нерегулярные стадии отражения с образованием маховских конфигураций с тройными точками (для каждой пары взрывов), когда каждая приходящая ударная волна распадается на две исходящие ударные волны и тангенциальный разрыв.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №15-01-07444.

РЕАЛИЗАЦИЯ СТРАТЕГИИ УДЕРЖАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ОГРАНИЧЕННОЙ ОРБИТЕ ВОКРУГ ТОЧКИ L2 СИСТЕМЫ СОЛНЦЕ-ЗЕМЛЯ

Николаева Ю.А.¹, Аксенов С.А.²

¹МИЭМ НИУ ВШЭ, *nikolaeva.juli@gmail.com*

²МИЭМ НИУ ВШЭ, ИКИ РАН

Научный руководитель: Аксенов С.А., к.т.н.

МИЭМ НИУ ВШЭ, ИКИ РАН

Точками либрации в ограниченной задаче трех тел называются точки равновесия тела с меньшей массой относительно более массивных тел. Существуют 5 точек либрации, три из них расположены на прямой, соединяющей массивные тела (в исследуемом случае — Солнце и Землю), две — на орбите одного из массивных тел (в исследуемом случае — Земли).

Гало-орбитами называется класс ограниченных периодических орбит вокруг точек либрации. Они возникают при совпадении периодов обращения космического аппарата (КА) по орбите в плоскости эклиптики и в плоскости, перпендикулярной плоскости эклиптики. Периоды обращения КА определяются амплитудами орбиты.

Впервые гало-орбиты были предложены Робертом Фаркуаром в его диссертации для программы Аполлон. Он предлагал поместить КА на гало-орбиту вокруг точки L2 системы Земля-Луна и использовать его для связи с луноходом, находящимся на обратной стороне Луны. Эта идея не была реализована, и программа была закрыта, однако в дальнейшем на гало-орбиты были выведены многие аппараты (ISEE-3, SOHO, Herschel, Plank, ARTEMIS и др.).

Гало-орбиты являются неустойчивыми, т.е. малое отклонение от начальных параметров приводит к изменению траектории КА и выходу с гало-орбиты, а в последствии и из окрестности точки либрации. Для удержания КА на орбите используются т.н. корректирующие импульсы (импульсы коррекции), призванные нивелировать воздействие возрастающей компоненты движения.

Данная работа посвящена разработке и реализации стратегии удержания КА на гало-орбите вокруг точки L2 системы Солнце-Земля. Реализация алгоритма была произведена в пакете GMAT (General Mission Analysis Tool).

При моделировании движения КА по гало-орбите на первом этапе возникает потребность в определении начальных параметров, обеспечивающих как можно более долгое пребывание КА на орбите. На следующих этапах требуется рассчитать величины исполняемых маневров. Предполагается, что импульсы исполняются один раз в оборот в наперед заданном месте и направлении.

Будем предполагать, что решение системы уравнений движения КА представимо в виде суммы трех компонент: возрастающей, убывающей к 0 и ограниченной. Тогда задача определения начальных параметров КА, находящегося на орбите, сводится к задаче определения начальных условий к системе уравнений движения КА. Начальные условия (в данном исследовании — одна из компонент начальной скорости КА) подбирались так, чтобы коэффициент при возрастающей компоненте был равен 0. При моделировании невозможно добиться бесконечной точности, поэтому условие нулевого коэффициента при возрастающей компоненте в реализованном алгоритме было заменено на условие максимального времени пребывания КА на гало-орбите. Концепция

подбора величины импульса коррекции аналогична с той лишь разницей, что при подборе величины импульса учитывается направление его исполнения.

В результате была создана программная реализация выше описанного алгоритма. Она может быть использована для исследования других классов ограниченных орбит.

АНАЛИЗ БЫСТРЫХ ТРАЕКТОРИЙ ВОЗВРАЩЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ЛУНЫ НА ЗЕМЛЮ

Николичев И.А.

МАИ, г. Москва, ianikolichhev@gmail.com

Научный руководитель: Константинов М.С., д.т.н.,

МАИ, г. Москва

В данной работе проводится анализ траекторий возвращения с Луны на Землю космического аппарата, являющихся оптимальными с точки зрения величины суммарного импульса, и обеспечивающих соответствующие условия входа в атмосферу Земли.

Рассматриваются две схемы перелета: одноимпульсная и трёхимпульсная. Анализ траекторий проводится с использованием моделей двух уровней. Модель первого уровня подразумевает применение метода грависфер нулевой протяженности, и рассмотрения однопараметрического семейства геоцентрических траекторий, удовлетворяющих условиям входа в атмосферу Земли. Модель второго уровня подразумевает использование задачи трех тел для анализа движения космического аппарата. В рамках этой модели, траектории космического аппарата рассматриваются в рамках ограниченной задачи трех тел в селеноцентрической невращающейся системе координат.

Рассматриваемая начальная селеноцентрическая орбита для всех рассматриваемых схем перелета — низкая круговая, высотой в 100 км. Условия входа в атмосферу Земли определены на основе статистических данных для пилотируемого КА. Высота условной граница атмосферы Земли принята равной 120 км.

Цель исследования — проанализировать различные схемы реализации траекторий возвращения с Луны на Землю, обеспечивающие минимальное значение потребного суммарного импульса скорости при выполнении ограничений, связанных с условиями входа космического аппарата в атмосферу Земли. Тем самым, в рамках обеих применяемых моделей рассматривается задача нелинейного программирования с условиями типа равенства и неравенства.

Проведенное исследование позволяет определить оптимальную схему реализации быстрых траекторий возвращения с Луны на Землю в зависимости от ориентации начальной селеноцентрической орбиты и положения Земли на момент начала движения КА.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОДВИНУТЫХ МЕТОДИК ГЛОБАЛЬНОЙ АППРОКСИМАЦИИ В МЕДИЦИНЕ

Ожередов В.А.

Институт космических исследований РАН, ojy@mail@mail.ru

С медицинской точки зрения представляет интерес зависимость артериального давления гипертоников от внешних погодных условий, таких как атмосферные температура и давление, а также состояние геомагнитного поля, численно характеризующееся Кр-индексом. Этот интерес обусловлен тем, что обозначенные факторы интерферируют с применяемой к пациентам терапией, тем самым снижая ее эффективность. Данная зависимость является существенно многомерной, поскольку в рамках решаемой проблемы давление пациента зависит, по крайней мере, от двух переменных — времени лечения и одного из факторов погоды или геомагнитной обстановки. С другой стороны, пациенты подвержены влиянию посторонних факторов (пища, настроение и т.д.), которые не могут быть учтены в обучающей базе данных. Следовательно, искомая зависимость сильно зашумлена.

Автором данной работы предложена концепция нейронной сети, осуществляющей гладкую аппроксимацию функции многих переменных по существенно зашумленным исходным данным. Аппроксимирующая поверхность представляет собой суперпозицию попарно ортогональных на прецедентной сетке (совокупность векторов независимых переменных из обучающей базы) полиномов нескольких переменных, аналитическая запись которых похожа на многомерный полином Габора. Ортогональность на произвольной многомерной сетке, которая необходима для устойчивости обучения по отношению к содержащемуся в обучающих данных шуму, достигается при помощи разработанного автором варианта EM-алгоритма (Expectation-Maximization) последовательного наращивания. Показано, что процесс построения ортонормированного базиса с помощью данного алгоритма значительно выигрывает в устойчивости по сравнению со стандартной процедурой Грама-Шмидта. Получена аналитическая формула, связывающая коэффициент шумопонижения найденной зависимости, максимальную степень полиномов, размерность пространства независимых переменных и объем обучающей выборки. Разработана процедура оптимизации параметров нейросети при помощи кросс-валидационного сканирования.

На основе предоставленных автору медицинских данных получены срезы гладких двумерных зависимостей артериального давления гипертоников и, в частности, показано, что антигипертензивная терапия достоверно снижает степень метео- и магниточувствительности этих пациентов.

ВТОРИЧНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ БАРКОДИНГ — МЕТОД СВЕРХБЫСТРОГО ПОИСКА И ИДЕНТИФИКАЦИИ АРХИВНЫХ АСТРОСПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ ДАННЫХ С АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КЛАССИФИКАЦИЕЙ ОБРАЗОВ ПО СПЕКТРАЛЬНЫМ КЛАССАМ И ФИКСАЦИЕЙ ПЕКУЛЯРНЫХ СПЕКТРОВ С ЛИНИЯМИ МЕТАЛЛОВ

Орехов Ф.К.¹, Градов О.В.²

¹*Институт Химической Физики им. Н.Н. Семенова РАН,
theorehov@gmail.com*

²*Институт Энергетических Проблем Химической Физики
им. В.Л. Тальрозе РАН, o.v.gradov@gmail.com*

Существенной проблемой архивного хранения старых астроспектроскопических данных в форме фотопластинок и позитивных отпечатков, а также не оцифрованных аннотированных атласов является быстрая классификация хранимых данных при поиске, сортировке спектров и сопоставлении с некоторыми опорными данными. Составление полных баз данных обычно подразумевает в случае анализа спектров необходимость оцифровки и идентификации пиков/линий/полос идентифицируемых изображений, что противоречит условию необходимости быстрой идентификации на архивной практике или при просмотре астроспектроскопических изданий с недорасшифрованными данными. Между тем, линейчатые или полосатые спектры можно рассматривать как аналоги «штрих-кодов» и производить их расшифровку напрямую с мобильного устройства в библиотечных или архивных условиях. Соответствующие методы можно назвать, соответственно, баркодингом (на стадии перевода посредством бинаризации изображений спектров с мобильного устройства в штрих-код) и «дебаркодингом» (на стадии перевода штрих-кода в численные данные, данные астроспектроскопической идентификации по удаленной базе). При этом, если в качестве опорных фреймов использовать калибровку по спектрофотометрической / колориметрической температуре [1,2], производить морфометрию с бинаризацией на модулях типа «ratemeter» и «ratiometer» [3], то можно получить не только астроспектроскопическую, но и астрофотометрическую привязку данных измерений оптической плотности с помощью мобильного устройства. Нами был разработан концепт для перевода подобных массивов данных в систематизацию «OBAFGKM» с полуавтоматическим удалением фона. Разработана тестовая версия ПО BARSTAR_SPECTRAS 1.1, позволяющая произвести proof of principles на конкретных образцах при рапид-оцифровке данных. Простота данной концепции и наличие множества подобных источников для работы со штрих-кодами в сети делает возможным повторение нашего задела практически любым желающим ученым, обладающим достаточно минимальными навыками программирования. При разработке этой модификации методологии оперативного баркодинга нами были использованы наработки по лазерно-оптическому баркодингу растровой нейро/электрофизиологической информации [4] и баркод-методам для индизирования рентгенограмм, регистрограмм рентгеноструктурного анализа с временным разрешением, лауэграмм, эпиграмм, дебаеграмм [5]. В перспективе для архивных космических исследований может быть интересно создание аналогичных систем и программ для радиоастрономических регистрограмм некоторых ран-

них типов, визуализация и фиксация которых осуществлялась, в частности, с использованием люминофорных трубок, а в особенности — в режиме накопления или на запоминающих ЭЛТ. Нами разработаны GUI ПО «SPECTRADIASTRA» – форк-версия BARSTAR_SPECTRAS 1.1 для подобных целей [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Градов О.В., Орехов Ф.К. // *ТТИПП*, №5 – 2014, сс. 21-41.
2. Градов О.В., Орехов Ф.К. // *ВЗиБ*, №6 – 2014, сс. 45-63.
3. Orehov F.C., Gradov O.V. // *10 RGCВME, SPSEU*, 4 p. [DOI: 10.13140/2.1.1616.1921]
4. Нотченко А.В., Градов О.В. // *VIII РБКБИ*, сс. 175-180, СПб., 2012.
5. Градов О.В. // *Межд. совещ. по кристаллохим., рентгеногр. спектроск. минер. – 2014.*
6. Orehov F.C. «BARSTAR_SPECTRAS 1.1» → «SPECTRADIASTRA» // *Appl. Note* (2013).

НЕЙТРОННАЯ ЗВЕЗДА В HESS J1731-347 — УНИКАЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ СВЕРХПЛОТНОГО ВЕЩЕСТВА

**Оффенгейм Д.Д.^{1,2}, Каминкер А.Д.², Клочков Д.К.³,
Сулейманов В.Ф.^{3,4}, Яковлев Д.Г.²**

¹Санкт-Петербургский Академический университет,
ddofengeim@gmail.com

²Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, СПб

³Institut für Astronomie und Astrophysik, Universität Tübingen, Germany

⁴Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Научный руководитель: Яковлев Д.Г., д.ф.-м.н

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, СПб

Центральный компактный объект в остатке сверхновой HESS J1731-347 представляет собой нейтронную звезду с интригующими свойствами. Детальные рентгеновские измерения её спектра космическими обсерваториями *XMM-Newton* и *Chandra* хорошо объясняются модельными спектрами излучения углеродной атмосферы звезды. Подгонка наблюдаемых спектров теоретическими моделями (при расстоянии до источника около 3.2 кпк) позволяет оценить наблюдаемую эффективную температуру поверхности звезды $T_{\infty} \approx 1.78$ млн. К и определить области допустимых значений её массы M и радиуса R на разных уровнях значимости. При вероятном возрасте 27 тысяч лет это самая горячая одиночная остывающая нейтронная звезда из всех изолированных нейтронных звезд с измеренной (оцененной) температурой поверхности. Она намного горячее обычной нейтронной звезды такого же возраста, охлаждающейся благодаря нейтринным реакциям модифицированного урка-процесса в её ядре. Теория остывания нейтронных звезд позволяет объяснить столь медленное понижение температуры, но при предельных предположениях о регуляторах остывания. Это открывает возможность наложить на них жесткие ограничения, а тем самым и на свойства сверхплотного вещества в ядрах нейтронных звезд.

Данная работа продолжает работу Клочкова и др. (*Astron. Astrophys.*, 573, A53, 2015), в которой показано, что объяснение наблюдений нейтронной звезды в HESS J1731-347 при сделанных предположениях возможно лишь при наличии сильной сверхтекучести протонов в ядре звезды и углеродной теплоизолирующей оболочки в поверхностных слоях (под атмосферой). Сверхтекучесть протонов подавляет модифицированный урка-процесс. Углеродная теплоизолирующая оболочка легче проводит тепло, чем стандартная оболочка из железа. Оба фактора повышают температуру поверхности до наблюдаемого уровня. При этом они заметно ограничивают области допустимых масс и радиусов нейтронной звезды.

В данной работе дан более полный анализ эффектов сверхтекучести протонов и химического состава теплоизолирующей оболочки звезды. Разработан новый метод интерпретации наблюдений, позволяющий легко рассматривать модели звезды с менее сильной сверхтекучестью протонов (не полностью подавляющей модифицированный урка-процесс) и с теплоизолирующей оболочкой, не полностью заполненной углеродом. Изучены области допустимых значений масс и радиусов звезды со сверхтекучестью протонов различной силы и с различной массой углерода в теплоизолирующей оболочке. Тем самым наложены более полные ограничения на силу протонной сверхтекучести (величину температуры появления этой сверхтекучести в ядре звезды), массу углерода в теплоизолирующей оболочке, массу и радиус нейтронной звезды. Эти ограничения позволяют сузить класс возможных уравнений состояния сверхплотного вещества в ядрах нейтронных звезд.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВАРИАЦИЙ ПРОФИЛЯ ВОДЯНОГО ПАРА ПО ДАННЫМ МНОГОЧАСТОТНОГО РАДИОТЕПЛОВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Пашинов Е.В., Стерлядкин В.В., Кузьмин А.В., Шарков Е.А.

Институт космических исследований РАН, pashinove@mail.ru

Научный руководитель: Шарков Е.А., д.ф.-м.н.

Институт космических исследований РАН

Для исследования процессов, происходящих в системе океан–атмосфера, необходима информация о высотном распределении физических характеристик атмосферы. Водяной пар представляет собой определяющий источник скрытой теплоты для процессов, происходящих при зарождении и интенсификации атмосферных катастроф, например, тропических циклонов. При этом особенности высотного профиля водяного пара играют основную роль. Кроме того, важнейшую роль в формировании погоды играют процессы переноса водяного пара. Очевидно, что оперативный глобальный мониторинг распределения водяного пара может быть эффективным только на базе дистанционного зондирования с борта космических аппаратов.

В настоящий момент существует не так много космических миссий, позволяющих получать информацию о профилях влажности атмосферы. В нашей стране с этой целью запускались несколько аппаратов программы Метеор, которые уже вышли из строя. Последний аппарат был запущен в июле 2014 г., и в настоящий момент проходит полётные испытания. Микроволновый прибор МТВЗА-ГЯ, установленный на его борту, имеет неплохие характеристики, но пока, к сожалению, не разработаны алгоритмы обработки поступающей с него радиометрической информации. Кроме того, 55 отделом ИКИ ведётся разработка комплекса микроволновых приборов, которые планируется установить на борту Международной Космической Станции для исследования системы океан–атмосфера.

