

XI КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ
УЧЁНЫХ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ
КОСМИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ

ИКИ
ДИЗАЙН

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ПРОГРАММА ПРЕЗИДИУМА РАН «ПОДДЕРЖКА МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ»

Н ИКИ Ц
научно-образовательный центр ики ран

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ
КОСМИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ



ИТР Интертехпроект
Лучшие инженерные решения

XI КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ
ПОСВЯЩЕННАЯ ДНЮ КОСМОНАВТИКИ
МОСКВА ИКИ РАН 9-11 АПРЕЛЯ 2014

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА.

Аббакумов А.С.¹, Марков Я.И.²

¹ ИКИ РАН, aabbakumov@romance.iki.rssi.ru

² ИКИ РАН

Научный руководитель: Назаров В.Н.
ИКИ РАН

Подготовка космического эксперимента является сложным и трудоемким процессом, в нем принимает участие большое количество специалистов различного профиля. От данного процесса напрямую зависит эффективность самого эксперимента. Подготовка включает в себя согласования и решения вопросов по научному, инженерному, техническому и организационному обеспечению эксперимента. Как правило, это достигается путем проведения рабочих встреч, семинаров и совещаний, на которых обсуждаются методы и подходы к реализации космического эксперимента, а так же принимаются решения, выдаются поручения и многое другое. Однако, организация обсуждений, контроль исполнения поручений, хранение истории принятия решений, и т.п., является самостоятельной задачей, требующей дополнительных ресурсов.

В настоящей работе описывается программный комплекс, позволяющий автоматизировать вышеописанный процесс подготовки космического эксперимента. Этот комплекс позволяет снизить трудозатраты и увеличить эффективность процесса подготовки за счет:

- Повышения информативности процесса.
- Возможности мониторинга общего хода выполнения работ.
- Более эффективного распределения ресурсов.

Следует отметить, что данная задача не является специфической для подготовки космического эксперимента, она также актуальна для многих областей человеческой деятельности.

Программный комплекс использует в качестве платформы Microsoft SharePoint 2013. Он состоит из следующих взаимосвязанных частей:

- Электронное ведение рабочих встреч, семинаров и совещаний.
- Постановка и контроль исполнения поручений.
- Единый репозиторий поручений, решений и документов.

В настоящей работе описываются архитектурные и технические особенности реализации программного комплекса. Приводятся результаты первых внедрений, возникшие технические и организационные проблемы, а также направление дальнейших работ по улучшению и развитию.

ПИТЧ-УГЛОВОЕ РАССЕЯНИЕ ЧАСТИЦ В ТОНКОМ ТОКОВОМ СЛОЕ

Адельсон К.Я.

Институт Космических Исследований РАН, adelson@list.ru

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

Институт Космических Исследований РАН

Исследование процессов питч-углового рассеяния при движении частиц в токовом слое показывает в какой степени верно адиабатическое (или квазиадиабатическое) приближение при описании движения частиц. В настоящей работе исследуются процессы питч-углового рассеяния в тонком токовом слое, для которого толщина много меньше ионного гирорадиуса частиц. Путем численного расчета получена зависимость скачка адиабатического инварианта в зависимости от угла наклона силовой линии к нейтральной плоскости токового слоя.

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЗМЕРА ИЗОБРАЖЕНИЯ ИМПУЛЬСА РАДИОИМПУЛЬСАРА В КАРТИННОЙ ПЛОСКОСТИ

Акопян А.Л.¹, Бескин В.С.^{1,2}

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН

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

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Московский физико-технический институт (государственный университет)

Определение размера изображения импульсов радиопульсаров в картинной плоскости является важнейшей задачей не только в связи с возможностью прямого углового разрешения радиоимпульсов, но и для проверки и ограничения существующих теорий радиоизлучения. В докладе в простейшем случае дипольного магнитного поля определены как форма изображения, так и ее изменение в зависимости от фазы импульса как для обыкновенной Х-моды, так и для необыкновенной О-моды. Рассмотрены случаи различных параметров моделей излучения, таких как высота излучения, ширина окна, а также лоренц-фактор вторичной плазмы. Показано, что размер изображения в центре импульса значительно меньше, чем на его краях.

Для простоты везде считалось, что диаграмма направленности повторяет профиль концентрации плазмы у поверхности полярной шапки. Поскольку излучение на данной частоте может генерироваться в широкой области высот, то для параметризации была использована функция Гаусса с пиком на некой высоте и характерной шириной окна, которые стали вторым и третьим параметром нашей задачи. Наконец, четвертым ключевым параметром является ширина раствора диаграммы направленности для каждого элементарного излучателя относительно направления магнитного поля, обратно пропорциональная лоренц-фактору вторичной плазмы.

По полученным данным, размер изображения радиоимпульса пульсара не превышает нескольких радиусов нейтронной звезды, т.е. оказывается порядка 10^7 см. Неудивительно поэтому, что до последнего времени никакой надежды разрешить это изображение не представлялось возможным.

ВЫБОР АДСОРБЦИОННЫХ ЛОВУШЕК ДЛЯ ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ IN SITU В МИССИЯХ ЛУНА-РЕСУРС (2019 Г.) И ЕХОМАРС (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

Газовая хроматография в сочетании с масс-спектрометрией является одним из главных методов в исследовании планет Солнечной системы при проведении химического анализа летучих компонентов грунта и атмосферы, поиска органических соединений. Газохроматографический комплекс, разрабатываемый в ИКИ РАН, нацелен на определение состава летучих веществ в грунте полярных областей Луны на посадочном аппарате Луна-Ресурс (2019 г.) и на Марсе - на посадочной платформе в миссии ЕхоMars (2018 г.).

Использование адсорбционных накопителей (АН) и детекторов по теплопроводности является отличительной особенностью газового хроматографа ГХ-Л. Путём искусственного охлаждения АН на адсорбенте происходит концентрирование компонентов исследуемой паро-газовой смеси. При правильно подобранном температурном режиме можно обеспечить удержание интересующих веществ в АН в течение времени, необходимого для отбора проб. Во время импульсного нагрева АН происходит десорбция исследуемых веществ и их перенос потоком газа-носителя в хроматографические колонки для дальнейшего анализа.

Во многих космических экспериментах (Viking, Cassini-Huygens, MSL, Rosetta), газовая хроматография является главным методом анализа летучих веществ. Для покрытия всего спектра летучести, полярности, термической стабильности и химической активности предполагаемых соединений применяют комбинации хроматографических колонок с разными фазами. При этом необходимо так продумывать систему предварительного разделения веществ, чтобы они, по возможности, попадали только в те колонки, которые пригодны для их анализа. Известно, например, что вода негативно влияет на аналитические характеристики некоторых типов адсорбентов, путем «забивания» адсорбционных пор, что непосредственно сказывается на разделительной способности колонки, на объемах и временах удержания исследуемых веществ. Использование адсорбционных накопителей позволяет одновременно повысить чувствительность анализа и предохранить хроматографические колонки от негативного влияния нецелевых веществ, как при исследовании грунта, так и при прямых атмосферных измерениях.

Данная работа посвящена исследованию зависимости характерных времён удержания постоянных газов: CO_2 , CO , O_2 , CH_4 , N_2 , Ar на адсорбентах Carbosieve SIII и Molsieve 5A от температуры охлаждения АН. По результатам проведенных измерений была разработана и проверена лабораторная установка для исследования свойств новых адсорбентов, которые могут использоваться для заполнения адсорбционных накопителей. На этапе проектирования использовалась программа SolidWorks для выбора оптимального сочетания используемых материалов и геометрических размеров модели.

В будущем планируется внести изменения в лабораторную установку с целью улучшения ее характеристик. Полученные данные планируется использовать в миссиях: Луна-Ресурс, Венера-Д, ЕхоMars и других, в которых будет участвовать газоаналитический прибор, прототипом которого является газовый хроматограф ГХ-Л.

ОБЗОР МЕТАНОЛЬНЫХ МАЗЕРОВ НА EVLA (NRAO, USA) НА 18 СМ: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Баяндина О.С.¹, Вальц И.Е.¹, Kurtz S.²

¹Астрокосмический Центр Физического института им. П.Н. Лебедева РАН,
Bayandix@yandex.ru

²Centro de Radioastronomia y Astrofísica, Universidad Nacional Autónoma de México

Научный руководитель: Вальц И.Е., д.ф.-м.н.

Астрокосмический Центр Физического института им. П.Н. Лебедева РАН

С целью проверки правильности предположения относительно общности механизма накачки метанольных мазеров I класса (MMI) и мазеров OH, излучающих в спутнике на частоте 1720 МГц, и их отождествления с фронтами биполярных потоков в 2013 г. были проведены наблюдения 102-х MMI (спектральные и поляризационные) на радиоинтерферометре VLA (Very Large Array, Сокорро, Нью-Мексико, США в конфигурации C (полоса частот L - 1000 - 2000 МГц)) на частотах покоя в линиях HI (1420.4 МГц), OH (1612.231, 1665.402, 1667.359, 1720.53 МГц) и в континууме. Данная работа была поставлена с учетом того факта, что подобный обзор, выполненный авторами ранее на 70-м радиотелескопе в Евпатории, дал существенные положительные результаты: совместимость излучения MMI и OH(1720) втрое превзошла совместимость излучения OH(1720) как с другими мазерами, так и с остатками сверхновых – основным источником ударных волн в межзвездной среде, провоцирующих столкновительную накачку молекул. Представлены результаты первого этапа обработки интерферометрических данных с помощью программного пакета CASA (*Common Astronomy Software Applications*: <http://casa.nrao.edu/>), который разрабатывается международным консорциумом ученых на базе Национальной радиоастрономической обсерватории США (NRAO) для предоставления наиболее широкого круга возможностей обработки данных, полученных на радиотелескопах нового поколения, таких, как ALMA и EVLA, и который является новым современным инструментом, используемым в интерферометрии. Обсуждаются результаты статистического анализа данных наблюдений, касающиеся новых мазерных излучателей EGO, открытых ранее в рамках космической миссии Spitzer при исследовании излучения полиароматических углеводородов в ближнем инфракрасном диапазоне и представляющих новый класс объектов межзвездной среды.

РАДИОАСТРОН В СИСТЕМЕ КОСМИЧЕСКОЙ РСДБ: ИССЛЕДОВАНИЕ МАЗЕРА H₂O В ПРОТОПЛАНЕТНОМ ДИСКЕ IC1396N

**Баяндина О.С.¹, Kurtz S.², Алакоз А.В.¹, Вальц И.Е.¹, Каленский С.В.¹,
Рудницкий Г.М.³**

¹Астрокосмический Центр Физического института им. П.Н. Лебедева РАН,
Bayandix@yandex.ru

²Centro de Radioastronomia y Astrofisika, Universidad Nacional Autonoma de Mexico

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

Научный руководитель: Вальц И.Е., д.ф.-м.н.

Астрокосмический Центр Физического института им. П.Н. Лебедева РАН

Представлен проект исследования молодого дозвездного объекта в области звездообразования IC1396 с помощью российского наземно-космического интерферометра РАДИОАСТРОН. Объект представляет собой протопланетный диск небольшого диаметра (15 а.е.) или биполярный выброс вещества из центральной части источника, демонстрирующий сильное мазерное излучение в линиях водяного пара. По данным предполетных исследований в системе VLBA (NRAO, USA) со сверхдлинными базами, сравнимыми с диаметром Земли, объект содержит около 10 пространственно неразрешенных мазерных компонентов и демонстрирует постоянство функции видности интерферометра при переходе от коротких баз к длинным, что указывает на их малые линейные размеры. С помощью измерения координат мазерных деталей со сверхвысоким разрешением, которое обеспечит космический радиотелескоп РАДИОАСТРОН совместно с сетью наземных радиотелескопов, представляется возможность оценки собственных движений мазерных компонентов и проверки предполагаемой модели прецессирующего диска. Проект принят к исполнению научным и организационным комитетом миссии.

ОТРАБОТКА ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ДАТЧИКОВ ГИДА ПРИ НАТУРНЫХ И СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЯХ

Белинская Е.В., Катасонов И.Ю., Никитин А.В.

Институт космических исследований РАН, EVBelinskaya@yandex.ru

Институт космических исследований РАН

Научный руководитель: Воронков С.В., к.т.н.

Институт космических исследований РАН

Для отработки программно-алгоритмического обеспечения (ПАО) системы датчиков гида (СДГ) телескопа Т-170М проекта «Спектр-УФ» были использованы изображения звездного неба, полученные как при съемках звезд на телескопе, так и смоделированные на стенде динамических испытаний СДГ. Работа с СДГ на стенде позволяла отладить ПАО, а в ходе натурных испытаний подтверждалась работоспособность программного обеспечения в реальных условиях, а также выполнялась оценка точностных характеристик СДГ.

СДГ состоит из трех оптических датчиков на основе ПЗС-матрицы – датчики гида (ДГ) и резервированного блока обработки данных (БОД). БОД решает задачи управления режимами работы СДГ, обработки полученных датчиками гида изображений и определения текущей ориентации СДГ в инерциальном пространстве. В связи с тем, что при функционировании СДГ существует необходимость одновременной обработки звезд, содержащихся в трех полях зрения ДГ, в приборе используется двухпроцессорная архитектура. На каждом такте работы СДГ выполняется экспонирование, прием кадров, локализация на них звездоподобных объектов, подготовка звездных каталогов, приведение координат этих объектов к единой системе координат СДГ, слежение за перемещением объектов на кадрах ДГ, определение параметров углового положения системы координат (СК) СДГ относительно инерциальной СК. При этом оба процессора в БОД работают совместно друг с другом, равномерно распределяя между собой вычислительные операции, параллельно обмениваясь различными данными. Для отладки такого межпроцессорного взаимодействия использовался разработанный и созданный в ИКИ РАН стенд, позволяющий получать одновременно изображения для трех датчиков с заданными параметрами и позволяющий провести отработку ПАО в реальном времени.

Также, одним из важных аспектов при отработке программного обеспечения СДГ является оценка точностных характеристик определения положения осей системы координат СДГ относительно осей второй экваториальной системы координат. Для решения этой задачи использовались изображения звездного неба, полученные при экспериментах с СДГ на телескопе Цейсс-1000.

В общем случае на ошибку определения ориентации влияют множество факторов, таких как: ошибки алгоритмов расчетов СДГ (точность решения системы матричных уравнений), ошибки определения параметров геометрической калибровки, ошибки определения координат взвешенного центра одной звезды на ПЗС, ошибки астроподготовки и каталогов звезд, а также другие.

В настоящем докладе описан способ и методики оценки точностных характеристик СДГ с учетом двух из упомянутых выше факторов – ошибок алгоритмов расчетов прибора и ошибок определения параметров геометрической калибровки.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ГАЗИФИКАЦИИ ДЛЯ ДЕТОКСИКАЦИИ ПОЧВОГРУНТОВ, ФРАГМЕНТОВ СТУПЕНЕЙ РКН ОТ ОСТАТКОВ НДМГ И ЭЛЕМЕНТОВ ЕГО РАЗЛОЖЕНИЯ

Белоусова С.И.

Омский государственный технический университет, svetochka1992@mail.ru

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

Омский государственный технический университет

В данной статье рассматриваются приложения разработанной методики газификации невыработанных остатков топлива в баках отработанных ступеней ракет космического назначения (РКН) с маршевыми жидкостными ракетными двигателями непосредственно в полете по траектории спуска [1-3] для фрагментов ступеней и почвогрунтов в районах падения.

Основная идея разработки базируется на возможности использования горячих газов с заданными физико-химическими свойствами и дополнительным акустическим воздействием на фрагменты ступеней РКН и почвогрунты. Полученные ранее результаты в ОмГТУ показали принципиальную возможность использования термохимических методов для решения данных задач.

На первом этапе исследования проводятся анализ существующих методов детоксикации в районах падения отработанных ступеней РКН и их фрагментов, почвогрунтов, формулируется направление исследований с учетом имеющихся результатов.

Анализ литературных источников [4] показал, что одним из перспективных методов чистки является ультразвуковой метод нейтрализации от НДМГ баков изделий и образующихся при этом сточных вод. Нейтрализующее действие ультразвука основано на кавитации, при которой внутри образующихся в жидкости пузырьков газа под действием электрического поля происходит разрушение НДМГ до нетоксичных продуктов. Для проверки метода была создана и прошла испытания в натурных условиях установка ФОК-615. В подлежащий нейтрализации объект подавался дегазированный, насыщенный активным газом и обработанный ультразвуковыми магнитострикционными преобразователями рабочий раствор. Объект может обрабатываться при помощи форсунок, моечных машин, а если не позволяет его конфигурация или другие причины, заливается целиком. Исходя из приведенных данных, этот метод очень эффективен.

С целью уменьшения проливов компонентов ракетного топлива в районах падения разрабатываются активные бортовые системы управляемого спуска отработанных ступеней РКН, которые обеспечивают резкое снижение остатков топлива в баках [1-3].

Библиографический список:

1. Куденцов В.В., Одинцов П.В., Трушляков В.И., Шалай В.В. Развитие технологий снижения техногенного воздействия ракетных средств выведения на окружающую среду // Космонавтика и ракетостроение. 2008. - №4 (53). - с. 117-124
2. Пат. 2359876 РФ. Способ очистки отделяющейся части ракеты от жидких токсичных остатков компонентов ракетного топлива и устройство для его осуществления / В. И. Трушляков, В. Ю. Куденцов, П. В. Одинцов, В. В. Шалай, М. В. Шукшин; опубл. 27.06.2009
3. Трушляков В. И., Шатров Я. Т., Шалай В.В. Снижение техногенного воздействия ракетных средств выведения на жидких токсичных компонентах ракетного топлива на окружающую среду. Омск: Изд. ОмГТУ, 2004, с.220.
4. Шатров Я. Т. Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности / Я. Т. Шатров. - Королев ; М. : ЦНИИмаш, в 3 томах, 2010.

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ С МАГНИТОСФЕРОЙ НЕЙТРОННОЙ ЗВЕЗДЫ

С.И. Безродных^{1,2}, Б.В. Сомов¹

¹ГАИШ МГУ, г. Москва, Россия,

²ВЦ им. А.А. Дородницына РАН, г. Москва, Россия.

Рассмотрена двумерная модель магнитного пересоединения в магнитосфере нейтронной звезды под действием ударной волны, образованной взрывом сверхновой. В данной модели магнитное поле нейтронной звезды приближается точечным диполем и предполагается, что существует протяженная область, внутри которой поле является потенциальным. Форма границы магнитосферы определяется условием равновесия между внешним газовым и внутренним магнитным давлениями. В хвосте магнитосферы предполагается наличие токового слоя. Изучаемая модель сведена к последовательному решению двух задач Римана – Гильберта, первая из которых определяет форму магнитосферы, а решение второй дает магнитное поле. Показано наличие обратных токов в токовом слое. Обратный ток позволяет накопить избыток магнитной энергии, который реализуется в виде импульсных всплесков гамма- или другого жесткого электромагнитного излучения. Somov B.V., *Plasma Astrophysics, Part II, Reconnection and Flares*. Springer SBM, New York, 2013.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ НА ЛЕДЯНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ В ПРОЦЕССЕ РАСПЫЛЕНИЯ ИОНАМИ H, HE В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ЭНЕРГИЙ: В ПРИЛОЖЕНИИ К СПУТНИКАМ ЮПИТЕРА.

Бронский В.С.¹, Шилобреева С.Н.¹, Шематович В.И.², Хохлов А.В.³.

¹Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского (ГЕОХИ) РАН, Москва, Россия, vbronsky@gmail.com.

²Институт астрономии РАН, Москва, Россия

³Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, Москва, Россия

Научный руководитель: Шилобреева С.Н., к.г.-м.н.

¹Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского (ГЕОХИ) РАН, Москва, Россия

В настоящее время задача моделирования распыления космических безатмосферных тел под воздействием пучков ионов H, He в широком диапазоне энергий является весьма актуальной. Выброс атомов и молекул с поверхности за счет потока ионов, электронов или фотонов были изучены экспериментально (Baragiola et al 2003, Johnson et al 1990 и теоретически (Cassidy et al 2005, Dukes et al 2011) для различных мишеней и типов излучения, в том числе для объектов солнечной системы (спутники Юпитера, Сатурна, Луна и др.). Но эффекты изотопного перераспределения, происходящие при данном процессе мало исследованы.

Данная работа посвящена теоретическому исследованию зависимости процесса распыления ледовых поверхностей, в приложении к спутникам Юпитера, от параметров падающего иона и параметров мишени, а также влияние данного процесса на перераспределение изотопов на поверхности спутников Юпитера. Расчеты выполнялись с помощью различных моделей процесса распыления вещества с поверхности под воздействием облучения (Sigmund et al 1969, Yamamura et al 1980, Fama et al 2008). Получены суммарные плотности молекул и атомов, выбиваемых с поверхности льда, а также коэффициенты распыления для атомов H, O и их изотопов. Так, коэффициенты распыления атомов ^1H , ^{16}O и их изотопов D, ^{18}O с 1 см^2 ледяной поверхности Европы в зависимости от энергии налетающего иона H^+ представлены на рис. 1.

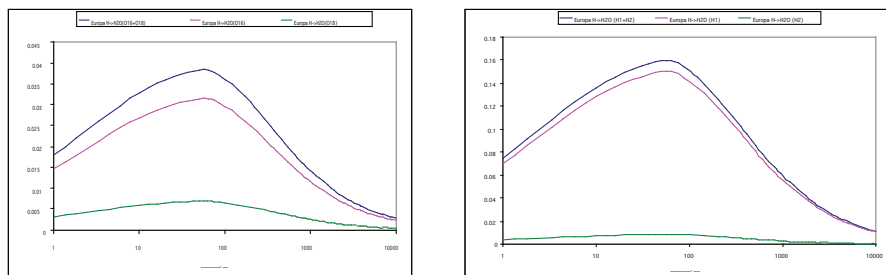


Рис.1 Пример расчета коэффициентов распыления атомов ^1H , ^{16}O и их изотопов D, ^{18}O с 1 см^2 ледяной поверхности Европы, полученные по модели Sigmund et al.

Также авторами проведена верификация используемых моделей для расчета коэффициентов распыления поверхностей под воздействием ионизирующего облучения на основе экспериментальных данных литературы.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОУПРУГОГО СОСТОЯНИЯ КОМПЛЕКСА ACS ОРБИТАЛЬНОГО ЗОНДА TGO В РАМКАХ ПРОЕКТА EXOMARS

Бутенко А.Э.¹, Бугрова А.Д.², Аксенов С.А.³

¹ИКИ РАН ostelife@gmail.com

²МИЭМ НИУ ВШЭ ad-888@yandex.ru

³МИЭМ НИУ ВШЭ aksenov.s.a@gmail.com

Научный руководитель: Чумаченко Е.Н., д.т.н.

МИЭМ НИУ ВШЭ, ИКИ РАН

В рамках проекта ExoMars планируется запуск орбитального зонда Trace Gas Orbiter (TGO), основной задачей которого будет комплексное исследование атмосферы Марса. Его частью является комплекс ACS (Atmospheric Chemistry Suit), который располагается на верхней панели космического аппарата и представляет собой единую конструкцию из четырех блоков, закрепленных друг относительно друга. В состав комплекса входят три спектрометра и система сбора научной информации. В нижней части ACS расположены 18 ножек, нижними гранями которых он крепится к платформе, разрабатываемой во Франции. Материал платформы является менее прочным по сравнению с корпусом. В результате работы оборудования происходит нагревание комплекса, приводящее к возникновению термоупругих напряжений и деформаций, что может привести к разрушению платформы.

Методы компьютерного моделирования были применены к задаче оценки напряжений, возникающих вследствие температурного расширения комплекса ACS. Проведенное исследование позволяет качественно и количественно оценить распределение нагрузок в местах крепления комплекса к платформе при различных температурных воздействиях. Выявлено, что при всех рассмотренных перепадах температуры максимальная нормальная составляющая силы реакции опоры приходится на одну и ту же ножку. Такой же результат получен для максимальной тангенциальной составляющей силы реакции. При этом величина тангенциальных составляющих существенно больше нормальных. Модуль максимальной нормальной составляющей составил 9.35, 18, 26.7 и 35.3Н при изменении температуры на 5, 10, 15 и 20К соответственно. При тех же перепадах величина максимальной тангенциальной составляющей составила 79.5, 158.8 238.8 и 318.7Н. Также был проведен анализ опасности возникающих нагрузок и возможных способов снижения напряжений.

список литературы

1. Alexander Trokhimovsky, Oleg Korablev, Alexei V. Grigoriev, Anna Fedorova, Alexei Shakun, Nikolay Ignatiev, Ludmila Zasova, Boris Moshkin, Ilia Dziuban, Svetlana Guslyakova, Konstantin Anufreychik, Alexander Stepanov, Andrey Titov, Franck Montmessin, Yuriy Ivanov, Yurii Kalinnikov 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.

СТРУКТУРА ТОКОВОГО СЛОЯ В МАГНИТОСФЕРНОМ ХВОСТЕ ЮПИТЕРА

Васько И.Ю.

Институт Космических Исследований РАН, vaskoiy@yandex.ru

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

Институт Космических Исследований РАН

МГУ им.М.В. Ломоносова, физический факультет

В отличие от магнитосферы Земли основным источником плазмы в магнитосфере Юпитера является спутник Ио, который расположен во внутренней магнитосфере на расстоянии $\sim 5 R_J$ от планеты (R_J - радиус Юпитера). Основной ионной популяцией в магнитосферном хвосте Юпитера являются ионы серы S^+ с температурой 10...30 кэВ. Кроме того, Юпитер обладает более сильным собственным магнитным полем и быстрее вращается вокруг своей оси. За счет суточного вращения ионосферы во внутренней магнитосфере возникает электрическое поле коротации, которое вплоть до расстояний $\sim 30 R_J$ от планеты превышает электрическое поле конвекции, возникающее за счет обтекания планеты потоком солнечного ветра.

Данные особенности приводят к формированию на расстоянии $\sim 10-30 R_J$ от планеты осесимметричной магнитоплазменной структуры, называемой магнитодиском. В области магнитодиска силовые линии имеют характерную вытянутую конфигурацию, которая возникает за счет действия центробежной силы, обусловленной электрическим полем коротации. На расстоянии больше $\sim 30 R_J$ находится магнитосферный хвост, структура которого аналогична структуре магнитосферного хвоста Земли. В данной области влиянием центробежных сил на структуру токового слоя можно пренебречь, а токовый слой можно считать плоским.

Магнитодиск представляет собой двумерное осесимметричное магнитоплазменное равновесие. В настоящей работе предложены аналитические кинетические модели двумерных осесимметричных токовых слоев. Рассмотрены модели, для которых функция распределения частиц по энергии является максвелловской и степенной. Построены модели, для которых нейтральная плоскость магнитодиска перпендикулярная и наклонена к оси вращения.

По данным аппарата Galileo исследована поперечная и продольная структура токового слоя в магнитосферном хвосте Юпитера. Показано, что поперечная структура токового слоя аналогична структуре токового слоя в магнитосферном хвосте Земли: тонкий токовый слой с толщиной порядка нескольких гирорадиусов серы S^+ ($\sim 0.3 R_J$) вложен в более широкий и менее интенсивный (в среднем в 4 раза) токовый слой с толщиной порядка $\sim 1.5 R_J$. Показано, что в магнитосферном хвосте Юпитера часто наблюдаются токовые слои, для которых азимутальное магнитное поле имеет колоколообразный профиль поперек токового слоя. В подобных токовых слоях существенная часть тока течет вдоль магнитного поля. Показано, что данный параллельный ток сосредоточен внутри тонкого токового слоя. Показано, что толщина токового слоя слабо варьируется с ростом расстояния r от планеты, магнитное поле на границе тонкого токового слоя падает с удалением от планеты $\sim r^{-1}$.

ИОНОСФЕРНО ОТРАЖЕННЫЕ ПРОТОННЫЕ СВИСТЫ: СПУТНИКОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ, ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБЪЯСНЕНИЕ

Вавилов Д. И.¹, Шкляр Д. Р.¹, Титова Е. Е.^{1,2}

¹ Институт Космических Исследований РАН, Москва, Россия,
vavilov86@yandex.ru

² Полярный Геофизический Институт КНЦ РАН, Апатиты, Россия

Научный руководитель: Шкляр Д. Р., д. ф.-м. н.

Институт Космических Исследований РАН, Москва, Россия

Молниевые разряды служат естественным источником электромагнитного излучения в широком диапазоне частот. Электронные и ионные свисты являются самыми известными из волновых явлений, связанных с этим излучением. Протонные свисты формируются ионно-циклотронными волнами, распространяющимися в многокомпонентной плазме. Как показывает теоретический анализ, такие волны могут испытывать отражение на высотах, где частота волны сравнивается с локальной межионной гибридной частотой. Данный процесс аналогичен хорошо известному нижнегибридному отражению, приводящему к формированию магнитосферно-отраженных свистов.

По данным измерений волн КНЧ диапазона на спутнике DEMETER было обнаружено множество протонных свистов, в том числе транс-экваториальных и ионосферно отраженных протонных свистов (ИОПС). В данном частотном диапазоне на спутнике были доступны измерения шести компонент электромагнитного поля, что позволило провести комплексное исследование различных характеристик волн, таких как динамический спектр, поляризация, угол волновой нормали, параллельная компонента вектора Пойнтинга и коэффициент преломления. В данной работе мы впервые представляем анализ спектральных и поляризационных характеристик ИОПС.

Экспериментальное исследование ИОПС дополнено численным расчетом траекторий лучей в рамках геометрической оптики и получающимися на их основе модельными спектрограммами. Сравнительный анализ реальных и модельных спектрограмм позволяет понять природу и тонкие характеристики ИОПС, дает информацию о положении источника волн, лучевых траекториях и параметрах плазмы на пути распространения волн.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ДЛЯ ЧАСТИЦ С ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ЭНЕРГИЕЙ В МЕТРИКЕ КЕРРА

Вертоградов В.Д., Гриб А.А., Павлов Ю.В.

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

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Лаборатория теоретической физики
им. А.А. Фридмана, Санкт-Петербург*

Научный руководитель: Гриб А.А., профессор, доктор физ.-мат. наук

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

Исследованы свойства геодезических для частиц с отрицательной энергией в эргосфере вращающейся черной дыры. Было показано отсутствие круговых и эллиптических орбит для таких частиц и конечность собственного времени их пребывания в эргосфере. Сделаны выводы, что такие геодезические приходят и уходят из области внутри гравитационного радиуса. Получено условие начала и конца этих геодезических в сингулярности керровской черной дыры. А также, исследованы геодезические, которые не начинаются и не заканчиваются в сингулярности.

ИССЛЕДОВАНИЕ СУММАРНОГО ВРЕМЕННОГО ПРОФИЛЯ TGF ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТА RHESSI

Выборнов В.И.¹, Позаненко А.С.², Минаев П.Ю.²

¹Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова, Москва, Троицк. e-mail: vadim.vybornov@ya.ru

²Институт Космических Исследований РАН

Космическая обсерватория Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI) была запущена в 2002 году и предназначена для исследования излучения Солнца в рентгеновском и гамма-диапазонах от 3 кэВ до 20 МэВ. Обсерватория находится на орбите высотой 600 км с наклоном 38 градуса. Оказалось, что RHESSI может эффективно регистрировать гамма-всплески земного происхождения (TGF). Был составлен каталог TGF, зарегистрированных с 2002 по 2010 гг., описанный в Grefenstette et al., 2009. Мы исследуем суммарный временной профиль всех событий из этого каталога для оценки параметров профиля, в частности, его асимметрии. В спектре, построенном по сумме всех событий, найдена линия аннигиляции электрон-позитронных пар 511 кэВ. Мы также обсуждаем возможные причины появления этой спектральной линии.

