

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИКИ РАН)

УДК 523.9 533.9.01

Номер государственной регистрации 0120.0 602992

УТВЕРЖДАЮ



Директор  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
Института космических исследований  
Российской академии наук  
академик РАН

Л.М. Зелёный

2017 г.

«    »  
м.п.

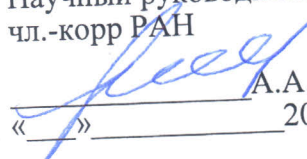
**ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ**

Проведение фундаментальных исследований в области физики космической плазмы,  
солнечно-земных связей и физики магнитосферы.

**Тема ПЛАЗМА**

0028-2014-0002

Научный руководитель  
чл.-корр РАН

  
А.А. Петрукович  
«    » 2017 г.

Москва

2017

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы  
зав. отд., чл.-корр.РАН



А.А. Петрукович

Ответственные  
исполнители разделов  
темы:

директор, академик



Зелёный Л.М.

зав. отд., чл.-корр. РАН



Петрукович А.А.

г.н.с., д.ф.-м.н.



Бисноватый-Коган Г.С.

зав. лаб., д.ф.-м.н.



Измоденов В.В.

## РЕФЕРАТ

Отчет – 101 стр., 18 рис., 455 - источников.

ТЕОРИЯ ПЛАЗМЫ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА, МАГНИТОСФЕРА, ИОНОСФЕРА, КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ, СОЛНЦЕ, СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР, СОЛНЕЧНО-ЗЕМНЫЕ СВЯЗИ, ЭНЕРГИЧНЫЕ ИОНЫ, МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ, ТОКОВЫЙ СЛОЙ, МЕЖЗВЕЗДНАЯ СРЕДА, ГЕЛИОПАУЗА, ГЕЛИОСФЕРНЫЙ УДАРНЫЙ СЛОЙ; РАССЕЯННОЕ СОЛНЕЧНОЕ ЛАЙМАН-АЛЬФА ИЗЛУЧЕНИЕ; ОБЛАСТИ НII; ТУМАННОСТИ, СВЕРХНОВЫЕ, ГРАВИТАЦИОННОЕ ЛИНЗИРОВАНИЕ, РЕНТГЕНОВСКИЕ ИСТОЧНИКИ, МГД

## СОДЕРЖАНИЕ

|   | Стр. |
|---|------|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                  | 5    |
| 1 Раздел 1 Теория плазмы. ....                  | 7    |
| 2 Раздел 2 Экспериментальные исследования ..... | 27   |
| 3 Раздел 3 Космическая погода .....             | 53   |
| 4 Раздел 4 Исследования гелиосферы .....        | 57   |
| 5 Раздел 5 Исследования звёзд .....             | 60   |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                | 63   |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....          | 64   |

## ВВЕДЕНИЕ

Институт космических исследований Российской академии наук проводит научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в соответствии с государственным заданием ЧАСТЬ 2: ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РАБОТЫ по следующим научным направлениям.

- Фундаментальные и прикладные научные исследования в области астрофизики и радиоастрономии (номер направления в Программе 16, 14)
- Фундаментальные и прикладные научные исследования в области Физики космической плазмы, энергичных частиц, Солнца и солнечно- земных связей (номер направления в Программе 16, 14)
- Фундаментальные и прикладные научные исследования планет и малых тел Солнечной системы (номер направления в Программе 16, 129)
- Фундаментальные и прикладные научные исследования планеты Земля (номер направления в Программе 137,138)
- Фундаментальные и прикладные научные исследования в области механики, систем управления и информатики (номер направления в Программе 21)
- Развитие исследовательской, конструкторской, опытно-экспериментальной базы научного космического приборостроения и методов экспериментальной физики (номер направления в Программе 16)

Эти направления НИР и ОКР соответствуют следующим направлениям фундаментальных исследований, указанным в Программе фундаментальных исследований государственных академий наук на 2013 - 2020 годы, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 03 декабря 2012 г., № 2237-р

| п/п | Направление фундаментальных исследований   | Номер направления в «Программе» |
|-----|--|---------------------------------|
| 1   | Современные проблемы астрономии, астрофизики и исследования космического пространства, в том числе происхождение, строение и эволюция Вселенной, природа темной материи и темной энергии, исследование Луны и планет, Солнца и солнечно-земных связей, развитие методов и аппаратуры внеатмосферной астрономии и исследований космоса, координатно-временное обеспечение фундаментальных исследований и практических задач | 16                              |
| 2   | Современные проблемы физики плазмы, включая физику астрофизической плазмы, физику низкотемпературной плазмы и основы её применения в технологических процессах   | 14                              |
| 3   | Закономерности формирования минерального, химического и изотопного состава Земли. Космохимия планет и других тел Солнечной системы. Возникновение и эволюция биосферы Земли, биогеохимические циклы и геохимическая роль организмов.   | 129                             |
| 4   | Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика: инфраструктура пространственных данных и ГИС-технологии.   | 138                             |