Всё перечисленное выше подтверждает актуальность разработки дистанционных микроволновых методов определения профиля влажности атмосферы и алгоритмов обработки радиометрической информации. Первым результатам работы в данном направлении и будет посвящён доклад.

В докладе будут представлены результаты моделирования спектра поглощения стандартной тропической атмосферы и описана возможность использования микроволновых измерений на склоне линии поглощения водяного пара с центром 183.31 ГГц для решения задачи восстановления профиля влажности. Представлены функции чувствительности яркостных температур, измеренных на различных частотах, к изменению профиля влажности. В связи со сложностью задачи на данном этапе работы было решено ограничиться восстановлением влажности в трёх слоях атмосферы на высотах 0–3, 3–7, 7–12 км. Был предложен и описан подход к решению задачи восстановления профиля влажности, заключающийся в анализе зависимости яркостных температур на различных частотах от содержания водяного пара в различных атмосферных слоях, и аппроксимации данных зависимостей полиномиальными функциями. Такой подход позволил при упрощённых модельных расчётах восстанавливать значения влажности в трёх атмосферных слоях с ошибкой в пределах 30–35%.

Разработка метода находится на начальной стадии. В будущем планируется решить ряд важных задач. Работа в данном направлении будет продолжаться.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ №14-02-00839-а.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДОЗАПРАВКИ КА ПУТЕМ ВРЕЗКИ В СТЕНКУ ТОПЛИВНОГО БАКА

Петрашевская М.С., Салопахин С.К., Мухаметов И.Ф.

*Омский государственный технический университет,
eclipse28@inbox.ru*

Научный руководитель: Трушляков В.И., д.т.н., профессор.

Омский государственный технический университет

В настоящее время приоритеты развития ракетно-космической техники направлены на увеличение сроков эксплуатации космических аппаратов (КА) на рабочих орбитах, в том числе и для уменьшения накопления космического мусора. С этой целью предлагается дозаправлять КА, имеющих жидкостные двигательные установки, непосредственно на рабочих орбитах.

Целью данной работы является разработка методики дозаправки путем врезки напрямую в стенку топливного бака КА устройства для дозаправки.

Проведенный анализ патентной информации показал, что существуют способы дозаправки космических аппаратов и орбитальных станций, а также было выявлено что данная тематика актуальна и возможно осуществление таких дозаправок [1–3].

В качестве универсального способа дозаправки без взаимодействия со стационарной заправочной горловиной, не предназначенной для повторной заправки, предложена врезка устройства для дозаправки напрямую в стенку топливного бака, заправляемого КА. Применение подобных устройств для дозаправки возможно, как в околоземном космическом пространстве, так и на Земле, в емкости, находящейся под давлением, в радиоактивной и других агрессивных средах.

В процессе исследований сформулирован ряд основных задач, решение которых позволит перейти к математическому моделированию процесса функционирования устройства для дозаправки топливного бака КА:

- разработка дренажно-предохранительного клапана, для компенсации возможного внутрибакового давления при заправке, что усложняет конструкцию устройства;
- исследование процесса сварки и врезки (под давлением и без) применительно к различным материалам баков для создания универсальной методики расчета;
- разработка универсального способа вскрытия бака с учетом разных толщин и материалов стенки;
- разработка и расчет подкрепления конструкции заправочной горловины изнутри бака для обеспечения герметичности и надежной фиксации горловины.

Решение сформулированных задач позволит приступить к разработке устройства для дозаправки жидкостных двигательных установок КА непосредственно на орбите.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2478534 Российская Федерация. Система и способ дозаправки спутников / Л. Гриньевски, Д. Кримбл. - № 2009135297/11; заявл. 10.03.2008; опубл. 20.04.2011.

2. Система дозаправки топлива (варианты) : пат. 2260705 Рос. Федерация : МПК F 02 K 9/50, В 64 D 37/24 / Банин В. Н. (RU), Гореликов В. И. (RU) ; заявитель и патентообладатель ОАО "РКК "Энергия" им. С.П. Королева" (RU). — № 2003124250/06 ; заявл. 01.08.03 ; опубл. 20.02.05, Бюл. № 26.
3. Система дозаправки космических аппаратов топливом на орбите : пат. 149532 Рос. Федерация : МПК В 64 G 1/40, В 64 D 39/04 / Шамурин А. И. (RU), Приклонский В. И. (RU), Косурина Т. А. (RU), Измайлова О. П. (RU), Соколов В. И. (RU), Новак Л. Б. (RU) ; заявитель и патентообладатель ФГУП ЦНИИмаш (RU). — № 2014112537/11 ; заявл. 02.04.14 ; опубл. 10.01.15, Бюл. № 1.

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЕЧНЫХ ЦИКЛОВ В СВЕТЕ ТЕОРИИ ДИНАМО

Откидычев П.А.¹, Попова Е.П.²

¹ГАС ГАО РАН, г. Кисловодск, Россия, otkid@list.ru

²МГУ, г. Москва, Россия, porovaelp@mail.ru

Солнечную магнитную активность принято связывать с действием механизма динамо. Одним из проявлений магнитной активности Солнца являются пятна на его поверхности. Как известно, в начале цикла магнитной активности пятна появляются в области средних широт и в течение примерно одиннадцати лет постепенно приближаются к экватору. Такое широтно-временное распределение солнечных пятен называется бабтерфляй-диаграмма, или "бабочки Маундера". Согласно представлениям теории динамо, появление бабочек связано с движением тороидальной компоненты магнитного поля (динамо-волны) от верхних широт к экватору в каждом полушарии. Широтно-временная диаграмма линий уровня тороидальной компоненты магнитного поля, полученная даже с помощью простейших моделей динамо, качественно воспроизводит наблюдательные бабтерфляй-диаграммы.

Попытка воспроизвести наблюдательные широтно-временные распределения для магнитного поля звезд путем выбора соответствующих значений и зависимости от координат и времени управляющих параметров может дать информацию о физике изучаемого процесса. Однако, при этом следует помнить, что физика процесса будет ограничиваться рамками выбранной модели. С другой стороны, не все наблюдаемые величины входят в модели динамо. Некоторые параметры солнечных циклов можно пытаться связать с величинами модели только косвенно и в некоторых случаях эта связь бывает довольно спорна. Поэтому анализ различных характеристик наблюдательных бабтерфляй-диаграмм может оказаться полезным для такого сопоставления и для прояснения физики процесса генерации магнитных полей в небесных телах.

На основе анализа наблюдательных данных для 12-23 солнечных циклов (Royal Greenwich Observatory - USAF/NOAA Sunspot Data) были изучены различные параметры "бабочек Маундера". На основе наблюдательных данных для 12-23 циклов найдено, что величины BT/L и S находятся в линейной зависимости друг от друга, где B - среднее магнитное поле цикла, T - продолжительность цикла, S - мощность цикла, L - средняя широта солнечных пятен за цикл (среднее арифметическое от абсолютных величин средних широт по северу и югу). Обсуждается связь различных наблюдаемых величин с теорией ω -динамо.

ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕНТГЕНОВСКИХ КРИВЫХ БЛЕСКА АККРЕЦИРУЮЩИХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ

Просветов А.В., Гребенев С.А.

Институт космических исследований РАН

Научный руководитель: Гребенев С.А., д.ф.-м.н.

Институт космических исследований РАН

Кривые блеска в рентгеновском диапазоне от маломассивных двойных систем, содержащих черную дыру либо нейтронную звезду, обладают сильно изрезанной, во многом повторяющейся формой на временных масштабах от 0.01 до 10 с, что указывает на хаотические и возможно фрактальные свойства сигнала. Традиционно для получения информации о временных процессах, характеризующих аккреционное течение на компактный объект используется Фурье-анализ кривых блеска. Спектры мощности рентгеновских двойных систем обычно содержат "красный" низкочастотный шум, а иногда один или несколько пиков квазипериодических осцилляций (QPO), происхождения которых до сих пор не объяснено. Мы обнаружили, что наклон низкочастотного шума в спектре мощности связан с фрактальной размерностью сигнала, а присутствие в нем QPO значительно изменяет его фрактальные свойства в диапазоне 2-10 кэВ. Присутствие QPO в диапазоне 10-80 кэВ на фрактальные свойства сигнала влияет слабо. Также, нами установлено, что рентгеновское излучение от аккрецирующих нейтронных звезд и черных дыр обладает разными фрактальными свойствами, не смотря на сходство фурье-спектров этих объектов. Нам кажется, что фрактальный анализ рентгеновских кривых блеска аккрецирующих компактных объектов открывает новые перспективы в исследовании свойств этих удивительных объектов.

АККРЕЦИЯ НА ЧЁРНУЮ ДЫРУ РЭНДАЛЛ-СУНДРУМА

Ранну К.А.¹, Алексеев С.О.¹, Ерин Н.С.²

¹Государственный астрономический институт
имени П.К. Штернберга МГУ, rannu@xray.sai.msu.ru

²Физический факультет МГУ

Научный руководитель: Алексеев С.О., д.ф.-м.н.

Государственный Астрономический Институт
имени П.К. Штернберга МГУ

На сегодняшний день существует несколько способов наблюдения компактных объектов. Согласно современным данным, вокруг почти всех галактических ядер имеется аккреционный газовый диск. Наблюдение этих аккреционных дисков, а также дисков вокруг одного из компонент тесных двойных систем, является источником ценных астрофизических данных.

Как было показано ранее и другими исследователями, и нами [С.О. Алексеев, К.А. Ранну, Д.В. Гареева, ЖЭТФ, 140, 722 (2011)], наблюдаемые свойства аккреционного диска, в первую очередь, поток излучения и радиус последней устойчивой орбиты, зависят как от типа компактного объекта (чёрная дыра, кротовая нора), так и от модели гравитации, в рамках которой данное решение получено (ОТО, Бранс-Дикке и т.д.). Таким образом, наблюдение аккреции на компактные объекты может подтвердить, опровергнуть или ограничить ту или иную теорию расширенной гравитации.

Целью данного исследования является рассмотрение аккреции на чёрную дыру в рамках модели Рэндалл-Сундрума II (RSII). Эта модель описывает тонкую четырёхмерную асимптотически-плоскую мембрану (брану), погружённую в пятимерное пространство анти-де Ситтера (балк). При этом предполагается, что вся материя и три фундаментальных взаимодействия (сильное, слабое и электромагнитное) жёстко локализованы на бране и только гравитация может распространяться в балк вдоль дополнительного измерения. Модель RSII представляет интерес в связи с тем, что недавно было найдено сферически-симметричное решение для больших черных дыр (астрофизического масштаба), что может служить показателем жизнеспособности теории [S. Abdolrahimi, C. Cattoen, D.N. Page and S. Yaghoobpour-Tari, JCAP 06 039 (2013)]. В нашей работе исследованы излучение и другие свойства газового диска, образующегося при аккреции на чёрную дыру Рэндалл-Сундрума, описываемую решением Абдолрахими и др. (АСРУ) в зависимости от величины пятимерной космологической постоянной. Полученные результаты сравниваются со случаем Швацшильда, в который переходит решение АСРУ при больших отрицательных значениях пятимерной космологической постоянной.

Данное исследование является одним из первых шагов на пути подробного рассмотрения аккреции на компактные объекты этого и других типов.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОЭФФИЦИЕНТОВ КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА И МАГНИТОСЛОЯ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВ СПЕКТР-Р И THEMIS

Рахманова Л.С.¹, Рязанцева М.О.^{1,2}, Застенкер Г.Н.¹

¹*Институт Космических Исследований Российской Академии Наук
(ИКИ РАН), Москва, Россия*

²*Научно-исследовательский Институт Ядерной Физики имени Д.В.
Скобельцына Московского Государственного Университета имени
М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

Перед границей земной магнитосферы постоянно существует турбулентная переходная область – магнитослой. Любое возмущение плазмы и магнитного поля солнечного ветра будет видоизменено в магнитослое, прежде чем достигнуть магнитопаузы. В представленной работе, с целью оценить степень изменения структур при переходе из одной области в другую, проводится корреляционный анализ одновременных измерений плотности плазмы и модуля магнитного поля в солнечном ветре и в магнитослое на небольших ($<25 R_E$) расстояниях. Было обработано более 300 часов данных пары спутников проекта THEMIS и 79 часов данных пары спутников СПЕКТР-Р/THEMIS. Показано, что наибольшее влияние на уровень корреляции между параметрами солнечного ветра и магнитослоя оказывают такие факторы, как угол между нормалью к околоземной ударной волне и направлением межпланетного магнитного поля - θ_{BN} , амплитуды структур плазмы и магнитного поля, а также плотность плазмы солнечного ветра и модуль межпланетного магнитного поля. Показано также, что уровень корреляции между параметрами солнечного ветра и магнитослоя не зависит от расстояния между спутником в магнитослое и магнитопаузой.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ ОТКЛИКА СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ РЕНТГЕНОВСКОГО И ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ КОСМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ

Рожков Г.В.

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
egorrgv@mail.ru*

Научный руководитель: Июдин А.Ф., д.ф.-м.н.

НИИЯФ МГУ

В данной работе приводится анализ и классификация существующих методов использования комптоновского механизма рассеяния в гамма-астрономии, сравнение эффективности и выявление сильных и слабых сторон различных астрофизических приборов, основанных на этом механизме [1–5]. На примере проектируемого прибора INTERSONG демонстрируются методы и возможности компьютерного моделирования функций отклика детекторов, основанных на использовании сцинтилляционных кристаллов.

Для реализации симуляции физического эксперимента использовались программный пакет MEGAlib [6], ряд программ на языке C/C++, средства ROOT [7]. Вся работа велась в среде Linux с дистрибутивами Fedora 15-17.

Моделируемый прибор INTERSONG состоит из трёх основных частей: годоскопа, калориметра и антисовпадательной защиты. Годоскоп представляет собой 3D-стриповый детектор. Использовались сцинтилляционные волокна HC (стрипы) квадратного сечения толщиной 1.5 мм и длиной 14 см. Калориметр расположен под имиджером, представляет собой массив из 10×10 отдельных сцинтилляционных кристаллов LaBr₃(Ce) квадратного сечения со стороной 14 мм, высотой 30 мм. Предполагалось, что вся установка находится в вакууме. Прибор облучался моноэнергетическими фотонами (50, 100, 200, 500 кэВ и 1, 2, 5, 10, 25, 50, 100 МэВ) от далёкого точечного источника, при этом проходящий фронт частиц почти плоский.

В результате моделирования были получены следующие характеристики прибора: энергетическое разрешение составляет 5–12% для различных энергий, угловое разрешение улучшается от 15 до 7 градусов при росте энергии фотонов, эффективная площадь регистрации для диапазона исследуемых энергий 2–35 МэВ составляет 1–2 см² (эффективность 0.5– $\frac{1}{3}$ %). Сравнение с существующими аналогами показало необходимость дальнейшей модификации конфигурации прибора для улучшения его характеристик. Кроме того, разработан и описан ряд методов обработки данных, используемых при моделировании. Таким образом, на основе данной работы возможно моделирование функций отклика аналогичных приборов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Aprile E. et al.* The LXeGRIT Compton Telescope Prototype: Current Status and Future Prospects // Proc.SPIE Int.Soc.Opt.Eng. 2003. V.4851. P.1196–1208.
2. *Bloser P.F. et al.* The MEGA Advanced Compton Telescope Project // New Astron. Rev. 2002. V.46. Is. 8-10. P. 611–616.
3. *Boggs S.E. et al.* Overview of the Nuclear Compton Telescope // New Astron. Rev. 2004. V.48. Is.1–4. P.251–255.

4. *Diehl R.* The COMPTEL experiment on the NASA Gamma-Ray Observatory // *Space Sci. Rev.* 1988. V. 49. P.85–106.
5. *Mizumura Y. et al.* Development of a 30 cm-cube Electron-Tracking Compton Camera for the SMILE-II Experiment // *J. Instrumentation.* 2014. V. 9. Is.05. ID C05045.
6. *Zoglauer A. et al.* MEGAlib - Medium Energy Gamma-ray Astronomy Library // *New Astron. Rev.* 2006. V.50(7-8). P.629–632.
7. <https://root.cern.ch/drupal/content/root-users-guide-534> (ROOT User's guide).

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ РАССЕЙВАНИЯ В КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЕ ГИГАНТСКИМИ ИМПУЛЬСАМИ ПУЛЬСАРА В КРАБОВИДНОЙ ТУМАННОСТИ

Рудницкий А.Г.¹

*¹Астрокосмический Центр Физического Института им. П.Н. Лебедева
Российской Академии Наук (АКЦ ФИАН), almax1024@gmail.com*

Научный руководитель: Попов М.В., д.ф.-м.н.