ОПТИЧЕСКИ ТЁМНЫЕ ГАММА-ВСПЛЕСКИ: ЧТО МЫ ЗНАЕМ О НИХ СЕГОДНЯ?

Вольнова А.А.¹, Позаненко А.С.¹

¹Институт космических исследований Российской академии наук, e-mail:
alinusss@gmail.com

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

Институт космических исследований Российской академии наук

При детектировании космического гамма-всплеска, как правило, ожидается появление связанного с ним рентгеновского, оптического и радио-компонента. Поиск оптических компонентов космических гамма-всплесков ведётся на всех больших телескопах Земли, а также на большом количестве быстрых роботизированных инструментов малых апертур. Несмотря на быстрое реагирование таких инструментов и глубокие наблюдения в первые несколько минут после начала всплеска, для 20-40% событий оптические компоненты не найдены, или они имеют аномально слабый блеск. Такие события получили название тёмных гамма-всплесков. В случае отсутствия оптического компонента тёмного гамма-всплеска расстояние до него и различные свойства его источника и окружающей среды можно определить по наблюдениям рентгеновского компонента и родительской галактики. Также это позволяет определить причину темноты всплеска: большое красное смещение его источника, значительное поглощение оптического излучения на луче зрения (в родительской галактике и/или в непосредственной близости от источника всплеска) или наличие внутренней темноты всплеска, связанной механизмами образования рентгеновского и оптического компонентов. В докладе представлен обзор современного состояния науки о тёмных гамма-всплесках и их родительских галактиках, а также обзор моделей процессов, которые могут порождать такие события.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ВСЕЛЕННОЙ НА БОЛЬШИХ МАСШТАБАХ РАССТОЯНИЙ ПРИ ПОМОЩИ ИЗМЕРЕНИЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ФУНКЦИИ СВЕТИМОСТИ СКОПЛЕНИЙ ГАЛАКТИК

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

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

^{2,3}Институт Космических Исследований РАН

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

Институт Космических Исследований РАН

По данным рентгеновского обзора скоплений галактик, площадью 400 кв. градусов, проведены измерения рентгеновской функции светимости скоплений галактик в больших областях небесной сферы, которые делят небо на 8 равных частей. Методом максимального правдоподобия определены наилучшие значения и доверительные интервалы для нормировки рентгеновской функции светимости в этих областях. Показано, что разброс нормировок функции светимости в различных областях неба согласуется с ошибкой ее измерения. Используя корреляционное соотношение между массой и рентгеновской светимостью скоплений галактик, из этих данных получены ограничения на разброс нормировки функции масс скоплений и, далее, на разброс средней плотности вещества в соответствующих областях пространства. Это ограничение используется для того, чтобы получить верхний предел на амплитуду флуктуаций плотности на больших масштабах расстояний, 300-1000 Мпк. Показано, что в будущем, по данным обзора всего неба обсерватории СРГ таким способом можно будет получить измерение амплитуды флуктуаций плотности на таких больших масштабах.

ПЛАНЕТАРНАЯ ЗАЩИТА: ОБЗОР МЕЖДУНАРОДНЫХ ПОДХОДОВ, ПРОЕКТЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.

Гаврилова К.И. Шевцов И.А.

*Омский Государственный Технический Университет,
k-rizzy@mail.ru, ilia_shevtsov@mail.ru*

Научный руководитель: Трушляков В.И., д.т.н., профессор
Омский Государственный Технический Университет

Существующие методы проектирования автоматических и пилотируемых КА предусматривают обеспечение минимизации массы, теплозащиты, энергообеспеченности, надёжности, многократности использования и т.д. Но расширение круга задач, решаемых космонавтикой, приводит к необходимости введения дополнительных критериев и ограничений при разработке как автоматических, так и пилотируемых КА.

В целях предотвращения переноса Земных бактерий или загрязнителей на поверхность изучаемой планеты (в данном случае Марса), предлагается создание научно-методического задела по разработке методов проектирования и конструирования КА, учитывающих возникшие требования по планетарной защите (ПЗ).

В качестве возможных технологических и проектно-конструкторских мероприятий при проектировании средств, обеспечивающих выполнения рекомендаций ПЗ предлагается рассмотреть:

- разработка проектно-конструктивных параметров КА, в частности внешних поверхностей, минимизирующих возможность накопления химических и биологических загрязнений;
- разработка на основе наноструктур антибактериальных покрытий для поверхностей КА, скафандров, приборов и т.д., исключающее наличие зон скопления химических и биологических загрязнений модуля.
- специальные химические реагенты, наносимые на поверхности марсианского модуля, предотвращающий появление и развитие любых бактерий, способных нарушить «чистоту» эксперимента на поверхности Марса.
- наличие на борту модуля специальных очищающих камер для обработки астронавтов, скафандров, оборудования, образцов, взятых на исследуемых объектах.

В результате проведённых исследований получены следующие основные выводы.

1. Международное космическое сообщество в целях предотвращения загрязнения поверхности Земли и других исследуемых планет в течение нескольких лет разрабатывает международную программу «Планетарная защита».
2. Проведённые исследования позволили сформулировать основные положения Планетарной защиты, которые должны стать практическим руководством при разработке миссий по исследованию Луны, астероидов, Марса и т.д. Были выделены ключевые особенности предложенной политики ПЗ и приняты основные требования к процессу обеспечения необходимых условий для проведения межпланетных миссий, в том числе и пилотируемых.
3. Наиболее продвинутые разработки в направлении ПЗ проведены в NASA. Вместе с тем, национальные космические программы России, ЕС, Японии, Китая, Индии предусматривают проведение исследований автоматическими КА Луны, астероидов, Марса, что требует консолидации усилий в разработке международных правил по обеспечению ПЗ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМПОНЕНТ КРАТНОЙ СИСТЕМЫ ADS 9626

Докладчик Глухова А.В.¹, Авторы Жучков Р.Я.², Глухова А.В.

¹ Казанский (Приволжский) Федеральный университет, agreana@mail.ru

² Казанский (Приволжский) Федеральный университет

Научный руководитель: Жучков Р.Я., кандидат физико-математических наук
Казанский (Приволжский) Федеральный университет

Целями данной работы являются: определение параметров системы ADS 9626 и подтверждение или опровержение теории общности происхождения подсистем Аа и ВС. В частности, анализируются эффективные температуры компонент T_{eff} , ускорения силы тяжести на поверхности звезд $\log(g)$, металличность и скорости вращения этих компонент $V \cdot \sin(i)$.

Параметры определялись на основе спектров высокого разрешения ($R=50000$), полученных на телескопе К(П)ФУ РТТ-150 с диаметром зеркала 1,5 метра (Турецкая национальная обсерватория ТЮБИТАК).

Редукция (очистка от шумов, проведение континуума и нормировка) спектров компонент проводилась в пакете программ DECH20.

Для определения всех искомых величин использовался метод моделей атмосфер. Для освоения методики были определены параметры Солнца. Для этого строились модели с параметрами T_{eff} , $\log(g)$, $V \cdot \sin(i)$, металличностью, скоростью микро- и макротурбулентции. Для каждой модели рассчитывался синтетический спектр в программе SYNTH. При расчетах скорость вращения звезд $V \cdot \sin(i)$ определялись из анализа ширины линий в спектре, скорости микро- и макротурбулентции принимались известными (для Солнца), либо брались характерными для звезд данного спектрального класса (компоненты ADS 9626). Поиск параметров производился методом ². Строилась сумма невязок, далее искалась точка в фазовом пространстве, где значение χ^2 минимальное, и параметры соответствующей модели приписывались исследуемому объекту.

Для подсистемы Аа имелся один спектр, который является суммарным спектром двух неразрешенных раздельно компонент, поэтому для уменьшения числа свободных параметров были введены упрощения.

В результате нами были получены следующие параметры компонент:

В: $T_{\text{eff}}=5900 \pm 200\text{K}$, $\log(g)=4.3 \pm 0.1$, $A=0.1 \pm 0.1$

С: $T_{\text{eff}}=5900 \pm 200\text{K}$, $\log(g)=4.4 \pm 0.1$, $A=0.0 \pm 0.1$

А+а: $T_{\text{eff}}=7000 \pm 400\text{K}$, $\log(g)=3.5 \pm 0.5$, $A=-0.5 \pm 0.2$

Проанализировав полученные параметры можно сделать вывод, что компоненты В и С - это практически звезды-близнецы солнечного типа и образовались из одного вещества. При этом получено значимое различие металличности подсистем Аа и В,С ($\approx 0.5\text{dex}$), что может свидетельствовать о различном происхождении подсистем.

Результаты исследования включены в направленную в «Астрономический журнал» статью.

ВЛИЯНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАХВАЧЕННЫХ МЕЖЗВЕЗДНЫХ ПРОТОНОВ В ГЕЛИОСФЕРЕ

Голиков Е.А.

*МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия
ИКИ РАН, г. Москва, Россия, golikov.e.a000@gmail.com*

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

*МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия
ИКИ РАН, г. Москва, Россия*

ИГМех РАН, г. Москва, Россия

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, переносимыми плазмой солнечного ветра, 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; адиабатическое охлаждение на расширяющемся солнечном ветре приводит к его «уплощению», а энергетическая диффузия – 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, 2007, Isenberg, 1987 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. Эти волны способны оказывать заметное влияние на процессы эффективного ускорения частиц в гелиосфере. В настоящей работе изучается влияние таких волн на энергетическое и пространственное распределение захваченных протонов в области гелиосферного ударного слоя.

Чалов С.В. – Исследование процессов ускорения энергичных частиц и их влияния на структуру гелиосферы. Автореф. Дисс. ... докт. Физ.-мат. Наук. Москва, 2007

Isenberg P. – Evolution of Interstellar Pickup Ions in the Solar Wind // Journal of Geophysical Research, vol. 92, No. A2, pages 1067-1073, february 1, 1987

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НАДОБЛАЧНОЙ ДЫМКИ ВЕНЕРЫ ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТА VIRTIS/VEX

Горинов Д.А.^{1,2}, Щербина М.П.^{1,3}

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

²Московский Физико-Технический Институт (государственный университет)

³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет

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. Применив модель (ARS, Ignatiev et.al., 2009), рассчитывающую уравнение переноса в венерианской атмосфере, т.е. решая прямую задачу, нам удалось получить модельные профили интенсивности и попробовать сравнить их с экспериментальными данными. 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. В результате были обнаружены основные параметры частиц, составляющих слой, включая распределение по размерам, распределение по высоте и концентрацию. Кроме того, демонстрируется, как выглядел бы профиль слоя частиц с параметрами, полученными в эксперименте SPICAV/SOIR геометрии наблюдения прибора VIRTIS.

Работа поддержана грантом Министерства Образования и Науки #11.G34.31.0074, грантом RFBR N12-02-01280-а, а также проводится в рамках программы 22 Президиума РАН «Фундаментальные проблемы исследования и изучения Солнечной Системы»

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА В СТУПЕНИ ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНОЙ ТУРБИНЫ

Горшков А.Ю.¹, Туйзюков А.О.², Даутов Д.Р.³, Комаров О.А.⁴

¹Студент СГАУ, zub1500@mail.ru

²Студент СГАУ

³Студент СГАУ

⁴Студент СГАУ

Научный руководитель: Батурин О.В., доцент, к.т.н.

Самарский Государственный Аэрокосмический Университет им. академика С.П. Королева

С 1970 х годов в лаборатории лопаточных машин на кафедре теории двигателей летательных аппаратов Самарского государственного аэрокосмического университета (СГАУ) для проведения студенческих лабораторных работ используется стенд для экспериментального получения характеристик модельной малоразмерной центростремительной турбины состоящей из соплового аппарата, рабочего колеса (РК) и выходной системы. Исследуемая турбина имеет следующие параметры: частота вращения ротора до 30000 об/мин; степень расширения $\pi_r^* < 2$; расход воздуха $G_r < 0.02$ кг/с. За время эксплуатации стенда был накоплен большой объем экспериментальных данных о рабочем процессе данной турбины в разных условиях.

Течение в модельной турбине было исследовано в программном комплексе *Ansys CFX*. Для этого была создана модель рабочего процесса состоящая из двух элементов - доменов: РК и выходной области. Домен РК рассчитывался в подвижной системе координат (СК), вращающейся с частотой вращения ротора. Выходная область и сопловой аппарат считались в неподвижной СК. Данные о параметрах потока из первой расчетной области во вторую и в третью передавались с помощью интерфейса *Stage*. Расчетная область выходной системы также содержала в себе полость за диском РК, что позволило учесть утечки рабочего тела и дисковые потери. Модель РК учитывала также наличие радиального зазора над торцами лопаток величиной 0,3 мм.

Геометрия всех элементов турбины была воссоздана в программе *Design Modeler* по имеющимся чертежам и результатам обмера турбины. Все элементы были разбиты структурной сеткой конечных элементов. Общее число конечных элементов во всей рассматриваемой расчетной области > 300 тыс. элементов. В качестве рабочего тела использовался идеальный газ со свойствами сухого воздуха. В расчётах учитывалось, что его теплоёмкость и динамическая вязкость зависят от температуры. В ходе расчётов использована модель турбулентности $k-\epsilon$.

Полученные в результате расчетного исследования характеристики турбины были сопоставлены с экспериментальными данными. Было установлено, они хорошо совпадают качественно, но существенно отличаются (в несколько раз) количественно. Проведенный анализ и сопоставление расчетных и экспериментальных данных позволило выявить ряд существенных ошибок в организации эксперимента и методике обработки его данных, приводящих к значительному искажению результатов. Также было установлено, что применяемая в ходе эксперимента для вычисления крутящего момента на валу турбины система ошибочна.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА В СТУПЕНИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА

Горшков А.Ю.¹, Туйзюков А.О.²

¹Студент СГАУ, zub1500@mail.ru

²Студент СГАУ

Научный руководитель: Батурин О.В., доцент, к.т.н.

Самарский Государственный Аэрокосмический Университет им. академика С.П. Королева

С 1970 х годов в лаборатории лопаточных машин на кафедре теории двигателей летательных аппаратов Самарского государственного аэрокосмического университета (СГАУ) для проведения студенческих лабораторных работ используется стенд для экспериментального получения характеристик модельного малоразмерного центробежного компрессора состоящего из входного направляющего аппарата, рабочего колеса (РК) и выходной системы. Исследуемый компрессор имеет следующие параметры: частота вращения ротора до 30000 об/мин; степень сжатия $\pi_k < 1.1$; расход воздуха $G_v < 0.02 \text{ кг/с}$. За время эксплуатации стенда был накоплен большой объем экспериментальных данных о рабочем процессе данного компрессора в разных условиях.

Течение в модельном компрессоре было исследовано в программном комплексе *Ansys CFX*. Для этого была создана модель рабочего процесса состоящая из двух элементов - доменов: РК и выходной области. Домен РК рассчитывался в подвижной системе координат (СК), вращающейся с частотой вращения ротора. Выходная область считалась в неподвижной СК. Данные о параметрах потока из первой расчетной области во вторую передавались с помощью интерфейса *Stage*. Расчетная область выходной системы также содержала в себе полость за диском РК, что позволило учесть утечки рабочего тела и дисковые потери. Модель РК учитывала также наличие радиального зазора над торцами лопаток величиной 0,3 мм.

Геометрия всех элементов компрессора была воссоздана в программах *Blade Gen* (РК) и *Design Modeler* (выходная система) по имеющимся чертежам и результатам обмера компрессора. Все элементы были разбиты структурной сеткой конечных элементов. Общее число конечных элементов во всей рассматриваемой расчетной области – 300 тыс. элементов. В качестве рабочего тела использовался идеальный газ со свойствами сухого воздуха. В расчетах учитывалось, что его теплоемкость и динамическая вязкость зависят от температуры. В ходе расчетов использована модель турбулентности $k-\varepsilon$.

Полученные в результате расчетного исследования характеристики компрессора были сопоставлены с экспериментальными данными. Было установлено, они хорошо совпадают качественно, но существенно отличаются (в несколько раз) количественно. Проведенный анализ и сопоставление расчетных и экспериментальных данных позволило выявить ряд существенных ошибок в организации эксперимента и методике обработки его данных, приводящих к значительному искажению результатов. Также было установлено, что применяемая в ходе эксперимента для вычисления крутящего момента на валу компрессора тарировочная зависимость ошибочна.

РАСЧЕТ КИНЕТИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫРОЖДЕННОЙ ПЛАЗМЫ В ЗАМАГНИЧЕННОЙ НЕЙТРОННОЙ ЗВЕЗДЕ.

Глушихина Мария Владимировна,
ИКИ РАН, *m.glushikhina@iki.rssi.ru*

Бисноватый-Коган Геннадий Семенович, д-р ф.-м. наук,
ИКИ РАН

Наблюдения излучения нейтронных звезд позволяют получить данные не только о магнитном поле, температуре и химическом составе поверхности, но и свойствах материи при высоких плотностях внутри звезды. В сильном магнитном поле тепловой поток становится анизотропным, что приводит к неоднородному распределению температуры по поверхности нейтронной звезды. Наблюдения периодических изменений тепловой (рентгеновской) светимости вращающейся нейтронной звезды могут дать информацию как о структуре магнитного поля, так и свойствах вещества слоев, где формируется анизотропия теплового потока.

Перенос тепла в оболочках нейтронных звезд играет решающую роль во многих аспектах эволюции этих звезд. Теплопроводность – это основная величина, необходимая для вычисления зависимости между внутренней температурой нейтронной звезды и эффективной температурой поверхности, это отношение влияет на тепловую эволюцию нейтронной звезды и её спектров излучения. Для расчета теплопроводности нам необходимо знать, транспортные свойства плотного вещества, где электроны вырождены и образуют почти идеальный ферми-газ, ионы образуют кулоновскую жидкость или кулоновский кристалл. В таких условиях электроны являются наиболее важными теплоносителями.

В настоящей работе выведено уравнение теплопроводности при наличии произвольного аксиально-симметричного поля, и точного учета тензорных свойств коэффициента теплопроводности. Рассмотрен случай полностью ионизованной релятивистской вырожденной плазмы. Рассчитаны кинетические коэффициенты электронов в коре замагниченной нейтронной звезды на основе решения уравнения Больцмана. Получено новое приближение для коэффициентов электронной теплопроводности и электропроводности в направлении вдоль и поперек линий магнитного поля.

В целом нами получен полный набор параметров NSVS 14256825, большинство из которых отлично от представленных в литературе. Отличительной особенностью исследованной системы является наличие в ней вторичной компоненты с массой, близкой к массе основной звезды. В отличие от аналогичных компонент в молодых предкатаклизмических переменных NSVS 14256825 и NSVS 14256825 не позволяет оценить отношение масс компонент без введения до-

ьев В.О.

ФГАОУВПО «К(П)ФУ», Институт физики, e-mail: vdemen@yandex.ru

Научный руководитель: Насыров И.А., кандидат ф.-м. н.

ФГАОУВПО «К(П)ФУ», Институт Физики

Расчёт траекторий радиоволн в ионосфере является одним из важнейших разделов радиофизики. Особенности ионосферного распространения радиоволн во многом определяют эффективность построения и эксплуатации современных систем наземной дальней декаметрового диапазона, загоризонтной радиолокации и местоопределения.

Целью данной работы является разработка программ на основе метода Гамильтона для расчёта лучевых траекторий СВ радиосигналов, распространяющихся в трёхмерно-неоднородной ионосфере, а также установление влияния работы нагревательного стенда «Сура» (Россия, Нижегородская область) на распространение сигналов радиостанции точного времени RWM (Россия, Москва, Менделеево) [<http://ru.wikipedia.org/wiki/RWM>].

Для моделирования характеристик неоднородной среды была выбрана полуэмпирическая модель распределения электронной концентрации в ионосфере IRI-2012 [<http://modelweb.gsfc.nasa.gov/ionos/iri.html>]. Для наибольшего соответствия модели IRI-2012 реальной ионосфере были использованы данные ионосферной станции «Циклон» (параметр foF2), расположенной в деревне Ореховка (Россия, Зеленодольский район, РТ), а также данные по солнечной активности (число солнечных пятен).

Расчёт был произведён для 7 ноября 2013 года с 18.00 до 22.00 с интервалом 20 минут на радиотрассе «Москва» – «Казань» для трёх частот 5, 10, 15 МГц, на которых работает RWM. Диаграмма направленности антенны, выбранная для расчёта: зенитные углы – 45°, 50°, 55°, 60°, 65°; азимутальные углы – 88.93°, 91.43°, 93.93°, 96.43°, 98.93°. Центральный азимутальный угол 93.93° направлен на стенд «Сура», остальные углы выбраны с отклонением $\pm 2.5^\circ$ и $\pm 5^\circ$ от центрального.

Искусственная ионосферная неоднородность возникает при работе нагревательного стенда «Сура» во время излучения им мощной СВ радиоволны, в результате чего в возмущённой области ионосферы происходит уменьшение электронной концентрации в целом примерно до 10% [А.В. Гуревич Нелинейные явления в ионосфере, УФН, Том 177, №11, Ноябрь 2007 г.]. Диаграмма направленности стенда «Сура» представляет конус с углом 6°, направленный вверх. В ионосфере существует область плазменных резонансов: нижняя граница высоты определяется верхнегибридным резонансом, а верхняя – ленгмюровским резонансом. Поэтому для установления влияния работы стенда «Сура» необходимо, чтобы траектория радиоволны проходила как через область его диаграммы направленности, так и через слой возмущённой области плазменных резонансов.

Заключение

В результате численного эксперимента при заданных начальных условиях было установлено, что очень незначительная часть траекторий проходила через область диаграммы направленности стенда «Сура», однако ни одна из них не прошла через возмущённую область. Отсюда можно сделать вывод, что работа нагревательного стенда «Сура» не оказала значительного влияния на распространение сигналов радиостанции точного времени RWM на данной радиотрассе в выбранное время.

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕСНОЙ ДВОЙНОЙ СИСТЕМЫ NSVS14256825

Дёминова Н.Р.¹, Борисов Н.В.², Габдеев М.М.²

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, nellyrd@mail.ru

²Специальная астрофизическая обсерватория РАН

Научный руководитель: Шиманский В.В., к.ф.-м.н.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Тесная двойная система (ТДС) NSVS14256825 принадлежит к классу молодых предкатаклизмических переменных типа HW Vir и содержит sdB-субкарлик в паре со звездой главной последовательности низкой массы. Основной проблемой в изучении подобных систем является невидимость вторичной компоненты в кривых блеска и спектрах, что не позволяет определить значения масс звезд. В нашей работе для изучения NSVS14256825 применен метод численного моделирования систем с эффектами отражения, позволяющий из расчетов и анализа кривых лучевых скоростей sdB-субкарлика получить необходимый набор параметров.

В работе выполнен анализ одновременных мультиполосных фотометрических наблюдений NSVS14256825, проведенных в сентябре 2012 г. на телескопе Цейс-1000 CAO РАН. На основе этих данных построены орбитальные кривые блеска NSVS14256825 в полосах B, V, R с совместным проявлением эффектов отражения и затмений обоих компонент. Моделирование и исследование кривых блеска проводилось с применением метода численного моделирования облучаемых звездных атмосфер и учетом несферичности компонент, обусловленной их гравитационным влиянием. В результате получена часть параметров системы: угол наклона плоскости орбиты $i = 82^\circ$, радиус главной компоненты $R_1 = 0.144 R_\odot$, радиус вторичной компоненты $R_2 = 0.130 R_\odot$.

В поле изучаемого объекта обнаружена ранее неизвестная переменная звезда 2MASS J20194773+0434017 типа RR Lyr с амплитудами $\Delta m = 0.18^m - 0.35^m$ в разных полосах и периодом около 6–7 часов.

Проведена обработка и анализ серий спектроскопических наблюдений NSVS14256825, выполненных в июле 2012 г. и сентябре 2013 г. на БТА CAO РАН. В итоге построены 2 набора нормированных спектров умеренного разрешения в интервале $\lambda\lambda$ 4050–5800 практически для всех фаз орбитального периода. В спектрах отождествлены линии 7 химических элементов, связанные с излучением sdB-субкарлика. Показано, что наблюдаемые профили линий испытывают искажения в шкале фаз орбитального периода, обусловленные влиянием эффектов отражения. Численное моделирование спектров с учетом эффектов отражения и затмений выполнено одновременно с расчетами кривых блеска NSVS14256825. Из неЛТР анализа профилей линий H β , H γ , H δ в минимуме блеска подтверждено значение эффективной температуры sdB-субкарлика ($T_{\text{eff}} = 42000$ K) с уменьшением значения поверхностной силы тяжести ($\log g = 5.75$). Определен химический состав звезды, показывающий значительный дефицит гелия ($[\text{He}/\text{H}] = -1.22$) и несолнечное распределение содержаний других элементов при средней металличности ($[\text{Fe}/\text{H}] \sim -1.00$). Из усиления абсорбционных деталей в красной части исследуемых спектров сделано предположение о повышенной металличности вторичной компоненты.

Наборы лучевых скоростей sdB-субкарлика измерены по линиям H β , H γ , H δ методом кросс-корреляции спектров. Показано, что наблюдаемые кривые лучевых скоростей имеют искажения, обусловленные действием эффектов отражения, формирующих эмиссионные линии в излучении горячего пятна на поверхности вторичной компоненты. Моделирование этих эффектов в спектрах NSVS14256825 и последующее согласование теоретических и наблюдаемых кривых лучевых скоростей позволило провести определение масс компонент. В итоге найдена масса главной компоненты $M_1 = 0.47 M_\odot$, и вторичной компоненты $M_2 = 0.10 M_\odot$, и большая полуось орбиты $A = 0.798 R_\odot$.

В целом нами получен полный набор параметров NSVS 14256825, большинство из которых отлично от представленных в литературе. Отличительной особенностью исследованной системы является наличие в ней вторичной компоненты с массой, близкой к массам коричневых карликов, но имеющей значительный избыток светимости. В отличие от аналогичных компонент в молодых предкатаклизмических переменных с sdO-субкарликами данный избыток светимости возможно обусловлен очень сильными эффектами облучения холодной звезды с малой массой. Подтверждено, что при комплексном моделировании спектров, кривых блеска и лучевых скоростей возможно определение параметров систем типа HW Vir. Однако в отличие от ранее исследованной аналогичной системы HS 2333+3927 слабость эффектов отражения в NSVS 14256825 не позволяет оценить отношение масс компонент без введения до-

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕСНОЙ ДВОЙНОЙ СИСТЕМЫ NSVS14256825

Дёмина Н.Р.¹, Борисов Н.В.², Габдеев М.М.²

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, nellyrd@mail.ru

²Специальная астрофизическая обсерватория РАН

Научный руководитель: Шиманский В.В., к.ф.-м.н.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Тесная двойная система (ТДС) NSVS14256825 принадлежит к классу молодых предкатаклизмических переменных типа HW Vir и содержит sdB-субкарлик в паре со звездой главной последовательности низкой массы. Основной проблемой в изучении подобных систем является невидимость вторичной компоненты в кривых блеска и спектрах, что не позволяет определить значения масс звезд. В нашей работе для изучения NSVS14256825 применен метод численного моделирования систем с эффектами отражения, позволяющий из расчетов и анализа кривых лучевых скоростей sdB-субкарлика получить необходимый набор параметров.

В работе выполнен анализ одновременных мультиполосных фотометрических наблюдений NSVS14256825, проведенных в сентябре 2012 г. на телескопе Цейсс-1000 CAO РАН. На основе этих данных построены орбитальные кривые блеска NSVS14256825 в полосах B, V, R с совместным проявлением эффектов отражения и затмений обоих компонент. Моделирование и исследование кривых блеска проводилось с применением метода численного моделирования облучаемых звездных атмосфер и учетом несферичности компонент, обусловленной их гравитационным влиянием. В результате получена часть параметров системы: угол наклона плоскости орбиты $i = 82^\circ$, радиус главной компоненты $R_1 = 0.144 R_\odot$, радиус вторичной компоненты $R_2 = 0.130 R_\odot$.

В поле изучаемого объекта обнаружена ранее неизвестная переменная звезда 2MASS J20194773+0434017 типа RR Lyr с амплитудами $\Delta m = 0.18^m - 0.35^m$ в разных полосах и периодом около 6-7 часов.

Проведена обработка и анализ серий спектроскопических наблюдений NSVS14256825, выполненных в июле 2012 г. и сентябре 2013 г. на БТА CAO РАН. В итоге построены 2 набора нормированных спектров умеренного разрешения в интервале $\lambda\lambda$ 4050-5800 практически для всех фаз орбитального периода. В спектрах отождествлены линии 7 химических элементов, связанные с излучением sdB-субкарлика. Показано, что наблюдаемые профили линий испытывают искажения в шкале фаз орбитального периода, обусловленные влиянием эффектов отражения. Численное моделирование спектров с учетом эффектов отражения и затмений выполнено одновременно с расчетами кривых блеска NSVS14256825. Из неЛТР анализа профилей линий H I, He I, He II в минимуме блеска подтверждено значение эффективной температуры sdB-субкарлика ($T_{\text{eff}} = 42000 \text{ K}$) с уменьшением значения поверхностной силы тяжести ($\log g = 5.75$). Определен химический состав звезды, показывающий значительный дефицит гелия ($[\text{He}/\text{H}] = -1.22$) и несолнечное распределение содержаний других элементов при средней металличности ($[\text{Fe}/\text{H}] \sim -1.00$). Из усиления абсорбционных деталей в красной части исследуемых спектров сделано предположение о повышенной металличности вторичной компоненты.

Наборы лучевых скоростей sdB-субкарлика измерены по линиям H I, He I, He II методом кросс-корреляции спектров. Показано, что наблюдаемые кривые лучевых скоростей имеют искажения, обусловленные действием эффектов отражения, формирующих эмиссионные линии в излучении горячего пятна на поверхности вторичной компоненты. Моделирование этих эффектов в спектрах NSVS14256825 и последующее согласование теоретических и наблюдаемых кривых лучевых скоростей позволило провести определение масс компонент. В итоге найдена масса главной компоненты $M_1 = 0.47 M_\odot$, и вторичной компоненты $M_2 = 0.10 M_\odot$, и большая полуось орбиты $A = 0.798 R_\odot$.

В целом нами получен полный набор параметров NSVS 14256825, большинство из которых отлично от представленных в литературе. Отличительной особенностью исследованной системы является наличие в ней вторичной компоненты с массой, близкой к массам коричневых карликов, но имеющей значительный избыток светимости. В отличие от аналогичных компонент в молодых предкатаклизмических переменных с sdO-субкарликами данный избыток светимости возможно обусловлен очень сильными эффектами облучения холодной звезды с малой массой. Подтверждено, что при комплексном моделировании спектров, кривых блеска и лучевых скоростей возможно определение параметров систем типа HW Vir. Однако в отличие от ранее исследованной аналогичной системы HS 2333+3927 слабость эффектов отражения в NSVS 14256825 не позволяет оценить отношение масс компонент без введения до

ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДЫ УКРАИНЫ В ПЛЕЙСТОЦЕНЕ КАК СЛЕДСТВИЕ ВОЗМОЖНОГО ВЛИЯНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Дорошкевич С.П.

*Институт географии Национальной академии наук Украины, г. Киев,
dsp.paleo.geo@mail.ru*

Развитие и эволюционные изменения географической оболочки многие ученые связывают с влиянием космических факторов. Более того, отдельные палеогеографы указывают в своих работах [1, 2 и др.], что изменения природы на Земле, бесспорно, зависимы от астрономических процессов. Это подтверждают отложения земной коры, с четко прослеживаемыми определенными ритмами их образования, которые должны сопоставляться с изменениями солнечной активности, неравенствами земной орбиты, движением Солнечной системы по галактической орбите и т.п. Именно в корреляции ритмов изменения древней природы с космическими событиями мы видим главную задачу возможной дальнейшей работы.