|   |   |     |
|---|---|-----|
| 5 | Эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов, научные основы рационального природопользования и устойчивого развития; территориальная организация хозяйства и общества | 137 |
| 6 | Общая механика, навигационные системы, динамика космических тел, транспортных средств и управляемых аппаратов, механика живых систем.   | 21  |

Фундаментальные и прикладные научные исследования в области Физики космической плазмы, энергичных частиц, Солнца и солнечно- земных связей проводятся по теме 0028-2014-0002 ПЛАЗМА

Тема 0028-2014-0002 ПЛАЗМА является частью государственного задания ЧАСТЬ 2: ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РАБОТЫ.

В данном отчете использованы результаты исследований, проведенных в 2017 г. по теме ПЛАЗМА. Проведение фундаментальных исследований в области физики космической плазмы, солнечно-земных связей и физики магнитосферы.

**Тема ПЛАЗМА. Проведение фундаментальных исследований в области физики космической плазмы, солнечно-земных связей и физики магнитосферы.**  
Гос. регистрация № 0120.0 602992

Научный руководитель чл. корр. РАН Петрукович А.А.

## **1. ТЕОРИЯ ПЛАЗМЫ**

Руководитель академик РАН Л.М. Зелёный

### **1.1. Квазиadiaбатическая динамика заряженных частиц в сильных токовых слоях в солнечном ветре**

Исследована квазиadiaбатическая динамика заряженных частиц в сильных токовых слоях (СТС) в солнечном ветре, в том числе, в гелиосферном токовом слое (ГТС). Построена самосогласованная гибридная модель СТС, в которой динамика ионов может быть описана в рамках квазиadiaбатического приближения, в то время как электроны замагничены, их движение рассматривается с помощью приближения ведущего центра. Моделирование показало, что профили СТС определяются относительными вкладами двух токов: (i) тока размагниченных ионов, движущихся вдоль квазиadiaбатических орбит, и (ii) электронными дрейфовыми токами. По своей структуре СТС, наблюдаемые на расстояниях порядка 1 АЕ, представляют собой многомасштабные конфигурации, состоящие из тонких токовых слоев толщиной  $\sim 10^4$  км, вложенных внутрь более толстого плазменного слоя толщиной порядка  $10^5$  и более км. Показано, что подобная многомасштабная структура является внутренним свойством СТС в солнечном ветре.

### **1.2. Высокоширотные цилиндрические токовые слои в солнечном ветре**

С помощью наблюдательных данных показано существование крупномасштабного цилиндрического (или конического) токового слоя (ЦТС) на высокой гелиошироте. Долгоживущий ЦТС был обнаружен спутником Улисс при его пересечении над Южным солнечным полюсом в 1994 и 2007 годах. ЦТС можно было наблюдать на 2-3 а.е. в течение нескольких месяцев. Характерный масштаб ЦТС в несколько раз меньше типичного масштаба корональных дыр. Пересечения характеризуются резким снижением скорости солнечного ветра и бета-плазмы, а также увеличением плотности, характерной для прогнозируемых профилей ЦТС. Улисс несколько раз пересекал один и тот же ЦТС на разных гелиоширотах в 1994 году, так как ЦТС был отклонен от оси вращения и вращался совместно с Солнцем. В 2007 году ЦТС был обнаружен прямо над Южным полюсом и сильно подсвечивался в результате взаимодействия с кометой МакНаута. Восстановление линий коронального магнитного поля показывает появление конических магнитных сепараторов над солнечными полюсами как в 1994, так и в 2007 годах. Анализ данных подтверждает существование долгоживущих низкоскоростных областей, окруженных типичным полярным высокоскоростным солнечным ветром в периоды солнечного минимума. Усиление энергичных частиц до нескольких МэВ/нукл наблюдается по краям ЦТС. Построена простая МГД модель ЦТС, чтобы проиллюстрировать, как ЦТС может сформироваться в полярном солнечном ветре. ЦТС может формироваться благодаря

несоосности оси вращения Солнца с магнитной осью, как предсказывалось в модели Фиска-Паркера в модификации Бургера и др.