*Астрокосмический Центр Физического Института
им. П.Н. Лебедева Российской Академии Наук (АКЦ ФИАН), Отдел
космической радиоастрономии, зав. лабораторией, и. о. зав. отд.*

Высокая плотность потока гигантских импульсов пульсара в Крабовидной туманности и компактность их источника являются подходящими критериями для интерферометрических наблюдений данного объекта на сверхдлинных проекциях базы.

В рамках научной программы «Радиоастрон», пульсар в Крабовидной туманности наблюдался для исследования эффектов рассеяния радиоизлучения на межзвездной среде. Впервые проводились радиоинтерферометрические наблюдения гигантских импульсов на наземно-космической базе до 150 000 км. Самые сильные импульсы были протектированы космическим радиотелескопом «Радиоастрон», как в режиме одиночной антенны, так и в режиме интерферометра. На основе полученных данных, были сделаны оценки параметров рассеяния.

Получена оценка расстояния до рассеивающего экрана, угловой размер рассеянного диска, а также время рассеяния. Все оценки были сделаны в предположении наличия одного тонкого рассеивающего экрана. Впервые для данного пульсара, были обнаружены значительные изменения формы кросскорреляционных функций для наземно-космических баз (проекции баз: от 4-х до 12 диаметров Земли).

СИНТЕЗ ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИХ И ЛОГИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ БОРТОВОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ НА БАЗЕ ВСТРОЕННОЙ РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ

Савкин Л.В.

*Аспирантура ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина», г. Химки
Филиал ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина», г. Калуга; android4.1@mail.ru*

Научные руководители: Ширшаков А.Е.¹, к.т.н.; Новичков В.М.², к.т.н., доцент

¹ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина», г. Химки

²Московский авиационный институт

(Национальный исследовательский университет), г. Москва

В докладе рассматривается проблема организации эффективного диагностического обеспечения бортовых информационно-измерительных и управляющих систем (ИИиУС) современных космических аппаратов (КА), связанная с низким уровнем контролепригодности высокоинтегрированной электронной компонентной базы (ЭКБ) в условиях многофакторных возмущающих воздействий при автоматическом анализе и идентификации технического состояния ИИиУС КА с заданной степенью точности.

В качестве основного подхода к решению данной проблемы исследуется возможность синтеза эффективных вероятностно-статистических и логических алгоритмов диагностики ИИиУС и их аппаратная реализация в составе реконфигурируемого вычислительного поля (РВП) системы функционального контроля и диагностики (СФКД), особенности аппаратно-программного построения и функционирования которой были рассмотрены в [2, 3].

Исследуются способы построения в РВП СФКД комбинированных диагностических тестов, включающих в себя аппаратную реализацию классических методов Байеса и последовательного анализа, методов корреляционной оценки регистрируемых и эталонных данных, методы сигнатурного анализа, логические методы (построение бинарных и тернарных деревьев поиска неисправностей и отказов ИИиУС), а также проведение диагностики фрагментов вычислительных подсистем ИИиУС путем их эквивалентного дублирования в РВП СФКД.

Приводится сравнительный анализ ЭКБ зарубежных и отечественных производителей, на основе которых возможна аппаратно-программная реализация реконфигурируемой СФКД ИИиУС КА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каляев И.А., Левин И.И., Семерников Е.А., Шмойлов В.И. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры. Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2008. - 397 с.
2. Савкин Л.В. О решении задач бортового диагностирования космических аппаратов с помощью реконфигурируемых вычислительных систем. **Технические науки — от теории к практике** / Сб. ст. по материалам XXXIX междунар. науч.-практ. конф. № 10 (35). Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. С.79-88.

3. Савкин Л.В. Разработка реконфигурируемой системы функционального контроля и диагностики космического аппарата. Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ им. Е.В. Арменского. Материалы конференции.-М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2015.-С. 201-202.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНОЙ ВСПЫШКЕ 12.06.2014 ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ IRIS И RHESSI

Садыков В.М.^{1,2}, **Косовичев А.Г.**^{3,4}, **Шарыкин И.Н.**¹,
Варгас Домингез С.⁵, **Струминский А.Б.**¹, **Зимовец И.В.**¹

¹ИКИ РАН, г. Москва, Россия, viacheslav.sadykov@gmail.com

²МФТИ, г. Долгопрудный, Московская обл., Россия

³NJIT, Нью-Джерси, США

⁴Исследовательский центр NASA Ames, Калифорния, США

⁵Национальный колумбийский университет, Богота, Колумбия

Научный руководитель: Зимовец И.В., к.ф.-м.н.

Институт Космических Исследований РАН

Представлены результаты анализа вспышки класса M1.0, произошедшей 12 июня 2014 года (SOL2014-06-12T21:12), по данным наблюдений с космических аппаратов IRIS (Interface Region Imaging Spectrograph) и RHESSI (Reuven Ramaty High-Energy Solar Spectroscopic Imager). IRIS получал изображения и УФ-спектры высокого разрешения для почти всей вспышечной области. В результате анализа наблюдений IRIS в различных спектральных линиях обнаружен хромосферный поток плазмы с большим красным смещением (порядка 100 км/с) непосредственно перед вспышкой. Нетепловая эмиссия линии C II к переходной области наблюдается во время импульсной фазы вспышки в нескольких пространственно-локализованных точках (с характерным размером 1 угловая секунда). Также найдено, что линия C II к испытывает преимущественно красное смещение до, во время и после импульсной фазы вспышки. Пик интегральной эмиссии горячей (10 МК) плазмы в линии Fe XXI 1354.1 А зафиксирован спустя примерно 5 минут после пика интегральной эмиссии линии C II к. Установлено, что линия Fe XXI испытывает голубое смещение по периметру области, что соответствует испарению хромосферной плазмы со скоростями порядка 50 км/с. Дополнительный анализ данных RHESSI согласуется с тем, что динамика верхней хромосферы, наблюдаемой IRIS, находилась в соответствии с моделью мягкого хромосферного испарения (gentle evaporation). Обсуждаются физические механизмы, которые могли привести к наблюдаемому хромосферному испарению.

НАУЧНО–ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ НАНОСПУТНИК “BELSAT MARK3”

**Саечников А.В., Мищенко Н.В., Павлович В.В., Саечников И.В.,
Черный В.Е.**

*Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, anton.
saetchnikov@gmail.com*

Четвертого июля 2014 года команда студентов и лицеистов БГУ запустила наноспутник “BelSat Mark3” с квадрокоптера недалеко от города Дубна Московской области в рамках третьего открытого чемпионата «CanSat в России». Аппарат предназначен для изучения нижних слоев атмосферы и поверхности Земли.

Основу спутника “BelSat Mark3” составляет дюралевый корпус, состоящий из четырех стоек и пяти горизонтальных направляющих. К верхней направляющей крепился парашют.

Компоновка спутника включает следующие модули и системы:

- система управления, сбора и обработки данных на микроконтроллере,
- система энергообеспечения (12 батареек типа cr123a),
- система связи радиолюбительского диапазона,
- GPS приемник,
- система спасения,
- система выпуска парашюта,
- полезная нагрузка (датчики изучения атмосферы),
- 2 видеокамеры с платами управления и фильтрами.

Технической задачей спутника являлась спасение его на высоте 200+-20 метров. Эту задачу выполняла специально разработанная система спасения, основанная на микроконтроллере Atmega32 и датчиках давления и температуры, а также система выпуска парашюта. Это позволило после свободного падения с высоты более 700 метров раскрыть парашют на высоте 250 метров от уровня Земли и мягко приземлиться.

Научной задачей спутника является изучение и определение степени озеленения поверхности земли, которая находится в области видимости спутника при помощи вегетационных индексов. Эта задача была реализована с помощью двух видеокамер с установленными красным и ближним инфракрасным фильтрами. В течение полета камеры с фильтрами снимали видео, которое обрабатывалось путем выделения наиболее четких кадров. Выбранные кадры обрабатывались в программной среде Matlab, с помощью которых были построены карты вегетационных индексов.

Второй научной задачей “Mark3” является изучение нижних слоев атмосферы. Данная задача была реализована с помощью внутренних и внешний датчик температуры, датчика давления, датчиков углекислого газа, угарного газа, озона и метана. Показания с датчиков передавались и обрабатывались на приемной станции собственной разработки. Для обработки принимаемых пакетов было разработано комплексное программное обеспечение для графического представления обработанной информации (в виде трехмерных карт распределения температуры, зависимостей давления, температуры и концентрации газов нижних слоев атмосферы от высот). Для построения зависимостей данных параметров от высоты использовались показания GPS приемника, в задачи которого также входила возможность быстрого определения местоположения спутника.

По результатам защиты проекта белорусская команда стала победителем в Высшей лиге среди команд из Российской Федерации.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ НАЗЕМНОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ИЗУЧЕНИЯ ТРАНЗИЕНТНЫХ РАЗРЯДОВ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВ С ОКОЛОЗЕМНОЙ ОРБИТЫ

Салеев К.Ю.^{1,2}, Гарипов Г.К.¹

¹НИИЯФ МГУ им. Д.В.Скобельцына, k.u.saleev@gmail.com

²Физический Факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

Научный руководитель: Гарипов Г.К., старший научный сотрудник

НИИЯФ МГУ им. Д.В.Скобельцына

Исследование природы транзиентных атмосферных явлений — новая задача для современной геофизики на ближайшие десятки лет. Транзиентные световые явления (в английской транскрипции TLE — transient luminous event) представляют собой импульсные разряды, которые происходят в мезосфере. В отличие от молнии эти разряды происходят не между облаком и землей или между облаками, а между верхней границей облака и ионосферой. Эти явления впервые зарегистрированы случайно с поверхности Земли при испытании видеокамер в конце 90-х годов. Явления происходят выше облаков на фоне засвечивающей вспышки молнии, поэтому наблюдения с поверхности Земли были безуспешными, несмотря на то, что необходимая фотоаппаратура уже существует более ста лет. Наиболее эффективные исследования этих явлений возможны с борта высотных самолётов или спутников. Для понимания электрических процессов в разряде необходимо синхронно с наблюдениями со спутников проводить и наземные измерения статических электрических полей и радиоизлучения вблизи разряда. Из-за короткого времени жизни и случайного характера эффективные исследования таких явлений возможны при круглосуточном глобальном наблюдении за атмосферой Земли, как с поверхности, так и с околоземной орбиты.

В рамках этой работы были предприняты шаги к исследованию транзиентных явлений с поверхности Земли для поддержки космических наблюдений. Был создан комплекс научной аппаратуры, включающий в себя детектор ультрафиолетового и красного излучения, прибора для регистрации молниевых разрядов по радиоизлучению и статических электрических полей, персонального компьютера для регистрации и обработки данных. Внедрён интерфейс удаленного доступа к установке, позволяющий в любой момент времени, находясь в любой точке и имея доступ в Интернет, корректировать работу установки и анализировать данные.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СПУСКА КРУПНОГАБАРИТНОГО ГРУЗА НА ПРИМЕРЕ ГОЛОВНОГО ОБТЕКАТЕЛЯ РКН “ПРОТОН-М”

Салопахин С.К., Мухаметов И.Ф., Петрашевская М.С.

*Омский государственный технический университет,
salopakhin@mail.ru*

Научный руководитель: Трушляков В. И., д.т.н., профессор

Омский государственный технический университет

Проблема сокращения размеров зон падения отработанных частей в последнее время приобрела особую значимость, так как вследствие разрушения блоков на отдельные фрагменты район рассеивания последних имеет значительную площадь, что вызывает трудности его согласования на региональном и государственном уровнях.

В процессе работы будут решены следующие задачи: аналитический обзор патентно-технической информации, разработка конструктивно-компоновочной схемы устройства, разработка математической и физической модели, проведение численных экспериментов, разработка предложений к проведению физического эксперимента.

Главной проблемой при решении указанных выше задач является установка и компоновка двигательной установки и парашюта т.к. они будут занимать часть объема внутри головного обтекателя, что приведет к уменьшению полезной нагрузки.

Основной идеей данной работы является разработка системы спуска створки головного обтекателя в заданный район падения на основе предлагаемых решений [1-2] и последующее осуществление спуска, с тем отличием, что спуск будет осуществляться с помощью парашютной системы и 2-х двигателей малой тяги, конструктивные параметры которых, будут основаны на использовании воздействия газов на пограничной для формирования заданных управляющих воздействий [3].

Постановка задачи

Ведется разработка возможных вариантов технологических, схемных и проектно-конструкторских решений по системе спуска створок головного обтекателя. Планируется моделирование процессов, происходящих в атмосфере в момент отделения створок и спуска в заданный РП и проведение численных экспериментов.

Выводы

Предлагаемая работа носит поисковый характер и направлена на повышение эффективности ракетно-космической деятельности за счет разработки специализированной системы спуска, которую можно использовать не только в ракетно-космической технике, но и при десантировании грузов с требованием по повышенной точности в труднодоступные районы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2206476 Российская Федерация. Парашют для отделяемой головной части реактивного снаряда / А. Г. Батов, А. Н. Базарный, Г. В. Калюжный; Государственное унитарное предприятие “Государственное научно-производственное предприятие “Сплав” - № 2001107106/02 ;заявл. 20.03.2001; опублик. 27.11.2001.
2. Пат. 2086903 Российская Федерация. Способ спуска в атмосфере отделяемого от гиперзвукового летательного аппарата элемента, обладающего

аэродинамическим качеством, и устройство для осуществления способа / В. А. Болотин, С. В. Борзых, Л. С. Григорьев. ; Ракетно-космическая корпорация "Энергия" им. С. П. Королева - № 2086903/02 ; заявл. 29.06.1995 ; опубл. 10.08.1997.

3. Краснов, Н. Аэродинамика тел вращения / Н. Краснов. - М. : Машиностроение, 1964. - 573 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО ДАННЫМ LANDSAT

**Самофал Е.В.¹, Авторы Самофал Е.В., Барталев С.А.¹,
Плотников Д.Е.¹, Колбудаев П.А.¹, Антонов С.А.²**

¹ИКИ РАН, samofal.ltd@d902.iki.rssi.ru

²ФГБНУ "Ставропольский научно-исследовательский институт сельского хозяйства"

Научный руководитель: Барталев С.А., д.т.н.

ИКИ РАН

Распознавание сельскохозяйственных культур по данным дистанционного зондирования относится к числу важных практических и научных задач. Решение этой задачи, в значительной степени, основано на использовании временных рядов спутниковых данных, позволяющих характеризовать сезонные различия динамики спектрально-отражательных характеристик различных культур. В настоящей работе исследованы возможности распознавания сельскохозяйственных культур по разновременным спутниковым изображениям Landsat. Тестовым регионом служил Ставропольский край, входящий в состав глобальной сети тестовых участков JECAM, созданной для проведения экспериментов по использованию спутниковых данных для сельскохозяйственного мониторинга. В качестве данных для обучения и валидации классификационных алгоритмов использовались наземные сведения о 495 тестовых полях, на основе которых была создана опорная и контрольная выборки, каждая из которых содержит примерно по 50% от общего числа полей каждой культуры. Классификация выполнялась на основе композитных разносезонных (весна, лето и осень) изображений Landsat за 2014 год, предварительно очищенных от влияния мешающих факторов (облачность, тени от облаков, снежный покров). В работе использованы методы распознавания с обучением на основе критериев максимума правдоподобия и расстояния Махаланобиса. Было выделено 13 типов сельскохозяйственных угодий, в том числе озимая пшеница, подсолнечник и кукуруза. Для оценки точности применялся подход, включающий построение матрицы перепутывания классов на основе сопоставления результатов распознавания и опорных данных.

Наилучшая общая точность была получена при классификации по правилу Махаланобиса (89%). Значение критерия каппа Коэна, позволяющего учитывать случайный характер оценки точности классификации, составило 86%. Полученные результаты свидетельствуют о возможности распознавания с достаточной для практики точностью таких классов, как поля, занятые кукурузой, озимой пшеницей и рапсом, подсолнечником, и полями в состоянии чистого пара. Полученные карты использованы для разработки карты сельскохозяйственных культур Ставропольского края по состоянию на 2014 год.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФРОНТОВ МЕЖПЛАНЕТНЫХ УДАРНЫХ ВОЛН, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ ПРИБОРОМ БМСВ НА СПУТНИКЕ СПЕКТР-Р

Сапунова О.В.^{1,2}, Бородкова Н.Л.¹, Застенкер Г.Н.¹

¹ *Институт космических исследований российской академии наук, sapunova_olga@mail.ru*

² *Московский физико-технический институт (государственный университет)*

Научный руководитель: Застенкер Г. Н., д. ф.-м. н.