Изучение природы Украины в плейстоцене имеет богатую историю и весомые работы, которые, главным образом, связаны с работами М.Ф. Веклича [2-5 и др.], а также его соратников и учеников Н.О. Сиренко, Ж.Н. Матвишиной, С.И. Турло, Н.А. Куницы, О.М. Адаменка, И.В. Мельничука, В.И. Передерий, Н.П. Герасименко и др. Значительный вклад в развитие знаний о четвертичном периоде Украины внесли В.И. Крокос, К.К. Марков, И.П. Герасимов, Л.Б. Рухин, П.К. Заморий, И.М. Рослый, И.Л. Соколовский, А.А. Величко, П.Ф. Гожик, В.Н. Шелкопляс, А.Б. Богуцкий и др. В работах этих выдающихся ученых накоплен огромный материал о стратиграфии и геохронологии плейстоцена, о древней природе Украины и ее отдельных компонентах (литологическом и минералогическом составе отложений, древних рельефе, климате, реках и морях, почвах, флоре, фауне и др.).

На протяжении семи лет мы занимаемся изучением плейстоценовой природы на основании исследования разнофациальных отложений лессовой формации (главным образом ископаемых почв и лессов) территории бассейнов Южного Буга [6] и Днестра в пределах Украины. Полученные палеопочвенные данные исследуемых разрезов плейстоценовых отложений четко указывают на ритмические изменения климата в плейстоцене, которые прослеживаются в чередовании горизонтов ископаемых почв (образования теплых палеогеографических этапов) с лессами (отложения холодных, ледниковых периодов). Особенности природных условий от начала и до конца плейстоцена указывают на определенную направленность развития (каждый последующий этап (теплый или холодный) был более аридным и холодным по сравнению с предыдущим). Строение наиболее полных почвенных свит четко подтверждает стадийность развития природы в теплые этапы плейстоцена (почвы отдельных стадий и даже подстадий, отличаются за генезисом и, соответственно, климатическими условиями времени своего формирования: в начальную стадию почвообразования климат относительно холодный и влажный; в стадию оптимума – теплый и влажный, в заключительную – теплый и сухой). На этом перечень выявленных закономерностей изменений природы на территории Украины в плейстоцене не заканчивается, а их возможными причинами могут быть разные космические процессы, которые сложно взаимодействуют между собой и имеют прямое либо косвенное влияние на палеогеографическую оболочку.

Эволюционные изменения природы на Земле были – это факт. Но причины этих изменений до сих пор дискуссионные. Установление истинных причин изменений природных условий важно не только в связи с необходимостью знаний о прошлом, но и для более полного понимания современных процессов на Земле и во Вселенной, а также для прогноза их развития в будущем. Для решения этих задач мы видим необходимость более тесного сотрудничества наук о Земле и Вселенной, в котором скрыт огромный потенциал для их дальнейшего развития и решения важных фундаментальных и прикладных проблем.

Литература: 1. Марков К.К. Палеогеография. – Москва: МГУ, 1960. – 268 с. 2. Веклич М.Ф. Палеозатопность и стратотипы почвенных формаций верхнего кайнозоя. – Киев: Наукова думка, 1982. – 202 с. 3. Веклич М.Ф., Матвишина Ж.Н., Медведев В.В. и др. Методика палеопедологических исследований. – Киев: Наукова думка, 1979. – 272 с. 4. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – Киев: Наукова думка, 1987. – 192 с. 5. Веклич М.Ф. Основы палеопандшафтоведения. – Киев: Наукова думка, 1990. – 192 с. 6. Дорошкевич С.П. Плейстоценові вкопні ґрунти Середнього Побужжя як відображення змін природних умов: дис. к. геогр. н. 11.00.04. – Киев: Институт географии НАН Украины, 2012. – 19 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ И КАЛИБРОВКА ЛАБОРАТОРНОЙ МОДЕЛИ ЭШЕЛЛЕ СПЕКТРОМЕТРА ПРИБОРА АЦС-НИР

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

Комплекс приборов АЦС, входящий в состав миссии TGO проекта EхoMars2016, состоит из трех спектрометров ИК диапазона и будет выполнять широкий спектр научных задач по исследованию атмосферы и климата Марса. Прибор НИР, входящий в состав комплекса АЦС, является компактным эшелле спектрометром высокого разрешения с предварительной фильтрацией порядков дифракции акустооптическим перестраиваемым фильтром (АОПФ). Оптическая схема этого прибора базируется на успешных приборах SOIR и РУСАЛКА, и проектировалась с участием автора. В докладе будет описана реализация лабораторной модели эшелле спектрометра прибора АЦС-НИР, представлены особенности юстировки прибора и калибровки спектрометра по лабораторным источникам излучения.

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОИМПУЛЬСНОГО ПЕРЕЛЕТА К ТОЧКЕ L2 С ВЫХОДОМ НА ГАЛО-ОРБИТУ

Ефремова Е.В.¹, Аксенов С.А.², John Kidd³

¹МИЭМ НИУ «ВШЭ»,

²МИЭМ НИУ «ВШЭ»

³University of Arizona

Научный руководитель: Аксенов С.А., доцент, к.т.н.
МИЭМ НИУ «ВШЭ»

В работе проводится анализ результатов моделирования некомпланарного многоимпульсного перелета к окрестностям точки L2 системы Земля-Луна с двойным облетом Луны [3] и выходом на гало-орбиту.

Гало-орбитами называются периодические орбиты вокруг коллинеарных точек либрации L1, L2 и L3 в ограниченной задаче трех тел. В данной работе рассматривается точка либрации L2 в системе Земля-Луна. Исследование гало-орбит и проблем вывода космических аппаратов на подобные орбиты актуально для решения множества задач изучения Солнечной системы. [2]

Выбранная для моделирования траектория была описана в работе [1]. Аппарат стартует с Земли, достигает первой точки облета Луны, где к аппарату применяется импульс в направлении движения, после чего аппарат совершает первый промежуточный маневр MCC1 и достигает точку входа на гало-орбиту, где совершает маневр NOI (Halo Orbit Insertion). После прохождения участка витка гало-орбиты к аппарату применяется маневр HOD (Halo Orbit Departure), который выводит спутник с гало-орбиты. После этого аппарат второй раз облетает Луну и возвращается на Землю. Общее время перелета составляет 31 день.

Моделирование описанной траектории производилось в пакете GMAT с подключенным к нему оптимизатором среды MATLAB.

При моделировании траектории с исходными данными время прохождения участка между точкой первого облета Луны S1 и совершением маневра MCC1 составляет 3 дня, и время прохождения точкой совершения маневра MCC2 и вторым облетом Луны составляет 6 дней. Общий затраченный импульс в окрестностях Луны при этом составляет 387 м/с.

В результате проведения анализа была найдена зависимость стоимости маневра вывода аппарата на гало-орбиту NOI от времени проведения первого промежуточного маневра MCC1.

Список литературы.

[1] J. Hopkins, R.W. Farquhar, D. Dunham, W. Pratt, A. Scott, and S. Hall, "Proposed Orbits for Human Missions to the Earth-Moon L2 Region", Paper IAC-13.A5.1.4, 64th International Astronautical Congress, Beijing, China, Sept. 2013;

[2] D.W. Dunham, R.W. Farquhar, N. Eismont, and E. Chumachenko, "New Approaches for Human Deep-Space Exploration", presented at the International Symposium on Space Flight Dynamics, Pasadena, California, November 1, 2012;

[3] Аксенов С.А., Ефремова Е.В., Данхем Д.У. «Компьютерное моделирование миссии к точке либрации L2 системы Земля-Луна», тезисы конференции "Инновационные информационные технологии", Прага, 22-26 апреля 2013 г.

ИННОВАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ И ПОТЕЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ МЕТАЛЛОВ С ПАМЯТЬЮ В КИНЕТИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ ВРАЩЕНИЯ.

Епифанов С.В.¹

*¹Поволжская Государственная Социально-Гуманитарная Академия,
e-mail: epifanow.stanislaw@yandex.ru*

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

Поволжская Государственная Социально-Гуманитарная Академия

Полет в космос открыл новую ступень в освоении информационного пространства. Сегодня космические аппараты отправляются к Меркурию, Венере, Марсу и другим планетам солнечной системы. "Пионер 10" отправился в далекие просторы вселенной. На орбите Земли появилась постоянно действующая международная станция. Разрабатывается множество планов покорения соседних планет. Уже недалек тот день, когда человек с планеты Земля ступит на одну из ближайших планет и начнется освоение неизведанных территорий.

Одной из первостепенных задач, при освоении инопланетных территорий, является построение постоянно действующих поселений. Для строительства необходимо использовать инновационные устройства, которые существенно отличаются от земных. Это обусловлено массогабаритными показателями. Доставка вспомогательной и строительной техники, источников питания из-за расстояния становятся дорогостоящими. Основными требованиями к вспомогательной и строительной технике являются массогабаритные показатели, увеличенное время питания. Разработка и моделирование исполнительного устройства для перемещения крупногабаритных объектов на большие расстояния при минимальных затратах является одной из основных актуальных задач в построении постоянно действующих инопланетных комплексов.

Одним из направлений является совокупное использование энергии солнца с различными другими энергиями, в частности с металлами с памятью.

Разработана модель исполнительного механизма большой мощности, основанного на совокупном использовании в качестве рабочего тела солнечной энергии и потенциальной энергии металлов с памятью. Механизм предназначен для перемещения крупногабаритных грузов (например зданий) в течении солнечного дня, при высоких температурах на поверхности планеты.

Основной задачей моделирования является создание компактного, с точки зрения массогабаритных показателей, подвижного транспортного средства для перемещения крупногабаритных и массивных объектов, используя солнечную энергию в условиях, отличных от земных. Таким образом, за основу принимается климатические условия, например, Луны. Температура на поверхности в солнечный день составляет от 100 градусов. Принцип действия металла аналогичен известному нитинолу (сплав никеля и титана).

Исполнительный механизм три основных звена. Задающее звено, которое называется распределителем солнечной энергии (РСЭ), выполненное в виде плоского диска с окружающими проточками, в виде распределительных пазов, и плунжеров, основания которых выполнены из металла с памятью, промежуточного звена, выполненного в виде цилиндрической емкости, заполненной жидкостью. Промежуточное звено осуществляет кинематическую связь между задающим звеном и выходным звеном. Выходное звено выполнено в виде поворотной лопасти, жестко соединенной непосредственно с выходным валом. Задающее звено также жестко соединено с выходным валом.

ОЦЕНКА СКОРОСТИ И МОЩНОСТИ КРИБОТА ПРИ ЕГО ДВИЖЕНИИ СКВОЗЬ ЛЕД В СИСТЕМАХ MSC PATRAN/ NASTRAN И FLOW-3D

Ерохина О.С.¹, Вольнов И.Н.²

¹МИЭМ НИУ ВШЭ e-mail: oerokhina@hse.ru

²МГИУ

Научный руководитель: Чумаченко Е.Н., проф., д.т.н.

МИЭМ НИУ ВШЭ

При исследовании подледного пространства ледяных космических объектов (таких, как ледяные спутники Юпитера Европа и Ганимед, спутники Сатурна Титан и Энцелад) в будущих космических миссиях одна из возникающих задач – это создание прибора, способного проплыть ледяную толщу.

Одна из проблем, связанная с созданием такого прибора – это изучение его движения; изучение влияния рабочих параметров прибора на процесс протаивания; оценка скорости проникновения прибора под лед; оценка потребляемой мощности. В данной работе рассматриваются методика моделирования прохождения криботом ледяного пласта в системах MSC Patran/ Nastran и FLOW-3D на основе экспериментов, проведенных в Австрийской академии наук.

Рассматривается цилиндрический прибор с латунным наконечником. На первом этапе расчетов выполняется численное моделирование в системе MSC Patran/ Nastran, позволяющее сделать оценку скорости проникновения крибота в лед. Далее выполняется имитационное моделирование в системе FLOW-3D, позволяющее более полно рассмотреть процесс протаивания, а также оценить мощность, требуемую прибору для прохождения сквозь лед.

По полученным данным проводится оценка скорости проникновения прибора под лед, а также оценка тепловой мощности, необходимой для осуществления этого процесса.

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ SO_2 НА НОЧНОЙ СТОРОНЕ ВЕНЕРЫ ПО ДАННЫМ СПИКАВ КА «ВЕНЕРА-ЭКСПРЕСС»

Евдокимова Д.Г.^(1, 2), Беляев Д.А.⁽²⁾

(1) – МГУ, Физический факультет

(2) – ИКИ РАН.

Оксиды серы SO_x – важные составляющие атмосферы Венеры, полностью покрытой облаками из капель концентрированной серной кислоты (H_2SO_4) на высотах 50–70 км. Содержание двуокиси серы SO_2 внутри и выше облачного слоя определяет фотохимические процессы в мезосфере (70–100 км). Как показывают наблюдения наземных телескопов [3, 4, 6] и продолжительный мониторинг двуокиси серы с орбитального аппарата «Венера-Экспресс» (с 2006 года по сей день) [1, 5], значение содержания SO_2 на дневной стороне планеты подвержено значительным временным и пространственным вариациям (от 20 до 500 ppbv (одна частица на миллиард) в мезосфере). Определяющим процессом фотохимической цепи для SO_2 на дневной стороне является фотолиз молекулы и, с другой стороны, реакции окисления SO_x . В мезосфере с ночной стороны планеты химические процессы отличаются от процессов дневной стороны, главным образом отсутствием фотодиссоциации. Поведение двуокиси серы на ночной стороне до настоящего времени не было детально изучено.

В данной работе мы представляем первые результаты наблюдений двуокиси серы на ночной стороне Венеры, сделанные с помощью УФ-спектрометра СПИКАВ орбитального аппарата «Венера-Экспресс», работающего в режиме звездного просвечивания. В этом режиме прибор наблюдает мезосферу с ночной стороны и регистрирует полосы поглощения атмосферных газов SO_2 (190–220 нм) и CO_2 (120–200 нм) со спектральным разрешением 2 нм в диапазоне высот от 85 до 110 км. В результате получено вертикальное распределение концентраций CO_2 и SO_2 в период наблюдений с июня 2006 года по апрель 2012 года в широтном диапазоне 60° ю.ш.–60° с.ш. и в промежутке местного времени на Венере 20:00–04:00. В среднем, относительное содержание двуокиси серы варьируется около 100 ppbv в диапазоне высот 90–100 км.

Работа выполнена при поддержке Программы №22 РАН. Мы также благодарны французским коллегам из лаборатории LATMOS за возможность работать с данными эксперимента СПИКАВ-УФ.

Список литературы

- 1) Belyaev D. et al., 2012. Vertical profiling of SO_2 and SO above Venus' clouds by SPICAV/SOIR solar occultations. *Icarus* 217, 740–751.
- 2) Bertaux J.-L. et al., 2007. SPICAV on Venus Express: three spectrometers to study the global structure and composition of Venus atmosphere. *Planet. Space Sci.* 55, 1673–1700.
- 3) Encrenaz T. et al., 2012. HDO and SO_2 thermal mapping on Venus: evidence for strong SO_2 variability. *AA* 543, A153.
- 4) Krasnopolsky V.A., 2010. Spatially-resolved high-resolution spectroscopy of Venus. 2. Variations of HDO, OCS, and SO_2 at the cloud tops. *Icarus* 209, 314–322.
- 5) Marcq E. et al., 2013. Variations of sulphur dioxide at the cloud top of Venus's dynamic atmosphere. *Nature Geoscience*, vol. 6, 25–28. DOI: 10.1038/NNGEO1650.
- 6) Sandor B.J. et al., 2010. Sulfur chemistry in the Venus mesosphere from SO_2 and SO microwave spectra. *Icarus* 208, 49–60.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВОГО СЕРВИСА ВЕГА ДЛЯ СОВМЕСТНОГО АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ О ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСАХ, ПОЛУЧАЕМЫХ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Захурдаева А.С.^{1,2}, Толпин В.А.²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет),
zelenyixezh@mail.ru

²Институт космических исследований РАН

Научный руководитель: Лупян Е.А., д.т.н.

Институт космических исследований РАН

В докладе обсуждаются возможности созданного в ИКИ РАН информационного спутникового сервиса Вега (<http://vega.smlslab.ru/>) для анализа зависимостей состояния растительного покрова от различных метеопараметров. Настоящий сервис предназначен для исследования состояния растительного покрова на территории Северной Евразии и позволяет пользователям работать как с рядами спутниковых данных и результатами их обработки, так и с метеопараметрами за период с 2000 года по настоящее время.

В работе обсуждаются основные возможности, которые предоставляет сервис "Вега" для проведения анализа вегетационных индексов и метеопараметров. Проиллюстрированы возможности получения как "мгновенных" значений вегетационного индекса (NDVI), так и различных характеристик, связанных с его динамикой в течение вегетационного сезона. Показано, что в системе Вега могут быть получены как данные по отдельным точкам, так и данные, осредненные по различным регионам и объектам, выбранным пользователем. При этом осреднение может проводиться с учетом типов растительного покрова. Таким образом, для каждого типа растительного покрова, наблюдаемого в регионе, может быть получен временной ход вегетационного индекса. Сервис Вега также предоставляет достаточно большой набор метеопараметров. Пользователи могут получать как «мгновенные» значения этих параметров, так и посчитанные на их основе различные характеристики.

В работе проиллюстрированы также различные инструменты работы с вегетационными индексами и метеопараметрами, имеющимися в системе "Вега", которые позволяют анализировать пространственное распределение и временную динамику этих характеристик.

В докладе приведены различные примеры совместного анализа метеоданных и различных характеристик состояния растительности, получаемых на основе анализа вегетационных индексов. Показано, что при анализе связей состояния растительного покрова с различными метеорологическими характеристиками особое значение приобретает возможность проводить такой анализ отдельно для различных типов растительности, которые могут по-разному реагировать на конкретные погодные условия. Также продемонстрировано, что в ряде случаев необходимо иметь возможность проведения анализа не самих вегетационных индексов, а их отклонений от некоторых нормальных (средне многолетних) значений (абсолютных и относительных). В работе затронут вопрос о расчете нормальных (средне многолетних) значений вегетационных индексов, показаны различные подходы к решению этой проблемы.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В СОСТАВЕ CV3-ХОНДРИТА ЕФРЕМОВКА И БОЛЬШОГО ТЁМНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ «GRANDI» МЕТОДОМ ПИРОЛИТИЧЕСКОЙ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ В СОЧЕТАНИИ С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЕЙ (ПГХ/МС)

Зайцев М.А.¹, Трубина Е.Н.²

¹Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН), e-mail: mzaitsev@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)

Тёмные включения в углистых хондритах представляют собой тонкозернистые литические класты размером от одного миллиметра до нескольких сантиметров. Больше всего их обнаружено в CV3-хондритах. Тёмные включения значительно отличаются по химическому составу от метеорита-хозяина, и их происхождение до сих пор вызывает споры.

Уникальное большое тёмное включение GRANDI (размером 3 3 5 см) было обнаружено в CV3-хондрите Ефремовка сотрудниками лаборатории метеоритики ГЕОХИ РАН [Ivanova *et al.*, 2014].

Впервые методом пиролитической газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией было проведено сравнительное исследование вещества метеорита Ефремовка и GRANDI. Аналитический комплекс состоял из самостоятельно изготовленной пиролитической ячейки, соединённой с газовым хроматографом «Хроматэк-Кристалл 5000.2» (ЗАО «СКБ Хроматэк») и квадрупольным масс-спектрометром DSQ II (Thermo Scientific).

Качественный состав летучих органических соединений (ЛОС), выделившихся при пиролизе 40 мг тонкоизмельчённого основного вещества метеорита при 460°C в токе гелия, схож с составом ЛОС из аналогичного количества GRANDI. ЛОС представлены лёгкими ароматическими углеводородами (бензолом, толуолом, ксилолами, алкилбензолами с боковыми цепями от C₂ до C₄ включительно, нафталином и метилнафталинами), тиофеном, метилтиофенами и некоторым количеством ацетонитрила, бензонитрила, ацетона и лёгких непредельных углеводородов (бутена). При последующем пиролизе остатков при 900°C были выделены только незначительные количества бензола и толуола. В количественном отношении GRANDI обеднено органикой по сравнению с основной массой метеорита.

В целом, Ефремовка и GRANDI содержат намного меньше летучей органики по сравнению с углистыми хондритами других классов (CI, CM, CO) и заключённое в них органическое вещество может состоять в значительной степени из термически стойких высококонденсированных керогеноподобных структур. Можно предполагать, что вещество Ефремовки и вещество GRANDI имеют сходную историю образования и последующей эволюции, а потеря ими летучих веществ могла произойти в процессе термального метаморфизма, условия которого до консолидации у каждого из этих объектов могли различаться.

Методика анализа летучих веществ в минеральных матрицах с помощью ПГХ/МС, отработанная при проведении данного исследования, будет использована для подготовки космических экспериментов в составе миссии Луна-Ресурс.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 12-05-01161-а и Программ президиума РАН №22 и 28.

Ivanova M. A., Lorenz C. A., Korochantsev A. V., Zaitsev M. A., Gerasimov M. V. (2014) A Big Dark Inclusion in Efremovka CV3 Chondrite. 45th Lunar and Planetary Science Conference, abstract # 1014.

ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ШУМА В АВРОРАЛЬНОЙ ЗОНЕ: НЕОДНОРОДНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ И КОНЦЕНТРАЦИИ ПЛАЗМЫ.

**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**

Наиболее подходящей для интерпретации широкополосного электростатического шума, который наблюдается на различных спутниках в авроральной зоне Земли, является теория электростатических ионно-циклотронных волн. Такие волны могут возбуждаться плазменными неоднородностями различной природы. В связи с этим, для изучения неустойчивостей, к которым приводят неоднородное распределение электрического поля и концентрации плазмы в верхней ионосфере и нижней магнитосфере, разработаны вычислительные алгоритмы и проведено численное моделирование при различных начальных условиях (отношение температуры ионов к температуре электронов, отношение продольного волнового числа к поперечному, токовая скорость электронов вдоль магнитного поля, гирорадиус ионов, тепловая скорость ионов). Для этого проанализировано нелокальное дисперсионное уравнение для данного типа волн и показано, что оно имеет неустойчивые решения для широкого набора частот и волновых чисел, которые проявляются в спутниковых измерениях как широкополосный спектр электростатических возмущений в КНЧ диапазоне. Для получения наиболее точных результатов в работе учтены высокие порядки разложения плазменной дисперсионной функции для электронов и ионов, а также высокие порядки в разложении модифицированной функции Бесселя. Проведено сравнение двух механизмов генерации электростатического шума: при наличии градиентов плотности и электрического поля.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ МИКРОСПУТНИКА «ТАБЛЕТСАТ-АВРОРА»

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

¹ ООО «СПУТНИКС», ivlev@sputnix.ru

² ИКИ РАН

³ ИГМ им. М.В. Келдыша РАН

**Научный руководитель: Назиров Р.Р., д.т.н.
ИКИ РАН**

Микроспутник «Таблетсат-Аврора» является экспериментальным микроспутником производства ООО «СПУТНИКС». Аппарат, имеющий массу 23 килограмма, планируется к запуску летом 2014 года на солнечно-синхронную орбиту. В качестве полезной нагрузки на микроспутник будет установлена панхроматическая камера с разрешением 15 метров. Данная полезная нагрузка требует трёхосной ориентации с точностью не хуже 10 угловых секунд. Однако, поскольку аппарат является экспериментальным, и учитывая планы ООО «СПУТНИКС» по внедрению своих разработок в различные перспективные микроспутники, у каждого из которых будут особые требования к точностям системы ориентации и стабилизации, микроспутник «Таблетсат-Аврора» будет оснащён полной комплектацией приборов системы ориентации и стабилизации, а также полным набором алгоритмов. В качестве датчиков определения ориентации будут установлены солнечные датчики, магнитометр, датчики угловой скорости, звёздный датчик. Управляющие усилия будут формироваться с помощью электромагнитных катушек, управляющих двигателей-маховиков и гиродинов.

Численное моделирование – важнейший этап отработки, тестирования и верификации алгоритмов системы ориентации и стабилизации. На этом этапе выясняется верность зависимостей, полученных при аналитических исследованиях системы. Также существует возможность исследовать поведение системы при изменении параметров, подобрать оптимальные значения параметров, а также промоделировать различные нештатные ситуации. Модель системы ориентации и стабилизации максимально приближена к реальности.

Для численных вычислений работы системы ориентации и стабилизации моделируются:

- Внешняя среда, а именно: движение спутника по орбите по модели SGP4, магнитное поле по модели IGRF11, движение Солнца;
- Динамика и кинематика микроспутника;
- Измерения датчиков системы ориентации с учётом шумов и прочих неидеальностей;
- Работа алгоритмов системы ориентации и стабилизации: обработка измерений датчиков и выдача управляющих команд;
- Отработка команд управляющими органами с учётом неидеальностей.

В качестве результатов представлены результаты работы алгоритмов демпфирования угловых скоростей, разворота на Солнце с высокой и низкой точностью, режимов трёхосной стабилизации с различной точностью определения ориентации с помощью различного набора управляющих органов. Представлен анализ точностей работы системы ориентации и стабилизации. Также представлены общие математические формулы и блок-схемы законов управления.

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ИЗМЕНЕНИЮ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТУПЕНЕЙ РАКЕТ

Качурина Е.С.

Омский государственный технический университет, kachurina705@bk.ru

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

Омский государственный технический университет

В развитии работ по спуску отработанных ступеней ракет космического назначения с маршевым жидкостным ракетным двигателем [1,2] развиваются исследования направленные на научно-методическое обеспечение проектирования средств стабилизации на основе использования газифицированных жидких остатков ракетного топлива в баках.

В качестве основного направления рассматривается возможность использования вдува горячих газов получаемых в результате процесса газификации остатков топлива в баках отработанной ступени ракеты космического назначения.

Для выбора схемных решений по разработке системы стабилизации проводится анализ возможных технологических и проектно-конструкторских решений.

Проведен первый этап анализа на основе патентно-информационных исследований, проведена постановка задачи и разработана программа дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

Существует ряд технологий по изменению аэродинамических характеристик ЛА, которые условно можно разделить на четыре группы [3-5]:

- отсоса газа из погранслоя и вдув в погранслою рабочего тела на разных частях поверхности ЛА;
- изменение геометрии поверхности ЛА;
- применение вибрационных устройств на поверхности ступеней ракет.

На основе этих базовых технологических и проектно-конструкторских решений планируется разработка решений систем стабилизации в приложении к отработанным ступеням ракет.

Библиографический список:

1. Трушляков В.И., Куденцов В.Ю., Лемперт Д.Б. Разработка дополнительных бортовых систем космических средств выведения // Полёт. – 2010. – №3. с.3-10
2. Пат. 2475429 РФ. Способ спуска отделяющейся части ступени ракеты космического назначения / В. И. Трушляков, В. Ю. Куденцов, Д. В. Ситников. – №2011127432/11; заявл. 04.07.2011.
3. Пат. 2414387 РФ. Способы получения газа и для обдува поверхности летательного аппарата и парогенератор / Г. А. Копылов, В. Д. Ковалев. – № 2009105701/11; заявл. 18.02.2009; опубл. 20.03.2011.
4. Пат. 2268847 РФ. Устройство для управления обтеканием гиперзвукового летательного аппарата / В. В. Типаев, К. В. Никитин, С. Ю. Пирогов, Г. Н. Москалец, А. С. Юрьев. – № 2004116169/11; заявл. 10.09.2001; опубл. 27.01.2006.
5. Пат. 2157777 РФ. Способ управления пограничным слоем на поверхности крыла толстого профиля и устройство для его реализации / В. А. Коноваленко. – № 96120046/28; заявл. 30.09.1996; опубл. 20.10.2000.

НАТУРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕЧЕНИЙ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Калашникова Н.А.¹, Лаврова О.Ю.¹, Краюшкин Е.В.², Назирова К.Р.², Соловьев Д.М.³

¹Институт Космических Исследований РАН, Москва, pinak90@mail.ru

²Московский Государственный Университет имени М.В.Ломоносова, Москва

³Морской Гидрофизический Институт НАНУ, Севастополь

Научный руководитель: Лаврова О.Ю., к.ф.-м.н.

¹Институт Космических Исследований РАН, Москва

Данная работа содержит в себе результаты подспутниковых экспериментов, которые проводились на базе Южного отделения Института океанологии имени П.П. Ширшова близ г. Геленджика в период с 6 по 13 октября 2013 г. Синхронно с экспериментами in-situ производилась радиолокационная съемка интересующего района со спутника TerraSAR-X и съемка в видимом диапазоне с помощью MODIS Terra/Aqua. За время экспедиции были выполнены 7 океанологических разрезов с яхты, оснащенной акустическим доплеровским профилографом течений (ADCP) "Sentinel 300 kHz", а также многопараметрическим зондом YSI "CastAway", от берега до начала свала глубин (до 100 м).

Основное внимание участников экспедиции было направлено на исследование вихревых структур и особенностей прибрежной мезомасштабной и мелкомасштабной циркуляции в северо-восточной части Черного моря. Изучение вихревых структур является чрезвычайно актуальным, так как эти процессы в значительной степени определяют экологическое и гидродинамическое состояние прибрежных зон. Знание динамики вод в прибрежной акватории российского сектора Черного моря необходимо для прогнозирования экологического состояния одной из крупнейших в России рекреационной зоны на Черном море, которая испытывает огромные антропогенные нагрузки, увеличивающиеся год от года. В непосредственной близости от курорта Геленджика расположены крупнейшие российские порты на Черном море – Новороссийск и Туапсе, неподалеку проходят оживленные судоходные трассы. Небольшой вклад в загрязнение прибрежной зоны вносят и устаревшие коммунальные очистные сооружения.

Во время проведения экспериментальных работ удалось пронаблюдать разнообразные картины прибрежной циркуляции: кардинальная смена направления течений, прорыв теплой струи Основного Черноморского Течения, внутрисуточные изменения в поле прибрежных течений, прохождение вихревых структур, а также было неоднократно зафиксировано прохождение внутренних волн.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ИНСТРУМЕНТЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ GEOSMIS

А.В. Кашницкий, В.А. Толпин

kashnizky@gmail.com

Институт космических исследований РАН

В интересах различных научных и прикладных задач в ИКИ РАН разработано множество информационных систем мониторинга, в которых реализована работа с различными данными дистанционного зондирования Земли. Такие системы построены на технологии GEOSMIS, которая позволяет работать посредством web интерфейсов с большими распределенными многомерными архивами спутниковых данных и результатами их обработки.

Для эффективного решения задач у пользователей этих информационных систем есть потребности работать с разнообразными растровыми данными: исходные спутниковые снимки, композитные изображения, многоканальные изображения с различными наборами каналов различной разрядности. При этом необходимо реализовать возможности для работы пользователей и с результатами различных обработок и с исходными данными, предоставив инструменты для выбора данных, каналов и характеристик отображения. Для эффективного выполнения таких операций в интерфейсе создана специальная система хранения, обработки данных, а также инструменты пользователя в web-интерфейсах.

Настоящий доклад посвящен новым инструментам для работы с данными, в том числе исходными, и их анализа. Рассказано о разработанных расширениях набора инструментов по работе с гистограммой и цветосинтезом изображений. В докладе изложены новые возможности анализа данных, демонстрируются примеры использования.

ИССЛЕДОВАНИЕ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ИОНОСФЕРНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ДВУХЧАСТОТНОГО РАДИОПРОСВЕЧИВАНИЯ СИГНАЛАМИ СПУТНИКОВ ГЛОНАСС

Когогин Д.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, dkogogin@kpfu.ru

Научный руководитель: Насыров И.А., кандидат физико-математических наук

Казанский (Приволжский) федеральный университет, inasayrov@kpfu.ru

Для планирования и постановки эксперимента по диагностированию флуктуаций электронной плотности ионосферной плазмы, разработана методика детектирования крупномасштабных неоднородностей, стимулированных мощным наземным радиоизлучением станда «Сура». В качестве источников сигналов используются, навигационные спутники, излучающие в микроволновом диапазоне.

Регистрация сигналов от навигационных спутников осуществляется в пространственно-разнесённых пунктах, расположенных вдоль геомагнитной широты станда «Сура»: п. Васильсурск (расположен в непосредственной близости антенной системы станда «Сура»; использовался ГНСС-приёмник «Prego-T»); п. Зеленодольск ($55^{\circ}52'$ с. ш., $48^{\circ}33'$ в. д.; использовался ГНСС-приёмник Trimble NetR9); п. Казань ($55^{\circ}48'$ с. ш., $49^{\circ}08'$ в. д.; используется ГНСС-приёмник Trimble NetR9). Расстояния между измерительными пунктами: Васильсурск–Зеленодольск – ~ 160 км; Васильсурск–Казань – ~ 200 км. Каждый из ГНСС – приёмников позволяет осуществлять непрерывную запись сигналов от систем ГЛОНАСС и GPS. Принимаемые от навигационных спутников радиосигналы позволяют проводить следующие типы измерений: 1) псевдодальномерные измерения по P и C/A коду; 2) фазовые измерения поддиапазонов L1 и L2 (L1 ГЛОНАСС – 1602 МГц + $K \cdot (562.5 \text{ кГц})$; L2 ГЛОНАСС – 1246 МГц + $K \cdot (437.5 \text{ кГц})$).

По данным экспериментальных компаний 2010 – 2013 гг. проведенных на станде «СУРА» по искусственному воздействию на ионосферу мощным радиоизлучением, получены результаты, которые позволяют сделать вывод о проявлении вариаций ПЭС для всех трех пунктов наблюдения (Васильсурск, Зеленодольск, Казань). Амплитуда вариаций ПЭС составляет $0,15\text{--}0,3 \text{ TECU}$. Вариации коррелирует со временем нагрева ионосферы мощной радиоволной. Скорость распространения крупномасштабного ионосферного возмущения, стимулированного мощной радиоволной, вдоль геомагнитной широты составляет порядка 320 м/с в направлении запад-восток. По предварительным оценкам поперечный масштаб неоднородностей составляет порядка $30 \div 60 \text{ км}$.

Кроме того, зарегистрировано понижение ПЭС (до $0,4 \text{ TECU}$) во всех трёх пунктах наблюдения, связанное с прохождением Солнечного терминатора вдоль линии Казань–Зеленодольск–Васильсурск, то есть в направлении восток-запад. Поперечный масштаб ионосферных неоднородностей, генерируемых прохождением Солнечного терминатора, составил величины порядка $115 \div 120 \text{ км}$.

В заключение необходимо сказать, что остаётся открытым вопрос о физике процессов, лежащих в основе генерации крупномасштабных ионосферных неоднородностей под воздействием высокочастотной мощной радиоволны, распространяющихся на столь большие расстояния ($\sim 200 \text{ км}$) поперёк силовых линий геомагнитного поля.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №13-02-00957-а).

АТЛАС ФОБОСА

Коханов А. А., Карачевцева И. П., Зубарев А. Э., Надеждина И. Е., Козлова Н. А., Патратий В.

Московский Государственный Университет геодезии и картографии, (МИИГАиК)

Комплексная лаборатория исследования внеземных территорий.

s_kokhanov@mexlab.ru

Научный руководитель: Карачевцева И.П., к.т.н.

Комплексная лаборатория исследования внеземных территорий, МИИГАиК

На основе изучения Фобоса по данным КА Mars Express (КА МЕХ) составлен Атлас спутника Марса. При создании карт атласа Фобоса были использованы результаты обработки космических изображений, полученные SRC-камерой КА МЕХ: новый каталог координат опорных точек, глобальные ЦМР и ортомозаика (Зубарев и др., 2012). Тематические карты созданы на основе ГИС «Фобос», которая является базой основной для изучения спутника, и включает глобальный каталог кратеров Фобоса (Карачевцева и др., 2012).

Кроме топографических карт и карт поверхности, атлас включает результаты различных исследований Фобоса, которые представлены в виде тематических карт: расчеты параметров гравитационного поля (Надеждина и Зубарев, 2014; Учаев и др., 2013); расчеты шероховатости поверхности и плотности кратеров (Карачевцева и др., 2012); расчет морфометрических параметров кратеров (Kokhanov et al., 2013); спектральные исследования на основе данных HRSC-камеры КА Mars Express (Пацын и др., 2012) и др. Одна из тематических карт отображает динамические высоты (Karachevtseva et al., 2014), полученные по результатам моделирования гравитационного поля Фобоса на основе новой глобальной ЦМР; динамические высоты могут помочь в изучении происхождения борозд (линеamentов) на Фобосе, а также использованы для исследований склоновых процессов (Basilevsky et al., 2014). Всего в атласе представлено около 30 оригинальных карт, разработанных на единой основе ГИС «Фобос» с использованием ПО ArcGIS 10.0.

Атлас, созданный на основе методов геоинформационного картографирования, аккумулирует знания о поверхности этого малого небесного тела, накопленные российскими учеными за время исследований, включая созданную впервые геоморфологическую карту Фобоса. Подходы, реализованные при картографировании марсианского спутника, легли в основу геопространственной планетной информационной системы для хранения результатов обработки данных дистанционного зондирования небесных тел <http://cartsrv.mexlab.ru/geoportal/> (Карачевцева и др., 2013).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ «Геодезия, картография и изучение спутников Фобос и Деймос» (№ 11-05-91323 СИГ_а).

Зубарев А.Е., Надеждина И.Е., Конопихин А.А. Проблемы обработки данных дистанционного зондирования для моделирования малых тел Солнечной системы // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012, Том 9, № 4, С. 277-285.

Карачевцева И.П., Конопихин А.А., Шингарева К.Б., Мукабенова Б.В., Надеждина И.Е., Зубарев А.Е. Картографирование в ГИС Фобос по результатам обработки данных дистанционного зондирования спутника "Марс-Экспресс" // Современные проблемы дистанционного зондирования земли Земли из космоса. 2012. Том 9, № 4, С. 304-311.

Карачевцева И.П., Матвеев Е.Н., Коханов А.А., Козлова Н.А. и Гаров А.С. Разработка системы хранения планетных данных и организация доступа к ним на основе ГИС-технологий (Гео-портал). Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса, Москва, ИКИ РАН, 2013 Т.10. № 4. С. 89-97.

Надеждина И.Е., Зубарев А.Э. Создание опорной координатной сети как основы для изучения физических параметров Фобоса. Астрономический вестник, Издательство "Наука", Москва, в печати (2014).

Пацын В.С., Малинников В.А., Гречищев А.В. Исследования спектрометрических характеристик поверхности Фобоса на HRSC данных с космического аппарата "Марс-Экспресс" // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012, Том 9, № 4, С. 312-318.

Учаев Дм.В., Учаев Д.В., Прутов И.С. Многомасштабное представление гравитационных полей малых небесных тел // Изв. вузов. «Геодезия и аэрофотосъемка», 2013. – №4. – С. 3–8.

Basilevsky A. T., Lorenz C. A., Shingareva T. V., Head J. W., Ramsley K. R., Zubarev A. E. Surface Geology and Geomorphology of Phobos, Special Issue "Phobos Book". 2014, Elsevier, Planetary and Space Science, in press.

Karachevtseva I. P., Oberst J., K. B. Shingareva, A. A. Konopikhin, E. V. Cherepanova, M. Wahlisch, K. Willner. Development global crater catalog of Phobos and GIS-analysis of the distribution of craters. Moscow, The Second Moscow Solar System Symposium, 10-14 October, 2011 г.

Kokhanov A. A., Basilevsky A. T., Karachevtseva I. P., Nadezhkina I. E., Zubarev A. E. (2013) Depth/Diameter Ratio and Inner Walls Steepness of Large Phobos Craters LPSC 44, LPI Contribution No. 1719, p.2289

АНАЛИЗ МНОГОПОЛОСНОЙ ФОТОМЕТРИИ ЗАПЯТНЕННЫХ ЗВЕЗД

Колбин А.И.¹, Колбин А.И.², Шиманский В.В.², Сахибуллин Н.А.²

¹Казанский федеральный университет, kolbinalexander@mail.ru

²Казанский федеральный университет

Научный руководитель: Шиманский В.В., к.ф.-м.н.

Казанский федеральный университет

Проведен анализ многополосной фотометрии трех быстрых ротаторов скоплений Плеяд и α Per (AP 86, AP 226, HII 1883), холодной компоненты предкатаклизмической переменной DE CVn, яркой компоненты переменной типа RS CVn HD12545. Анализ запятненности звезд сделан на основе картирования их поверхности с использованием нескольких кривых блеска, полученных в разных фотометрических полосах. Было использовано два разных подхода к моделированию запятненности. Суть первого метода заключается в нанесении на звездную поверхность круглых пятен, параметры которых определяются путем согласования наблюдаемых и теоретических кривых блеска. Второй метод предполагает разбиение звездной поверхности на площадки, по которым проводится поиск температурного распределения, описывающего наблюдательные данные. Решение задачи проводится на основе алгоритма регуляризации Тихонова. Вычисление теоретических потоков было проведено на основе данных теории звездных атмосфер для обоих методов.

МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННОЙ СЕРИИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ LANDSAT-TM/ETM+

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+ в настоящее время содержит более 500 тысяч изображений, десятки раз покрывающих территорию России и сопредельных стран. Наличие временных серий такого рода данных открывает новые возможности картографирования земной поверхности.

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

- Фильтрация облачности и связанных с нею теней на основе модифицированного алгоритма Fmask, одним из побочных результатов работы которого является формирование масок, так называемых, «темных объектов»;
- Оценка на основе, накопленных за заданный период, временных рядов масок темных объектов пространственного распределения вероятности их встречаемости и формирование соответствующих им изображений;
- Сегментации изображений пространственного распределения вероятности встречаемости темных объектов на основе критерия минимума расстояния в ближайшей окрестности пикселя;
- Классификация выделенных сегментов на основе статистических и морфологических признаков для выявления постоянно покрытых водой территорий.

В докладе анализируются проблемы выбора параметров алгоритма сегментации, использование цифровой модели рельефа для отделения водной поверхности от других темных объектов (таких как, тени от гор), а также рассматривается возможность применения спектральных индексов для дальнейшего улучшения получаемых результатов.

ТЕЧЕНИЯ ПЛАЗМЫ ВБЛИЗИ ПЕРЕСОЕДИНЯЮЩЕГО ТОКОВОГО СЛОЯ: ПРИБЛИЖЕНИЕ СИЛЬНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Колесников Н.П., Безродных С.И., Сомов Б.В.

Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ

Научные руководители: Безродных С.И., к.ф.-м. н.; Сомов Б.В., д.ф.-м. н..

Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ

В работе рассчитываются двумерные течения плазмы в приближении сильного магнитного поля для случая стационарного пересоединения в тонком токовом слое с четырьмя присоединёнными МГД-разрывами. Характерные особенности такого приближения (Somov B. V., *Plasma Astrophysics, Part I, Fundamentals and Practice, Second Edition, Chapter 14, Springer SBM, 2012, New York*) проиллюстрированы примером численного решения задачи о двумерных течениях плазмы вблизи тонкого пересоединяющего токового слоя Сыроватского. Используемый метод позволяет решать систему обыкновенных дифференциальных уравнений вместо системы уравнений в частных производных. Рассчитываются двумерное поле скоростей, магнитное поле и распределение плотности плазмы. Используемый метод применён для исследования обобщённой модели пересоединяющего токового слоя с присоединёнными МГД-разрывами.

Глобальная структура магнитного поля в области пересоединения взята из аналитического решения Bezrodnykh et al. (Bezrodnykh S.I., Vlasov V.I., Somov B.V., "Generalized analytical models of Syrovatskii's current sheet". *Astronomy Letters*, 37 (2), 113-130, 2011).

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТРЕХМЕРНОГО СПЕКТРА МОЩНОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В СКОПЛЕНИЯХ ГАЛАКТИК ПО КАРТАМ ФАРАДЕЕВСКОГО ВРАЩЕНИЯ

Комаров С.В.^{1,2}, Чуразов Е.М.^{1,2}

¹ИКИ РАН, *Max Planck Institute for Astrophysics*, komarov@mpa-garching.mpg.de

²ИКИ РАН, *Max Planck Institute for Astrophysics*

Научный руководитель: Чуразов Е.М., д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН

ИКИ РАН, Max Planck Institute for Astrophysics

Хотя магнитные поля играют ключевую роль в теплопроводности и динамике горячей плазмы скоплений галактик, их свойства остаются плохо изученными. Основным источником информации служит эффект фарадеевского вращения. Карты фарадеевского вращения плоскости поляризации синхротронного излучения радиоисточников позволяют, в сочетании с рентгеновскими данными, измерить свойства флуктуирующих магнитных полей в плазме, находящейся перед синхротронным источником. Ограниченный размер и нерегулярная форма радиоисточников не позволяют использовать простые методы фурье-анализа, а также существенно затрудняют применение аппарата автокорреляционной функции. Предлагаемый в данной работе метод основывается на применении фильтра "Мексиканская шляпа", позволяющего избежать утечки мощности с больших масштабов, не охватываемых данными, и сложностей, связанных с нерегулярной формой оконной функции. Восстановление трехмерного спектра мощности выполняется путем деления карты фарадеевского вращения на гладкую модель, описывающую радиальное распределение плотности электронов и зависимость амплитуды поля от плотности электронов, и затем подсчета спектра мощности полученного однородного изображения с использованием фильтра "Мексиканская шляпа". В предположении изотропных гауссовых флуктуаций магнитного поля и достаточно гладкой крупномасштабной модели трехмерный спектр мощности магнитного поля оказывается пропорционален спектру мощности полученного двумерного изображения. Данный метод применяется к обработке высококачественных карт фарадеевского вращения радиоисточников 3C449 и HydraA.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ НАЗЕМНОГО СЕГМЕНТА НАУЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

Корнева Н. Н., Назаров В. Н.

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

Научный руководитель: Чумаченко Е. Н., д. ф.-м. н.

Московский институт электроники и математики (МИЭМ) НИУ ВШЭ

Наземный сегмент является одной из ключевых составляющих любого научного космического проекта. При решении большинства его задач ответственные решения до сих пор принимает человек, а не компьютер, и, следовательно, реализация наглядного и удобного способа представления информации является необходимым условием для комплекса программных средств, использующегося в наземном сегменте. Один из способов такого представления - компьютерная визуализация обрабатываемых данных. Выбор метода визуализации при этом зависит не только от характера данных, решаемой задачи, но и от предполагаемой области использования результатов данной визуализации.

В работе рассмотрены особенности выбора той или иной графической формы представления данных на примере решения некоторых задач наземного сегмента ведущими космическими агентствами.

СОВМЕСТНАЯ ОБРАБОТКА СЪЕМКИ КА LUNAR RECONNAISSANCE ORBITER И АРХИВНЫХ ЛУННЫХ ПАНОРАМ ДЛЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОВЕРХНОСТИ ЛУНЫ В РАЙОНЕ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ЛУНОХОДА-2

Козлова Н.А., Коханов А.А., Патратий В.Д., Буланцев О.Е., Завьялов И.Ю., Рыбакин Ю.А.

*Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК),
Комплексная лаборатория исследования внеземных территорий
(natally.ko@gmail.com)*

В январе 1970 года автоматическая межпланетная станция «Луна-21» доставила на поверхность Луны «Луноход-2» – второй советский планетоход для изучения внеземной поверхности. За время нахождения на Луне «Луноход-2» преодолел почти 40 км и передал на Землю около 90 лунных панорам. Новейшие данные дистанционного зондирования (ДДЗ) космического аппарата (КА) Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO), полученные с высокой плановой и высотной точностью, обеспечили проведение детальных исследований поверхности Луны и возможность новой цифровой фотограмметрической обработки архивных лунных панорам, переданных на землю Луноходами (Козлова и др., 2014).

В качестве основных исходных данных использованы результаты обработки космических изображений высокого разрешения, полученных узкоугольной камерой (Narrow Angle Camera – NAC) КА LRO (Zubarev et al., 2012): цифровая модель рельефа (ЦМР) разрешением 2.5 м/пиксель (перепад высот 860 м) и ортомозаика созданы на территорию 254.2 кв.км.

По ортоизображениям выполнено дешифрирование маршрута «Лунохода-2». Отдельные участки колеи (около 10% от всей длины маршрута) плохо различимы вследствие разрешения отдельных изображений (до 1.5 м/пиксель). Длина пути с учетом рельефа, измеренная в ГИС на основе ЦМР, составила 39.1 км. Для анализа измерений и учета влияния формы кратеров по маршруту «Лунохода-2» в ГИС выполнены дешифрирование и оцифровка кратеров по данным LRO NAC.

ЦМР, ортомозаика, и результаты детальных исследований маршрута использованы для трехмерного моделирования отдельных участков пути «Лунохода-2» с целью опознавания их на архивных панорамах. Сопоставление результатов 3D-моделирования на основе данных LRO NAC с ситуацией на местности, представленной на панорамах, дает возможность восстановления утраченных элементов ориентирования архивных изображений и внедрение их в современный геопространственный контекст. Это, в свою очередь, обеспечивает возможность проведения детальных геоморфологических исследований лунной поверхности по результатам новой цифровой обработки архивных панорам.

Работы по современной цифровой обработке архивных лунных панорам поддержаны грантом по проекту PРоViDE - Planetary Robotics Vision Data Exploitation (№ 312377) в рамках Седьмой рамочной программы ЕС (FP7/2007-2013, Space). Авторы выражают благодарность Российскому государственному архиву научно-технической документации за предоставленные для проведения исследований архивные материалы.

Литература:

Козлова Н.А., Карачевцева И.П., Зубарев А.Э., Надеждина И.Е., Конопихин А.А., Коханов А.А., Патратий В.Д., Гаров А.С., Абдрахимов А.М., Оберст Ю. Новая цифровая обработка архивных лунных панорам для целей крупномасштабного картографирования и геоморфологического анализа поверхности Луны. Изв. ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка, №2, 2014 (в печати).

Zubarev A., I. Nadezhkina, N. Kozlova, I. Karachevtseva, J. Oberst, M. Robinson "High-resolution terrain models from LRO stereo images for Luna-Glob landing site selection" The Third Moscow Solar System Symposium (3M-S3), 2012.

СОЗДАНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО КАТАЛОГА КРАТЕРОВ ЛУНЫ ПО ДАННЫМ КА LUNAR RECONNAISSANCE ORBITER

Козлова Н.А., Коханов А.А., Патратий В.Д.

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК)
Комплексная лаборатория исследования внеземных территорий
(natally.ko@gmail.com)

Научный руководитель: Карачевцева И.П., кандидат технических наук

Благодаря успешной работе орбитального космического аппарата (КА) LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) получено огромное количество изображений лунной поверхности с помощью широкоугольной камеры WAC (~75-120 м/пиксель) и узкоугольной камеры NAC высокого разрешения (~0.5 м/пиксель). По данным камеры LRO WAC созданы ЦМР (цифровая модель рельефа) GLD100 и ортомозаика (Scholten et al., 2012), обеспечивающие глобальное покрытие всей поверхности. На основе этих данных начата работа по составлению каталога ударных кратеров Луны, ближайшими аналогами которой являются:

- Каталог больших кратеров (Head et al., 2010), куда вошли все кратеры видимого и обратного полушария Луны диаметром 20 км и более (5185 шт.). Распознавание кратеров проводилось по ЦМР, созданной по данным лазерного альтиметра LOLA, установленного на КА LRO.

- Морфологический каталог кратеров Луны (Родионова и др., 1987) был составлен ГАИШ вручную по данным автоматических межпланетных станций Зонд (1964-1970) и Lunar Orbiter (1966-1967). В качестве основы для дешифрирования использовалась карта Луны (Полная карта Луны, 1979). Каталог ГАИШ включает кратеры размером от 10 км (14923 шт.), его отличительной чертой является детальное морфологическое описание кратеров по 9 различным признакам (четкость, наличие террас и обрушений, вал, горки и пики на дне, характер дна и т.д.).

Ввиду различия в исходных данных, использовавшихся для составления двух каталогов, между каталогами существуют рассогласования в положении и размерах кратеров. Для устранения этих расхождений выполнена привязка в ГИС каталога ГАИШ к каталогу Head, как более современному. Сейчас ведется уточнение этой привязки по мозаике LRO WAC с использованием кратеров диаметром от 10 до 20 км, не вошедших в каталог Head, а также уточнение и обновление морфологического описания кратеров. В создаваемый каталог, составляемый по изображениям WAC, включаются кратеры размером от 1 км, глубина которых измеряется по ЦМР GLD100, что существенно повышает надежность описания параметров кратеров, поскольку на момент составления каталога ГАИШ этой информации не существовало. Таким образом, новый глобальный каталог даст возможность проводить углубленную морфологическую оценку поверхности Луны, основанную на количественных измерениях.

Авторы выражают благодарность Ж.Ф. Родионовой за ценные советы и помощь в работе.

Литература:

Полная карта Луны 1:5 000 000, Научн. рук. Липский Ю.Н., М., Наука, 1979.

Родионова Ж.Ф., Карлов А.А., Скобелева Т.П., Конотопская Е.В., Шевченко В.В., Козубский К.Э., Дехтярева К.И., Смолякова Т.Ф., Тишик Л.И., Федорова Е.А. (под общ. ред. Шевченко В.В.) Морфологический каталог кратеров Луны. – М.: Изд-во МГУ, 1987. 173 стр.

Head III J.W., C.I. Fassett, S.J. Kadish, D.E. Smith, M.T. Zuber, G.A. Neumann, E. Mazarico. Global Distribution of Large Lunar Craters: Implications for Resurfacing and Impactor Populations. Science 329, 1504-1507 (2010); DOI: 10.1126/science.1195050.

Scholten, F., Oberst, J., Matz, K.-D., Roatsch, T., Wahlisch, M., Speyerer, E.J., Robinson, M.S., GLD100: The near-global lunar 100 m raster DTM from LRO WAC stereo image data, Journal of Geophysical Research, Volume 117, CiteID E00H17, 2012.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО ПАРУСА С УПРАВЛЯЕМЫМИ ОТРАЖАЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ МИССИЙ

Краснопольский П.К.¹, Назиров Р.Р.²

¹ИКИ РАН, МФТИ, МИЭМ НИУ ВШЭ, e-mail: pkkpaul@gmail.com

²ИКИ РАН

Научный руководитель: Назиров Р.Р., д-р техн. наук

ИКИ РАН

Управление отражающими свойствами материала солнечного паруса, установленного на космическом аппарате, имеет некоторые преимущества перед другими методами управления его движением, прежде всего – возможность приложения сил и моментов без расхода топлива. В предыдущих работах [1,2] были выявлены существенные недостатки имеющихся или предлагаемых технологий управляемого солнечного паруса, таких как способы, связанные с использованием жидких кристаллов, электрохромизма, твердотельных устройств и солнечных батарей. Было предложено устройство, использующее технологию микроэлектромеханических систем (МЭМС), позволяющее управлять прозрачностью материала, а также углом и степенью отражения солнечного света при приложении электрического поля. Показано, что энергопотребление и масса такого устройства очень малы, а надёжность при эксплуатации в космической среде достаточно высока [2].

В данной работе представлен подробный анализ влияния условий эксплуатации такого материала на выбор параметров конструкции. Существующие конструкции [3], также работающие по электростатическому принципу и схожие с предложенной, изначально разрабатывались для эксплуатации в земных условиях, и в связи с этим не учитывают возможное влияние ионизирующих излучений и сильных статических полей, которые могут привести к полному выходу их из строя. В дополнение к способам учета условий космической среды, в докладе также приводится анализ требований, предъявляемых к характеристикам материала (таким как скорость переключения, потребление энергии, требуемое напряжение), в зависимости от специфики миссии космического аппарата. Рассматриваются случаи поддержания устойчивости космических аппаратов вблизи точек либрации, управления ориентацией, а также дальних межпланетных миссий.

Кроме того, в докладе проанализированы случаи возможного применения такого материала для управления тепловым режимом космического аппарата, а также предложены варианты практической реализации данной конструкции и способы её изготовления с учетом различных конечных применений.

1. Краснопольский П.К. Солнечный парус с управляемыми отражающими свойствами // Труды 55-й научной конф. МФТИ, 2012. Аэрофизика и косм. иссл., т. 1, с. 24.

2. Краснопольский П.К. Управление отражающими свойствами солнечного паруса с помощью МЭМС на эластомерах // X Конференция молодых ученых «Фундаментальные и прикладные космические исследования», 2013.

3. Lamontagne B., Py C. Microblinds and a Method of Fabrication Thereof // US Pat. 7684105. 2010.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ ГЛОНАСС И GPS ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Крупеникова И.С., Гусева Т.В.

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия

E-mail: irika_81@mail.ru, guseva@ifz.ru

Научный руководитель: Гусева Т.В., к.т.н.

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия

Несмотря на то, что при изучении современных движений земной коры на геодинимических полигонах с использованием ГНСС измерений, регистрация спутниковых сигналов ГЛОНАСС ведется наряду с сигналами GPS, в обработку до сих пор включаются только последние. Это объясняется несопоставимостью получаемых значений геодезических параметров. Какова же реальная ситуация на сегодняшний день? В настоящее время накоплен большой объем качественных повторных спутниковых измерений с использованием GPS+ГЛОНАСС приемников на локальных геодинимических сетях АЭС и ГАЭС. В предлагаемом исследовании ставится задача оценить реальную точность ГНСС измерений и сравнить результаты измерений GPS и ГЛОНАСС.

В качестве объекта исследования выбраны данные ГНСС измерений на пунктах геодинимической сети Загорской гидроаккумулирующей станции. На пересеченной местности площадью 6 6,5 км² создана сеть из 34 пунктов, основательно закрепленных в грунте и на инженерных сооружениях, обеспечивающих в основном принудительное центрирование принимающих антенн.

Высокоточные измерения ГНСС методом дифференциального позиционирования в статическом режиме выполняются два раза в год с использованием 10-12 комплектов двухчастотных приемников фирм Javad и Topcon с одновременной регистрацией сигналов GPS (30 спутников) и ГЛОНАСС (24 спутника) с интервалом регистрации 30 с при превышении спутников над горизонтом больше 10°. Программа наблюдений предусматривает различную длительность непрерывной регистрации данных: от 6 часов до нескольких суток.

Обработка «сырых» данных выполняется компьютерной программой Bernese 5.0. В блок анализа данных включены геоцентрические координаты (X, Y, Z) и геодезические координаты (широта, долгота и высота), полученные по результатам двух циклов измерений в ноябре 2012 г. и ноябре 2013 г. В качестве опорных использованы станции международной геодинимической сети IGS: MDVJ, SVTL, ZECK, KHAR. Выполненное исследование показывает, что использование программы обработки прецизионных измерений GPS и ГЛОНАСС на геодинимических сетях позволяет на современном этапе развития спутниковой геодезии исследовать сопоставимость точности координат с применением разных навигационных систем. В результате получена зависимость погрешности координат GPS и ГЛОНАСС от длительности измерений спутниковых сигналов. Эту зависимость, представленную в виде степенной функции, можно предложить в качестве критерия выбора режима наблюдений при проведении спутникового мониторинга на геодезических сетях ответственных инженерных объектов (АЭС, ГЭС, ГАЭС и др.) при геодинимических исследованиях. Различия координат, определенных по одновременным измерениям GPS и ГЛОНАСС, лежат преимущественно в пределах ± 10 мм, при максимальных отклонениях равных 30 мм. Значения, превышающие эти пределы, обычно связаны с неблагоприятными условиями наблюдений. Возможно, выявленные различия координат двух систем вызваны недостаточным качеством измерения времени на спутниках ГЛОНАСС и будут уменьшаться с повышением точности часов.

ОСЕСИММЕТРИЧНАЯ МГД – МОДЕЛЬ ГЕЛИОСФЕРНОГО ТОКОВОГО СЛОЯ.

Р.А. Кислов

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

В рамках стационарного одножидкостного МГД – подхода построена полуаналитическая модель осесимметричного гелиосферного токового слоя (ГТС). Результаты моделирования позволяют объяснить известный эффект “эксцесса” магнитного потока влиянием газодинамического давления плазмы на пространственное распределение всех трёх компонент магнитного поля. Усиление роли тороидальной компоненты магнитного поля связано с нарушением коротации ГТС на расстояниях сравнимых с орбитой Земли, а также разностью скоростей короны и фотосферы солнца. В работе подробно рассмотрена структура магнитного поля вблизи нейтральной плоскости ГТС и на расстоянии от неё порядка толщины ГТС, которая не превышает одного радиуса солнца. В данных областях возможно аналитическое решение уравнений модели. Результаты моделирования согласуются с экспериментальными данными. В частности, удаётся получить спадание радиальной компоненты магнитного поля по закону $r^{-5/3}$.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ ГАЗА В ПРОТОПЛАНЕТНОМ ДИСКЕ

Кукса М.М.

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

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

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

Реконструирование аккреционного протопланетного диска является одной из фундаментальных проблем космогонии Солнечной системы. До сих пор открытым остается вопрос о механизме переноса углового момента в аккреционных дисках

Прогресс в решении проблемы переноса углового момента в протопланетных дисках связан с привлечением эффектов магнитного поля. Существование даже слабого магнитного поля существенно усложняет гидродинамические течения в протопланетном диске. Требуется разработка численной модели, учитывающей взаимодействие турбулентных течений газа с магнитным полем.

В данной работе рассматривается замкнутая система уравнений сжимаемой магнитной гидродинамики (МГД) масштаба среднего движения. Система уравнений положена в основу двумерной модели осесимметричного протопланетного диска в цилиндрических координатах. При построении модели наряду с традиционным теоретико-вероятностным осреднением МГД-уравнений используется весовое осреднение Фавра. Применен модифицированный коэффициент турбулентной кинематической вязкости, учитывающий влияние магнитного поля на турбулентное течение через посредство пути смешения.

Автором разработан параллельный код для численного решения системы осредненных МГД-уравнений. В процессе вычислительных экспериментов подобраны «свободные» граничные условия, позволяющие веществу свободно проникать в область моделирования и покидать ее. При этом установившийся темп аккреции газа на звезду согласуется с наблюдательными данными о классических звездах на стадии Т Тельца.

В результате численного моделирования получены распределения средней плотности, гидродинамической скорости и магнитной индукции в турбулизированном протопланетном диске на расстоянии 1 а.е. от звезды.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ САЛТАЦИИ И ЭОЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВБЛИЗИ ПОВЕРХНОСТИ МАРСА С ПОМОЩЬЮ НАУЧНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ 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 Capodimnte, Napoli, Italy

³LATMOS, Guyancourt, France

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

В марсианской атмосфере всегда присутствует значимое 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 существенно влияет на динамическую и термодинамическую эволюцию атмосферы и приповерхностного слоя Марса (Zurek et al. 1992). Ветровой перенос пыли, 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 поверхностного слоя и выветривание. В отсутствии 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 РАЗРЫВЫ В СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШКАХ: НЕПРЕРЫВНЫЕ ПЕРЕХОДЫ И НАГРЕВ ПЛАЗМЫ

Леденцов Л.С., Сомов Б.В.