Институт космических исследований российской академии наук

В последние десятилетия было собрано и обработано большое количество данных по межпланетным ударным волнам в солнечном ветре. Временное разрешение для магнитных параметров солнечного ветра достигает 0,01 секунды и выше. Но для плазменных параметров подобного разрешения удалось добиться относительно недавно на приборе БМСВ спутника Спектр-Р[1].

На данный момент зарегистрировано более 25 событий на спутнике Спектр-Р. Данные дополняются со спутника WIND. Для событий, зарегистрированных на 4-х и более спутниках, были вычислены нормали к фронту межпланетной ударной волны. По параметрам плазмы и магнитного поля солнечного ветра были вычислены характеристики фронта межпланетной ударной волны: θ_{BN} (угол между нормалью к фронту и магнитным полем), Mms (магнитозвуковой Мах), β (отношение магнитного давления к тепловому давлению). Построены гистограммы перечисленных параметров.

Длительность фронта межпланетной ударной волны была определена как по магнитному полю (в случае наличия данных с высоким временным разрешением), так и по прибору БМСВ, имеющего временное разрешение 0,031 с для параметров плазмы. Для большинства событий эта величина составила менее 1 с. По этим данным определена толщина фронта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dimitrov V.I. The maximum Kinetic Mechanism and Rate Constants in the H_2-O_2 System // React. Kinetic Catal. Lett. 1977. V. 7, N 1. P. 81–86.
2. Starik A.M [at al.] The promotion of ignition in a supersonic H_2 -air mixing layer by laser-induced excitation of O_2 molecules // Numerical study Combust. Flame. 2009. V. 156, N 8. 1652 p.
3. Сокольник А.С. [и др.] Детонация в газовых смесях // Журнал физ. химии. 1934. Т. 5, № 2. С. 1459–1463.
4. Коган М.Н. Динамика разреженного газа. М.: Наука, 1967. 289 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ МЕТОДОМ БЫСТРЫХ ИСКАЖЕНИЙ

Сафонов С.И.^{1,2}, Петросян А.С.^{1,2}, Тарасевич С.В.¹

¹Институт космических исследований РАН, safons25@gmail.com

²Московский физико-технический институт

Научный руководитель: Петросян А.С., д. ф.-м. н., профессор

Институт космических исследований РАН

Работа посвящена исследованию энергетического спектра турбулентного течения космической плазмы в приближении магнитной гидродинамики с помощью метода быстрых искажений. Теория быстрых искажений турбулентности является методом линейного анализа для вычисления турбулентных течений, изменяющихся под действием крупномасштабных градиентов скорости потока, магнитного поля, граничных поверхностей, массовых сил. Основное предположение этой теории состоит в том, что поле турбулентности реагирует на некоторый внешний эффект настолько быстро, что инерция и силы вязкости, действующие на течение, производят только незначительные изменения в распределении скоростей. Таким образом, предполагается, что реакция на этот внешний эффект происходит в интервале времени малом по сравнению со временем вырождения турбулентности. Это делает задачу линейной и позволяет записать замкнутые уравнения для вторых моментов турбулентного течения. В работе теория быстрых искажений впервые разработана для несжимаемых неоднородных магнито-гидродинамических течений космической и астрофизической плазмы и сформулированы условия ее применимости. Получены соотношения, позволяющие по известным начальным и граничным условиям рассчитать значения флуктуаций поля скорости и напряженности магнитного поля в любой точке пространства для любого момента времени.

Мы изучаем турбулентное течение плазмы в приближении магнитной гидродинамики при наличии внешнего магнитного поля и вращения. Для исследования течений такой жидкости применяется статистический подход: магнитное поле и поле скорости представляются в виде суммы средней и флуктуирующей компонент. Затем уравнения усредняются, приводя к системе уравнений Рейнольдса. Получающаяся система уравнений не является замкнутой из-за наличия тензора напряжений и подобных ему слагаемых (вторые моменты). Для замыкания системы уравнений применяется метод быстрых искажений.

Мы рассматриваем возмущения магнитного поля и поля скоростей, характерное время действия которых много меньше характерного времени взаимодействия флуктуаций друг с другом. На таких временах нелинейными членами в полученных уравнениях для флуктуаций скорости и магнитного поля можно пренебречь, оставив только слагаемые, описывающие воздействие среднего поля на флуктуации. Показано, что даже при сильной нелинейности, многие свойства турбулентности можно качественно исследовать используя такую линейную теорию.

К полученной системе линейных уравнений на флуктуации применяется трехмерное преобразование Фурье, выводятся уравнения, описывающие эволюцию волнового вектора и спектров флуктуаций скорости и магнитного поля. Перейдя в систему отсчета, связанную со средней скоростью, уравнение эволюции волнового вектора можно решить для заданных конфигураций среднего течения и магнитного поля. Подстав-

ляя решение в уравнения на спектры флуктуаций, получаем замкнутую систему уравнений. Проводится вывод и анализ энергетических спектров флуктуаций скорости и магнитного поля. Показана динамика изменения формы спектра во времени.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО ТЕПЛООБМЕНА В ДИСПЕРСНЫХ ПОТОКАХ БЕСКАРКАСНЫХ СИТЕМ ОТВОДА НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА В КОСМОСЕ

Сафронов А.А.

ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша», safrandrey@gmail.com

Мощность энергетических установок (ЭУ) современных космических аппаратов (КА) не превышает нескольких десятков киловатт. Для решения ряда задач, актуальных для XXI века, требуется принципиально больший уровень энергопотребления. Приемлемые микрометеоритную устойчивость и удельные массогабаритные характеристики таких ЭУ обеспечивает использование капельного холодильника — излучателя (КХИ). Идея КХИ заключается в радиационном отводе тепла с нагретого капельного потока. Метод создания капельного потока основан на использовании явления капиллярного распада. Сбор остывшего капельного потока и замыкание контура осуществляется с помощью сборного устройства.

Для обеспечения высокого значения КПД ЭУ КА необходимо использовать КХИ, предназначенные для сброса низкопотенциального тепла (температура потока порядка 400К). Ранее моделирование радиационного теплообмена в дисперсных потоках проводилось для высокопотенциальных бескаркасных систем отвода тепла в космосе (температура потока порядка 1000К). В данной работе предложен метод моделирования радиационного теплообмена в дисперсных потоках бескаркасных систем отвода низкопотенциального тепла в космосе. Метод основан на решении самосогласованной задачи остывания капельного потока. Поле теплового излучения рассчитывается с помощью функции распределения коэффициента переоблучения. Исследование взаимодействия дисперсной среды с полем теплового излучения производится на основе уравнений, описывающих процесс остывания отдельной капли, подверженной внешнему излучению. Предложен метод конструирования капельного потока, обладающего заданными радиационными свойствами, основанный на понятии структуры капельного потока.

ВЛИЯНИЕ УКЛАДКИ СЛОЕВ В ПАКЕТЕ НА ВЕЛИЧИНУ ПОГИБИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Семенцова А.Н.

МВЗ им. М.Л.Муля, e-mail: sane4ka_sn@mail.ru

Научный руководитель: Дудченко А.А., профессор, д.т.н.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

Композиционные материалы (КМ) находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Прочностные свойства композитов используются при проектировании, прочностных расчетах и изготовлении узлов и агрегатов из КМ. Высокий модуль упругости и высокая удельная прочность обеспечивают композитным материалам преимущества при эксплуатации летательных аппаратов в условиях сложного нагружения. Эти преимущества в полной мере могут быть использованы при условии создания интегральной конструкции. Методология изготовления таких конструкций позволяет получить сложную высоконагруженную композитную конструкцию с большим числом входящих в нее элементов без механической подгонки деталей, сверления отверстий и установки механического крепежа. Интегральные конструкции могут обеспечить существенное снижение массы с одновременным повышением жесткости, прочности и технологичности.

Однако одной из важнейших проблем производства изделий из КМ является возникновение технологических остаточных деформаций. Они возникают при изготовлении изделий вследствие отличия температурных коэффициентов вдоль и поперек волокон в многослойных структурах, неоднородности структуры.

Целью данной работы является исследование влияния расположения продольных и поперечных слоев, укладок слоев $\pm 45^\circ$ в пакете и наличия конструктивных элементов на перемещения, возникающие вследствие технологического процесса. Задачей проводимых расчетов является обеспечение теоретической формы изделий после технологического процесса, исследование величины поволодок по длине и контуру конструкции. Для описания температурных деформаций и перемещений в основу положен вариационный метод В.З. Власова с добавлением функции, учитывающей деформацию сечения, численное решение проводится с использованием математического пакета Matlab.

Вопросы поволодок при температурном воздействии на объемные коробчатые конструкции исследуются впервые. Практически данная методика может быть использована при создании реальных конструкций интегрального типа (панель, лонжерон, нервюра) таких, как элемент кессона крыла, горизонтального и вертикального оперения при отсутствии одной панели. Технологически конструкции могут изготавливаться методами вакуумной инфузии, RTM методом (Resin Transfer Moulding), препреговой технологией. Полученные результаты позволят внести корректировку в структуру материала и конструкцию в технологическом процессе изготовления.

В качестве примера был рассмотрен кессон коробчатой структуры с разными вариантами укладки пакета КМ.

Проанализировав полученные результаты можно заключить, что на появление погиби в конструкции влияет:

1. Нарушение симметрии в конструкции;
2. Наличие поперечных слоев в укладке композита;
3. Наличие конструктивных элементов (стрингеры, жгуты с разным коэффициентом линейного температурного расширения).

ИМИТАТОР ВНЕШНИХ ТЕПЛОВЫХ УСЛОВИЙ НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕЛЬТЬЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ КОСМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ

Сербинов Д.В.

ИКИ РАН, Serbinov@iki.rssi.ru

Научный руководитель: Семена Н. П., к.т.н.

ИКИ РАН

При наземной экспериментальной отработке космических научных приборов требуется воспроизведение окружающих тепловых факторов, в том числе окружающего теплового фона. Для этих целей используются вакуумные камеры с криогенными экранами, охлаждаемые, как правило, жидким азотом.

Однако, далеко не для всех приборов необходим криогенный уровень окружающих температур. Для аппаратуры, размещенной в глубине конструкции КА, достаточно создать окружающий тепловой фон, соответствующий температуре от 0 до минус 60 °С.

Для имитации таких тепловых режимов в ИКИ РАН создана вакуумная камера объемом 200 л с экранами, охлаждаемыми элементами Пельтье, в которой были успешно проведены испытания аппаратуры для космического аппарата «Спектр-РГ».

Дополнительными преимуществами данной установки являются возможность создания для приборов анизотропных окружающих тепловых условий, возможность точного управления температурой тепловых экранов и ее быстрого изменения.

СПЕКТР И АНИЗОТРОПИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В МОДЕЛИ НЕЛОКАЛЬНОЙ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ДИФФУЗИИ

Сибатов Р.Т.

Ульяновский государственный университет

Научный руководитель: Учайкин В.В., д.ф.-м.н.

Ульяновский государственный университет

В работах Блази и Амато [1] рассматривается диффузионное распространение космических лучей (КЛ) в Галактике с учетом пространственно-временного распределения источников, диффузии в гало и расщепления ядер. На основе модели рассчитывается энергетический спектр, химический состав и анизотропия галактических КЛ в околоземном пространстве. Коэффициент диффузии задается зависящим от энергии по степенному закону. Крупномасштабное распределение остатков сверхновых в Галактике моделируется согласно наблюдаемому распределению пульсаров с учетом и без учета спиральной структуры Галактики.

В данной работе проведены аналогичные расчеты, но в рамках модели нелокальной релятивистской диффузии с учетом временной зависимости энергии частиц и продолжительного действия источников. Для расчета применяется формализм пропагаторов (функций Грина), выражающихся через дробно-устойчивые распределения [2]. Используемые пропагаторы являются решениями уравнения аномальной диффузии, содержащего материальную производную дробного порядка [2]. Введение нелокального оператора связано с турбулентным характером межзвездного магнитного поля, ускоряющим диффузию [3, 2]. Аналитические результаты сопоставляются с моделированием методом Монте-Карло и решениями модели нормальной диффузии, представленными в [1].

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 13-01-00585).

ЛИТЕРАТУРА

1. Blasi P., Amato E. // J. Cosmology Astroparticle Phys. 2012. V.010. P.011.
2. Учайкин В. В. // УФН. 2013. Т.183(11). С.1175.
3. Зеленый Л. М., Милованов А. В. // УФН. 2004. Т.174(8). С.809.

О ТРЕХМЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ МАГНИТОРОТАЦИОННОЙ СВЕРХНОВОЙ

Скиба Е.А.

Институт космических исследований РАН, evgenii_skiba@iki.rssi.ru

Научный руководитель: Моисеенко С.Г., д.ф.-м.н.

Институт космических исследований РАН

Выяснение механизмов взрыва сверхновых различных типов является одной из актуальных проблем современной астрофизики. Для сверхновых типа Ia этот механизм, на сегодняшний день, считается в целом ясным. Сложнее дело обстоит со сверхновыми с коллапсирующим ядром (типов Ib, Ic и II). Взрыву таких сверхновых предшествует коллапс ядра, вызванный выгоранием термоядерного топлива. Одним из вариантов дальнейшего развития взрыва является нейтринный механизм, однако расчёты по этой модели либо не приводят к взрыву, либо энергия такого взрыва оказывается слишком мала.

Другим возможным механизмом развития взрыва, о котором и пойдет речь, является магниторотационный механизм, предложенный Г.С. Бисноватым-Коганом. Его идея состоит в преобразовании энергии вращения ядра в энергию разлёта оболочки звезды посредством магнитного поля. Ввиду чрезвычайной сложности задачи, единственным способом её исследования является численное решение соответствующих уравнений. Проведённые ранее одномерные и двумерные моделирования по данному механизму подтвердили, что он приводит к возникновению взрыва сверхновой в широком диапазоне начальных параметров, а энергия взрыва близка к наблюдаемой.

Однако двумерная модель не позволяет рассмотреть случай, когда ось вращения звезды и ось магнитного поля не совпадают. Кроме того, двумерные моделирования показали, что в процессе развития взрыва возникает так называемая магниторотационная неустойчивость, приводящая к ускорению развития взрыва. Максимально корректное изучение этой неустойчивости возможно только в трехмерной постановке задачи. Таким образом, существует необходимость в построении трёхмерной схемы для моделирования взрыва.

В докладе будет рассказано о построении операторно-разностной численной схемы на тетраэдрической сетке для такого моделирования, которая является, по сути, одним из вариантов метода конечных элементов. Основным преимуществом такой схемы по сравнению с простыми конечно-разностными схемами на прямоугольных сетках является отсутствие выделенных направлений, вдоль которых возможно развитие чисто численных эффектов. Это позволит, в случае возникновения джетов, быть уверенным в физичности их природы. Кроме того, огромные перепады плотности и других параметров в задаче требуют от сетки хорошей адаптивности.

Использование такой схемы будет проиллюстрировано на примере решения задачи о расчете гравитационного потенциала самогравитирующего облака, которая является важной частью решения полной МГД-задачи о взрыве коллапсирующей сверхновой. Отдельное внимание будет уделено использованию параллельных алгоритмов в данной задаче, в частности, распараллеливанию с использованием GPU.

МЕЖДУНАРОДНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ ПРАВО: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА (ЛЕКЦИЯ)

Солнцев А.М.

*Заместитель заведующего кафедрой международного права
Российского университета дружбы народов, доцент,
кандидат юридических наук,
a.solntsev@gmail.com*

Международное космическое право — это совокупность специальных норм современного общего международного права, регулирующих отношения государств между собой, с международными межправительственными организациями, взаимоотношения таких организаций в связи с осуществлением ими космической деятельности, а также устанавливающих международно-правовой режим такой деятельности в пределах космического пространства, Луны и других небесных тел.

За последнее время на наших глазах происходят большие изменения как в масштабах и характере космической деятельности, так и в составе ее участников. Все более настойчиво заявляют о себе те, кто в Договоре по космосу 1967 г. именуется неправительственными юридическими лицами, — частные компании и негосударственные организации, занимающиеся космической деятельностью с целью получения коммерческой прибыли. С другой стороны, нарастает угроза еще более широкого использования космоса в военных целях вплоть до размещения в нем различных видов оружия. Эти процессы требуют адекватного правового реагирования на международном и внутригосударственном уровнях при строгом соблюдении основополагающих принципов международного космического права, роль которых в регулировании космической деятельности по-прежнему остается очень важной. В ряде стран развивается национальное космическое законодательство. В 2012 г. на дипломатической конференции в Берлине был принят и открыт для подписания «Берлинский протокол» — первое международное соглашение по частному праву, регулирующее некоторые финансовые вопросы, связанные с коммерческой космической деятельностью. В области ограничения военной деятельности в космосе большой резонанс получил предложенный совместно Россией и Китаем на Конференции по разоружению проект Договора о предотвращении размещения оружия в космическом пространстве, применения силы или угрозы силой в отношении космических объектов.