*Государственный астрономический институт имени П.К. Штернберга МГУ,
koob@mail.ru*

Законы сохранения на поверхности разрыва в идеальной магнитной гидродинамике (МГД) допускают возможность смены типа разрыва при постепенном (непрерывном) изменении условий течения плазмы. При этом должны существовать так называемые переходные решения, удовлетворяющие одновременно двум типам разрывов. На основе полной системы граничных условий для уравнений МГД получен конкретный вид переходных решений, а также выражение, в явном виде описывающее изменение внутренней энергии плазмы, протекающей через разрыв. Это позволяет, во-первых, построить обобщенную схему незапрещенных переходов между МГД-разрывами, а во-вторых, изучить зависимость нагрева плазмы от значений плотности и конфигурации магнитного поля вблизи поверхности разрыва (т.е., от типа МГД-течения). Обсуждается вопрос о нагреве "сверх-горячей" (с электронной температурой больше 10 кэВ) плазмы в солнечных вспышках. Показано, что наилучшие условия для такого нагрева осуществляются в окрестности пересоединяющего токового слоя, вблизи областей обратных токов.

Лит.: Somov B.V., Plasma Astrophysics, Part II, Reconnection and Flares. Springer SBM, New York, 2013.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕХОДА К ПЕРЕМЕННЫМ ДЕЙСТВИЯ НЬЮТОНОВОЙ ЗАДАЧИ В ЧИСЛЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ЗАДАЧИ N ТЕЛ

Лежнин К.В.¹, Чернягин С.А.¹

¹МФТИ(ГУ), klezhnin@yandex.ru

Решение задачи многих тел в создаваемом ими гравитационном поле имеет большое значение для астрофизических приложений. Именно задача многих тел является основополагающей при решении различных задач звездной динамики, динамики и эволюции звездных скоплений, галактик и галактических скоплений. Как известно, задача многих тел не имеет точного аналитического решения, если число тел превышает 2. Во всех остальных случаях возможно лишь приближенное численное решение. Рост числа тел ведет к существенному увеличению требований к вычислительным ресурсам. К решению задачи многих тел существуют два основных подхода: прямое решение дифференциальных уравнений движения и статистический метод. В рамках первого метода, наибольшие трудности возникают при близком прохождении тел и возможном образовании тесных гравитационно-связанных пар (двойных систем). Так, при расчете динамики плотных шаровых скоплений учет образования таких пар необходим ввиду непосредственного влияния на физику процесса – такие двойные звезды при рассеивании на них остальных звезд в большом числе случаев становятся плотнее, передавая часть энергии рассеивающейся звезде. Именно за счет тесных пар происходит так называемый гравитермальный коллапс скоплений. В настоящей работе предложен подход для преодоления проблемы близких прохождений в столкновительных системах – шаровых и рассеянных звездных скоплениях. Показано, что с помощью теории возмущений в предложенном подходе можно изолировать сингулярность и существенно увеличить шаг интегрирования, не теряя физических эффектов, влияющих на эволюцию звездных скоплений.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВОГО СЕРВИСА ВЕГА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПОРТРЕТОВ "НОРМАЛЬНОГО" РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Левцова А.В.(1,2), Толпин В.А.(1)

1) Институт космических исследований РАН,

2) Московский физико-технический институт (государственный университет)

1) 117997 Москва, Профсоюзная 84/32 E-mail: smis@smis.iki.rssi.ru

2) 141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9.

+7 (495) 408-45-54 info@phystech.edu

В докладе обсуждаются возможности РАН информационного спутникового сервиса Вега (<http://vega.smislab.ru/>) созданного в ИКИ для построения среднемноголетней временной динамики развития сельскохозяйственных посевов на различных территориях. Данный сервис ориентирован на исследование состояния растительного покрова на территории Северной Евразии и позволяет работать с рядами спутниковых данных и результатами их обработки, а так же с метеопараметрами за период с 2000 года по настоящее время. Подробно возможности сервиса описаны, в частности, в работах [1,2]

Одним из методов оценки состояния сельскохозяйственной растительности на основе данных дистанционного зондирования является анализ отклонений наблюдаемых вегетационных индексов от некоторых "нормальных" значений, характерных для анализируемой культуры в конкретный момент в конкретном регионе. При этом, из-за особенностей развития различных культур в различных регионах, для применения таких методов необходимо иметь возможность достаточно простого построения "нормальных" временных портретов развития данных культур.

В настоящей работе обсуждаются вопросы, связанные с использованием предоставляемых спутниковым сервисом Вега возможностей для построения таких портретов. В докладе описаны возможности заведения в системе Вега набора объектов (полей) и получение для них временной динамики вегетационных индексов в течение всего вегетационного сезона. Показано, что в системе можно произвести отбор необходимых наборов данных для конкретных полей по определенному региону за некоторый набор годов, в которые на них росли заданные культуры.

Обсуждаются вопросы, связанные с построением некоторого среднего (нормального) портрета хода вегетационного индекса (NDVI) для заданной культуры в конкретном регионе. В том числе обсуждаются сложности, возникающие при решении данной задачи (сдвиги вегетационного сезона, наличие аномальных годов и т.д.).

Также приведены некоторые примеры, показывающие возможность построения таких "нормальных" портретов, обсуждаются планы развития инструментария работы с данными в спутниковом сервисе Вега, для упрощения процедур построения "нормальных" временных портретов вегетационных индексов для различных культур.

Литература.

1. Лупян Е.А., Савин И.Ю., Бартаев С.А., Толпин В.А., Балашов И.В., Плотников Д.Е. Спутниковый сервис мониторинга состояния растительности («ВЕГА») // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 190-198.
2. Бартаев С.А., Ершов Д.В., Лупян Е.А., Толпин В.А. Возможности использования спутникового сервиса ВЕГА для решения различных задач мониторинга наземных экосистем // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012. Т. 9. № 1. С.49-56.

ПРОСТЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ МАСС ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ГАЛАКТИК

Лыскова Н.С.¹

¹Институт Космических Исследований РАН, natalya.lyskova@gmail.com

Научный руководитель: Чуразов Е.М., д.ф.-м.н, чл.-корр. РАН

Институт Космических Исследований РАН

Последние десятилетия методы оценки масс эллиптических галактик непрерывно совершенствовались и усложнялись. Современные методы динамического моделирования позволяют не только определить профиль массы, но и рассчитать вклад звёздной и тёмной компонент, охарактеризовать распределение орбит звёзд, оценить массу центральной сверхмассивной чёрной дыры. Однако на практике такой подход оказывается чувствительным к «качеству» наблюдаемых данных и применим только для близких галактик. Более того, даже самых детальных наблюдательных данных может оказаться недостаточно, чтобы однозначно определить все параметры модели, часть из которых вырождена. Детальный анализ может также оказаться неоправданным и с точки зрения вычислительного времени, особенно если речь идёт о современных (и планируемых) обзорах, содержащих информацию о миллионах объектов на разных красных смещениях. Для оценки масс большого числа галактик более целесообразными кажутся простые и быстрые методы, базирующиеся на минимальном наборе данных и обеспечивающие несмещённую оценку, которые и обсуждаются в данной работе. Для эллиптических галактик в оптическом диапазоне «базовыми» наблюдательными данными являются профили поверхностной яркости и лучевой дисперсии скоростей звёзд. Этих данных недостаточно для однозначного определения профиля массы галактики из-за вырождения между массой и анизотропией орбит звёзд. Тем не менее, при разумных предположениях оказывается возможным получить надёжную оценку массы галактики, не привлекая дополнительных данных, но только на специально выбранном радиусе. В данной работе основной акцент сделан именно на исследование и тестирование подобных простых методов оценки массы эллиптических галактик. На небольшой выборке ярких рентгеновских эллиптических галактик, оптические профили которых были получены на БТА, было также продемонстрировано, что сравнение простой оптической оценки массы галактики с рентгеновской массой позволяет наложить ограничения на анизотропию орбит звёзд и нетепловое давление газа, а сравнение со звёздной массой позволяет определить долю тёмной материи. Обсуждается также перспектива использования простой оценки массы в качестве индикатора полной массы галактик и другие возможные области применения простых методов.

ПРОТОТИП БОРТОВОГО ЛАЗЕРНОГО ВРЕМЯПРОЛЕТНОГО МАСС-СПЕКТРОМЕТРА АБИМАС ДЛЯ МИССИИ ЭКЗОМАРС-2018

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

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

²Институт 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 молекулярные ионы пробы, включая поверхностные загрязнения и, возможно, пылевую компоненту, а также молекулярные ионы органических соединений, находящихся в модели реголита. 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.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ЧАСТИЦ ВЕРХНЕЙ ДЫМКИ АТМОСФЕРЫ ВЕНЕРЫ ПО ДАННЫМ СПИКАВ КА «ВЕНЕРА-ЭКСПРЕСС»

Лугинин М.С.^{1,2}, Беляев Д.А.^{2,1}, Федорова А.А.^{2,1}

¹ Московский физико-технический институт, mikhail.luginin@phystech.edu

² Институт космических исследований РАН

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

Институт космических исследований РАН

Верхняя дымка на Венере лежит выше облаков, окружающих поверхность планеты сплошным слоем, и простирается от 70 до 90 км. По результатам предыдущих миссий к Венере известно, что верхняя надоблачная дымка состоит из субмикронных частиц предположительно серной кислоты [1, 2]. Недавно по наблюдениям с борта КА «Венера-Экспресс» обнаружено существование бимодального распределения частиц верхней дымки по размерам, а также присутствие оптически тонких облаков на высотах 80-90 км, что может говорить о различной природе частиц [3, 4]. Более того, исследование природы аэрозольных частиц выше 90 км может послужить ключом к разгадке проблемы существования слоев сернистых окисей, обнаруженных недавно в этой области высот [5].

Эксперимент СПИКАВ на борту орбитального КА «Венера-Экспресс» измеряет вертикальную структуру атмосферы Венеры методом солнечного просвечивания на высотах от 70 до 100 км в диапазоне длин волн от 0.65 до 1.7 мкм с июня 2006 года [6]. Спектральный диапазон прибора чувствителен как к субмикронным частицам моды 1, так и к микронным частицам моды 2. Используя показатели преломления серной кислоты и теорию Ми рассеяния света сферическими частицами, по спектральной зависимости аэрозольной экстинкции мы можем получить высотное распределение частиц по размерам, предполагая как одномодальное, так и бимодальное распределение.

В данной работе мы представляем вертикальные профили экстинкции, распределения частиц по размерам и плотности аэрозольных частиц для более чем 100 сеансов наблюдений в период с 2006 по 2010 год в диапазоне широт от 65°с.ш. до 90°с.ш. Были исследованы широтные и временные вариации тонкого слоя облаков, который наблюдался примерно в 30 % случаев. Согласно нашим данным бимодальное распределение характерно для высот от 75 до 85 км, в то время как одномодальное распределение преобладает на высотах ниже 75 км и выше 85 км. В случае бимодального распределения эффективные радиусы оцениваются в диапазоне от 0.05 мкм до 0.4 мкм (мода 1) и от 0.5 мкм до 1.5 мкм (мода 2). В случае одномодального распределения эффективный радиус изменяется в диапазоне от 0.1 мкм до 1 мкм.

Работа выполняется при поддержке гранта Правительства РФ №11.Г34.31.0074 для МФИ и Программы РАН №22.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Esposito L. W., 1983. The clouds and hazes on Venus. In Venus, edited by D. M. Hunten et al., pp. 484–564, Univ. of Ariz., Tucson.
- [2] Lane W. A., and R. Opstbaum, 1983. High altitude Venus haze from Pioneer Venus limb scans. Icarus 54, 48–58.
- [3] Montmessin F. et al., 2008. Venusian Upper Haze Properties: Detection of a Multimodal Distribution at High Altitude by Spicav/SOIR. American Geophysical Union, Fall Meeting 2008.
- [4] Wilquet V. et al., 2009. Preliminary characterization of the upper haze by SPICAV/SOIR solar occultation in UV to mid-IR onboard Venus Express, J. Geophys. Res., 114, E00B42.
- [5] Belyaev D. et al., 2012. Vertical profiling of SO₂ and SO above Venus' clouds by SPICAV/SOIR solar occultations. Icarus 217, 740–751.
- [6] Korabev O. et al., 2012. SPICAV IR acousto-optic spectrometer experiment on Venus Express. Planet. Space Sci., 65(12), 38–57.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ СОЛНЕЧНОГО ПАРУСА

Макаренкова Н.А.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), hope150392@mail.ru

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

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

Солнечный парус представляет собой устройство в виде корпуса и тонкой зеркальной пленки, на которую действует давление солнечного света для приведения паруса в движение. Хотя давление солнечного света чрезвычайно мало и уменьшается пропорционально квадрату расстояния от Солнца, оно обеспечивает постоянное ускорение космического аппарата. Главным преимуществом солнечного паруса является отсутствие потребности в ракетном топливе и возможность работы в течение почти неограниченного периода времени.

В работе солнечный парус представлен в виде вращающейся тонкой круговой зеркальной пленки, прикрепленной к цилиндрической жесткой вставке, и маховика, компенсирующего кинетический момент системы «жесткая вставка – пленка». Эта конструкция является наиболее перспективной по сравнению с другими конструкциями солнечных парусов за счет большой рабочей поверхности и отсутствия каркаса, увеличивающего массу космического аппарата. В процессе эксплуатации космического аппарата требуется время от времени осуществлять разворот солнечного паруса, при этом количество рабочего тела на борту всегда ограничено. Поэтому важно исследовать способы пространственного разворота без расхода рабочего тела. С целью обеспечения пространственного разворота солнечного паруса можно изменять угол между векторами кинетических моментов маховика и системы «жесткая вставка – пленка». Если кинетические моменты маховика и системы «жесткая вставка – пленка» расположены под некоторым углом, не равным 180° , то суммарный кинетический момент солнечного паруса не будет равен нулю, в результате чего солнечный парус начнет вращаться.

При исследовании пространственного разворота солнечного паруса математическая модель представлена в виде набора жестких окружностей, соединенных тонкой натянутой невесомой пленкой. Положение связанных осей по отношению к базовой системе координат задается углами Кардано. При выборе такой модели предполагалось, что оптимальное количество аппроксимирующих окружностей определяется из сравнения установившегося вида поверхности солнечного паруса при конечноэлементной и бесконечноэлементной аппроксимациях в случае равномерного вращательного движения. Построены графики зависимости максимального отклонения пленки от плоскости жесткой вставки в случае равномерного вращательного движения космического аппарата при различных радиусах жесткой вставки и угловых скоростях разворота солнечного паруса. При вычислении корней характеристического многочлена конечномерной системы, полученной в результате аппроксимации несколькими окружностями, оказалось, что его корни сильно разнесены друг от друга. Кроме того, отклонение внешнего края пленки составляет малую величину по сравнению с радиусом пленки, что позволяет для дальнейшего исследования представить модель солнечного паруса в виде одного кольца и жесткой вставки. Построен закон управления, переводящий корни характеристического многочлена в левую полуплоскость и обеспечивающий затухание колебаний. Также предложен закон управления, обеспечивающий затухание колебаний пленки, в котором управляющий момент пропорционален разности между моментом, действующим на жесткую вставку со стороны пленки, и моментом, вызывающим угловую скорость прецессии маховика. Эта разность между моментами будет возникать за счет колебаний поверхности пленки, вызванных силами упругости.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

Матвеев А.М., Мазуров А.А., Кашницкий А.В., Бурцев М.А., Кобец Д.А., Прошин А.А.

*Институт космических исследований РАН
117997 г. Москва, ул. Профсоюзная, 84/32, ГСП-7*

В условиях современного многообразия национальных и международных систем ДЗЗ, увеличивающейся области применения данных спутникового мониторинга, роста количества потенциальных потребителей этих данных и тематических продуктов на их основе, возникает необходимость построения систем приема, обработки и хранения спутниковой информации, а также различных данных полученных с ее помощью. Объем и темпы роста количества подобной информации определяет одно из основных требований к таким системам – максимальная автоматизированность и независимость от оператора. Деятельность отдела технологий спутникового мониторинга ИКИ РАН во многом связана с проектированием, созданием и поддержкой автономных программных комплексов, обеспечивающих непрерывную работу со спутниковой информацией, в составе различных специализированных систем мониторинга.

В докладе рассматриваются:

1. Реализованная автоматическая система обработки данных в параллельных потоках.
2. Структура баз данных, содержащих актуальную информацию о процессах обработки.
3. Структура эргономичного WEB-интерфейса оператора для управления обработкой и анализа статистики.

Нужно отметить также возможность практического применения реализованных методик и алгоритмов. В докладе приведен пример реализации и тестирования системы обработки данных спутников серии Landsat для получения маски облачности.

РАСШИФРОВКА РЕНТГЕНОВСКИХ СПЕКТРОВ SS 433: СОВМЕСТНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ CHANDRA И ХММ- NEWTON

П. Медведев, И. Хаббибулин, А. Медведев, С. Цыганков, С. Сазонов, С. Фабрика

На данный момент общепринято, что именно релятивистские струи преобладают в рентгеновском излучении сверхкритического аккректора SS 433. При этом, рентгеновское излучение приходит от наиболее горячих областей струй у самого их основания, то есть в непосредственной близости к центральной «машине», ответственной за их формирование. Общие спектральные и временные характеристики этого излучения действительно хорошо описываются моделью противоположно направленных оптически тонких многотемпературных газовых потоков с почти солнечной металличностью. Однако, попытки детального описания рентгеновских спектров высокого разрешения, полученных обсерваториями Chandra и ХММ-Newton, столкнулись с целым рядом трудностей. В нашей работе мы проводим совместный анализ имеющихся архивных данных Chandra, а также новых, 120 килосекундных наблюдений ХММ-Newton. Для этого мы используем многотемпературную модель с самосогласованным расчетом меры эмиссии с учетом охлаждения за счет потерь на излучение. Благодаря широкому спектральному диапазону ХММ-Newton удается выделить ряд принципиальных особенностей, используемых в дальнейшем анализе данных Chandra, уникальное пространственное и спектральное разрешение которых, в свою очередь, позволяет непосредственно получить ограничения на основные параметры модели. Применение полученной модели для более детального описания данных ХММ-Newton, обладающих высоким отношением сигнал-шум, привело к выявлению дополнительных компонент и получению их спектров.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОГО ИЗ ВОЗМОЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ ФОРМИРОВАНИЯ СВЕРХМЕЛКОМАСШТАБНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В F-СЛОЕ ИОНОСФЕРЫ

Мельник М. Н., Мингалев О.В., Мингалев В.С., Мингалев И. В.

Полярный геофизический институт КНЦ РАН, г. Апатиты, melnik@pgia.ru.

В работе изучается возможный механизм образования в F-слое ионосферы сверхмелкомасштабных неоднородностей в электронной концентрации, вытянутых вдоль геомагнитного поля, которые имеют характерный поперечный пространственный масштаб от нескольких до десятков дебаевских расстояний электронов, что составляет от нескольких сантиметров до нескольких метров. Используется численное моделирование в рамках модели, основанной на методе крупных частиц для системы Власова–Пуассона с заданным сильным внешним магнитным полем в постановке с размерностью $2D2V$, в которой учитывается движение как электронов, так и ионов в ортогональной геомагнитному полю плоскости. Расчеты проводились для параметров ночной ионосферы на высоте 300 км, где ионный состав представлен ионами кислорода.

Проведенные сравнительные расчеты показали, что возникают квазипериодические затухающие колебания, в которых проявляется как плазменная, так и циклотронная частоты электронов. При этом в области начальной неоднородности, где начальная концентрация понижена по сравнению с однородной фоновой, достаточно длительное время (примерно 45 равновесных плазменных периодов) существует “дышащее” пятно отрицательного заряда, а в области, где начальная концентрация выше однородной фоновой, существует аналогичное “дышащее” пятно положительного заряда. Затем, после переходного этапа примерно в 10 равновесных плазменных периодов, ситуация меняется на противоположную: в центре образуется “дышащее” пятно положительного заряда, а в области, где начальная концентрация выше однородной фоновой, существует аналогичное “дышащее” пятно отрицательного заряда. Эта картина существует примерно 150 равновесных плазменных периодов.

Потенциальная энергия таких колебаний при старте от нуля в первом плазменном периоде быстро достигает максимального значения, а потом осциллирует вокруг кривой, которая вначале плавно затухает, а далее выходит на постоянное значение, которое на много порядков выше уровня фоновых колебаний в модели при старте от пространственно однородных концентраций электронов и ионов. Время “расплывания” определяется тепловым движением ионов, и зависит от начального размера неоднородности.

Сравнительные расчеты также показали, что по сравнению с неоднородностью, образованной начальным возмущением только электронной концентрации, описанная выше неоднородность существенно эффективнее возбуждает плазменные колебания.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 13-01-00063.

ПОИСК РЕНТГЕНОВСКИХ ВСПЛЕСКОВ ОТ ИЗВЕСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ В ДАННЫХ ТЕЛЕСКОПА JEM-X

Мереминский И.А.¹, Человеков И.В.¹

¹ИКИ РАН, *i.a.mereminskiy@gmail.com*

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

Проведен поиск всплесков первого рода от известных маломассивных рентгеновских двойных систем по данным телескопа JEM-X обсерватории INTEGRAL. Для этого были построены кривые блеска источников, которые наблюдались в интервале от 40 до 1200 орбиты. Затем кривые блеска анализировались с использованием дискретного вэйвлет-преобразования. Найдено около 600 всплесков.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ДЕФОРМАЦИИ ЛАЗЕРНЫХ ЗЕРКАЛ

Метельников А.А.

МАИ, Metelnikov91@gmail.com

Научные руководители: ¹Хомяков А.М., ктн.; ²Авдеев А.В.;

¹МАИ

²МАИ

При проектировании мощных химических лазеров космического базирования, мощность которых может достигать 1 МВт, особое внимание следует уделять лазерным зеркалам, так как из них формируется квантово-оптический резонатор. А от его надежности напрямую зависит работоспособность химического лазера.

Во время генерации излучения в резонаторе зеркало подвергается большим температурным нагрузкам, из-за чего возникает деформация поверхности зеркала. Это ведет к искажению волнового фронта и снижению КПД лазерной установки. В настоящее время методика проектирования лазерных зеркал с учетом температурных нагрузок слабо освещена в литературе.

Данная работа ставит своей целью понять зависимость температурных нагрузок и деформаций, возникающих при действии лазерного излучения на поверхность зеркала. Рассмотрены основные явления, возникающие в зеркале функционирующего резонатора генерирующего мощное излучение. Приводится расчетная методика, которая учитывает моментный и безмоментный механизм деформации, для зеркала, имеющего температурный градиент вдоль толщины. Данную расчетную методику можно использовать на начальном этапе проектирования непрерывно-химического лазера. Также проведен расчет для медного зеркала, по данным которого, определен механизм деформации, который ведет к наибольшим повреждениям и предложены пути минимизации деформации лазерных зеркал.

СКОРОСТЬ РОСТА ГАЛАКТИЧЕСКОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В МОДЕЛИ ДИНАМО СО СЛУЧАЙНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

Михайлов Е.А.¹, Илларионов Е.А.², Модяев И.И.²

¹Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Физический факультет, e-mail: ea.mikhajlov@physics.msu.ru

²Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Механико-математический факультет

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

Московский государственный университет, Физический факультет

Эволюция галактических магнитных полей описывается теорией динамо. Уравнения для крупномасштабного магнитного поля содержат усредненные характеристики, описывающие межзвездную среду [Аршакян и др., 2009]. К таким характеристикам относятся скорости турбулентных движений, плотность газа, полутолщина диска и т.п. В «спокойных» галактиках такие усредненные величины хорошо описывают межзвездный газ и могут быть включены в уравнения галактического динамо. В тех же объектах, где есть бурное звездообразование и другие процессы, влияющие на соотношение между различными компонентами межзвездного газа, ситуация меняется. В небольших, но значимых для генерации магнитного поля областях галактики скорости турбулентных движений могут очень сильно отличаться от средних.

Один из способов учета такой неоднородности состоит в исследовании уравнений галактического динамо, часть из коэффициентов которых является случайными. Мы рассмотрели уравнения галактического динамо в так называемом по- z приближении [Мосс, 1995]. Данное приближение исходит из того, что галактический диск достаточно тонкий, и поэтому можно заменить частные производные по координате z алгебраическими выражениями. Уравнения этой модели содержат коэффициенты, отвечающие за турбулентные движения, дифференциальное вращение и диссипацию магнитного поля. Мы предположили, что коэффициент, описывающий турбулентные движения, может принимать с определенной вероятностью одно из двух значений. Первое значение ассоциируется с нейтральным водородом, второе — с ионизованным. Вероятность получения того или иного значения коэффициента характеризует интенсивность протекающих в галактике процессов и соотношение между областями, занятыми различными составляющими межзвездной среды.

Данная задача решалась как путем численного решения уравнений, так и с использованием аппарата, известного в теории вероятностей и связанного с так называемой инвариантной мерой [Илларионов и др., 2012]. Этот аппарат позволяет нам вычислить типичные скорости роста магнитного поля для больших промежутков времени. Оба способа вычисления дают приблизительно одинаковые результаты для скорости роста магнитного поля.

Список литературы

1. Аршакян и др. (T. Arshakian, R. Beck, M. Krause, and D. Sokoloff), *Astron. Astrophys.* 494, 21 (2009).
2. Мосс (D. Moss), *MNRAS*, 275, 191 (1995).
3. Е. А. Илларионов, Д. Д. Соколов, В. Н. Тутубалин, *Вычислительные методы и программирование*, 13, 218 (2012).

УСКОРЕНИЕ / ТОРМОЖЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ПУЛЬСАРОВ И КВАЗИСФЕРИЧЕСКАЯ АККРЕЦИЯ В СОСТОЯНИИ НИЗКОЙ СВЕТИМОСТИ

Миронов А.И.¹, Лутовинов А.А.², Постнов К.А.³

¹ИКИ РАН, mironov.iki@gmail.com

²ИКИ РАН

³ГАИШ МГУ

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

ИКИ РАН

В настоящей работе рассмотрены вопросы, связанные с ускорением / торможением собственного вращения нейтронных звезд, находящихся в двойных системах, во время мощной вспышечной активности. Целью работы было провести анализ имеющихся данных наблюдений и сравнить полученные результаты с предсказаниями существующих теорий аккреции и передачи углового момента в двойных системах. Были использованы данные обсерваторий Fermi, Swift и MaxI для шести объектов, представляющих собой рентгеновские пульсары в системах с Ве-звездами: A 0535+26, EXO 2030+375, GRO J1008-57, GX 304-1, RX J0440.9+4431 и XTE J1946+274. С помощью этих данных были получены оценки на светимости источников в спокойном и активном состояниях, темпы ускорения и замедления собственного вращения нейтронных звезд и величины магнитных полей. Полученные оценки интерпретируются в рамках современной теории квази-сферической аккреции.

СТРУКТУРА ФАЗОВОЙ ПЛОСКОСТИ ПРИ ЗАХВАТЕ И СЕРФОТРОННОМ УСКОРЕНИИ ЭЛЕКТРОНОВ С БОЛЬШИМ ПРОДОЛЬНОМ ИМПУЛЬСОМ

Мкртичан Г.С.¹⁾, Ерохин Н.С.^{1,2)}

¹⁾Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

e-mail: hay-13@mail.ru

²⁾Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

Научный руководитель: Ерохин Н.С. , д.ф.м.н. , профессор , Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

Наиболее вероятный механизм генерации ультрарелятивистских частиц в космической плазме это серфинг зарядов на электромагнитных волнах, которые могут иметь черенковский резонанс с этими частицами.

Вычисления очень большие, поскольку наша задача имеет набор свободных параметров.

В данной работе выполнен анализ структуры фазовой плоскости для захватываемых в режим серфинга электронов с большим продольным импульсом при их ускорении электромагнитной волной. В наиболее простой модели серфотронного ускорения зарядов, задача сводится к исследованию решения нелинейного, нестационарного дифференциального уравнения второго порядка диссипативного типа для фазы волны на траектории заряженной частицы. Согласно численным расчетам, при достаточно большом продольном импульсе электронов интервал благоприятных начальных фаз, где электроны захватываются в режим серфинга и происходит черенковский резонанс, достаточно маленький.

Также рассмотрено серфотронное ускорение зарядов при небольших отклонений от черенковского резонанса.

В области благоприятных начальных фаз и при выполнении условия черенковского резонанса численные расчеты показали, что происходит захват заряда в эффективную потенциальную яму с последующим ускорением для амплитуд волны выше некоторого порогового значения и оптимальном знаке компоненты импульса заряда вдоль волнового фронта. Темп ускорения заряда не зависит от амплитуды волны и определяется величиной безразмерной фазовой скорости волны. Амплитуда волны определяет положение равновесия по фазе т.е. дно эффективной потенциальной ямы. 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. Потом, когда имеет место ускорение частицы, траектория изображающей точки отвечает движению около устойчивого фокуса с постепенным уменьшением амплитуды осцилляций по мере роста энергии заряда.

КАТАЛОГ ТРАНЗИЕНТНЫХ ГАММА-СОБЫТИЙ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ SPI INTEGRAL

Минаев П.Ю.¹, Позаненко А. С.¹, Мольков С. В.¹, Гребенев С. А.¹

¹Институт космических исследований РАН, minaevp@mail.ru

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

Институт космических исследований РАН

Проведен анализ данных наблюдений, выполненных телескопом SPI обсерватории INTEGRAL с целью поиска коротких транзиентных явлений длительностью от 1 мс до десятков сек. Разработан алгоритм выделения гамма-событий на фоне большого числа взаимодействий заряженных частиц с детектором. Проведена классификация событий. Помимо событий, связанных с подтвержденными другими космическими экспериментами космическими гамма-всплесками, активностью известных источников повторных мягких гамма-всплесков (например, SGR 1806-20), найдены гамма-всплески, о которых ранее не сообщалось. Отобраны кандидаты в гамма-всплески, а также короткие гамма-события, вероятно ассоциированные с активностью известных SGR и AXP. Подробно исследована спектральная эволюция 28 ярких гамма-всплесков из каталога. Предложен новый метод исследования спектральной эволюции. Показано, что для всплесков с простой структурой кривой блеска и для отдельных импульсов многоимпульсных событий зависимость спектрально-временной задержки от энергии описывается логарифмической функцией $\log A \log(E)$. Установлено, что параметр «А» зависит от длительности импульса, причем зависимость универсальна для всех исследованных гамма-всплесков. Отрицательные значения спектрально-временной задержки для всплесков с простой структурой кривой блеска не обнаружены.

НЕЙТРОННЫЙ ДЕТЕКТОР АДРОН-РМ ДЛЯ МИССИИ ЭКЗОМАРС 2018

Никифоров С.Ю., Митрофанов И.Г., Козырев А.С., Литвак М.Л., Мокроусов М.И., Федосов Ф.С., Вострухин А.А., Малахов А.В., Третьяков В.И.

¹ИКИ РАН, nikiforov@I503.iki.rssi.ru

Научный руководитель: Митрофанов И.Г., д.ф.-м.н.
ИКИ РАН

ЭкзоМарс – совместная российско-европейская миссия по исследованию красной планеты. После запуска в 2018 году на поверхность Марса планируется доставить два спускаемых аппарата: европейский марсоход и российскую посадочную платформу.

Нейтронный детектор Адрон-РМ, который планируется установить на борт европейского ровера, позволит провести анализ водородной компоненты (представленной как связанная вода, водяной лед или молекулы OH (H_2O) в гидратированных минералах) в верхнем слое поверхности Марса. Полное описание целей и методов проведения эксперимента будет представлено в докладе.

Нейтронное зондирование марсианской поверхности впервые было успешно проведено экспериментом ДАН установленном на борту Марсианской Научной Лаборатории НАСА. Основываясь на последних полученных результатах с прибора, существует серьезная корреляция между данными полученными по средствам потока нейтронов приходящих из космоса и по измерениям при помощи нейтронного генератора установленного на борту марсохода.

Нейтронный детектор состоит из двух пропорциональных счётчиков наполненных ^3He , один из которых имеет кадмиевую защиту для исключения потока нейтронов с низкой энергией. Параллельное измерение поток нейтронов в тепловом и эпитепловом диапазоне позволяет проводить оценку подповерхностной структуры марсианского грунта в районе движения марсохода. По оценке водородной компоненты в разных точках движения можно будет получить процентное значение среднего содержания воды в районе посадки миссии. Другой важной задачей является работа в тесной связи с другими приборами, установленными на марсоходе, в целях выбора наиболее оптимального места для проведения эксперимента по бурению грунта.

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАЕКТОРИЙ НЕПРЯМОГО ПЕРЕЛЕТА К ТОЧКЕ L2 СИСТЕМЫ ЗЕМЛЯ-ЛУНА

Николаева Ю.А.¹, Аксенов С.А., Данхэм Д.У.²

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

²KinetX, США

Научный руководитель: Аксенов С.А., к.т.н.
МИЭМ НИУ ВШЭ

Свойства точек либрации используются во многих приложениях. В частности, для точки L2 системы Земля-Луна возможными приложениями являются изучение обратной стороны Луны, исследование околоземного пространства (в т.ч. околоземных астероидов), а также миссии к точке L2 могут служить основой для более сложных миссий за пределами системы Земля-Луна.

Существуют 2 основные концепции перелета к точке L2 системы Земля-Луна – прямой и непрямой перелеты. Они подробно рассмотрены в [1]. При прямом перелете аппарат выводят на парковочную орбиту, где совершается мощный маневр, направляющий аппарат непосредственно в точку L2. Данный вариант перелета требует значительных затрат топлива при возвращении аппарата на Землю.

Вторая концепция – непрямой перелет. После выхода на парковочную орбиту (или после совершения одного оборота на ней) используется маневр, направляющий аппарат к Луне. При достижении первой точки облета Луны (наз. S1, высота над поверхностью Луны – 49 км), производится тормозящий маневр. Тем самым аппарат совершает перелет за Луной и возвращается к ней в точке второго облета (наз. S2, высота над поверхностью Луны – 50 км), где совершается маневр для возвращения на Землю. Кроме того, в [1] предлагается использование дополнительного маневра, называемого Orbit Normal, необходимого для возвращения аппарата в плоскость орбиты Луны при перелете за ней. Т.о., в миссии используются 4 маневра. При расчете суммарного импульса миссии первый маневр не учитывается, т.к. фактически является третьей ступенью ракеты-носителя. Согласно [1], суммарный импульс миссии составляет 386 м/с (дата запуска – 23 июня 2021 г.).

Расчет окон запуска и минимизация суммарного импульса данной миссии были проведены в [2]. Окона запуска были рассчитаны для дней 2021 г. с наибольшей степенью освещенности обратной стороны Луны. Согласно [2], наиболее оптимальным с точки зрения минимизации суммарного импульса днем для начала миссии является 31 мая 2021 г. (суммарный импульс составляет 320 м/с, степень освещенности – 98%).

В [3] было доказано, что реализация подобной миссии возможна без использования маневра Orbit Normal за счет варьирования координаты первой точки облета Луны. Эта идея была развита в данной работе. Т.о., при расчете окон запуска наименьший суммарный импульс был достигнут 2 мая 2021 г., он составил 315 м/с.

[1] D. Dunham, R. Farquhar, N. Eismont, E. Chumachenko, "New Approaches For Human Deep-Space Exploration", представлено на ISSFD, Пасадена, Калифорния, октябрь 2012

[2] Николаева Ю.А., Аксенов С.А., Данхэм Д.У. Анализ зависимости затрат топлива при прямом перелете к точке L2 системы Земля-Луна от времени запуска аппарата // В кн.: 12-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2013». 12-15 ноября 2013 года. Москва. Тезисы докладов / Под ред.: В.А.Шевцов. СПб.: Мастерская печати, 2013. С. 229-231.

[3] Аксенов С.А., Ефремова Е.В., Данхэм Д. «Компьютерное моделирование миссии к точке либрации L2 системы Земля-Луна», Труды международной научно-практической конференции "International Scientific – Practical Conference" INNOVATIVE INFORMATION TECHNOLOGIES", Prague, 2013, April 22-26.

ИЗМЕРЕНИЕ СПЕКТРА НЕЙТРОННОГО ПОТОКА ВНЕ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «БТН-НЕЙТРОН»

Нуждин И.О.¹

¹Институт космических исследований РАН, nuzhdin@l503.iki.rssi.ru

Научный руководитель: Митрофанов И.Г., д. ф.-м. наук

Институт космических исследований РАН

Представлены результаты обработки данных космического эксперимента «БТН-Нейтрон» вне гермоотсека Российского сегмента Международной космической станции, методика восстановления спектра нейтронного потока по экспериментальным данным трёх гелиевых и одного сцинтилляционного счётчиков.

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОЙ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ ТРАЕКТОРИИ ДВУХИМПУЛЬСНОГО ПЕРЕЛЕТА В ТОЧКУ ЛИБРАЦИИ L1 СИСТЕМЫ "ЗЕМЛЯ – ЛУНА"

Окишев Ю.А.1, Клинаев Ю.В.2

1СГТУ имени Гагарина Ю.А., y.okishev@gmail.com

2СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Научный руководитель: Клинаев Ю.В., проф., д.ф.-м.н.

СГТУ имени Гагарина Ю.А.

В работе рассматривается новый метод поиска оптимальной баллистической траектории двухимпульсного перелета космического аппарата (КА) с химическим ракетным двигателем (ХРД) в точку либрации L1 системы "Земля - Луны", как решение частной ограниченной задачи трех тел, с учетом 2-ой зональной гармоник Земли и возмущающего ускорения Солнца, с использованием информацией о положении небесных тел по григорианскому календарю из планетария DE-403 производства JPL.

Критерием оптимальности будем считать минимальное значение суммарного импульса скорости, необходимого для осуществления перелета, и, как следствие, максимальная масса полезной нагрузки КА. Баллистический анализ предлагается проводить в геоцентрической системе координат.

Рассматривается подход к определению координат и значений скорости точки либрации L1 на основе эфемерид Луны. Для анализа зафиксируем дату выведения в точку либрации L1 в сутках с начала рассматриваемой эпохи.

Классическая система 6 дифференциальных уравнений движения для частной ограниченной задачи трех тел модифицирована учетом 2-ой зональной гармоник Земли, возмущающего ускорения Солнца, выбором системы координат и другими факторами, и решается численно методами прогноза и коррекции. Показано, что для баллистического анализа перелета КА с ХРД по требованиям точности достаточно использовать метод Рунге-Кутты 4-го порядка. Для определения в нулевом приближении радиус-вектора точки старта на базовой орбите используется тот факт, что в момент попадания КА в точку либрации L1 ее радиус-вектор принадлежит плоскости базовой орбиты. Наклонение орбиты при этом считается заданным. Вектор начальной скорости в момент схода КА с базовой орбиты в точке старта определяется из условия гомановского перелета. Для выражения начальных значений в геоцентрической экваториальной системе координат используется матрица перехода от перигеоцентрической системы координат в геоцентрическую. Система уравнений движения де-факто становится функцией начальных значений.

Путем численного интегрирования находится радиус-вектор КА в конце своей перелетной орбиты. При использовании начальных значений нулевого приближения обнаруживается существенный "промах" в точке либрации L1. Для его устранения находятся такие начальные значения, при использовании которых конечный радиус-вектор перелетной орбиты совпадает с радиус-вектором точки либрации.

Варьируя время перелета, и решая систему уравнений движения для каждого выбранного времени перелета, рассчитывается такое время перелета, при котором значение суммарного импульса скорости минимально.

Определена эпоха, при которой значение наклона орбиты Луны максимально, и, следовательно, разница между наклонами базовой орбиты и орбиты Луны минимально. Проводится поиск оптимальных решений на периоде обращения Луны вокруг Земли. Определено влияние положения Луны на энергетику баллистического перелета. Найдены решения, когда расстояние до Солнца минимально и максимально.

На основе всестороннего анализа вклада всех ключевых возмущающих факторов в баллистику перелета и описанного алгоритма найдена оптимальная дата попадания в точку либрации L1 системы "Земля - Луна".

ИССЛЕДОВАНИЕ СЛАБЫХ ГАЛАКТИК В ПОЛЕ ГАММА-ВСПЛЕСКА GRB 980703

Орехова Н.В.¹, Соколов И.В.², Верходанов О.В.³

¹ОАО «Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения», elvilforeva@gmail.com

²ТФ ИНАСАН (Терскольский Филиал института астрономии)

³САО РАН (Специальная астрофизическая обсерватория РАН)

Научный руководитель: Барышев Ю.В., д.ф.-м.н.

Институт Астрономии Санкт-Петербургского Государственного Университета

Приведены результаты анализа BV Rclс - наблюдений на 6м телескопе БТА САО РАН поля размером порядка 4×4 с центром в родительской галактике GRB 980703. Для всех галактик, найденных в поле ($S/N > 2$), измерены звездные величины, построены цветовые диаграммы. Проведены дифференциальные и интегральные подсчеты галактик до предела, соответствующего величинам 28.5 (B), 28.0 (V), 27.0 (Rc), 26.5 (Ic). Были учтены особенности микроволнового фона в данном поле. Создан каталог галактик, включающий все объекты, для которых с помощью программы HyperZ определены фотометрические красные смещения до предельных звездных величин: 26.0 (B), 25.5 (V), 25.0 (Rc), 24.5 (Ic). По оценкам z рассмотрено радиальное распределение галактик. Построены кривые, ожидаемые в случае однородного распределения галактик в пространстве, и получена оценка размера и контраста возможных сверхбольших структур, доступных наблюдениям данного типа.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ ТИТАНА ДЛЯ УСЛОВИЙ РАВНОДЕНСТВИЯ

Орлов К.Г.¹, Мингалев И.В.¹, Родин А.В.^{2,3}

¹Полярный геофизический институт Кольского НЦ РАН, orlov@pgia.ru

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

³Институт космических исследований РАН

Бурное развитие вычислительной техники позволяет создавать модели общей циркуляции планетных атмосфер на основе численного решения полной системы уравнений газовой динамики на сетке с высоким разрешением. Авторами данной работы разработана и отлажена трехмерная модель общей циркуляции атмосферы Титана с учетом рельефа поверхности, основанная на численном решении полной системы уравнений движения вязкого сжимаемого газа без каких-либо упрощений на пространственной сетке с разрешением в 3 – 5 раз большим, чем у моделей разработанных другими научными группами. При помощи созданной модели изучаются особенности общей циркуляции атмосферы Титана в диапазоне высот от поверхности до 565 км для условий равноденствия. Изучается влияние рельефа поверхности на общую циркуляцию атмосферы Титана. Представлены результаты моделирования, полученные с учетом рельефа и без него. Модель аналогична модели общей циркуляции атмосферы Венеры, которую авторы использовали в работах (Мингалев и др., Астровестник, 2012, 2014).

В нашей модели пока используется упрощенный способ расчета радиационного нагрева – охлаждения атмосферы – так называемое релаксационное приближение.

Авторами было проведено моделирование процесса установления общей циркуляции атмосферы Титана на время более 10000 часов физического времени. Через 10000 часов физического времени качественная картина циркуляции имеет следующие особенности.

При отсутствии гор на поверхности во всей области моделирования формируется практически квазистационарная картина циркуляции атмосферы, которая перемещается относительно поверхности вместе с подсолнечной точкой. При этом вертикальная компонента ветра достигает максимальных значений выше 400 км, и эти значения не превышают 0.3 м/с.

При наличии гор на поверхности на высотах 0 – 350 км также формируется практически квазистационарная картина циркуляции атмосферы, которая перемещается относительно поверхности вместе с подсолнечной точкой. На высотах более 350 км циркуляцию атмосферы можно условно представить как квазистационарную, перемещающуюся вместе с подсолнечной точкой, на которую накладываются различные колебания. Амплитуда этих колебаний растет с высотой. В вертикальной компоненте ветра эти колебания особенно заметны начиная с высоты 400 км. При этом вертикальная компонента ветра достигает максимальных значений выше 400 км, и эти значения превышают 3 м/с.

Результаты использования разработанной модели показали, что эта модель воспроизводит суперротацию атмосферы Титана. Максимальные значения суперротации наблюдаются на высотах 250 – 350 км, скорость ветра здесь достигает 300 м/с.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ШЕСТИ АЛГОРИТМОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПАРОСОДЕРЖАНИЯ АТМОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ ПРИБОРА SSM/I В УСЛОВИЯХ НЕВОЗМУЩЁННОЙ АТМОСФЕРЫ.

Пашинов Е.В.¹, Шарков Е.А.¹, Садовский И.Н.¹

¹Институт космических исследований РАН, pashinove@mail.ru

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

Институт космических исследований РАН

Водяной пар — один из важнейших элементов, участвующих в формировании климата нашей планеты. Отслеживание динамики и определение параметров воздушных масс, насыщенных водяным паром, является актуальной научной задачей. Для решения данной задачи в настоящее время активно применяется анализ глобальных полей паросодержания, получение которых стало возможным благодаря развитию спутниковой микроволновой радиометрии.

Среди широкого разнообразия спутниковых средств, применяющихся для определения паросодержания атмосферы, следует отметить приборы SSM/I, установленные на спутниках миссии DMSP. Они широко зарекомендовали себя в научном сообществе благодаря своим характеристикам, надёжности и долгому времени работы на орбите.

За время работы приборов SSM/I были предложены несколько алгоритмов обработки спутниковых данных с целью восстановления полей паросодержания атмосферы. В работе рассматриваются шесть наиболее актуальных на сегодняшний день алгоритмов, разработанных специально для задач определения паросодержания атмосферы по данным приборов SSM/I, установленных на спутниках DMSP. С помощью специально разработанного программного обеспечения было проведено сравнение данных о паросодержании атмосферы, полученных с использованием данных алгоритмов с данными, полученными на сайте Центра RSS (RemoteSensingSystems). В ходе работы обрабатывались данные радиотепловых измерений приборов SSM/I со спутников DMSP F13, F14, F15, за одни сутки 1 сентября 2000 г. В данный период времени над океаном наблюдалось невозмущённое состояние атмосферы, то есть отсутствовало функционирование крупных тропических циклонов. Результаты сравнения полей интегрального паросодержания, которые были восстановлены в ходе работы с полями интегрального паросодержания, полученными на сайте Центра RSS, представлены в виде регрессионных диаграмм. Регрессионные диаграммы позволяют графически оценить степень схожести сравниваемых величин. Кроме того, были рассчитаны коэффициенты взаимной корреляции между сравниваемыми данными. Также, по специально разработанному алгоритму, были рассчитаны зависимости среднего и среднеквадратического отклонения значений паросодержания, полученных с использованием исследуемых алгоритмов, от полученных из базы данных RSS. В заключение работы приводятся краткие рекомендации по применимости каждого из рассматриваемых в работе алгоритмов для восстановления интегрально-го паросодержания атмосферы.

РАЗРАБОТКА ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К СЕРВИСНЫМ КА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ОРБИТАХ

Петрашевская М.С., Салопахин С.К.

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

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

В настоящее время приоритеты развития ракетно-космической деятельности направлены на обеспечение увеличения сроков эксплуатации КА, которые достигаются различными путями: увеличение сроков функционирования бортовой аппаратуры, увеличение массы заправляемого топлива, ремонт на орбите путем замены вышедших из строя бортовых систем, дозаправки двигательных установок.

На сегодняшний день осуществлены следующие операции: замена аппаратуры космического телескопа "Хаббл", космической обсерватории "Комптон", на МКС и т.д. В [1] подробно описано состояние данной проблемы на сегодняшний день.

Главной проблемой при решении указанных выше задач является обеспечение автоматической стыковки, как правило, с некооперируемым КА, т.к. выход из строя элементов системы управления, двигательной установки приводят к потере ориентации и стабилизации КА.

Основной идеей предлагаемой разработки является автоматическая стыковка с некооперируемым КА на основе предлагаемых решений [2-3] и последующее осуществление дозаправки по аналогии с [1], с тем отличием, что заправка осуществляется через специально устанавливаемый (врезаемый в стенку топливного бака по аналогии несанкционированного забора нефти из трубопровода, находящегося под давлением) заправочный клапан вместо использования существующего.

Постановка задачи

Необходима разработка требований к сервисному КА в части осуществления автоматической стыковки и последующей операции заправки (системе для реализации предлагаемой технологической схемы заправки, в том числе: механизм вскрытия бака, установки штуцера для заправки и т.д.).

Выводы

Предлагаемая работа носит поисковый характер и направлена на повышение эффективности ракетно-космической деятельности за счет разработки специализированных сервисных КА, в частности, разработки тактико-технических требований.

Библиографический список:

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. Способ увода космического мусора с орбит полезных нагрузок на основе использования отделившейся части ракеты-носителя, разгонного блока и устройства для его реализации. Патент на изобретение №2462399 RU: B64 G1/00; ОмГТУ. - № 201011972/11; заявл. 18.05.02.2010; опубл. 27.09.2012. Бюл. № 27. Трушляков В.И., Куденцов В.Ю., Шатров Я.Т., Макаров Ю.Н.
3. Стыковочное устройство КА. Патент на изобретение № RU B64 G1/64, F42B 15/36 ОмГТУ. - Заявка № 2012108867 от 07.03. 2012. ПР от 27.02.2013, Трушляков В.И., Юткин Е.А., Тютеебаев Т. Т., Макаров Ю.Н., Шатров Я.Т.

ДВУХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ АЛЬФА-ОМЕГА ДИНАМО С МЕРИДИОНАЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ

Попова Е.П.¹, Юхина Н.А.²

¹МГУ им. М.В.Ломоносова, e-mail: popovaelp@mail.ru

²МГУ им. М.В.Ломоносова

Циклы солнечной магнитной активности связаны с распространением магнитогидродинамической волны от средних широт к экватору, генерация которой осуществляется за счет совместного действия дифференциального вращения и альфа-эффекта. Вполне возможно, что этот механизм действует и в других небесных телах, включая Землю и галактики.

Уравнения динамо среднего поля для двухмерной (радиус - широта) модели довольно сложны для численного исследования. Одним из способов исследования таких уравнений является асимптотический метод, являющийся разновидностью метода ВКБ.

Решение уравнений динамо, описывающих эволюцию магнитных полей в зоне генерации, представимо в виде ряда по степеням динамо-числа, в которое входят амплитуды альфа-эффекта и дифференциального вращения.

Для исследования периода цикла достаточно использовать первое приближение. Для системы уравнений динамо строится уравнение Гамильтона-Якоби, исследуя которое, можно получить период цикла магнитной активности.

В работе были получены уравнения альфа-омега динамо, содержащие меридиональную циркуляцию. Для полученной системы уравнений было построено уравнение Гамильтона-Якоби, исследуя которое, можно получить зависимость периода цикла солнечной активности от сложных двухмерных потоков вещества.

Работа поддержана грантами Российского фонда фундаментальных исследований 12-02-00170, 12-02-00884.

ВЕРХНЯЯ ОЦЕНКА ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГИИ ГРАВИТАЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ИЗ АНАЛИЗА ДАННЫХ ТАЙМИНГА ПУЛЬСАРОВ

Порайко Н.К.¹, Постнов К.А.², Руденко В.Н.²

¹ ГАИШ МГУ, Физический факультет МГУ, e-mail: porayko.nataliya@gmail.com

² ГАИШ МГУ, Физический факультет МГУ

Научный руководитель: Руденко В.Н., д. ф.-м. н.

ГАИШ МГУ, Физический факультет МГУ

Попытка прямого детектирования гравитационного излучения является одной из актуальных задач современной физики, решение которой позволит выйти на новый уровень понимания законов Вселенной. Одним из способов разрешения этой задачи является использование техники тайминга пульсаров. Прохождение гравитационной волны вызывает вариации в регулярности следования импульсов от пульсаров, регистрируемых с высокой точностью. Частотный диапазон чувствительности тайминга лежит в области ультранизких частот $\{10^{-9}; 10^{-8}\}$ Гц. Наиболее перспективными источниками гравитационных волн в данном частотном диапазоне являются двойные сверхмассивные черные дыры, находящиеся в центрах галактик, а также создаваемый всей их популяцией гравитационно-волновой фон. Возможность регистрации стохастического гравитационного фона, генерирующего случайный сигнал в невязках тайминга, осуществляется благодаря кросс-корреляции данных от разных пульсаров. В нашей работе рассматривается гравитационно-волновой фон, создаваемый одним из кандидатов на роль темной материи — сверхлегким скалярным полем в галактическом гало. Одной из особенностей данного излучения является дельтаподобная функция метрической спектральной плотности мощности с центральной частотой, лежащей в рабочей области процедуры тайминга. С помощью данных тайминга 12 пульсаров проекта NANOGrav была получена верхняя оценка плотности энергии гравитационного излучения, вызванного сверхлегким скалярным полем, как функция частоты. Обработка была проведена во временной области в Байесовском подходе, который позволяет учесть неопределенность в параметрах модели тайминга. Так как дело приходится иметь с большими массивами данных, мы использовали стохастические методы обработки, в частности, для численной оценки функции правдоподобия использовался Метод Монте Карло с цепями Маркова. С целью уменьшения объема данных и снижения инструментальных ошибок данные были предварительно предобработаны — проведена процедура усреднения за день. Для 4 пульсаров в модель было необходимо включить красн шумовую составляющую, характеризующуюся двумя параметрами для каждого пульсара, оценка которых также представлена в нашей работе. Наименьшее значение плотности энергии $\rho \cdot c^2 = 1.85 \cdot 10^{-15}$ GeV/cm³, $f = 5.8 \cdot 10^{-9}$ Гц.

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ СПЕКТР ИЗЛУЧЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ТРАНЗИЕНТА MAXI J1828-249

Просветов А.В.¹, Гребенев С.А.²

¹ИКИ РАН, prosvetov@gmail.com

²ИКИ РАН

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

На сегодняшний день в научной среде существует устоявшаяся картина физики источников рентгеновского излучения в маломассивных двойных системах с черной дырой либо нейтронной звездой со слабым магнитным полем. Считается, что рентгеновское излучение в такой системе состоит из следующих основных компонент: чернотельное излучение диска, комптонизованное излучение из горячей центральной области, возможно отраженное от диска излучение. Оптическое, ультрафиолетовое и инфракрасное излучения относятся к внешним областям диска и могут быть значительно усилены рентгеновским облучением и прогревом поверхности внешних областей диска. Общепринятая схема хорошо согласуется в первом приближении с наблюдательными данными, однако в ряде случаев она не позволяет удовлетворительно описать наблюдаемое излучение. Так, корреляция между оптическим и рентгеновским излучением оказывается более сложной. Другой деталью, вызывающей вопросы, являются широкополосные энергетические спектры, которые в некоторых случаях описываются единым степенным законом как в рентгеновском, так и в оптическом диапазоне. Кроме того, по некоторым оценкам, рентгеновский прогрев аккреционного диска является недостаточным для образования наблюдаемых оптических потоков. Таким образом, у общепринятой схемы есть потребность в уточнении или дополнении, и с этой целью нами проводился анализ вспышки MAXI J1828-249 в широком диапазоне энергий от оптического и ультрафиолетового до жесткого рентгеновского.

Вспышка MAXI J1828-249 была обнаружена 15 октября 2013 г. прибором GSC обсерватории MAXI (Nakahira et al. ATel #5474) и прибором IBIS/ISGRM обсерватории INTEGRAL (Filipova et al. ATel #5476), при том поток от нового источника составлял 93 ± 9 mCrab в диапазоне 4-10 кэВ, 45 ± 2 mCrab в диапазоне 20-40 кэВ и 48 ± 2 mCrab в диапазоне 40-80 кэВ.

Нами использовались данные детектора ISGRM телескопа IBIS обсерватории INTEGRAL, полученные 17 октября, 20 октября и 22 октября 2013 г. в рамках российской квоты наблюдательного времени, однако к сожалению, источник не попал в поле зрения прибора JEM-X (диаметр 13.2), более узкое по сравнению с телескопом IBIS (30 x 30). Также использовались данные одновременных наблюдений приборов BAT, XRT и UVOT обсерватории SWIFT, полученные 9-11 ноября 2013 г. Оптические и инфракрасные наблюдения источника получены с помощью российско-турецкого 1.5-метрового телескопа PTT-150 9 – 12 ноября 2013 г.

ТЕЧЕНИЯ ПЛАЗМЫ В ПЕРЕХОДНОМ СЛОЕ МЕЖДУ КОРОНОЙ И ХРОМОСФЕРОЙ СОЛНЦА

Птицына О.В.

ГАИШ МГУ им. М.В. Ломоносова, olga.ptitsyna@gmail.com

Научный руководитель: Сомов Б.В., д-р физ.-мат. наук, проф.

ГАИШ МГУ им. М.В. Ломоносова

Для различных скоростей потока плазмы, задаваемых на нижней границе переходного слоя, получены зависимости плотности и давления плазмы, а также её скорости от температуры в магнитной трубке, один конец которой опущен в хромосферу, а другой находится в короне. 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.

ПРИМЕНЕНИЕ АРХИВА НАБЛЮДЕНИЙ КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА «КЕПЛЕР» ДЛЯ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПО ПОИСКУ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД ТИПА FK COMAE

Пузин В.Б.¹, Саванов И.С.¹, Дмитриенко Е.С.²

¹Учреждение Российской академии наук Институт астрономии РАН,
vpuzin@inasan.ru

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Государственный астрономический институт имени П.К. Штенберга

По высокоточным фотометрическим наблюдениям полученных в результате работы космического телескопа «Кеплер» проведено установление кандидатов в звезды типа FK Comae. Звезды типа FK Com образуют крайне малочисленный класс одиночных быстро вращающихся звезд спектральных классов G-K. Кроме самого прототипа FK Comae, к их числу в настоящее время уверенно относят еще лишь две звезды – ET Dra (BD+70959) и HD 199178. По имеющимся данным для более чем 40000 звезд, для которых имеются наблюдения в течении интервала Q3 с космическим телескопом «Кеплер», были выбраны 4 звезды, параметры которых соответствуют звездам типа FK Com (по температурному диапазону, ускорению силы тяжести и периоду вращения). Кроме того, эти звезды имеют значительную амплитуду изменения блеска, что должно свидетельствовать о заметной запятанности их поверхности. Проведены определения периодов вращения и выполнены оценки параметра дифференциального вращения этих объектов. Найдены положения доминирующей активной области (долготы) на поверхности исследуемых звезд. Установлено, что для всех объектов положения активной долготы не являются постоянными а смещаются по поверхности звезды с течением времени. В целом характер перемещений положений активных областей совпадает с установленным ранее для FK Com и HD199178. Перемещения характеризуются как монотонными сдвигами на промежутках времени порядка сотен дней, так и резкими сменами положений на величины порядка 180 градусов (флип-флопами) и фазовыми сдвигами на величины менее 0,4 по фазе. За рассматриваемый нами интервал наблюдений число смен положений активных долгот лежит в интервале от 1500 суток (порядка 4 лет) до 200 суток (0,54 года), что сопоставимо с приводимыми для FK Com интервалами между флип-флопами (от 0.8 до 4.4 лет). По изучению амплитудного спектра переменности величин амплитуд колебаний блеска для каждого сета, охватывающего один период вращения, выполнены оценки длительности цикла активности P (цикла). Показано, что фотометрическая переменность рассматриваемых звезд на различных шкалах времени – от периода вращения (указывающая на наличие температурных неоднородностей поверхности) до циклов активности в несколько лет – подобны обнаруженным для FK Com и звезд этого типа. Указывается на необходимость проведения спектральных наблюдений предполагаемых кандидатов для установления их одиночного характера (отсутствия двойственности), наличия эмиссионных линий хромосферного происхождения, оценок содержания лития и установления скоростей вращения по профилям спектральных линий.

ИЗЧЕНИЕ МОДИФИКАЦИИ СТРУКТУР ПЛАЗМЫ И МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА В МАГНИТОСЛОЕ НА ОСНОВЕ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА.

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

¹ Институт космических исследований РАН, amica1106@rambler.ru

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

В работе изучается проникновение и трансформация структур плазмы и магнитного поля солнечного ветра при прохождении через турбулентный магнитослой. Проводится корреляционный анализ плотности плазмы и модуля магнитного поля, измеряемых одновременно спутниками в солнечном ветре и магнитослое. Используются данные пар спутников Themis-B/Themis-C(-D) и Themis-B(-C)/Спектр-Р. Рассматриваются структуры на временных интервалах от нескольких секунд до нескольких минут.

В работе показано, что вариации параметров магнитослая с частотами более 0.01-0.02 Гц порождаются, в основном, околосолнечной ударной волной и самим магнитослоем. Показано также, что параметры солнечного ветра и магнитослая могут не коррелировать на масштабах 30 минут, даже если на масштабах 2 часов наблюдается высокий уровень корреляции. Таким образом, отдельные мелкомасштабные структуры могут сильно модифицироваться в магнитослое, хотя структуры больших масштабов в магнитослое сохраняют свой вид. В работе исследуются факторы, влияющие на уровень корреляции мелкомасштабных структур в солнечном ветре и магнитослое.

СВЯЗЬ ХАРАКТЕРА МАГНИТНОГО ПОЛЯ АКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ СОЛНЦА С ИХ ВСПЫШЕЧНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

В.М.^{1,2}, Зимовец И.В.²

¹Московский физико-технический институт, *viacheslav.sadykov@gmail.com*

²Институт космических исследований РАН

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

Институт космических исследований РАН

Рассмотрено 95 активных областей в произвольный момент их нахождения на диске Солнца. 28 из 95 активных областей наблюдались инструментами MDI/SOHO и TRACE, остальные 67 активных областей – инструментами HMI/SDO и AIA/SDO. По фотосферным магнитограммам восстанавливались силовые линии магнитного поля в потенциальном приближении в каждой области. Восстановленные линии сравнивались с магнитоплазменными структурами (магнитными петлями), наблюдаемыми в диапазоне экстремального ультрафиолета. На основании мнения группы экспертов сделан вывод о характере поля в каждой из областей (потенциальное, непотенциальное, промежуточный случай). Информация о характере поля каждой области дополнена историей вспышечной активности области. Обсуждаются взаимосвязи характера магнитного поля области и происходящих в ней вспышечных процессов.

Дополнительно выбран ряд изолированных активных областей, зародившихся в восточной части видимого солнечного диска. Для каждой из отобранных областей прослежена динамика характера магнитного поля вплоть до момента ухода области за западный лимб Солнца. Обсуждаются общие закономерности динамики характера поля в этих областях.

НАБЛЮДЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ РАСЩЕПЛЕННОГО РАДИОВСПЛЕСКА II ТИПА В СОЛНЕЧНОЙ КОРОНЕ

Садыков В.М.^{1,2}, Зимовец И.В.²

¹Московский физико-технический институт, *viacheslav.sadykov@gmail.com*

²Институт космических исследований РАН

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

Институт космических исследований РАН

По данным наблюдений радиогелиографа Нансе (151-327 МГц) исследована динамика источников расщепленного по частоте коронального радиовсплеска II типа, сопровождавшего солнечную вспышку рентгеновского класса M1.6 16 февраля 2011 г и сопутствующий ей корональный выброс массы (КВМ). Обнаружено, что радиовсплеск имеет сложную пространственную структуру. Источники низкочастотной компоненты радиовсплеска распространялись в области «магнитной воронки», расположенной между двумя системами магнитных петель, наблюдаемых с помощью телескопов AIA/SDO. Посредством восстановления коронального магнитного поля с помощью модели PFSS показано, что «магнитная воронка» представляет собой пучок открытых силовых линий, формирующих шлем стримера. При этом источники высокочастотной компоненты всплеска распространялись в области системы замкнутых магнитных петель. С помощью AIA/SDO была исследована динамика КВМ. Обсуждаются возможные связи динамики КВМ и наблюдаемых особенностей поведения источников радиовсплеска II типа.

СРАВНЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАВИСИМОСТИ РАДИОТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТ СКОРОСТИ ПРИВОДНОГО ВЕТРА С МОДЕЛЬНЫМИ РАСЧЕТАМИ

Сазонов Д.С.¹, Кузьмин А.В.¹, Садовский И.Н.^{1,2}

¹Институт космических исследований РАН, sazonov_33m7@mail.ru

²Владимирский государственный университет

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

Институт космических исследований РАН

Эффективность методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) непрерывно растет в задачах мониторинга окружающей среды и в исследовании взаимодействий океана и атмосферы. Набор задач, связанный с ДЗЗ широк, начиная с сугубо практических и очень важных приложений, таких как краткосрочное и долгосрочное прогнозирование погоды, предупреждение стихийных бедствий, и заканчивая фундаментальными исследованиями в области океанографии и климатологии.

Одним из эффективных методов дистанционного зондирования в микроволновом диапазоне является микроволновая радиометрия. Данный метод основан на измерении собственного электромагнитного излучения подстилающей поверхности в диапазоне дециметровых, сантиметровых и миллиметровых волн.

Микроволновая радиометрия дает возможность проводить круглосуточные измерения, имеет относительно низкое поглощение электромагнитного излучения в так называемых "окнах прозрачности" атмосферы и дает высокую информативность принимаемого радиотеплового излучения подстилающей поверхности. Информативность восходящего радиотеплового излучения связана с физико-химическими, диэлектрическими свойствами воды и, в особенности, с геометрией поверхности. В свою очередь геометрия поверхности океана определяется интенсивностью волнения, которое, в основном, зависит скорости приповерхностного ветра. Таким образом, исследование зависимости радиотеплового излучения взволнованной морской поверхности от скорости приповерхностного ветра является важной задачей для улучшения понимания процессов протекающих в системе океан-атмосфера.

В настоящей работе проведены обработка и анализ экспериментальных данных, накопленных в результате серии экспериментов "CAPMOS" (Combined Active/Passive Microwave Measurements of Wind Waves for Global Ocean Salinity Monitoring). По экспериментальным данным были построены зависимости приращения собственного радиотеплового излучения от скорости приповерхностного ветра при различных метеоусловиях. Проведено сравнение экспериментально полученных зависимостей с рассчитанными приращениями радиотеплового излучения взволнованной водной поверхности по четырем моделям, а так же с известными в литературе исследованиями. Для расчета модельных значений приращения радиотеплового излучения использовались спектры гравитационно-капиллярного волнения по трем моделям и эмпирическая модель ветрового волнения, полученная в результате многолетнего анализа спутниковых измерений полученных, в основном с помощью приборов SSM/I (Special sensor microwave/imager).

Основным результатом работы является сравнение приращения радиотеплового излучения взволнованной водной поверхности с модельными расчетами в широком диапазоне вертикальных углов наблюдения и различных метеоусловиях.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-02-00839_а

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ АККРЕЦИОННОГО ТЕЧЕНИЯ ВБЛИЗИ ПОВЕРХНОСТИ БЕЛОГО КАРЛИКА ПО АПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ ЯРКОСТИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПОЛЯРОВ

Семена А.Н., Ревнивцев М.Г.

ИКИ РАН

Научный руководитель: Ревнивцев М.Г., д.ф.-м.н.

Известно, что в системах с достаточно сильным магнитным полем аккрецируемое вещество протекает на поверхность аккретора через каналы, сформированные полем. В промежуточных полях аккрецируемое вещество захватывается магнитным полем из аккреционного диска. Толщина аккреционного канала определяется свойствами аккрецируемого вещества – диффузией магнитного поля и т.д. До сих пор нет ясности в задаче взаимодействия плазмы с магнитосферой. В нашей работе мы попытались измерить толщину магнитных шторок в промежуточном поле.

С помощью характеристик апериодической переменности светимости белых карликов можно определить время остывания разогретого вещества в аккреционной шторке у поверхности белого карлика под ударной волной. Измерение времени остывания и темпа аккреции позволяют определить плотность вещества и площадь сечения аккреционного канала под ударной волной. Мы произвели измерения амплитуды переменности оптической светимости промежуточного поляра EX Hya. Согласно полученным измерениям площадь аккреционного канала менее 1.6×10^{-4} от площади белого карлика. Данные измерения вместе с измерениями профилей рентгеновский затмения указывают, что толщина замороженности вещества в магнитно поле белого карлика порядка $\Delta r / r \approx 10^{-3}$.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОГИБИ В ИНТЕГРАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ОТКРЫТОГО ТИПА

Семенцова А.Н.¹

¹Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), sane4ka_sn@mail.ru

Научный руководитель: Дудченко А.А., профессор

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

Композиционные материалы (КМ) находят широкое применение в различных отраслях промышленности. Высокие механические характеристики композитов используются в силовых конструкциях узлов и агрегатов из КМ. 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 закрепления края конструкции в виде жесткой нервюры на перемещения, возникающие вследствие технологического процесса. Задачей проводимых расчетов является обеспечение теоретической формы изделий после технологического процесса, исследование величины поводок по длине и контуру конструкции, анализ влияния жесткой заделки и структуры на возникающие перемещения по длине 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 Mathcad.

Вопросы поводок 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 разной конструкцией панели с учетом жесткого закрепления:

1. Стрингерная панель;
2. Лонжеронная панель;

Проанализировав полученные результаты можно заключить, что на появление погнб 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).

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ УНИФИКАЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И СОЗДАНИЯ АКТУАЛЬНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ

Сивенков А.Ю.

Белорусский государственный университет, www.sivenkov@gmail.com

Научный руководитель: Губин В.Н., д.г.н.

Белорусский государственный университет

Государственные предприятия, компании, институты и исследователи создают массивы всевозможных геологических данных. Очевидно, что при таком большом количестве источников информации существует необходимость в общем стандарте для определения и обращения к пространственным геологическим данным. Наряду с другими средствами обработки данных, географические информационные системы (ГИС), позволяя легко и эффективно распространять геологические данные среди пользователей и адаптировать их для эффективного совместного использования. На сегодняшний день созрела реальная необходимость определить единые принципы создания геологических данных, произведённых и совместно используемых в среде ГИС.

Эти принципы должны быть основаны на унифицированной структуре базы данных, полных и точных метаданных и чётко идентифицируемых ссылках на элементы массивов данных. Используя уже существующие геологические базы данных, мы зачастую сталкиваемся с массой проблем по объединению информации из различных источников, а используя единые принципы можно сделать более простым и эффективным использование данных, которые доступны в настоящее время. На данный момент основными проблемами совместного использования геологических данных в ГИС-среде являются:

- использование единого языка;
- наличие метаданных в структуре данных;
- использование структур баз данных с таблицами и атрибутами;
- обозначения (аббревиатуры, коды и описания) данных и определение источника информации.

Несложно сделать вывод, что все эти проблемы, в конечном счёте, сводятся к отсутствию единых стандартов. В мире до сих пор не существует единого стандарта для графического описания или представления геологической информации в ГИС. Правительственные организации разных стран приняли свои собственные стандарты (например, *US Geological Survey [2006] FGDC Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization*, *FGDC-STD-013-2006, USGS, Reston*).

Основываясь на стандартах и эффективности, для решения проблемы унификации геологической информации: Во-первых, информация для массивов данных должна употребляться исключительно на английском языке, поскольку это общепринятый научный язык. Во-вторых, следует четко определить структуру базы данных. Таблица атрибутов должна опираться на коды или аббревиатуры, которые затем будут определяться в таблице подстановки, где для сопоставления используются ключи. В-третьих, описания кодов не должны опираться на метаданные, их следует хранить в таблицах подстановки. Если массив данных скомпилирован, пользователь должен иметь возможность определить, из какого источника взяты объекты хранения. В-четвертых, в состав данных должны быть включены метаданные, четко определенные и легко читаемые.

Список литературы:

1. British Standards Institution What is a Standard? BSI, 2010 - London.
2. US Geological Survey FGDC Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization. FGDC-STD-013-2006, USGS, 2006 - Reston.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТОРОТАЦИОННОЙ СВЕРХНОВОЙ

Скиба Е.А.

Московский физико-технический институт (государственный университет),
mykenigsberg@gmail.com

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

Институт космических исследований РАН

Выяснение механизмов взрыва сверхновых 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.

В данной работе моделирование проводится на основе другого механизма развития взрыва, а именно магниторотационного, предложенного 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.

Одной из дополнительных сложностей, возникающих при таком моделировании, является наличие во взрывающейся магниторотационной звезде двух существенно различных характерных временных масштабов. Это малые времена, связанные с распространением гидродинамических возмущений, и существенно большие времена изменения магнитных полей. Эффективное численное решение таких задач, называемых жёсткими, возможно только с применением неявных численных схем, что существенно усложняет процесс моделирования.

В данном исследовании рассматривается одномерная цилиндрически симметричная модель сверхновой. Применяется неявная разностная схема для уравнений магнитной гидродинамики в лагранжевых массовых координатах. Используемые уравнения состояния учитывают нейтронизацию вещества и давление излучения. Кроме того, учтены потери энергии на нейтринное излучение. Благодаря использованию неявной схемы, расчёты удалось провести для достаточно малых отношений магнитной энергии к гравитационной, имеющих место в реальных звёздах.

Результаты расчётов показывают, что развитие коллапса по данной модели приводит к расслоению оболочки, основная часть которой начинает вращаться твёрдо вместе со звездой, однако внешняя часть оболочки разлетается с большой скоростью, что и может быть интерпретировано как взрыв сверхновой. Кроме того, вычисленная энергия взрыва близка к полученной из наблюдений. Полученные результаты хорошо согласуются с наблюдаемой картиной взрыва сверхновых с коллапсирующим ядром.

ГЕНЕРАЦИЯ ПЛАЗМЫ В МАГНИТОСФЕРЕ RRAT И ОБОБЩЕННАЯ СУПЕРСТАТИСТИКА

Собьянин Д. Н.

ОТФ ФИАН, e-mail: sobyanin@ipi.ru

В 2006 г. были открыты новые нестационарные космические источники радиоизлучения — вращающиеся радиотранзиенты (RRAT). Данные источники характеризуются необычной активностью в виде одиночных, редких, спорадических, коротких, ярких радиовспышек и ассоциируются с вращающимися нейтронными звездами. Радиоизлучение нейтронных звезд обязано потокам электрон-позитронной плазмы, истекающей из их магнитосферы. Вспышки радиоизлучения RRAT можно связать с «молниями» в магнитосфере нейтронной звезды, а во время образования таких «молний» генерация плазмы существенно нестационарна. В докладе обсуждается обобщенная суперстатистика — новый подход статистической физики к неравновесным системам с иерархической структурой динамики и разделением пространственно-временных масштабов — и рассматривается ее приложение к нестационарной генерации плазмы в «молниях». Изучается распределение ультрарелятивистских электронов и позитронов по энергиям и вычисляется вероятность того, что случайно выбранная частица вносит существенный вклад в рождение вторичных электрон-позитронных пар.

1. Истомин Я. Н., Собьянин Д. Н. Образование «молний» в магнитосфере нейтронной звезды и природа RRAT // Письма в Астрон. журн. 2011. Т. 37, № 7. С. 512—524.

2. Sob'yanin D. N. Generalization of the Beck-Cohen superstatistics // Phys. Rev. E. 2011. Vol. 84, No. 5. Art. 051128. P. 1—6.

СКОПЛЕНИЕ ГАЛАКТИК В ПОЛЕ ГАММА-ВСПЛЕСКА GRB 021004

Соколов И.В.¹, Верходанов О.В.²

¹ТФ ИНАСАН (Терскольский Филиал института астрономии)

²САО РАН (Специальная астрофизическая обсерватория РАН)

Научный руководитель: Барышев Ю.В., д.ф.-м.н.

Институт Астрономии Санкт-Петербургского Государственного Университета

Приведены результаты анализа BV Rclс - наблюдений на 6м телескопе БТА САО РАН поля размером порядка 4×4 с центром в родительской галактике GRB 021004. Для всех галактик, найденных в поле ($S/N > 2$), измерены звездные величины, построены цветовые диаграммы. Проведены дифференциальные и интегральные подсчеты галактик до предела, соответствующего величинам 28.5 (B), 28.0 (V), 27.0 (Rc), 26.5 (Ic). Создан каталог галактик, включающий все объекты, для которых с помощью программы HyperZ определены фотометрические красные смещения до предельных звездных величин: 26.0 (B), 25.5 (V), 25.0 (Rc), 24.5 (Ic). Были обработаны данные HST для данного поля и использованы для оценки надёжности метода. По оценкам z рассмотрено радиальное распределение галактик. Были учтены особенности микроволнового фона в данном поле. На основе полученных данных сделан вывод о вероятном наличии скопления галактик в данном направлении на $z=0.57$.

АССИМИЛЯЦИЯ ДАННЫХ: ТЕОРИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ К КОСМИЧЕСКИМ И АТМОСФЕРНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ (ЛЕКЦИЯ)

Д.В. Соломенцев, к.ф.-м.н.

ФГБУ "Центральная Аэрологическая Обсерватория"

Тема лекции – ассимиляция экспериментальных данных в математические модели, ее теоретические аспекты, а так же возможности применения в области космических и атмосферных исследований. На сегодняшний день в физике существуют два принципиальных подхода к изучению природных явлений – теоретический и экспериментальный. Оба этих подхода глубоко взаимосвязаны, каждый из них имеет определенные преимущества и недостатки. Ассимиляция данных представляет собой набор математических методов, позволяющий соединить теоретический и экспериментальный подход, измеряя информацию и погрешность каждого из них.

В физике глобальных явлений в атмосфере и околоземном космическом пространстве ассимиляция данных является особенно актуальным направлением. Теоретические модели редко показывают высокую точность из-за заложенных в вычисления погрешностей, неточных констант sub-grid процессов, ошибок дискретного представления, а так же отсутствия точных начальных условий для дифференциальных уравнений. Измерения, с другой стороны, являются более точным, пусть и локальным методом исследования явлений в околоземном пространстве. Кроме того, наблюдения не дают возможности глобальной оценки состояния системы и возможности прогнозировать ее поведение. Методы ассимиляции данных, основанные на математическом аппарате теории информации и байесовской статистики, позволяют совместить преимущества математических моделей и синхронных точечных измерений для того, чтобы построить модели нового поколения, способные дать исследователям представление о глобальном состоянии околоземного пространства.

На лекции будут рассмотрены несколько основных методик ассимиляции экспериментальных данных в численные модели физических систем (фильтр Калмана, 4d-Var и ансамблевые методы), их ограничения, преимущества и перспективы. В качестве примеров применения будут показаны приложения этих методов к задачам исследования ионосферы Земли в глобальном масштабе, а так же к задачам численного прогноза погоды.

УТОЧНЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Стыцenco Ф.В.

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

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

Институт космических исследований РАН

Оценка площади повреждений лесов и других типов наземных экосистем пожарами относится к числу практических направлений, в которых использование данных дистанционного зондирования Земли со спутников находит широкое применение уже несколько десятилетий. Активно создаются автоматизированные технологии оценки площади пожаров, позволяющие получать однородную информацию по большим территориям, и основанные, в основном, на использовании данных среднего пространственного разрешения. Появление в последние годы возможности свободного получения данных со спутников серии Landsat, позволило начать работы по массовому уточнению площадей пройденных огнем с использованием данных высокого пространственного разрешения. Для решения данной задачи в ИКИ РАН была разработана технология, позволившая автоматически актуализировать архивы данных ETM+/OLI-TIRS со спутников Landsat для проведения картографирования повреждений лесов пожарами на основе спутниковых изображений Landsat с пространственным разрешением 30м. В 2013 году данная технология позволила в течение пожароопасного сезона провести массовую обработку спутниковых изображений и создать цифровую карту поврежденных пожарами лесов и других типов наземных экосистем для всей территории России. В общей сложности с использованием изображений Landsat удалось уточнить более 80% площадей пройденных лесными пожарами на территории России. Построенные карты позволили скорректировать оценку пройденной огнем площади, предварительно полученную на основе оперативного детектирования очагов горения по данным MODIS с пространственным разрешением 1 км. Полученные данные дали возможность уточнить зависимость статистической погрешности оперативных оценок площади отдельных пожаров от их абсолютных размеров, а также исследовать сезонную изменчивость возникающих при этом ошибок.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ОДИНОЧНОЙ ЗВЕЗДЫ НА ТОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СДГ

Строиллов Н.А., Белинская Е.В.

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

Научный руководитель: Воронков С.В., к.т.н.

Институт космических исследований РАН

Система датчиков гида (СДГ) обеспечивает наведение и гидирование телескопа космической обсерватории «Спектр-УФ» по изображениям звёздного неба. СДГ состоит из трёх датчиков гида, размещённых в фокальной поверхности телескопа, и блока обработки данных, вынесенного на внешнюю панель космического аппарата.

Предельная звёздная величина, разрешающая способность СДГ, точность определения направления на звезду определяются в первую очередь качеством получаемых изображений звёзд на ПЗС-матрицах каждого датчика гида. В процессе эксплуатации изображения звёзд формируются с помощью оптической системы телескопа Т-170М. Вид распределения освещённости в получаемых изображениях звёзд определяется множеством факторов: технологией изготовления зеркал телескопа, точностью установки датчиков гида на посадочных местах, фокусировкой телескопа, тепловыми деформациями корпусов и положением ПЗС-матриц внутри корпусов датчиков гида.

В силу того, что на Земле нет возможности для проведения натурных экспериментов и получения реальных кадров СДГ при помощи технологического или штатного образца телескопа, на первый план выходит моделирование процесса формирования изображений звёзд на ПЗС-матрицах ДГ с учетом оптической схемы телескопа Т-170М и перечисленных выше факторов.

В ходе работы было смоделировано четыре группы изображений: от простых звёзд в виде трёхмерных гауссиан второго порядка до сложных изображений, учитывающих абберрации оптической системы телескопа, ошибки установки датчиков гида на посадочных местах и ошибки установки кристалла ПЗС-матрицы и внутри корпуса датчика гида.

По смоделированным изображениям были проведены: 1) оценка качества получаемых СДГ изображений звёзд; 2) оценка влияния ошибки установки датчиков и ПЗС-матрицы на качество изображений; 3) оценка влияния формы изображения звезды на точность определения координат ее энергетического центра и точность определения ориентации СДГ; 4) оценка зависимости точности определения ориентации от формы изображения звезды. Также был осуществлён подбор оптимальных параметров локализации объектов на кадрах.

В результате работы: 1) определена предельная звёздная величина; 2) рассчитаны допустимые отклонения пространственного положения ПЗС-матрицы, при котором СДГ сохраняет требуемую точность работы; 3) оценена точность работы СДГ по звёздам различной формы.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ LANDSAT 8 ИЗ ЕВРОПЕЙСКОГО КОСМИЧЕСКОГО АГЕНСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ КА

Суднева О.А., Балашов И.В., Кашницкий А.В.

*Институт космических исследований Российской академии наук, Москва
E-mail: oxal@smis.iki.rssi.ru*

В настоящее время в ИКИ РАН функционирует универсальная система автоматического получения данных из различных центров распространения спутниковой информации. В частности, система обеспечивает получение данных Landsat 8. Основным источником получения оперативных данных Landsat 8 в настоящее время является сервис Геологической службы США USGS (United States Geological Survey). В ситуациях, когда сервис USGS недоступен, необходимо иметь альтернативный источник получения оперативных данных Landsat 8. Таким источником является сервис Европейского космического агентства ESA (European Space Agency). Задача реализации автоматического получения данных Landsat 8 из ESA была решена в настоящей работе.

Основной особенностью сервиса предоставления данных ESA является отсутствие программного интерфейса доступа к информации каталога данных. Кроме этого, веб-интерфейс, предназначенный для получения данных оператором, имеет достаточно сложную структуру и многоуровневую систему авторизации, что также затрудняет автоматическое получение информации каталога данных. Однако существует возможность загружать архивы данных спутниковой съемки напрямую, по именам файлов, сформированным по фиксированному шаблону. Для формирования таких имен в работе была предложена оригинальная технология, основанная на применении системы оценки и планирования приема спутниковых данных, созданной в ИКИ РАН. На основе рассчитываемых по актуальным начальным условиям прогнозов движения центра масс КА стало возможным формировать достоверные имена файлов архивов результатов съемки Landsat 8 в каталоге ESA и получать оперативные данные автоматически.

В докладе представлены архитектура и алгоритм работы блока автоматического получения данных Landsat 8 из центра ESA, реализованного в рамках универсальной системы. Кроме этого, проведен обзор программных решений, принятых при реализации, а также, сформулированы выводы, полученные на основе опыта эксплуатации созданного блока.

ПРОСТРАНСТВЕННО- ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА НАЧАЛЬНОГО ВОЗМУЩЕНИЯ УРАВНЕНИЯ БЮРГЕРСА.

Докладчик: Суслов Александр Иванович

Российский Университет Дружбы Народов (РУДН)

Кафедра экспериментальной физики

115419, Москва, Россия, Ул Орджоникидзе д. 3

e-mail: chench0@yandex.ru

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

Институт Космических исследований РАН, Российский Университет Дружбы Народов

Волновые процессы являются эффективным средством передачи энергии и информации. Исследование распространения волн различной природы является важной и актуальной задачей. Ударные волны- это поверхности, которые движутся относительно газа; при их распространении плотность, давление скорость могут испытывать произвольный скачок. Уравнение Бюргерса используется при моделировании ударных волн, распространяющихся в сплошных средах. При переходе через фронт ударной волны в направлении движения, плотность испытывает скачок. Правая часть уравнения учитывает вязкость и не дает ударной волне опрокинуться.

Решение уравнения Бюргерса вида $u(x,t)=f(x-ut)$ описывают эволюцию нелинейной волны, движущуюся слева направо. Профиль которой, в начальный момент времени равен: $v(x,0)=f(x)$. При распространении волны изменяется ее форма. Вершина волны начинает обгонять остальные участки. В результате наступает такой момент, когда происходит опрокидывание волны.

Таким образом, были рассмотрены модели, описывающие, поведение решения уравнения Бюргерса при разных значениях времени. При возрастании времени, происходит расширение профиля волны и уменьшается его амплитуда. В данном конкретном случае, как показали расчеты не происходит опрокидывания волны и график функции начального распределения не существенно зависит от параметра вязкости, тогда как полуширина начального распределения, существенно влияет на ее поведение. В свою очередь, максимальное значение скорости в начальный момент времени влияет только на амплитуду. Можно ожидать, что при более сложном начальном профиле с несколькими минимумами будет наблюдаться слияние горбов и возникновение единого размытого перехода в профиле функции начального распределения на больших временных интервалах. Это планируется исследовать в следующей работе.

О ГРАНИЦАХ ПРИМЕНИМОСТИ ОДНОМЕРНОЙ САМОСОГЛАСОВАННОЙ МОДЕЛИ ТОКОВОГО СЛОЯ В ХВОСТЕ МАГНИТОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

Улькин А.А.¹, Малова Х.В.^{2,1}, Попов В.Ю.^{3,1,4}, Зеленый Л.М.¹

¹ Институт Космических исследований РАН, Москва, Профсоюзная ул., 84/32

² НИИ ядерной физики МГУ, Москва, Ленинские горы

³ Физический факультет МГУ, Москва, Ленинские горы

⁴ Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финансовый университет), Москва

Работа посвящена моделированию токового слоя (ТС) плазменного хвоста магнитосферы Земли с продольной магнитной неоднородностью, обусловленной наличием градиента поперечного магнитного поля. В периоды суббуревой активности ТС утоньшается и становится практически одномерным с толщиной порядка ионного гирорадиуса. ТС является ключевым элементом процессов буревой и суббуревой активности, поскольку в нем запасается магнитная энергия, которая потом может высвободиться взрывным образом. В зависимости от состояния магнитосферы, ТС традиционно описывается в рамках или двухмерных, или одномерных моделей токовых равновесий, переход между которыми до сих пор не описан и практически не изучен. Определение параметрических границ, внутри которых возможно существование одномерных плазменных равновесий – основная цель данной работы. Построена численная гибридная самосогласованная модель тонкого ТС (ТТС), в которой натяжение магнитных силовых линий обеспечивается инерцией ионов, движущихся через ТС. Динамика ионов рассматривается в квазиadiaбатическом приближении, а движение электронов – в жидкостном. В численном эксперименте исследована сходимость метода последовательных приближений к стационарному решению в широком диапазоне изменения параметров $\{K, b_z\}$ для двух случаев:

1) нормированная поперечная компонента магнитного поля $b_z = \text{const}$, параметр адиабатичности K растет, при этом уменьшается энергия частиц; 2) параметр K меняется пропорционально b_z , т.е. энергия частиц фиксирована. Показано, что оба способа изменения параметров дают качественно схожие результаты, но во втором случае граница применимости одномерной квазиadiaбатической модели по параметру K оказывается более узкой. Изучена динамика частиц, пересекающих ТС. Показано, что с ростом параметра K от 0.1 до 0.5 вблизи ТС образуется большое число квазизахваченных частиц, которые не дают вклада в полный ток, но перераспределяют его плотность таким образом, что центральный максимум плотности тока уменьшается, а слой расширяется, что, в конечном счете, приводит к его разрушению. Показано, что сходимость в интервале $K \sim 0.4-0.5$ обеспечивается электронными токами кривизны, в то время как ионная компонента обнаруживает хаотическое поведение. При больших значениях параметра K в плазме растет плотность квазизахваченных частиц малых энергий, при этом равновесных решений в рамках нашей модели не существует, т.е. достигнуты границы применимости одномерной модели токового слоя, основанной на квазиadiaбатической динамике ионов плазмы.

Ключевые слова: магнитосфера Земли, токовый слой, квазиadiaбатическая динамика частиц, модели токового слоя

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ФОНОВОЙ ЗАСВЕТКИ НА МАТРИЦЕ ПРИБОРА ЗВЕЗДНОЙ ОРИЕНТАЦИИ В НАЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ

Филиппова О.В.

*Младший научный сотрудник, e-mail: 499B@rambler.ru,
тел. +7 926 4826566*

научный руководитель: Бессонов Р.В., к.т.н., зав. отделом

Работа прибора звездной ориентации часто происходит в условиях засветки от паразитных источников вне поля зрения (к ним можно отнести Солнце, Луну, обшивку корабля). Боковая засветка влияет на корректное выделение звездоподобных объектов и определение геометрических центров звезд, а значит и на точность определения ориентации. Измерение коэффициента подавления светозащитной бленды необходимо для определения уровня засветки боковыми источниками фотоприемника прибора. Ранее осуществлялся только теоретический расчет и габаритные характеристики применяемой сверхнадежной двухкаскадной конструкции бленды определяли габариты прибора. Бленда обеспечивала, как и требовалось для корректной работы прибора, полное подавление боковой засветки даже с запасом (коэффициент подавления 10^8 - 10^9). При этом, провести измерение коэффициента подавления более 10^6 в наземных условиях невозможно.

Использование компьютерного моделирования для трассировки света в оптической системе позволяет получить более точную оценку коэффициента подавления бленды. Создана методика расчета, включающая в себя расчет допустимого уровня засветки для заданных параметров оптической системы; геометрическое конструирование оптимальной светозащитной бленды, отвечающей требованиям и непосредственно трассировку лучей с расчетом коэффициентов подавления для разных углов засветки.

На современной элементной базе и с применением усовершенствованных алгоритмов обработки был разработан новый миниатюрный прибор звездной ориентации с меньшими требованиями к подавлению боковой засветки при сохранении точности определения ориентации. В разработку входило конструирование новой компактной бленды с коэффициентом подавления порядка 10^5 и опробирование методики расчета. Так же были проведены измерения подавления боковой засветки в наземных условиях. Результаты измерений согласуются с результатами численного моделирования построенной геометрической конструкции и подтверждают корректность применяемой модели.

ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ КОРОНОГРАФ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕСОЛНЕЧНЫХ ПЛАНЕТ: ВОЗМОЖНОСТЬ НАБЛЮДЕНИЯ ФАЗОВЫХ КРИВЫХ

П. Фролов¹

¹Федеральное 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)

На начало 2014 года достоверно обнаружено более 1000 внесолнечных планет и еще около 3500 надежных кандидатов по результатам миссии Кеплер ожидают проверки. Почти во всех случаях (более 95 процентов) детектирование осуществляется одним из двух непрямых методов: лучевой скорости или транзитным, которые предоставляют немного информации о планетах в силу ограничений применяемых методик и чувствительности к массивным планетам на тесных орбитах.

До недавнего времени именно с методом транзитов было тесно связано определение характеристик излучения экзопланет (излучения звезды, отражаемого и переизлучаемого дневной стороной планеты). При этом доля планет, которые можно обнаружить и изучать с помощью транзитного метода, определяется вероятностью затмения звезды планетой и равна отношению диаметра звезды к диаметру орбиты планеты. Например, в случае Солнца и планеты на расстоянии одной астрономической единицы вероятность транзита составляет около 0,46%. В ситуации, когда транзита не происходит, можно наблюдать изменение количества отраженного планетой света при ее движении по орбите – фазовую кривую. Фазовая кривая существует почти всегда кроме случаев, когда наклонение орбиты близко к нулю.

Наблюдение и спектральный анализ фазовых кривых экзопланет – это сложная техническая задача из-за сочетания огромных яркостных контрастов и малых угловых расстояний между планетой и звездой. Например, отношение интенсивностей излучения Солнца и Земли составляет около 10^6 в инфракрасном диапазоне и около 10^9 в видимом, видимое угловое расстояние $0,1''$ при наблюдении с расстояния 10 парсек. Для получения прямых изображений такой планетной системы необходимо исправить волновой фронт с точностью до $2,4 \cdot 10^{-5}$ мкм (при $\lambda = 1$ мкм). Это в свою очередь потребует применения звездного коронографа и системы прецизионной адаптивной оптики. Однако требования для получения фазовой кривой могут быть менее критичны и технически достижимы. Для наблюдения фазовой кривой мы предлагаем использовать схемы ахроматического интерференционного звездного коронографа общего пути CP-AIC и CP-ARC.

В докладе рассмотрены схемы ахроматического интерференционного звездного коронографа, выполненные на основе интерферометра общего пути. Показаны основные результаты теоретических и численных расчетов основных характеристик коронографа (контраст, пропускание), а также рассмотрены возможности коронографа по наблюдению фазовых кривых.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТРУЙ С КОКОНОМ В СИСТЕМЕ SS 433 - W 50

Хабибуллин И.И.¹, Сазонов С.Ю.¹, Сюняев Р. А.^{1,2}

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

²Астрофизический институт общества им. Макса Планка, Гархинг, Германия

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

Институт космических исследований РАН;

Считается, что типичное окружение микроквазаров (т.е. межзвездная среда) оказывает значительно меньшее сопротивление распространению струй нежели в случае радио-галактик, что должно приводить к отсутствию коконов с "отработанным" веществом струй вокруг этих объектов. Возможно, исключением является SS 433, расположенный в центре остатка вспышки сверхновой W50, заметно деформированной воздействием релятивистских струй центрального объекта. Таким образом, струи SS 433 должны действительно быть окружены коконом разреженного релятивистского газа, воздействие которого на струи и является предметом нашего исследования. Посредством простых оценок нами было найдено, что взаимодействие струй с коконом должно приводить к реколлимации баллистического течения струй с образованием ударной волны внутри струй на расстоянии $\sim 10^{17}$ см (~ 1 секунд дуги) от центрального источника. Примечательно, что наблюдения SS 433 обсерваторией Chandra указывают на наличие протяженного источника мягкого рентгеновского излучения из этой области.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ШАРОВЫХ СКОПЛЕНИЙ NGC6229, 6779 С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СПЕКТРОВ.