Среди насущных задач космического права нельзя не упомянуть проблему возрастающего загрязнения ближнего космоса отходами космической деятельности — отработавшими аппаратами, ракетами и их частями, представляющими опасность для жизни и работы в космосе. Решение технически сложной задачи уменьшения загрязнения космической среды, так же как и некоторых других проблем, связанных с обеспечением устойчивого развития космической деятельности, требует широкого международного сотрудничества и применения различных по своей природе методов регулирования, не только правовых, но и менее формализованных.

Однако в целом договорно-правовой путь решения принципиальных вопросов космической деятельности не может быть заменен принятием необязательных для исполнения международных правил, а по существу рекомендаций, нарушение которых не влечет за собой международно-правовой ответственности. Между тем иногда предпринимаются попытки направить именно по этому пути почти все дальнейшее регулирование космической деятельности.

КАЛИБРОВКА СИСТЕМЫ ДАТЧИКОВ ГИДА ТЕЛЕСКОПА Т-170М ПРОЕКТА «СПЕКТР-УФ»

Воронков С.В., Никитин А.В., Строилов Н.А.

Институт космических исследований РАН, stroilov@iki.rssi.ru

Для работы системы датчиков гида (СДГ) перед началом сеансов наблюдения необходимо производить калибровку системы. Калибровка разделяется на три этапа: 1) построение системы координат СДГ (СК СДГ); 2) привязка СК СДГ к осям исполнительных органов телескопа; 3) определение положения научных приборов в СК СДГ.

Под построением СК СДГ понимается определение пространственного положения плоскостей трёх ПЗС-матриц датчиков гида (ДГ) относительно друг друга и относительно задней узловой точки телескопа Т-170М. Определение положения научных приборов и привязка СК СДГ к осям исполнительных органов необходимы для осуществления маневрирования телескопа и наведения на наблюдаемых объект за минимальное число итераций.

Калибровка выполняется по богатым участкам звёздного неба путем обработки изображений, полученных с каждого датчика гида при стабилизации телескопа.

На первом этапе выполняется расчёт шестнадцати параметров СК СДГ: для каждой ПЗС-матрицы ДГ определяются три угла вращения и две координаты их центров, а также рассчитывается общее фокусное расстояние системы. В качестве первых приближений берутся данные наземных стереоизмерений системы.

На втором этапе производится последовательное маневрирование каждым исполнительным органом телескопа и приём кадров с СДГ. В результате вычисляются проекции осей вращения каждого из четырёх двигателей-маховиков КА на оси СК СДГ.

Третий этап выполняется для каждого научного прибора. Калибруемый прибор наводится на однозначно идентифицируемый объект, телескоп стабилизируется, после чего определяются координаты научного прибора в СК СДГ.

Полученные в результате калибровки значения загружаются в СДГ и в систему управления движением КА перед началом сеанса наблюдения, а также используются в программном обеспечении наземного научного комплекса.

Отладка процедуры калибровки, оценка её точности и стабильности производилась на телескопе Цейсс-1000 Специальной астрофизической обсерватории РАН.

РЕЗУЛЬТАТЫ СПУТНИКОВОЙ ОЦЕНКИ ГИБЕЛИ ЛЕСОВ РОССИИ ОТ ПОЖАРОВ

Стыценко Ф.В.

Институт космических исследований РАН, fedor@d902.iki.rssi.ru

Научный руководитель: Барталев С.А., д.т.н.

Институт космических исследований РАН

На основе разработанного в ИКИ РАН метода, выполнена инструментальная оценка площади ежегодной гибели лесов России от пожаров на основе спутниковых данных. Полученные данные, охватывающие период 2006-2013 гг., впервые позволили объективно оценить масштабы и многолетнюю изменчивость пирогенной гибели лесов, которая, как показали результаты проведенных исследований, характеризуется устойчивым нарастанием в последние годы. Проведенный анализ сезонных различий в характере последствий воздействия лесных пожаров свидетельствует, что к наибольшим разрушениям лесов приводят летние пожары с достижением максимума степени повреждения насаждений в июле. При этом весенний период характеризуется наибольшим вкладом в общую пройденную огнем площадь лесов. Выявлены существенные различия в масштабах пирогенных повреждений лесов в зависимости от древесной породы. Установлено, что в породной структуре площади погибших насаждений доминируют лиственничники, в то время как лиственные породы подвержены деструкции от воздействия огня в наименьшей степени. Оценка доли пирогенной гибели в пройденной огнем площади лесов различных пород, которая может служить критерием их пожароустойчивости, показала, что темнохвойные леса обладают наименьшим, а лиственные леса - наибольшим уровнями устойчивости к деструктивному воздействию огня.

Полученные результаты могут быть использованы для выработки оптимальных стратегий организации охраны лесов России от пожаров, направленной на минимизацию потенциального ущерба их ресурсному потенциалу, а также для проведения исследований в области влияния пирогенного фактора на биосферные функции лесов.

РАССМОТРЕНИЕ ГЕНЕРАЦИИ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ С ПОМОЩЬЮ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ОБНАРУЖЕНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ЦИКЛОГЕНЕЗОМ И ИНДЕКСОМ ЮЖНОЙ ОСЦИЛЛЯЦИИ

Судаков А.И.

Институт космических исследований РАН, djoserspyramid@gmail.com

Научный руководитель: Шарков Е.А., д. ф.-м. н.

Институт космических исследований РАН

Тропические циклоны представляют собой достаточно устойчивые вихревые структуры, образующиеся в тропической зоне системы океан-атмосфера. Согласно современным представлениям, тропические циклоны играют одну из ключевых ролей в парниковом эффекте, перемещая избыточную энергию в умеренные широты.

В данной работе рассматривается метод анализа генерации тропических циклонов, где каждый циклон представляет собой сигнал, образованный импульсами (каждый из которых представляет отдельный циклон) с амплитудой пропорциональной кинетической энергии и соответствующей длительностью и моментом появления. Полученный сигнал рассматриваем через функцию накопления, а также подвергаем вейвлет-преобразованию. Полученные результаты анализируем. Также рассматривается связь сигнала с индексом южной осцилляции (SOI).

АНАЛИЗ ПРОХОЖДЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН НА ИОНОСФЕРНЫЕ ВЫСОТЫ

Суслов А.И., Ерохин Н.С.

РУДН, ИКИ РАН

На основе численных расчетов лучевых траекторий рассмотрено прохождение внутренних гравитационных волн (ВГВ) из тропосферы через вертикально неоднородные ветровые структуры до ионосферных высот. ВГВ могут возбуждаться в тропосфере за счет различных процессов включая сейсмическую активность. При достижении ионосферных высот они могут значительно усилиться по амплитуде вследствие существенного снижения плотности нейтральной составляющей среды. В результате на ионосферных высотах могут возникать предвестники и индикаторы как сейсмических событий, так и других кризисных явлений в приземной атмосфере. Для различных вариантов выбора параметров ВГВ и ветровых структур изучены особенности лучевых траекторий, связанные с возникновением на трассе распространения ВГВ слоев горизонтального и вертикального отражений волн, а также критического слоя, в окрестности происходит сильное уменьшение вертикальной компоненты групповой скорости ВГВ за счет роста вертикальной компоненты волнового вектора, а также резко возрастает поглощение волны за счет вязкости. Показано, что для достаточно крупномасштабных внутренних гравитационных волн (с характерными длинами волн порядка десятков километров) возможно их прохождение из тропосферы до ионосферных высот. Для мелкомасштабных ВГВ их прохождению в ионосферу препятствуют слои вертикального отражения и критические слои. Вычислены характерные величины горизонтального смещения ВГВ по достижении ионосферных высот, что определяет взаимное расположение источника ВГВ и создаваемого им ионосферного возмущения. Показано, что это смещение сильно зависит от параметров ВГВ и неоднородности ветровых потоков и может достигать больших значений, порядка тысяч километров.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСОКОКОЭРЦИТИВНЫХ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

Тарасов Н.Г., Айгузина В.В., Вавилов В.Е.

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» nikolay.tarasov.1994@yandex.ru

В настоящее время современные жидкостные ракетные двигатели (ЖРД) запускаются при помощи пиротурбины. Пиротурбинный способ запуска ЖРД является отработанным, стабильным, экологически вредным и опасным. В связи с этим актуальной задачей является замена пиротурбинного способа запуска другими, менее опасными и экологически вредными.

Известно, что на сегодняшний день из всего многообразия запуска, наиболее экологически чистым и менее опасным является электрозапуск. Применение электрозапуска, помимо безопасности и экологической чистоты, имеет ещё одно преимущество – генерирование электрической энергии после процесса запуска ЖРД, что при пирозапуске осуществить невозможно [1].

Наиболее эффективным является применение СГ с высококоэрцитивными постоянными магнитами (ВПМ) марки SmCo и NdFeB, при этом необходимо учитывать, что они зависят от температуры.

Использование аналитических функций для расчёта зависимости индукции в воздушном зазоре СГ с ВПМ от его температуры, а, следовательно, и его мощности, может являться причиной значительной погрешности. В связи с этим целью данной работы является исследования влияние температуры ВПМ на индукцию в воздушном зазоре СГ с ВПМ.

Для решения поставленной задачи был изготовлен магнитопровод С-образной формы, выполненной из стали 2311 и ВПМ SmCo марки УХ20, характеристики магнита $j_H=1273$ кА/м, $B_{Hc}=557$ кА/м, $Br=0.82$ Тл, $(B_H)_{max}=128$ кДж/м³, установленного в воздушном зазоре магнитопровода.

В результате конвективного нагревания ВПМ, было выявлено, что при увеличении температуры с 20 до 220 С⁰, индукция в воздушном зазоре магнитопровода линейно убывает от 0,62 до 0,44 Тл, а при увеличении температуры с 220 до 250 С⁰, индукция резко убывает от 0,44 до 0,23 Тл, то есть при увеличении температуры ВПМ с 20 до 220 С⁰ можно прогнозировать снижение мощности устройств с ВПМ на 30%, а при увеличении температуры с 220 до 250 С⁰ в 3,25 раза.

Полученные результаты могут быть использованы на практике при проектировании СГ с ВПМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов А.И. Магнитоэлектрический стартер-генератор в системе электроснабжения самолетов нового поколения, // Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н., Чебоксары, 2010г.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНЫХ БУРЬ НА СБОИ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ GPS В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ.

Захаров В.И.^{1,2}, Ясюкевич Ю.В.², Титова М.А.³

¹Физический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова, г.Москва, Россия
zvi_555@list.ru

²ИСЗФ СО РАН, г.Иркутск, Россия

³ИЗМИРАН им. Н.В. Пушкова, Москва, Россия

Спутниковые навигационные и связанные системы являются неотъемлемой частью инфраструктуры современного общества, требования к оперативности и надежности которой в последнее время возрастают. Особенно это справедливо при освоении новых или удаленных территорий с неразвитой в силу целого ряда причин инфраструктурой. Анализ работы навигационных и связанных систем показывает, что в настоящее время надежность их функционирования определяется не только и не столько аппаратными сбоями, но все в большей степени влиянием различных гео- и гелиофизических факторов, т.е. космической погодой, что сильнее проявляется в высоких широтах, например, в Арктике.

В работе рассмотрены различные сильные геомагнитные возмущения (магнитные бури амплитудой 1500-2500 нТл) 2010-2014 г.г. для ряда групп станций Арктического региона, расположенных севернее 55°N. Нами проанализирована динамика проявления сбоев системы GPS в значительный временной период (до 1 месяца) вокруг даты изучаемого геомагнитного возмущения. В рассмотрении использованы данные 97 станций сети IGS, из которых особое внимание уделено цепочкам станций, ориентированным преимущественно в северном направлении на территории Аляски, Канады, Северной Европы. Это позволило впервые изучать динамику роста влияния высокоширотной ионосферы на принимаемый спутниковый сигнал. В качестве сбоев обсуждаются явления «инструментальной» потери фазы и псевдодальности, а также кратковременные вариации регистрируемого полного электронного содержания (ПЭС), величины которых не могут нести физического смысла и объясняться процессами в ионосфере и магнитосфере. Полученные данные о появлении сбоев сопоставляются не только с поведением высокоширотных геомагнитных индексов AE и AL, но и с непосредственными регистрациями магнитного поля и измерениями поглощения, рост которого является одной из основных причин появления сбоев. Проанализированы изменения вероятности для сбоев различных типов, получены количественные оценки влияния геомагнитного возмущения. Так, вероятность фазового сбоя по частоте L2 даже в спокойных условиях приема больше в несколько раз, чем по частоте кода захвата L1. Наличие геомагнитного возмущения приводит к росту этой величины в 5-20 раз для рассмотренных магнитных бурь. Частоты сбоев при определении ПЭС значительно – в 100 раз – больше, чем чисто инструментальные и также растут во время гео-гелиомагнитных возмущений различной природы. Анализ показывает, что возможным решением для уменьшения влияния сбоев на работу навигационной системы GPS является увеличение маски на угол возвышения спутника до 15-20°.

Разработка методик анализа и проведение обработки ряда событий 2013-2014 г.г. выполнены при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект №14-37-00027). Обработка событий 2010 г., их анализ, сопоставление с данными магнитометров и риометров проведены Титовой М.А.

АХРОМАТИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ КОРОНОГРАФ С ПЕРЕМЕННЫМ ВРАЩАТЕЛЬНЫМ СДВИГОМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕСОЛНЕЧНЫХ ПЛАНЕТ

Фролов П.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт космических исследований Российской академии наук
(ИКИ РАН)*

Научный руководитель: Тавров А.В., д.т.н.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт космических исследований Российской академии наук
(ИКИ РАН)*

В 1995 году, с открытием первой внесолнечной планеты, наблюдательной астрономией было получено подтверждение, что планеты можно обнаружить не только в Солнечной системе. К весне 2015 года достоверно обнаружено около 1900 внесолнечных планет и еще примерно 2600 надежных кандидатов по результатам миссии Кеплер ожидают проверки. Почти во всех случаях (около 95%) детектирование осуществляется одним из двух непрямых методов: лучевой скорости или транзитов.

Прямое наблюдение и спектральный анализ изображений экзопланет (или их фазовых кривых) – это сложная техническая задача из-за сочетания огромного яркостного контраста и малого углового расстояния между планетой и родительской звездой. Например, отношение интенсивностей излучения Солнца и Земли составляет около 6 порядков в инфракрасном диапазоне (длина волны более 10 мкм) и около 9 порядков в видимом и ближнем ИК диапазонах (0,35...1,5 мкм), при этом видимое угловое расстояние между Солнцем и Землей около 0.1 угловой секунды при наблюдении с расстояния 10 парсек (характерное расстояние до ближайших звезд). К настоящему времени предложено и разрабатывается много различных схем звездных коронографов (в том числе нуль-интерферометров) как в России, так и за рубежом. В наземных астрономических наблюдениях эффективность работы коронографа сильно ограничена из-за влияния турбулентной атмосферы Земли. Но уже сейчас коронографы начинают применяться на наземных телескопах для исследования окрестностей звезд, их протопланетных дисков, и детектирования экзопланет. Современные системы адаптивной оптики пока не могут компенсировать искажения волнового фронта, вызванные динамикой земной атмосферы, до уровня достаточного для наблюдения экзопланет земного типа, поэтому для устранения влияния атмосферы предполагается оснащать звездным коронографом инструменты внеатмосферной астрономии: стратосферные и космические телескопы.

Традиционные звездные коронографы ослабляют свет яркого осевого источника с помощью фокальных фазовых масок и апподизации входного зрачка, поэтому их спектральный диапазон значительно ограничен. В то же время ахроматические схемы коронографов с широким спектральным диапазоном позволят сократить время наблюдения, а также упростить возможный спектральный анализ. Доклад посвящен ахроматическому интерференционному коронографу с переменным вращательным сдвигом с теоретически достижимым контрастом 9 порядков (на длине волны 1 мкм). Его оптическая схема может быть ахроматичной в широком диапазоне длин волн (например, одновременно

в УФ, видимом и ближнем ИК: 0,22...2,3 мкм), а также механически стабильна (является модификацией интерферометра общего пути). Также в докладе показаны основные результаты теоретических и численных расчетов характеристик схемы (достигаемый коронографический контраст, пропускание света, поляризационный расчет), приведены последние экспериментальные результаты, полученные на лабораторном макете коронографа с использованием лазерного и белого света.