Докладчик: Хамидуллина Д.А.¹, **Авторы:** Хамидуллина Д.А.¹, Шиманский В.В.¹, Шарина М.Е.²

¹Казанский (Приволжский) Федеральный Университет,
hamidullina.dilyara@gmail.com

²Специальная Астрофизическая Обсерватория Российской академии наук.

Научный руководитель: Шарина М.Е., к.ф.-м.н
САО РАН

В ходе моделирования были впервые определены спектроскопическим методом содержания химических элементов для шаровых скоплений Галактики NGC6229 и NGC6779, и произведено уточнение таких параметров, как возраст, удельное содержание гелия и металличность $[Fe/H]$. В работе были использованы спектры с разрешением $FWHM=5$ Ангстрем, полученные на 1.93 м телескопе в обсерватории Верхнего Прованса.

Получены следующие параметры: NGC 6229: $[Fe/H] = -1.65$ dex, $\log Age = 10.10$, $Y = 0.26$, $[alpha/Fe] = 0.28$ dex; NGC 6779: $[Fe/H] = -1.9$ dex, $\log Age = 10.10$, $Y = 0.23$, $[alpha/Fe] = 0.08$ dex. Под содержанием альфа элементов в данном случае подразумевается среднее между содержаниями Ca, Mg. Для проверки точности наших оценок мы определили содержания элементов, $[Fe/H]$, $\log Age$ и Y в той же манере и получили хорошее согласие для шаровых скоплений с известными ранее из литературы химическими и эволюционными параметрами: NGC 6205, 6254, 6341, 6838, 7006 и 7078.

В работе выполнен теоретический синтез спектров среднего разрешения двух Галактических шаровых скоплений. Метод, использованный в данной работе, ранее был представлен в статье «Моделирование и анализ спектра шарового скопления NGC 2419» Шарина М.Е., Шиманский В.В., Дейвуст Е. (2013ARep...57..410S). Этот метод применим к спектрам разрешения ($R > 2500$) с достаточно высоким отношением сигнал/шум ($S/N > 100$) и спектральным диапазоном не менее 1500° . Мы используем результаты глубокой звездной фотометрии из литературы для подбора изохроны и наилучшим образом соответствующей диаграмме «цвет-звездная величина» (CMD) скопления. Суммирование синтетических бланкетированных спектров звезд рассчитанных с помощью метода моделей атмосфер, производится в соответствии с функцией светимости звезд Шабрие (2005ASSL...327...41C). Согласование теоретического и наблюдаемого спектров скоплений выполняется итерационно в несколько этапов. В качестве начального приближения задается распределение звезд скопления по массам, радиусам и $\log(g)$, используя литературные данные о теоретической изохроне наилучшим образом соответствующей наблюдаемой CMD. Для уточнения возраста и содержания гелия в звездах анализируется глубина и форма крыльев линий нейтрального водорода, так как они практически не зависят от других параметров. Затем варьируется содержание железа, линии которого преобладают в оптическом спектре, даже при низкой металличности. После достижения наилучшего согласия по этим трем параметрам, подбирается содержания магния, кальция, углерода и марганца. Молекулярные полосы и линии принадлежащие данным элементам являются наиболее существенными деталями в спектре. Для определения содержаний других элементов используются сложные бленды из многих линий. В итоге, оцениваются содержания порядка шестнадцати элементов. Используемая методика позволит в перспективе определять химический состав внегалактических шаровых скоплений.

ОТОЖДЕСТВЛЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ИСТОЧНИКОВ ОБЗОРА ОБСЕРВАТОРИИ СПЕКТР-РГ ВО ВНЕГАЛАКТИЧЕСКОЙ ПЛОСКОСТИ С ПОМОЩЬЮ ОБЗОРОВ WISE, SDSS

Хорунжев Г.А., Сазонов С.Ю.

Институт космических исследований

отдел №52 астрофизики высоких энергий, horge@iki.rssi.ru

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

Институт космических исследований, отдел №52 астрофизики высоких энергий

Проект Спектр-Рентген-Гамма (СРГ) – готовящийся к запуску космический эксперимент, состоящий из двух рентгеновских телескопов eROSITA (0.5–7 кэВ) и ART-XC (6–30 кэВ). Планируется, что СРГ проведёт обзор всего неба в мягком и жёстком рентгене. Телескоп eROSITA достигнет средней чувствительности по небу 10^{-14} эрг/с/см² в диапазоне 0.5–2 кэВ. Ожидается, что в режиме обзора всего неба будет найдено около 3 миллионов активных ядер галактик (АЯГ). Такое огромное количество источников порождает проблему их идентификации в оптике и других диапазонах.

Используя рентгеновские данные Chandra поля Bootes и спектрометрические данные обзора AGES, мы оценили применимость существующих обзоров всего неба: WISE (инфракрасный диапазон), SDSS (оптический диапазон) – для отождествления рентгеновских источников обзора всего неба СРГ.

Ожидается, что большинство активных ядер галактик, зарегистрированных прибором eROSITA, будет иметь высокий процент идентификации в указанных каталогах (>80% в фильтрах W1 и W2 WISE и в фильтрах g, r, i SDSS).

Мы исследовали возможности фотометрии в указанных диапазонах для первичной классификации источников с помощью диаграмм цвет-цвет: определение типа, оценка светимости и красного смещения. Показали, что на потоках 10^{-14} эрг/с/см² 90% всех точечных рентгеновских источников будут составлять АЯГ со светимостью $> 10^{41}$ эрг/с/см² в 0.5–2 кэВ. 5% рентгеновских источников составляют звёзды, ещё 5% это скопления галактик и близкие протяжённые галактики, которые из-за низкого углового разрешения (порядка 15" HEW на оси прибора) eROSITA видит как точечные источники.

Мы показали, что с помощью фотометрии WISE и SDSS можно надёжно классифицировать объект как АЯГ и решить проблему ошибочной идентификации источников в полях с высокой плотностью источников в SDSS.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНОГО ПОЖАРА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО

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

Возможность получения качественных прогнозов распространения лесного пожара может существенно увеличить эффективность противопожарных мероприятий и уменьшить вызванный огнем экологический и экономический ущерб. Одним из потенциально эффективных подходов к прогнозированию развития пожара является моделирование.

Большинство существующих моделей развития пожара ориентированы на использование детальной и оперативно обновляемой информации о текущем положении и фронта пожара, характеристиках горючих материалах, метеоусловиях, получение которой в масштабах всей России в настоящее время практически не может быть обеспечено в полном объеме. Для моделирования развития пожаров могут быть использованы оперативно получаемые дистанционного зондирования (например, с помощью спутрорадиометра MODIS). Однако, как было показано в ранее выполненных работах, достаточно низкое пространственное разрешение последних может приводить к значительным ошибкам прогнозировании развития пожара.

В данной работе была оценена возможность построения вероятностных оценок распространения пожара в предположении наличия ошибок во входных данных. Эксперимент по вероятностной оценке развития пожара проводился по данным системы оперативного мониторинга лесов ИСДМ-Рослесхоз.

Было сделано предположение о наличии ошибок в используемых для моделирования данных о скорости и направлении ветра, а также индексе влажности горючих материалов. Кроме этого было сделано предположение, что скорости распространения пожара в разных типах растительности, используемые моделью, также содержат ошибки. При этом ошибки в параметрах модели и метеоданных распределены независимо.

Для оценки распределения ошибок параметров была выполнена их оптимизация для отдельных пожаров. Для выборки пожаров было получено множество комбинаций значений параметров, при которых развитие моделируется достаточно точно. На основе значений параметров были построены распределения их ошибок, которые оказались близки к нормальному.

Вероятностная оценка развития пожара строилась итеративно методом Монте-Карло. На каждой итерации из распределений ошибок параметров выбиралась комбинация их значений, с учетом которых и осуществлялся прогноз развития пожара. В результате итеративного моделирования получался набор возможных вариантов развития пожаров, учитывающий распределение ошибок параметров.

На основании вариантов развития пожара был построен ряд агрегированных оценок, включая:

- вероятность достижения отдельных точек пожаром (как число прогнозов, попавших в точку);
- вероятность попадания пожара в отдельную область;
- гистограмма возможных площадей прироста пожара.

Анализ выборки пожаров в лиственных лесах на неохраемой территории показал, что полученные вероятностные прогнозы адекватно оценивают развитие пожара с небольшими систематическими ошибками.

ТОЧНЫЕ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫЕ КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ГРАВИТАЦИИ ЭЙНШТЕЙНА-ГАУССА-БОННЕ

Чирков Д.М.¹, Топоренский А.В.², Павлюченко С.А.³

¹Государственный Астрономический Институт им. П.К.Штернберга,
chirkovdm@live.com

²Государственный Астрономический Институт им. П.К.Штернберга,

³Instituto de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad Austral de Chile, Valdivia,
Chile

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

Государственный Астрономический Институт им. П.К.Штернберга.

Доклад посвящен новым точным космологическим решениям с экспоненциальным поведением масштабного фактора от времени, существующим в модели модифицированной гравитации Эйнштейна-Гаусса-Бонне. В докладе представлены:

1. Необходимые условия существования экспоненциальных решений.
2. Метод, позволяющий получать точные экспоненциальные решения.
3. Ряд точных экспоненциальных решений в космологических моделях с Λ -членом и произвольной изотропной идеальной жидкостью.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОДИННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Чурбанов Д.В.¹

¹Лаборатория инфракрасной спектроскопии планетных атмосфер высокого разрешения, МФТИ, dmitriychurbanov@gmail.com

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

МФТИ, ИКИ РАН

Гетеродинная спектроскопия зародилась в середине прошлого века, до сих пор не утратила своей актуальность и продолжает активно развиваться. Гетеродинный прибор, разрабатываемый в лаборатории ИСПАВР, имеет сверхвысокое разрешение

$\frac{\Delta\nu}{\nu} = 10^{-5}$, что позволяет полностью разрешать отдельные линии в солнечном

спектре. В основе обработки получаемых спектров лежит модель переноса излучения, в которой используются параметры из спектроскопической база данных HITRAN 2012, и атмосферные параметры из базы данных NOAA – GFS.

В первую очередь, рассматривается задача восстановления профилей газа в атмосфере на примере линии $\text{CH}_4(6056.9)$. Пусть $\tau(\nu)$ – полученная в ходе эксперимента оптическая толщина, $K(\nu, \xi)$ – коэффициент поглощения молекулы газа. Задача о восстановлении профиля газа $\rho(z)$ сводится к интегральному уравнению

$$\tau(\nu) = \int_0^N K(\nu, \xi) \rho(\xi) d\xi, \quad \nu \in [\nu_1, \nu_2].$$

В силу некорректности задачи возникает потребность применения различных регуляризирующих алгоритмов. Проведено сравнение различных методов, таких как метод сглаживающего функционала, обобщенный метод невязки, проиллюстрирована зависимость точности решения от уровня зашумленности входных данных.

Вместе с тем, проведены расчеты, подтверждающие возможность восстановления профилей ветра по доплеровскому сдвигу в спектре при указанном разрешении прибора.

ТРЕХМЕРНАЯ АДВЕКЦИЯ ПАССИВНОЙ ПРИМЕСИ 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

Рассматривается постановка задачи численного моделирования общей циркуляции атмосферы Марса с помощью приближенного решения примитивных уравнений метеорологии. В качестве базовой модели используется модель МАОАМ со спектральным динамическим ядром КМСМ.

Одним из обязательных компонентов современных моделей общей циркуляции является аэрозольный блок и блок физики поверхности. Для создания этих блоков в первую очередь требуется разработать трехмерную схему адвекции (переноса) пассивных примесей атмосферными потоками.

В данной работе дается теоретическая постановка задачи, предлагается вычислительная реализация и на основании данных работы программы делаются выводы об их соответствии с имеющимися экспериментальными данными, полученными в ходе наблюдений наземных и орбитальных обсерваторий, а также миссий к Марсу космических аппаратов. Трехмерная адвекция пассивных примесей рассчитывается методом пространственного расщепления.

В настоящее время проходит тестирование блок физики поверхности и блок микрофизики водяного льда и паров воды в атмосфере.

Результаты моделирования будут сравниваться с экспериментальными данными, полученными в ходе миссий к Марсу космических аппаратов, а также наблюдений наземными и орбитальными обсерваториями.

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

СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ АНОМАЛИИ ГОРЯЧЕГО ПОТОКА, ЗАРЕГИСТРИРОВАННОГО ГРУППИРОВКОЙ CLUSTER С РЕЗУЛЬТАТАМИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ДАННЫМ ИНТЕРБОЛ.

Шестаков А.Ю., Вайсберг О.Л., Голубева Ю.М.

ИКИ РАН, sartiom1@yandex.ru

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

ИКИ РАН

В работе представлены результаты, полученные при исследовании события, зарегистрированного группировкой CLUSTER. Проведена проверка основных условий формирования аномалии, а также сопоставлены ключевые параметры с результатами, полученными ранее.

Рассмотрены вопросы структурного деления образования по различным параметрам. Для события рассчитаны поля собственных скоростей плазмы. На основании данных о геометрии образования и скоростях плазмы проведена грубая оценка количества отражённых частиц необходимых для формирования аномалии в такой конфигурации.

Основываясь на полученных результатах было проведено сопоставление с параметрами аномалий, исследованных по данным Интербол, рассмотрена возможность сопоставления с ранее введённой классификацией события.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МНОГОПороГОВОГО ДЕКОДИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ДЗЗ

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)

Улучшение оптических характеристик аппаратуры, используемой в системах дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), приводит к улучшению качества формируемых изображений и к существенному увеличению объема информации, которую необходимо передать на Землю. При этом достоверность передачи также должна быть очень высокой даже при большом уровне шума в канале связи. Для решения этой задачи необходимо использовать помехоустойчивые коды, для которых существуют эффективные и быстродействующие декодеры. Очевидно, что самыми быстрыми будут декодеры, которые состоят только из простейших и самых быстродействующих элементов микроэлектроники – больших блоков памяти или длинных регистров сдвига. Более того, в них не должно быть длинных цепей обратных связей, которые сильно снижают скорость продвижения данных по таким регистрам. Результаты проведенного исследования показали, что наиболее подходящими к применению в системах ДЗЗ по данным критериям являются многопороговые декодеры (МПД) самоортогональных кодов. МПД позволяют почти оптимально декодировать даже очень длинные коды с линейной от длины кода сложностью реализации, демонстрируя при этом хорошую корректирующую способность.

МПД декодер состоит из регистров сдвига, сумматоров по модулю 2, пороговых элементов и выполняет лишь простейшие операции суммирования и сравнения небольших целых чисел, что позволяет обеспечить высокую скорость его работы. Например, реализованные на ПЛИС в ИКИ РАН МПД могут обеспечить декодирование со скоростью до нескольких Гбит/с за счет того, что авторами метода решена задача как бы «мгновенного» формирования решения порогового элемента в МПД. Это техническое решение превращает МПД в теоретически самое быстродействующее устройство для декодирования данных, так как при этом регистры сдвига декодера перемещают данные с максимально возможной для них скоростью, поскольку оценки порогового элемента декодера всегда появляются прямо в момент сдвига данных по регистру. Еще одним достоинством многопороговых методов декодирования является гибкость настройки его параметров, которая позволяет оптимизировать работу МПД для конкретных (реальных) условий работы и, тем самым, добиться наибольшего энергетического выигрыша кодирования (ЭВК).

В докладе рассмотрены вопросы применения таких декодеров для повышения достоверности передачи данных в системах ДЗЗ. Работа выполнена при поддержке РФФИ.

КОНЦЕПЦИЯ ЭКОНОМИЧНОЙ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ОПАСНЫХ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ ЭКОЗОНТ

Шугаров А.С.¹, Нароенков С.А.¹

¹Институт Астрономии РАН, shugarov@inasan.ru

Научный руководитель: Шустов Б.М., член-корреспондент РАН

Институт Астрономии РАН

В последние годы во многих странах начаты работы по созданию систем обнаружения и слежения за опасными небесными телами (ОНТ) размером 100 м и более. Основная задача систем обнаружения ОНТ – заблаговременное обнаружение астероидов и комет, угрожающих столкновением с Землей. Одним из наиболее эффективных методов обнаружения ОНТ считаются внеатмосферные специализированные широкоугольные телескопы.

В настоящей работе рассматриваются основные аспекты построения системы обнаружения ОНТ на основе широкоугольных зеркально-линзовых телескопов с мозаичными приемниками излучения.

С помощью разработанной программы расчета зон видимости определена эффективность работы различных телескопов в режиме обнаружения ОНТ. На основе имеющейся статистики наблюдений ОНТ определены зоны с максимальной плотностью опасных ОНТ.

По результатам проработки различных вариантов реализации выработана концепция системы космического базирования для обнаружения ОНТ ЭКОЗОНТ (Экономичная Космическая Обсерватория для Задачи Обнаружения Небесных Тел). Данная система отличается умеренной сложностью и стоимостью реализации, обеспечивая обзор всей доступной небесной сферы и приемлемое время упреждения для большинства ОНТ.

Основными целями системы ЭКОЗОНТ являются:

- постоянный систематический мониторинг области Солнечной системы радиусом около 1 А.Е. вокруг Земли с целью обнаружения опасных астероидов и комет;
- автоматическое определение параметров орбит новых ОНТ и уточнение параметров орбит известных ОНТ;
- классификация ОНТ по степени риска столкновения с Землей;
- обнаружение и слежение за околоземным космическим мусором на высоких орбитах.

Система ЭКОЗОНТ предусматривает использование широкоугольных оптических телескопов VT-77 с диаметром главного зеркала 0,75 м совместно с 40-см телескопами с очень большим полем зрения и малоразмерной платформы, разработанной в ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина». Система обеспечивает обнаружение большей части ОНТ с типичными скоростями на астероидных орбитах размером вплоть до 100 м за месяц до их возможного столкновения с Землей, а также более мелких тел на близких дистанциях.

ЗАВИСИМОСТЬ ИОННОГО ТОКА ОТ РАБОЧЕГО НАПРЯЖЕНИЯ ХОЛЛОВСКОГО ЭРД Д-55. СРАВНЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРЕДСКАЗАНИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТА

Шумилин А.В.¹, Шумилин В.П.^{2,3}

¹Московский Институт Электроники и Математики НИУ ВШЭ, awshumilin@mail.ru

²ФГУП ВЭИ им. Ленина

³Московский Физико-Технический Институт (государственный университет)

Научный руководитель: Чумаченко Е.Н., д.т.н.

Московский Институт Электроники и Математики НИУ ВШЭ

В работе [1] была представлена простая модель для определения взаимосвязи между интегральными характеристиками холловских электрических ракетных двигателей (ЭРД), таких как ускоряющее напряжение, величина магнитного поля, расход рабочего газа, ток ускоренных ионов и геометрические размеры двигателя. Эта модель включает в себя уравнение баланса сил, действующих на область с холловским током, и соотношение между током ускоренных ионов и расходом рабочего газа. С ее помощью были получены зависимости тока ускоренных ионов от напряжения разряда и от величины магнитного поля. Конкретные расчеты проводились для одного из наиболее часто используемых холловских ЭРД – TAL-WSF/Д-55.

При анализе полученных зависимостей была предпринята попытка сравнения теоретических предсказаний с результатами экспериментального исследования двигателя Д-55. С этой целью была использована приведенная в [2] (см. стр. 314) экспериментальная зависимость удельного импульса ЭРД Д-55 от рабочего напряжения. На приведенном в [2] рисунке (Рис. XI.4.53.а, стр. 314) представлены две группы экспериментальных данных: зависимость тягового КПД и зависимость удельного импульса двигателя Д-55 от разрядного напряжения. Сравнение с оригинальными работами [3, 4], посвященными этому вопросу, показывает, что в [2] перепутана маркировка приведенных зависимостей.

Использование этих данных в работе авторов [1], в свою очередь, привело к ошибке. В настоящей работе эта ошибка исправлена. Получено корректное сравнение результатов расчета в рамках простой модели работы [1] и экспериментальных результатов, представленных в работах [3, 4]. Показано, что предложенная в работе [1] простая модель и качественно и количественно дает близкие к реальности результаты.

Литература:

1. Шумилин В.П., Шумилин А.В., Шумилин Н.В. Простая модель для определения взаимосвязи между интегральными характеристиками холловских электрических ракетных двигателей. Физика плазмы, Т. 40, №3, стр. 295-304, 2014. [Shumilin V.P., Shumilin A.V., and Shumilin N.V., A Simple Model to Determine the Interrelation between the Integral Characteristics of Hall Thrusters. Plasma Physics Reports, Vol. 40, No. 3, pp. 229-238, 2014.].
2. Гришин С.Д. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. / Под ред. В.Е. Фортова. М.: Наука. 2000. Т. IV. С. 291.
3. Semenkin A. External anode layer thruster parameters at a high specific impulse regimes. 25th International Electric Propulsion Conference, August 24-28, 1997, Cleveland, Ohio. IEP-97-055. pp. 341-344.
4. Semenkin A., Kochergin A., Garkusha V., Chislov G., Rusakov A., Tverdokhlebov S., Sota C. RHETT/EPDM Flight Anode Layer Thruster Development. 25th International Electric Propulsion Conference, August 24-28, 1997, Cleveland, Ohio. IEP-97-106. 1997. pp. 661-666.

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ КВАЗИНЕЙТРАЛЬНОГО ИОННОГО ПУЧКА

Шумилин Н.В.¹, Шумилин В.П.^{2,3}

¹Московский Институт Электроники и Математики НИУ ВШЭ, shumilinhell@mail.ru

²ФГУП ВЭИ им. Ленина

³Московский Физико-Технический Институт (государственный университет)

Научный руководитель: Чумаченко Е.Н., д.т.н.

Московский Институт Электроники и Математики НИУ ВШЭ

Плазменные двигатели на основе электрического газового разряда в скрещенных электрическом и магнитном полях с замкнутым дрейфом электронов принято называть холловскими электрическими ракетными двигателями (ЭРД). В настоящее время ЭРД такого типа широко используются в качестве двигателей коррекции орбиты долгоживущих космических аппаратов и для управления их ориентацией в пространстве.

Следует различать режимы работы ЭРД в лабораторных условиях и в условиях космического пространства. В лабораторных условиях двигатель работает в вакуумной камере, заполненной рабочим газом. Поэтому пучок ускоренных ионов после выхода из холловского ЭРД распространяется в собственном газе. В космических условиях только при неполной ионизации рабочего газа в холловском ЭРД наряду с потоком ускоренных ионов в окружающее пространство инжектируется и поток нейтрального газа.

Важным вопросом при лабораторном испытании холловских двигателей является устойчивость ионного пучка в трубе дрейфа. Применительно к случаю распространения ионного пучка с током порядка ампера и небольшой кинетической энергией в лабораторных условиях, то есть в трубе дрейфа, заполненной собственным газом, рассмотрена задача о предельном токе квазинейтрального ионного пучка и задача об электростатической неустойчивости квазинейтрального ионного пучка в трубе дрейфа. Показано, что предельный ток электростатической неустойчивости квазинейтрального ионного пучка в трубе дрейфа пропорционален концентрации остаточного газа, радиусу трубы дрейфа, кубу ускоряющего напряжения и обратно пропорционален потенциалу ионно-пучковой плазмы в степени три вторые.

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТОВ «ЛУНА-ГЛОБ» И «ЛУНА-РЕСУРС».

Автор Эльяшев Я.Д., Прохорова С.А., Бессонов Р.В., Полянский И.В.

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

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

Институт космических исследований РАН

В проектах «Луна-ресурс» и «Луна-Глоб» планируется применить систему технического зрения, которая будет решать задачи видеосъемки во время посадки, реализовывать стереофотограмметрический метод целеуказания и контроля движения манипулятора, а так же выполнять обзорную съемку во время и после посадки.

Система технического зрения состоит из 8 камер, 2 из которых предназначены для создания стереоизображения поверхности Луны во время посадки, еще 2 камеры предназначены для целеуказания контроля положения манипулятора и 4 камеры создают панорамный обзор поверхности Луны вокруг посадочного модуля как во время посадки, так и после нее.

Задача осложняется тем, что место посадки находится в приполярных областях Луны. При этом высота солнца над горизонтом не будет превышать 20 град. и все объекты на поверхности Луны будут отбрасывать длинные контрастные тени. Яркость в затененных областях будет на 4-5 порядков ниже яркости освещенных областей.

Авторами было разработано 2 алгоритма для расширения динамического диапазона камеры и метод подавления структурного шума матриц. Так же было разработано и реализовано программное обеспечение, позволяющее получать изображения с камер и применять разработанные алгоритмы непосредственно во время наблюдений.

Первый алгоритм расширения динамического диапазона, который будет использоваться во время посадки космического аппарата (КА), включает в себя автоматический подбор экспозиции и использует встроенную функцию КМОП матрицы, позволяющую применять нелинейную выходную характеристику. Второй алгоритм расширения динамического диапазона будет использоваться после посадки КА на поверхность Луны, и предназначен для получения панорамных снимков Луны вокруг КА. Он основан на программной комбинации нескольких кадров, полученных с различной выдержкой. Так же были проведены сравнительные анализы методов устранения структурного шума матриц.

В качестве камеры для проверки работоспособности алгоритмов и программного обеспечения использовалась многоцелевая видеокамера (МЦВК), основанная на КМОП матрицах CMV-4000, являющаяся прототипом камер, которые будут использоваться в проектах «Луна-Глоб» и «Луна-Ресурс».

Исследования показали, что при использовании нелинейной выходной характеристики КМОП матрицы можно увеличить диапазон регистрируемых яркостей в 3-5 раз, а при помощи программного расширения динамического диапазона можно зарегистрировать на одном изображении яркости, различающиеся в десятки тысяч раз. Разработанный метод подавления структурных шумов матрицы убирает до 95% шумов.

ДВОЙНОЙ ЦИКЛ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В ДВУХСЛОЙНОЙ СРЕДЕ

Юхина Н.А.

МГУ им. М.В.Ломоносова, e-mail: na.jukhina@physics.msu.ru

Научный руководитель: Попова Е.П., канд. физ.-мат. наук,

МГУ им. М.В.Ломоносова

Природу солнечной активности связывают с механизмом солнечного динамо, который вызывает распространение динамо-волн, являющихся волнами магнитного поля звезды. Он основан на учете совместного действия - эффекта и дифференциального вращения. На основе такой схемы построена динамическая система в случае звездного динамо в двухслойной среде с учетом меридиональных потоков и толщины слоев для моделирования двойного цикла, который соответствует одновременному присутствию 22-летних и квазидвухлетних осцилляций магнитного поля.

В данной работе исследуется влияние толщины слоев на режимы генерации магнитного поля. Мы рассматриваем случай, когда динамо-волны генерируются независимо от двух источников, один из которых расположен в глубине конвективной зоны, а другой у поверхности.

Кроме этого, в модели делается предположение, что в верхнем слое конвективной зоны движение динамо-волны противоположно меридиональным потокам, а во внутреннем совпадает. Анализ модели показал, что это приводит к торможению распространения тороидального поля во внешнем слое и к появлению быстрых осцилляций магнитного поля во внутреннем слое. За счет этого суммарный вклад двух осцилляций с разными частотами соответствует появлению квазидвухлетних циклов на фоне 22-летних.

Показано, что на диапазонах динамо-чисел равных солнечным при толщинах внутреннего и внешнего слоев равных $1/6$ солнечного радиуса существует область значений меридиональной циркуляции, когда возникает двойной цикл при меридиональной циркуляции одинаковой по модулю в обоих слоях и имеющей противоположное направление в них.

Численный анализ динамической системы показал, что если рассмотреть максимальную толщину такого слоя, равную половине толщины конвективной зоны, то в таком слое может генерироваться только быстрая волна, максимальный период которой равен 0.3 диффузионные единицы. Максимальный период в этом случае достигается при меридиональной циркуляции, направленной против распространения динамо-волны, амплитуда которой равна примерно 14 модельных единицы. Согласно полученным результатам, если в звезде меридиональные потоки перестроились таким образом, что один из слоев стал слишком тонким, то в нем может гаситься генерация магнитного поля, за счет того, что динамо-число по модулю меньше порогового. Таким образом, перестройка по глубине меридиональных течений способна привести к подавлению генерации магнитного поля в определенных зонах звезды.

Работа поддержана грантами Российского фонда фундаментальных исследований 12-02-00170, 12-02-00884.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ГЕОГЛИФОВ ПЛАТА НАСКА И ПАЛЬПА

Якупова М. М.

Студентка 3го курса Поволжской государственной социально-гуманитарной академии, marin.ya@mail.ru

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

Доцент кафедры информатики, прикладной математики и методики их преподавания Поволжской государственной социально-гуманитарной академии

С доисторических времен человечество старалось оставить какую-либо информацию для грядущих поколений. Использовались наскальные рисунки, знаки, иероглифы, геометрические фигуры, отражающие быт и чаяния исторического человека. Однако встречаются надписи, фрески, которые служили ориентирами в путешествиях, астрономическими календарями, культовой информацией. Среди таких построений особое место занимают геоглифы. Геоглифом обычно называют нанесенный на поверхности планеты узор или геометрический символ, размером в несколько десятков метров.

Работа посвящена исследованию геоглифов Южной Америки.

Предметом исследований являются наскальные и поверхностные изображения различных размеров.

Объектом исследования являются геоглифы Южной америки, в частности плато Наска, плато Пальпа.

При исследовании геоглифов Южной Америки мы использовали различные компьютерные программы, а также интернет технологии, которые включают в себя спутниковые интернет платформы (СИП). СИП позволил нам использовать облачные технологии – Google Earth.

Google Earth автоматически подкачивает из интернета необходимые пользователю изображения, полученные со спутника. Для визуализации изображения используется трехмерная модель всего земного шара с учетом высоты над уровнем моря.

Используя спутниковые интернет-технологии, выявлены и идентифицировано около 300 полос и линий, 20 рисунков животных, птиц, рыб и насекомых, с указанием их положения, используя географические координаты. Разработана теория об использовании геоглифов для полетов.

В результате анализа информационных данных, сделан вывод о том, что как минимум шесть периодов характерны для полос. В одном месте друг на друга наложены шесть полос. Соответственно самая нижняя полоса является самой ранней.

Используя команды графических редакторов типа Corel Draw и Photoshop проведен градиентный анализ изменение интенсивности цветовой гаммы полос с целью их дальнейшей идентификации по времени создания.

Исследование направлений полос позволяет сделать вывод о том, что направление полос определялось сезонной погодой и объективными потребностями живущего здесь народа. Анализ расположения полос позволил сделать предположение о существовании государства, условно названное Наския.

Таким образом, в результате исследований создана трехмерная модель летательного аппарата, идентифицированы и классифицированы полосы, проведен градиентный анализ изменение интенсивности цветовой гаммы полос с целью их дальнейшей идентификации по времени создания. Определены границы существования древнего города. Разработаны основы теории существования и исчезновения древней цивилизации.