ВСПЫШКИ ИЗЛУЧЕНИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИЛИВНОГО РАЗРУШЕНИЯ ЗВЕЗД СМЧД В КАТАЛОГЕ ЯРКИХ ИСТОЧНИКОВ ROSAT

Хабибуллин И.И.¹, Сазонов С.Ю.^{1,2}

¹Институт космических исследований РАН, khabibullin@iki.rssi.ru

²Московский физико-технический институт (ГУ), Долгопрудный

Научный руководитель: Сазонов С. Ю., д.ф. - м.н.

Институт космических исследований РАН;

Московский физико-технический институт (ГУ), Долгопрудный

Приливное разрушение звезды (TDE) сверхмассивной черной дырой (СМЧД) в центре неактивной галактики должно сопровождаться вспышкой мягкого рентгеновского излучения, возникающего в результате аккреции захваченной части вещества разрушенной звезды на СМЧД. Мы провели систематический поиск подобных вспышек среди ярких источников, обнаруженных обсерваторией ROSAT в ходе обзора всего неба (т.е. источников из RASS Bright Source Catalog), при помощи данных их последующих случайных наблюдений обсерваторией XMM-Newton. Поскольку промежуток между наблюдениями ROSAT и XMM-Newton типично составляет более 10 лет, ожидается, что в случае ассоциации источника с TDE данные XMM-Newton должны продемонстрировать уменьшение его яркости более чем на порядок величины. В результате поиска, помимо сильнопеременных нетранзиентных рентгеновских источников, таких как активные ядра галактик (АЯГ) и катаклизмические переменные, было обнаружено 3 кандидата, свойства которых совместимы с ожидаемыми в случае ассоциации с TDE, для еще одного источника ассоциация с TDE также возможна, но и его связь с активным галактическим ядром не может быть исключена. Этот результат позволяет сделать оценку средней частоты TDE в локальной Вселенной (до красного смещения около 0.18), соответствующую темпу порядка 30 событий за миллион лет в пересчете на отдельную галактику.

МЕТОД УТОЧНЕНИЯ ФРОНТА ГОРЕНИЯ ПРИРОДНОГО ПОЖАРА НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДИРОВАНИЯ С АССИМИЛЯЦИЕЙ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Хвостиков С.А.

Институт космических исследований РАН, khvastikov@d902.iki.rssi.ru

Научный руководитель: Барталев С.А., д.т.н., профессор

Институт космических исследований РАН

Современные методы мониторинга лесных пожаров на больших территориях основываются на использовании данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Существующие спутниковые аппараты, применяемые для детектирования областей активного горения, обладают грубым пространственным разрешением (например, 1 км для аппарата MODIS и 375 м для NPP-VIIRS). Более точная оценка положения фронта горения может помочь в решении оперативных задач и при оценке последствий природных пожаров.

В данной работе исследовалась возможность использования модели динамики природных пожаров и методов ассимиляции данных для уточнения фактического положения фронта горения. Такой подход позволяет имитировать развитие пожара, осуществляя коррекцию модели по мере поступления новых спутниковых данных о фактическом положении очагов горения.

Для моделирования развития пожара использовалась система CFFBPS (Canadian Forest Fire Behavior Prediction System), параметризованная для условий России. Входные данные модели и архив спутниковых изображений были получены из системы мониторинга лесных пожаров ИСДМ-Рослесхоз. Моделирование выполнялось итеративно по мере появления новых спутниковых данных о положении очагов горения. Модельная оценка положения фронта пожара с предыдущей итерации использовалась в качестве исходного положения фронта пожара на следующей итерации моделирования.

В модель ассимилировалась информация о периметре пожара по данным дистанционного зондирования. Ассимиляция производилась с помощью введения корректирующих параметров в каждой активно горящей точке. Параметры включали в себя мультипликатор скорости распространения пожара и дополнительную компоненту скорости ветра. Значения параметров в каждой точке подбирались таким образом, чтобы с одной стороны модельная оценка достигала всех активных очагов горения (хотспотов), а с другой стороны не выходила за пределы периметра пожара по спутниковым данным.

Предложенная модель способно оперативно, по мере поступления новых спутниковых данных, уточнять положения фронта пожара в автоматическом режиме. Качество полученных результатов оценивалось с использованием данных спутников высокого разрешения (Landsat, 30 м). Первые результаты показывают, что модель способна адекватно имитировать динамику природных пожаров.

ПОИСК КВАЗАРОВ НА $z > 3$ В КАТАЛОГЕ XMMSSC

Хорунжев Г.А., Сазонов С.Ю.

*Институт космических исследований, отдел №52 астрофизики
высоких энергий, horge@iki.rssi.ru*

Научный руководитель: Сазонов С.Ю., д.ф.-м.н.

*Институт космических исследований, отдел №52 астрофизики
высоких энергий*

Построение функции светимости квазаров — одна из ключевых задач астрофизики. Чем точнее мы знаем, как меняется количество и светимость квазаров с красным смещением, тем лучше мы сможем представить проходящие там физические процессы. Особенный интерес представляют объекты находящиеся на красном смещении больше 3. На данных красных смещениях возраст Вселенной меньше 2 миллиардов лет. Именно в это время происходил наиболее быстрый набор массы у сверхмассивных чёрных дыр (СМЧД) в центрах галактик.

Для исследования темпа роста СМЧД, соотношения между числом поглощённых и непоглощённых объектов и других свойств АЯГ в ранней Вселенной требуется создать репрезентативную выборку таких объектов. Отдельный интерес представляют яркие в рентгене источники (рентгеновский поток $> 10^{-14}$ эрг/с/см²). Их плотность на $z > 3$ около 3 источников на квадратный градус. Для их поиска требуются рентгеновские обзоры большой площади, куда попадёт достаточное количество ярких источников. В настоящее время стали доступны данные рентгеновского обзора XMM-Newton Serendipitous Source Catalog, который имеет площадь около 800 квадратных градусов и достаточную глубину $\sim 5 \times 10^{-15}$ эрг/с/см². Эта площадь на порядки больше проведённых до этого рентгеновских обзоров на данной чувствительности.

Плотность рентгеновских источников вне плоскости галактики около 100 на квадратный градус на потоке 10^{-14} эрг/с/см². Чтобы из десятков тысяч рентгеновских источников отобрать кандидаты в объекты на $z > 3$, нужно привлекать данные других диапазонов: оптические и инфракрасные обзоры. В нашей работе мы использовали данные обзоров SDSS (оптический обзор участка неба площадью 14500 кв. Градусах в 5 фильтрах от 3500-9000Å) и WISE (инфракрасный обзор всего неба в 4 фильтрах от 35000-220000Å). Мы для рентгеновских источников обзора 3XMMSSC в радиусе 3 секунд нашли оптический партнёр в SDSS и инфракрасный в WISE.

Чтобы среди десятков тысяч объектов отобрать АЯГ на $z > 3$ мы решили использовать метод оценки фотометрического красного смещения. Фотометрия источника в оптических и инфракрасных фильтрах — это фактически спектр объекта, только очень низкого разрешения. Аппроксимируя фотометрические точки шаблонами спектров квазаров и галактик мы можем подобрать оптимальный шаблон и определить красное смещение и тип объекта. Мы использовали программу EAZY для фотометрических оценок красного смещения.

Мы получили фотометрические оценки красного смещения рентгеновских источников с помощью процедуры EAZY и отобрали объекты на $z > 3$. Мы оценили полноту и надёжность отбора данным методом, показали применимость широкополосной фотометрии для данной задачи. Освоение данной методики особенно важно для будущего рентгеновского обзора всего неба Спектр-РГ, когда мы будем работать с выборками из миллионов объектов.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПУЧКА ЭЛЕКТРОНОВ С ПОЛИМЕРНЫМ КОМПОЗИТОМ В УСЛОВИЯХ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Черкашина Н.И.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, natalipv13@mail.ru*

Научный руководитель: Павленко В.И., д.т.н., проф.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова*

Автором проведено физико-математическое моделирование воздействия релятивистского электрона на полистирольный композит с органосилоксановым наполнителем. Математическое моделирование взаимодействия пучка электронов с полистирольным композитом проводили с использованием метода Монте-Карло. Для этого научным коллективом проекта был разработан специализированный пакет программ на базе известной библиотеки Geant4.

В качестве исходных данных были приняты следующие условия: геометрия мишени – цилиндр с радиусом 15 мм и толщиной 10 мм; пучок сечением 20×20 мм с энергией 1..2 МэВ падает на мишень по нормали к поверхности; флюенс пучка 1,2 эл./мм².

Был установлен экстремальный характер распределения поглощенной энергии по толщине образца. Для пучка электронов с энергией 2 МэВ полоса максимума уширяется и охватывает более глубокие слои композита, по сравнению с энергией электронов 1 МэВ. Появление максимума связано с развитием процесса ионизации в массе композита, вызываемого падающими электронами и повышением плотности ионизации среды за счет обратного рассеяния вторичных электронов на больших глубинах. Это приводит к росту поглощенной дозы излучения. Спад на кривой распределения объясняется поглощением и рассеянием электронов. Установлено, что глубина концентрации максимальной накопленной энергии в композите для электронов с энергией в 1 МэВ составляет 1,5 мм, с 1,5 МэВ – 2,7 мм, а с 2 МэВ – 4,6 мм.

Проведено экспериментальное облучение потоком быстрых электронов полистирольного композита. Облучение разработанного композита в потоке быстрых электронов проведено на линейном электронном ускорителе «ЭЛУ-4» ИМЕТ РАН (г. Москва). Энергия пучка в испытаниях от 1 МэВ до 5 МэВ. Максимальная дозовая нагрузка облучения — 2 МГр. Флюенс электронов — до $7 \cdot 10^{16}$ электронов/см². Образцы радиационно-защитного композита, разработанного состава, изготовленные в форме дисков диаметром 25 мм и толщиной, которая выбиралась, исходя из решения задачи определенных защитных свойств композита, устанавливали на пути пучка быстрых электронов, перпендикулярно падающего на плоскую поверхность образца. За облучаемыми образцами вплотную к их внешней поверхности закрепляли дозиметр, который был экранирован от попадания электронов, рассеянных в конструкции ускорителя. Чувствительным элементом дозиметра служил алмазный детектор, представляющий собой пластину площадью 0,25 см² и толщиной 300 мкм с напылением на плоской поверхности диска запирающим и инжектирующим контактами.

По полученным данным доказана сходимость физико-математической модели и экспериментальных данных (погрешность составляет не более 4,5 %).

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ, договор № НК 14-02-31050 от 12 марта 2014 года.

ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ВОДЫ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦИКЛ В ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ МАРСА

Шапошников Д.С.^{1,2}, Родин А.В.^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (ГУ),
shaposhnikov@phystech.edu

²Институт космических исследований РАН

Научный руководитель: Родин А.В., к.ф.-м.н.

Институт космических исследований РАН

Одним из обязательных компонентов современных моделей общей циркуляции атмосферы Марса является модель гидрологического цикла, для которой, в свою очередь, необходимы аэрозольный блок и блок физики поверхности. Для создания этих блоков в первую очередь требовалось разработать схему трехмерной адвекции (переноса) пассивных примесей атмосферными потоками таким образом, чтобы она не потеряла консервативность при учете фазовых превращений вода-лед. Кроме того, для модели необходима разработка схемы обмена энергией и веществом (водой и углекислотой) между атмосферой и поверхностью, а также влияние осажденного льда на такие физические параметры, как альbedo и тепловая инерция поверхности планеты.

В ходе реализации поставленных задач удалось добиться устойчивого счета модели в течение нескольких марсианских лет при сохранении устойчивости и консервативности схемы. Исследовалась зависимость от начальных условий, в частности, широтного градиента водяного пара, и параметров модели – размера частиц льда, влияющего на седиментацию, альbedo и тепловой инерции поверхностного льда. Одной из задач моделирования, вытекающих из наблюдаемых данных, является уменьшение массы облачности вблизи северного полюса и увеличение массы тропического пояса облаков в сезон афелия. Эти результаты были получены благодаря подбору параметров модели и применению спектральной численной схемы, обладающей меньшей численной вязкостью и, следовательно, обеспечивающей более интенсивную меридиональную циркуляцию, по сравнению с использовавшимися ранее сеточными схемами.

Работа выполнена в лаборатории ИСПАВР МФТИ при поддержке гранта Минобрнауки РФ №11.G34.31.0074.

ДИНАМИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОКОВ, ТОПОЛОГИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ГЕЛИОСЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗМУЩЕНИЯ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНОЙ ВСПЫШКИ

Шарыкин И.Н.

ИКИ РАН, ivan.sharykin@phystech.edu

Солнечная вспышка GOES класса M6.9, произошедшая 30 июля 2011 г., сопровождалась гелиосейсмическим возмущением, зарегистрированным прибором HMI на космическом аппарате SDO. Наряду с гелиосейсмической волной, наблюдалась расширяющаяся яркая область в белом свете и значительная перестройка структуры магнитного поля с быстрым (~30 мин) формированием пятна во вспышечной области. Во время вспышки не наблюдалось коронального выброса массы и интенсивного высокоэнергичного жесткого рентгеновского излучения. Это указывает на то, что вспышечное энерговыделение было локализовано в нижних слоях солнечной атмосферы. Отсутствие коронального выброса массы указывает на то, что инициация вспышки и гелиосейсмического возмущения не связана с процессом эрупции магнитного волокна. Рассматривается связь вспышечного энерговыделения в нижней солнечной атмосфере с эволюцией электрических токов. Также обсуждается динамика потоков плазмы в нижней солнечной атмосфере во время вспышечного энерговыделения.

ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА МНОГОПороГОВОГО ДЕКОДИРОВАНИЯ

Шевляков Д.А., Овечкин Г.В.

*Рязанский государственный радиотехнический университет (РГРТУ),
dima-shevlyakov@yandex.ru*

Научный руководитель: Золотарев В.В., д.т.н.

Институт космических исследований (ИКИ РАН)

Одной из важнейших проблем при эксплуатации систем спутникового мониторинга является проблема обеспечения высокой достоверности передаваемых данных в системе связи, решить которую можно путем использования и правильного выбора метода помехоустойчивого кодирования. На сегодняшний день в теории кодирования известно много классов помехоустойчивых кодов, отличающихся друг от друга структурой, функциональным назначением, энергетической эффективностью и другими параметрами.

Наиболее перспективным методом кодирования/декодирования по соотношению «эффективность-производительность» в высокоскоростных каналах спутниковой связи является многопороговый декодер (МПД). Данный декодер позволяет декодировать даже очень длинные коды с линейной от длины кода сложностью реализации. В большинстве публикаций по многопороговому декодеру рассматривается эффективность его применения в двоичном симметричном или гауссовском каналах. Однако, иногда в различных системах связи, в том числе и спутниковых, используются каналы связи со стираниями. Основное внимание в докладе будет уделено использованию МПД в подобных каналах.

Канал со стираниями характеризуется тем, что биты по нему передаются правильно с вероятностью $1-P_c$ и «стираются» с вероятностью P_c . Более приближенным к реальным условиям является канал со стираниями и искажениями, характеризующийся тем, что биты по нему передаются правильно с вероятностью $1-P_c-P_o$, «стираются» с вероятностью P_c и искажаются с вероятностью P_o . При работе в таком канале МПД на каждой итерации декодирования исправляет как стирания, так и ошибки. Процедура исправления ошибок в этом случае полностью аналогична исправлению ошибок для двоичного симметричного канала, а при декодировании стираний решение о значении восстанавливаемого бита по одной проверке вынести уже нельзя, поскольку проверка может быть ошибочной из-за возможных искажений в канале. Поэтому при декодировании стертого бита сначала среди проверок относительно данного бита ищутся все проверки, содержащие только по одному стиранию. Затем по каждой из них определяется значение стертого бита, после чего принимается окончательное решение о значении декодируемого бита по большинству голосов.

В докладе будут рассмотрены вопросы применения МПД для повышения достоверности передачи данных в спутниковых системах связи. Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ и РФФИ.

АНАЛИЗ АНОМАЛИЙ ГОРЯЧЕГО ПОТОКА ПО ИЗМЕРЕНИЯМ В НЕСКОЛЬКИХ ТОЧКАХ

Шестаков А.Ю.¹, Голубева Ю.М.¹

ИКИ РАН, г. Москва, Россия, sartiom1@yandex.ru

Научный руководитель: Вайсберг О.Л., д.ф.-м.н.

ИКИ РАН, г. Москва, Россия

Ранее нами были исследованы аномалии (HFA), наблюдавшиеся спутником Интербол-1. В рассмотренных аномалиях, отобранных по признакам большей длительности и развитой структуры, были выделены характерные области, рассмотрены собственные скорости плазмы в теле образований и рассмотрены вопросы энергетического баланса. В докладе представлены результаты, полученные при исследовании нескольких аномалий горячего потока (HFA), зарегистрированных группировкой спутников CLUSTER. Измерения плазмы и магнитного поля в нескольких областях одного образования дают существенно большие возможности для исследования пространственной структуры явления. Для анализа были выбраны события, зарегистрированные одновременно несколькими спутниками CLUSTERa. Проведён анализ вертикальной структуры по доступным плазменным данным (для двух аппаратов) и данным магнитного поля (для 4-х аппаратов). Предпринята попытка оценить размер образования и изменение структуры HFA в зависимости от расстояния от ударной волны.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРИБОРА АНАЛИЗА КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ «АРИЕС-Л»

Шувалов С.Д.^{1,2}, Вайсберг О.Л.¹

¹Институт космических исследований РАН, shuvalovsergei@gmail.com

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Научный руководитель: Вайсберг О.Л., д.ф.-м.н.

Институт космических исследований РАН

Успех любого космического эксперимента напрямую зависит от качества научной информации, которая во многом определяется алгоритмами наземной обработки данных, принимаемых с космического аппарата. Поэтому при разработке научной аппаратуры важную роль играет отработка её программно-алгоритмического обеспечения.

Прибор «АРИЕС-Л» разрабатывается для установки на космический аппарат «Луна-Ресурс-1» и предназначен для измерения трёхмерной функции распределения ионов по скоростям в поле зрения 2л у поверхности Луны. Конструктивно данное устройство состоит из блока электронной оптики, который производит отображение функции распределения частиц из полусферы на плоскость с полосой пропускания E/qv 10%, и блока электроники, в котором осуществляется регистрация получившегося двухмерного распределения.

Особенности электронной оптики, а также характер работы микроканальной пластины (МКП), которая используется для регистрации координат прилёта ионов, приводят к тому, что пятна, обаянные пучкам, прилетевшим с определенных углов, смещаются относительно расчётного положения на МКП, либо особым образом деформируются. Таким образом, для численного определения функции распределения скоростей частиц необходимо использовать специальные алгоритмы.

Предлагаемый в работе метод основан на идее приближения распределения, полученного на МКП, линейной комбинацией набора изображений, полученных прибором в результате его освещения с известных углов в условиях лабораторного эксперимента. Знание коэффициентов такого разложения позволяет вычислить искомую функцию распределения частиц.

В работе представлены оптимальные значения параметров сетки, на которой производится решение задачи, полученные на основе модельных данных, а также проведена оценка точности вычисления функции распределения частиц данным методом.

АЛГОРИТМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ОТОБРАЖЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С БОЛЬШИМ ДИНАМИЧЕСКИМ ДИАПАЗОНОМ

Эльяшев Я.Д., Мысник Е.А., Бессонов Р.В.

Институт космических исследований РАН, eluashev-jak@yandex.ru

Научный руководитель: Аванесов Г.А., д.т.н.

Институт космических исследований РАН

В системе технического зрения проекта «Луна-Глоб» планируется применять метод расширения динамического диапазона (HighDynamicRange, HDR), основанный на программной комбинации нескольких кадров, полученных с различной выдержкой. В результате действия алгоритма получается закодированный кадр, содержащий информацию о яркости пикселей и времени экспонирования, применявшегося для получения этих пикселей. После передачи кадров на землю, появляется задача восстановления HDRизображения.

Восстановленный кадр может иметь динамический диапазон до сотен миллионов единиц младшего разряда (27 бит). На современных мониторах возможно отобразить динамический диапазон порядка 8 бит. Авторами были разработаны алгоритмы по восстановлению HDRизображения и переводу его в изображение, пригодное для отображения на мониторе. Так же были разработаны алгоритмы по улучшению качества изображения, включающие в себя повышение контрастности, резкости и цветности изображения.

Разработанные методы и алгоритмы были реализованы в программе, позволяющей обрабатывать серию кадров, содержащих одну и ту же сцену, немного меняющуюся со временем.

Эта программа будет использоваться для восстановления HDR изображений, полученных с борта КА «Луна-Глоб». 4 обзорных камеры будут располагаться на аппарате так, чтобы их поля зрения перекрывались и давали обзор 360° вокруг аппарата. Каждые 2 часа они будут получать HDRизображения, которые после восстановления будут собираться в панорамный видеоряд.

Разработанные алгоритмы были проверены на различных сценах с большим динамическим диапазоном. В качестве фотоприемника применялся лабораторный макет обзорной камеры для проекта «Луна-Глоб», основанной на КМОП матрице CMV-4000.

Полученные восстановленные HDRизображения были собраны в панорамы при помощи ПО PTGui. Полученные панорамы доказывают возможность сборки в панорамный видеоряд HDRизображений, полученных системой технического зрения проекта «Луна-Глоб».

МАГНИТНАЯ СПИРАЛЬНОСТЬ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ГЕНЕРАЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В МОДЕЛИ ДИНАМО

Юхина Н.А., Попова Е.П.

МГУ им. М.В.Ломоносова, na.jukhina@physics.msu.ru

Рассматривая природу солнечной магнитной активности имеем, что единственной и естественной причиной переменности поля служат гидродинамические движения плазмы, в первую очередь вращение и конвекция. Поэтому основным механизмом солнечной (и звёздной) активности можно считать гидромагнитное динамо. Течение солнечной плазмы представляет собой сочетание крупномасштабного движения (дифференциальное вращение, меридиональная циркуляция) со стохастическим (турбулентная конвекция).

Источниками динамо служат одинаковые с физической точки зрения характеристики поля скорости: неоднородное (дифференциальное) вращение и средняя спиральность. Дифференциальное вращение порождает тороидальное магнитное поле из полоидального. Механизм наглядно поясняется на языке вмороженных магнитных линий. Когда величина, отвечающая за вращение полоидальной компоненты магнитного поля, отлична от нуля, разные участки линии полоидального поля вращаются с различной скоростью, поэтому магнитная линия вытягивается в азимутальном направлении.

Средняя спиральность означает нарушение зеркальной симметрии потока. Предполагается, что она возникает благодаря действию кориолисовых сил в стратифицированной среде. Спиральность квадратична по скорости.

Было найдено, при каких значениях коэффициентов диффузии и динамо-чисел наблюдается воспроизведение режимов солнечной активности, таких как осцилляции, васциляции, динамо-всплески и двойной цикл (квазидвухлетний и 22-летний). Для каждого из этих режимов были получены широтно-временные диаграммы спиральности.

На основе численных исследований динамической системы был найден диапазон амплитуд альфа-эффекта, дифференциального вращения и меридиональной циркуляции для различных режимов генерации магнитного поля при различной толщине конвективной оболочки. Был подтвержден закон сохранения спиральности.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПУЛЬСАРОВ ИЗ МОДЕЛИРОВАНИЯ ХОДА ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ Акопян А.Л., Бескин В.С. | 1 |
| СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ И ОРИЕНТАЦИИ СТУДЕНЧЕСКОГО НАНОСПУТНИКА Алейникова А.А., Лешкевич С.В., Саечников В.А. | 2 |
| ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ С ПОМОЩЬЮ ДАННЫХ LANDSAT Алескерова А.А., Кубряков А.А., Станичный С.В. | 4 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДЫ В НАПРАВЛЕНИИ БЛИЖАЙШИХ ПУЛЬСАРОВ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ ПРОЕКТА “РАДИОАСТРОН” Андрианов А.С., Смирнова Т.В. | 5 |
| СЕЛЕКТИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ДАТЧИКОВ ПОТОКА ПЛАЗМЫ Андрухович И.М., Бородкова Н.Л., Гасенкова И.В., Застенкер Г.Н., Мухуров Н.И. | 6 |
| МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СОЛНЕЧНЫХ ПАРУСОВ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ ОРБИТАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА Артюшкин В.И. | 7 |
| ПРОТОТИПЫ ГАЗОВОГО ХРОМАТОГРАФА И МАСС-СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ АНАЛИЗА ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ INSITU В МИССИЯХ ЛУНА-РЕСУРС (2020 г.) ИЕХОМАРС (2018 г.) Асеев С.А., Зайцев М.А., Сапгир А.Г. | 8 |
| ДИНАМИКА ПРОБНОЙ НУЛЬ-СТРУНЫ В ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ ЗАМКНУТОЙ РАДИАЛЬНО РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ НУЛЬ-СТРУНЫ, ДВИЖУЩЕЙСЯ В ПЛОСКОСТИ Бабаджан Р.-Д. А., Леяков А.П. | 9 |
| ЭВОЛЮЦИЯ СОЛНЕЧНОГО ПУЗЫРЯ СО ВРЕМЕНЕМ Балюкин И.И., Измоденов В.В. | 10 |
| РАЗРАБОТКА БЕСКОНТАКТНОГО МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА Бекузин В.И., Якупов А.М. | 11 |
| ОЧИСТКА ТОПЛИВНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ И БАКОВ РАКЕТ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ОТ ОСТАТКОВ ЖИДКИХ КОМПОНЕНТОВ ТОПЛИВА Белюсова С.И. | 13 |
| МИССИЯ «ВЕНЕРА ЭКСПРЕСС»: ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЕНЕРЫ ЗА 2006-2014 ГГ.(ЛЕКЦИЯ) Беляев Д.А. | 15 |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ КОМПЛЕКСА ATMOSPHERIC CHEMISTRY SUITE ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕРМОУПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ Бугрова А.Д.1. Бутенко А.Э | 16 |

| | |
|---|----|
| ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КРИБОТА С ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТЬЮ Бутенко А.Э., Аксенов С.А. | 17 |
| АНОМАЛЬНАЯ ДИФфуЗИЯ СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ Учайкин В.В., Сибатов Р.Т., Бызыкчи А.Н. | 18 |
| НОВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О СИНТЕЗЕ СЛОЖНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ УДАРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ГАЗОВОЙ АТМОСФЕРЕ Васильева А.С., Зайцев М.А. | 19 |
| ГРАВИТАЦИОННЫЙ КОЛЛАПС ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ ВАЙДЬЯ Вертоградов В.Д., Гриб А.А. | 21 |
| СВЯЗЬ КОСМИЧЕСКИХ ГАММА-ВСПЛЕСКОВ И СВЕРХНОВЫХ Вольнова А.А., Позаненко А.С. | 22 |
| ИЗМЕРЕНИЯ КРАСНЫХ СМЕЩЕНИЙ СКОПЛЕНИЙ ГАЛАКТИК В РАМКАХ ОБЗОРА CODEX Воробьев В.С., Буренин Р.А., Финогенов А.В. | 23 |
| РАСЧЕТ КИНЕТИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫРОЖДЕННОЙ ПЛАЗМЫ В ЗАМАГНИЧЕННОЙ НЕЙТРОННОЙ ЗВЕЗДЕ Глушихина М.В., Бисноватый-Коган Г.С. | 24 |
| ВЛИЯНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАХВАЧЕННЫХ МЕЖЗВЕЗДНЫХ ПРОТОНОВ В ОБЛАСТИ ГЕЛИОСФЕРНОГО УДАРНОГО СЛОЯ Голиков Е.А. | 25 |
| ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЗЗ. ИНДЕКС NDVI Гомончук А. В. | 26 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОМЕТРОВЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В МЕТЕОРИТЕ КАМПО-ДЕЛЬ-СЬЕЛО Гонцова С.С., Наухацкий И.А., Милюкова Е.Т. | 27 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НАДОБЛАЧНОЙ ДЫМКИ ВЕНЕРЫ ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТА VIRTIS/VEX Горин Д.А. | 28 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В РЕНТГЕНОВСКОМ КОНТИНУУМЕ АККРЕЦИРУЮЩИХ РЕНТГЕНОВСКИХ ПУЛЬСАРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СВЕТИМОСТИ Горностаев М.И., Постнов К.А., Клочков Д., Лукин В.В., Шакура Н.И. | 29 |
| НЕЙРОГОНИОМЕТРИЯ В УСЛОВИЯХ МИКРОГРАВИТАЦИИ/ НЕВЕСОМОСТИ — НОВАЯ ИДЕОЛОГИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ ДЛЯ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И НЕЙРОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ ПРОГРАММЫ «БИОН» Градов О.В. | 30 |
| РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРИБОРА «ДРИАДА» Дзюбан И.А., Трохимовский А.Ю. | 32 |
| ТЕЧЕНИЯ ПЛАЗМЫ И БАЛАНС ЭНЕРГИИ В ПЕРЕХОДНОМ СЛОЕ МЕЖДУ КОРОНОЙ И ХРОМОСФЕРОЙ СОЛНЦА Дунин-Барковская О.В. | 33 |

| | |
|---|-----------|
| ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДВУОКИСИ СЕРЫ НА НОЧНОЙ СТОРОНЕ МЕЗОСФЕРЫ ВЕНЕРЫ Евдокимова Д.Г., Беляев Д.А. | 34 |
| МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ РОБОТ-ИССЛЕДОВАТЕЛЬ С ВЫСОКОТОЧНЫМ ПРИВОДОМ РАДАРА НАВЕДЕНИЯ Епифанов С.В. | 35 |
| НАБЛЮДЕНИЯ ПОТОКОВ ЭЛЕКТРОНОВ С УЗКИМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ СПЕКТРОМНА ХВОСТОВОМ КА ПРОЕКТА ИНТЕРБОЛ И ИХ ВОЗМОЖНАЯ СВЯЗЬ С ЭЛЕКТРИЗАЦИЕЙ КА Ермаков В.Н., Вайсберг О.Л. | 37 |
| МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СКОРОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ КРИБОТОМ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА Ерохина О.С. | 38 |
| РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕГО ДВИГАТЕЛЯ-МАХОВИКА ДЛЯ СИСТЕМ ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ МИКРОСПУТНИКОВ Ефимов С.С., Ноздрин А.В., Продан Д.В., Ивлев Н.А., Сергеев Р.И., Сивков А.С., Попов А.В. | 39 |
| ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ОЦЕНКИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ Жарко В.О., Барталев С.А., Ховратович Т.С. | 41 |
| СУЩЕСТВОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ С МАЛОЙ ТЯГОЙ Иванюхин А.В. | 43 |
| РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЁТНЫХ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ МИКРОСПУТНИКА «ТАБЛЕТСАТ-АВРОРА» Ивлев Н.А., Карпенко С.О., Сивков А.С., Иванов Д.С., Ткачёв С.С., Ролдугин Д.С. | 44 |
| РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРИЁМО-ПЕРЕДАЮЩЕГО ТРАКТА ДЛЯ МКА Илбуть П.И., Лешкевич С.В., Саечников В. А. | 45 |
| ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ ШУМ В ВЫСОКОШИРОТНОЙ ИОНОСФЕРНО-МАГНИТОСФЕРНОЙ СИСТЕМЕ Ильясов А.А., Чернышов А.А., Могилевский М.М., Головчанская И.В., Козелов Б.В. | 46 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНЗИЕНТНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ЯВЛЕНИЙ ВНЕ ГРОЗОВЫХ ОБЛАСТЕЙ ПО ДАННЫМ СПУТНИКА «УНИВЕРСИТЕТСКИЙ-ТАТЬЯНА-2» Казначеева М.А. | 47 |
| ДЕШИФРИРОВАНИЕ ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ LANDSAT 8 Казяк Е.В. | 49 |
| АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПО ИЗМЕНЕНИЮ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ОТРАБОТАННЫЕ СТУПЕНИ НА АТМОСФЕРНОМ УЧАСТКЕ ТРАЕКТОРИИ СПУСКА Качурина Е.С. | 50 |
| МГД-МОДЕЛЬ ГЕЛИОСФЕРНОГО ПЛАЗМЕННОГО СЛОЯ Кислов Р.А., Хабарова О.В., Малова Х.В. | 51 |

| | |
|---|----|
| НЕЛИНЕЙНЫЕ ТРЕХВОЛНОВЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МАГНИТО- ПУАНКАРЭ И МАГНИТОСТРОФИЧЕСКИХ ВОЛН ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЕ Климачков Д.А., Петросян А.С. | 52 |
| ДАТЧИК ВЕТРА ДЛЯ ПРОЕКТА ЭКЗО-МАРС Койнаш Г.В., Евланов Е.Н., Зубков Б.В., Ненароков Д.Ф., Завьялов М.А., Тюрюканов П.М., Родионов Д.С., Подколзин С.Н., Александров К.В., Шувалов С.Д. | 54 |
| МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННОЙ СЕРИИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ LANDSAT Колбудаев П.А. | 55 |
| ПЫЛЕВАЯ ПЛАЗМА В ЛАБОРАТОРИИ И ПРИРОДЕ (ЛЕКЦИЯ) Копнин С.И., Попель С.И. | 56 |
| ВИЗУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ, КАК СПОСОБ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ПОИСКОВЫХ ЗАДАЧ Корнева Н.Н., Могилевский М.М., Назаров В.Н. | 57 |
| ТЕМАТИЧЕСКАЯ ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СНИМКОВ LANDSAT ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УГОДИЙ ОТЧУЖДЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ Казяк Е.В., Кохно А.А., Хрущева Е.О. | 58 |
| ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ И СОДЕРЖАНИЕ УРАНА В ЛУНЕ ПРИ УСЛОВИИ ЧАСТИЧНОГО ПЛАВЛЕНИЯ МАНТИЙНОГО ВЕЩЕСТВА В ОКРЕСТНОСТИ ЯДРА Кронрод Е.В., Кусков О.Л. | 60 |
| КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРАЕКТОРИЙ ПЛАВАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ НА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ Кубряков А.А., Станичный С.В. | 61 |
| СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ФИТОПЛАНКТОНА В ЧЕРНОМ МОРЕ ПО ДАННЫМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И СПУТНИКОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ Кубрякова Е.А., Кубряков А.А. | 62 |
| НАБЛЮДЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ГАММА-ВСПЛЕСКОВ И СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «РЭЛЕК» НА СПУТНИКЕ «ВЕРНОВ» Кузнецова Е.А., Богомолов В.В., Богомолов А.В., Панасюк М.И., Свертилов С.И., Июдин А.Ф. | 63 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ САЛЬТАЦИИ И НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ДИНАМИКОЙ ПЫЛИ ВБЛИЗИ ПОВЕРХНОСТИ МАРСА: НАУЧНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПЫЛЕВОГО КОМПЛЕКСА Кузнецов И.А., Захаров А.В., Дольников Г.Г., Ляш А.Н., Шашкова И.А., Афонин В.В., Готлиб В.М., Эспозито Ф., Серан Е. | 65 |
| МГД-МОДЕЛЬ ТУРБУЛЕНТНОГО ИОНИЗОВАННОГО ГАЗА В ОКОЛОСОЛНЕЧНОМ ПРОТОПЛАНЕТНОМ ДИСКЕ Кукса М.М. | 66 |
| О ТЕПЛОВОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ТОКОВОГО СЛОЯ Леденцов Л.С., Сомов Б.В. | 67 |

| | |
|---|----|
| РОТОР ВЫСОКОБОРОТНОГО МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА Леонтьев А.М. | 68 |
| ПРОТОТИП БОРТОВОГО ЛАЗЕРНОГО ВРЕМЯПРОЛЕТНОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА АБИМАС Лучников К.А., Чумиков А.Е., Кузнецов А.И. | 69 |
| РЕЛЯТИВИСТСКИЙ ДИПОЛЬНЫЙ РЕЖИМ В МОДЕЛИ ОБЪЕКТА HERCULES X-1 Ляхова Я.С., Бисноватый-Коган Г.С. | 70 |
| КРИВАЯ БЛЕСКА GRB 030329 В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ: НОВЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ЯРКОГО ГАММА-ВСПЛЕСКА Мазаева Е.Д., Позаненко А.С., Румянцев В.В., Павленко Е.П., Вольнова А.А., Бурхонов О.А., Жариков С.В. | 71 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО ПИКА НА КРИВЫХ БЛЕСКА РЕНТГЕНОВСКИХ НОВЫХ Маланчев К.Л., Шакура Н.И. | 72 |
| СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТУДЕНЧЕСКОГО СПУТНИКА Малёнкин М.О., Лешкевич С.В., Саечников В.А. | 73 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ В ДИНАМИКЕ ИОНОВ В ЗАМКНУТЫХ МАГНИТОПЛАЗМЕННЫХ КОНФИГУРАЦИЯХ Малыхин А.Ю., Григоренко Е.Е., Малова Х.В. | 74 |
| ЛИНЕАРИЗОВАННАЯ СУПЕРГРАВИТАЦИЯ С НАРУШЕННОЙ ЛОРЕНЦ-ИНВАРИАНТНОСТЬЮ Маракулин А.О. | 75 |
| ДИФфуЗИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ПЕРИОД РОСТА ПЕРВИЧНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ПЛОТНОСТИ Медведев П., Сазонов С., Гильфанов М. | 77 |
| ОБЗОР НЕБА ТЕЛЕСКОПОМ JEM-X Мереминский И.А., Гребенев С.А. | 78 |
| ПРЕДВСПЛЕСКИ КОРОТКИХ ГАММА-ВСПЛЕСКОВ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ SPI-ACS INTEGRAL Минаев П.Ю., Позаненко А. С. | 79 |
| УСКОРЕНИЕ/ЗАМЕДЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ НЕЙТРОННОЙ ЗВЕЗДЫ В VE-РЕНТГЕНОВСКОЙ ДВОЙНОЙ СИСТЕМЕ GX304-1 Мионов А.И., Постнов К.А., Лутовинов А.А., Шакура Н.И., Кочеткова А.Ю., Цыганков С.С. | 80 |
| ВЛИЯНИЕ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ НА МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ГАЛАКТИК В РАМКАХ МОДЕЛИ ДИНАМО СО СЛУЧАЙНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ Михайлов Е.А. | 81 |
| АНАЛИЗ ТРАЕКТОРИЙ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ НА ФАЗОВОЙ ПЛОСКОСТИ ПРИ СЕРФИНГЕ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЕ В ПЛАЗМЕ Мкртчян Г.С., Ерохин Н.С. | 82 |
| ДЕТЕКТОР ПЫЛИ ПИПЛС-А ДЛЯ ПРОЕКТА ИНТЕРГЕЛИОЗОНД Моисеенко Д.А., Глазкин Д.Н. | 83 |

| | |
|---|----|
| ЛАБОРАТОРНЫЕ ОТРАБОТКИ ПРИБОРА АРИЕС-Л ДЛЯ ПРОЕКТА ЛУНА-РЕСУРС Моисеенко Д.А., Журавлев Р.Н., Митюрин М.В., Шестаков А.Ю. | 84 |
| РАЗРАБОТКА ТОЧНОСТНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ПО ДАННЫМ ЗВЁЗДНОГО ДАТЧИКА Морозова А.П. | 85 |
| ПЛАЗМЕННЫЕ ВОЛНЫ У ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ Морозова Т.И., Копнин С.И., Попель С.И. | 86 |
| МНОЖЕСТВЕННЫЕ ВЗРЫВЫ НАД ТВЕРДОЙ ПЛОСКОСТЬЮ Мурашкин И.В. | 87 |
| РЕАЛИЗАЦИЯ СТРАТЕГИИ УДЕРЖАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ОГРАНИЧЕННОЙ ОРБИТЕ ВОКРУГ ТОЧКИ L2 СИСТЕМЫ СОЛНЦЕ-ЗЕМЛЯ Николаева Ю.А., Аксенов С.А. | 88 |
| АНАЛИЗ БЫСТРЫХ ТРАЕКТОРИЙ ВОЗВРАЩЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ЛУНЫ НА ЗЕМЛЮ Николичев И.А. | 90 |
| ПРИМЕНЕНИЕ ПРОДВИНУТЫХ МЕТОДИК ГЛОБАЛЬНОЙ АППРОКСИМАЦИИ В МЕДИЦИНЕ Ожередов В.А. | 91 |
| ВТОРИЧНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ БАРКОДИНГ — МЕТОД СВЕРХБЫСТРОГО ПОИСКА И ИДЕНТИФИКАЦИИ АРХИВНЫХ АСТРОСПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ ДАННЫХ С АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КЛАССИФИКАЦИЕЙ ОБРАЗОВ ПО СПЕКТРАЛЬНЫМ КЛАССАМ И ФИКСАЦИЕЙ ПЕКУЛЯРНЫХ СПЕКТРОВ С ЛИНИЯМИ МЕТАЛЛОВ Орехов Ф.К., Градов О.В. | 92 |
| НЕЙТРОННАЯ ЗВЕЗДА В NESS J1731-347 — УНИКАЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ СВЕРХПЛОТНОГО ВЕЩЕСТВА Офенгейм Д.Д., Каминкер А.Д., Клочков Д.К., Сулейманов В.Ф., Яковлев Д.Г. | 94 |
| РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВАРИАЦИЙ ПРОФИЛЯ ВОДЯНОГО ПАРА ПО ДАННЫМ МНОГОЧАСТОТНОГО РАДИОТЕПЛООВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ Пашинов Е.В., Стерлядкин В.В., Кузьмин А.В., Шарков Е.А. | 95 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДОЗАПРАВКИ КА ПУТЕМ ВРЕЗКИ В СТЕНКУ ТОПЛИВНОГО БАКА Петрашевская М.С., Салопахин С.К., Мухаметов И.Ф. | 97 |
| НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЕЧНЫХ ЦИКЛОВ В СВЕТЕ ТЕОРИИ ДИНАМО Откидывчев П.А., Попова Е.П. | 99 |
| ФРАКТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕНТГЕНОВСКИХ КРИВЫХ БЛЕСКА АККРЕЦИРУЮЩИХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ Просветов А.В., Гребенев С.А. | 99 |

| | |
|---|-----|
| АККРЕЦИЯ НА ЧЁРНУЮ ДЫРУ РЭНДАЛЛ-СУНДРУМА Ранну К.А., Алексеев С.О., Ерин Н.С. | 101 |
| СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОЭФФИЦИЕНТОВ КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА И МАГНИТОСЛОЯ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВ СПЕКТР-Р И THEMIS Рахманова Л.С., Рязанцева М.О., Застенкер Г.Н. | 102 |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ ОТКЛИКА СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ РЕНТГЕНОВСКОГО И ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ КОСМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ Рожков Г.В. | 103 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ РАССЕИВАНИЯ В КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЕ ГИГАНТСКИМИ ИМПУЛЬСАМИ ПУЛЬСАРА В КРАБОВИДНОЙ ТУМАННОСТИ Рудницкий А.Г. | 105 |
| СИНТЕЗ ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИХ И ЛОГИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ БОРТОВОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ НА БАЗЕ ВСТРОЕННОЙ РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ Савкин Л.В. | 106 |
| АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНОЙ ВСПЫШКЕ 12.06.2014 ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ IRIS И RHESSI Садыков В.М., Косовичев А.Г., Шарыкин И.Н., Варгас Домингез С., Струминский А.Б., Зимовец И.В. | 108 |
| НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ НАНОСПУТНИК “BELSAT MARK3” Саечников А.В., Мищенко Н.В., Павлович В.В., Саечников И.В., Черный В.Е. | 109 |
| ИЗГОТОВЛЕНИЕ НАЗЕМНОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ИЗУЧЕНИЯ ТРАНЗИЕНТНЫХ РАЗРЯДОВ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВ С ОКОЛОЗЕМНОЙ ОРБИТЫ Салеев К.Ю., Гарипов Г.К. | 110 |
| РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СПУСКА КРУПНОГАБАРИТНОГО ГРУЗА НА ПРИМЕРЕ ГОЛОВНОГО ОБТЕКАТЕЛЯ РКН “ПРОТОН-М” Салопахин С.К., Мухаметов И.Ф., Петрашевская М.С. | 111 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО ДАННЫМ LANDSAT Самофал Е.В., Барталев С.А., Плотников Д.Е., Колбудаев П.А., Антонов С.А. | 113 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ФРОНТОВ МЕЖПЛАНЕТНЫХ УДАРНЫХ ВОЛН, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ ПРИБОРОМ БМСВ НА СПУТНИКЕ СПЕКТР-Р Сапунова О.В., Бородкова Н.Л., Застенкер Г.Н. | 114 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ МЕТОДОМ БЫСТРЫХ ИСКАЖЕНИЙ Сафонов С.И., Петросян А.С., Тарасевич С.В. | 115 |

| | |
|--|-----|
| МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО ТЕПЛООБМЕНА В ДИСПЕРСНЫХ ПОТОКАХ БЕСКАРКАСНЫХ СИТЕМ ОТВОДА НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА В КОСМОСЕ Сафронов А.А. | 117 |
| ВЛИЯНИЕ УКЛАДКИ СЛОЕВ В ПАКЕТЕ НА ВЕЛИЧИНУ ПОГИБИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ Семенцова А.Н. | 118 |
| ИМИТАТОР ВНЕШНИХ ТЕПЛОВЫХ УСЛОВИЙ НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕЛЬТЬЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ КОСМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ Сербинов Д. В. | 120 |
| СПЕКТР И АНИЗОТРОПИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В МОДЕЛИ НЕЛОКАЛЬНОЙ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ДИФFUЗИИ Сибатов Р.Т. | 121 |
| О ТРЕХМЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ МАГНИТОРОТАЦИОННОЙ СВЕРХНОВОЙ Скиба Е.А. | 122 |
| МЕЖДУНАРОДНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ ПРАВО: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА (ЛЕКЦИЯ) Солнцев А.М. | 123 |
| КАЛИБРОВКА СИСТЕМЫ ДАТЧИКОВ ГИДА ТЕЛЕСКОПА Т-170М ПРОЕКТА «СПЕКТР-УФ» Воронков С.В., Никитин А.В., Строилов Н.А. | 124 |
| РЕЗУЛЬТАТЫ СПУТНИКОВОЙ ОЦЕНКИ ГИБЕЛИ ЛЕСОВ РОССИИ ОТ ПОЖАРОВ Стыценко Ф.В. | 125 |
| РАССМОТРЕНИЕ ГЕНЕРАЦИИ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ С ПОМОЩЬЮ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ОБНАРУЖЕНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ЦИКЛОГЕНЕЗОМ И ИНДЕКСОМ ЮЖНОЙ ОСЦИЛЛЯЦИИ Судаков А.И. | 126 |
| АНАЛИЗ ПРОХОЖДЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН НА ИОНОСФЕРНЫЕ ВЫСОТЫ Суллов А.И., Ерохин Н.С. | 127 |
| ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСОКОКОЭРЦИТИВНЫХ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ Тарасов Н.Г., Айгузина В.В., Вавилов В.Е. | 128 |
| ВЛИЯНИЕ МАГНИТНЫХ БУРЬ НА СБОИНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ GPS В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ. Захаров В.И., Ясюкевич Ю.В., Титова М.А. | 129 |
| АХРОМАТИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ КОРОНОГРАФ С ПЕРЕМЕННЫМ ВРАЩАТЕЛЬНЫМ СДВИГОМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕСОЛНЕЧНЫХ ПЛАНЕТ Фролов П. | 130 |
| ВСПЫШКИ ИЗЛУЧЕНИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИЛИВНОГО РАЗРУШЕНИЯ ЗВЕЗД СМЧД В КАТАЛОГЕ ЯРКИХ ИСТОЧНИКОВ ROSAT Хабибуллин И.И., Сазонов С.Ю. | 132 |

| | |
|---|------------|
| МЕТОД УТОЧНЕНИЯ ФРОНТА ГОРЕНИЯ ПРИРОДНОГО ПОЖАРА НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДИРОВАНИЯ С АССИМИЛЯЦИЕЙ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ Хвостиков С.А. | 133 |
| ПОИСК КВАЗАРОВ НА $Z > 3$ В КАТАЛОГЕ ХММССС Хорунжев Г.А., Сазонов С.Ю. | 134 |
| МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПУЧКА ЭЛЕКТРОНОВ С ПОЛИМЕРНЫМ КОМПОЗИТОМ В УСЛОВИЯХ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА Черкашина Н.И. | 135 |
| ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ВОДЫ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦИКЛ В ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ МАРСА Шапошников Д.С., Родин А.В. | 136 |
| ДИНАМИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОКОВ, ТОПОЛОГИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ГЕЛИОСЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗМУЩЕНИЯ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНОЙ ВСПЫШКИ Шарыкин И.Н. | 137 |
| ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА МНОГОПороГОВОГО ДЕКОДИРОВАНИЯ Шевляков Д.А., Овечкин Г.В. | 138 |
| АНАЛИЗ АНОМАЛИЙ ГОРЯЧЕГО ПОТОКА ПО ИЗМЕРЕНИЯМ В НЕСКОЛЬКИХ ТОЧКАХ Шестаков А.Ю., Голубева Ю.М. | 139 |
| РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРИБОРА АНАЛИЗА КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ «АРИЕС-Л» Шувалов С.Д., Вайсберг О.Л. | 140 |
| АЛГОРИТМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ОТОБРАЖЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С БОЛЬШИМ ДИНАМИЧЕСКИМ ДИАПАЗОНОМ Эльяшев Я.Д., Мыслик Е.А., Бессонов Р.В. | 141 |
| МАГНИТНАЯ СПИРАЛЬНОСТЬ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ГЕНЕРАЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В МОДЕЛИ ДИНАМО Юхина Н.А., Попова Е.П. | 142 |