### **1.3. Что ожидает человечество при инверсии магнитного поля Земли: угрозы мнимые и подлинные**

Глобальное магнитное поле Земли, существующее благодаря работе внутреннего динамо-механизма, подвержено непрерывным изменениям, происходящим на различных масштабах времени с момента своего формирования. Палеоданные свидетельствуют о том, что сравнительно долгие периоды эволюционных изменений, занимающие в среднем несколько сотен тысяч лет, сменяются быстрыми (длительностью порядка 10 тысяч лет) инверсиями магнитного поля. Согласно наблюдениям современное магнитное поле Земли ослабевает, а магнитные полюса смещаются, что может говорить о начале процесса инверсии. В настоящей работе проведена аппроксимация коэффициентами Гаусса компонент земного магнитного поля за последние 100 лет. Методом экстраполяции оценено, что магнитная дипольная компонента обратится в ноль к 3600 г., при этом геомагнитное поле будет определяться меньшей по величине квадрупольной магнитной составляющей. Развита численная модель, позволяющая оценить и провести сравнение потоков галактических и солнечных космических лучей в магнитосфере Земли, а также на ее поверхности в периоды присутствующего или отсутствующего дипольного поля. Принята во внимание роль атмосферы, поглощающей частицы космических лучей. Оценена величина радиационной опасности для людей на Земле и на высоте ~400 км, соответствующей орбите международной космической станции. Показано, что в максимально неблагоприятный для человечества период инверсии, когда магнитное поле Земли достигнет минимума, поток ГКЛ на Земле может возрасти не более чем в три раза, а радиационная опасность не превысит предельно допустимой дозы. Таким образом, опасность периодов магнитной инверсии для людей и природы в целом не может привести к фатальному исходу, несмотря на то, что в период инверсии структура магнитосферы должна кардинально измениться.

### **1.4. Динамика квазиadiaбатических частиц в ответ на пересоединение магнитных силовых линий в хвосте магнитосферы**

Исследована динамика квазиadiaбатических частиц в ответ на изменение конфигурации магнитных силовых линий хвоста магнитосферы. Хотя частицы пересекают область резкого изменения поля с характерным масштабом длины меньше их ларморовских радиусов, они испытывают пренебрежимо малые изменения магнитных моментов. Исследована устойчивость такого квазиadiaбатического поведения в присутствии сильного изменяющегося электрического поля, индуцированного магнитным полем реконфигурации магнитных линий (происходящей во взрывной фазе суббури). Показано, что, короткоживущее электрическое поле может привести к существенному неadiaбатическому нагреву частиц, при этом квазиadiaбатичность сохраняется для тех из них, чьи скорости больше скорости дрейфа  $E \times B$ . Из-за изменяющегося во времени магнитного поля, использование параметра адиабатичности  $\kappa$  для описания движения частиц затруднено. Поэтому значения параметра  $\kappa$  рассчитываются усреднено при пересечении частицами экваториальной плоскости. Показано, что частицы, пересекающие область изменения магнитного поля на ранней стадии реконфигурации, могут испытывать сильно энергизуются и быстро колеблются в направлении, нормальном к экваториальной плоскости. Напротив, частицы, взаимодействующие с меняющимся полем на поздней стадии, приобретают меньшие



энергии и медленнее осциллируют. Показано, что ускорение квазиadiaбатических частиц при нестационарных магнитоплазменных процессах может приводить к энергетической и временной дисперсиям на низких широтах, что и наблюдается в пограничном плазменном слое.

### **1.5. Модель солнечного ветра в гелиосфере на низких и высоких широтах**

В рамках стационарной осесимметричной МГД-модели солнечного ветра исследованы пространственное распределение магнитного поля, плотностей плазмы и тока на расстояниях от 20 до 400  $R_S$  (радиусов Солнца) на всех гелиоширотах в инерциальной системе отсчета с началом в центре Солнца. В модели учтены неравномерное по гелиошироте вращение Солнца и полная коротация плазмы внутри граничной сферы радиусом в 20  $R_S$ , нарушающаяся за её пределами. В результате численного решения стационарной системы МГД-уравнений в сферических координатах получены самосогласованные распределения плотности плазмы, тока и магнитного поля в солнечном ветре. Показано, что результаты моделирования не противоречат наблюдательным данным и описывают плавный переход от быстрого солнечного ветра на высоких гелиоширотах к медленному солнечному ветру на низких гелиоширотах, а также укрупнение профилей основных характеристик солнечного ветра с ростом радиального расстояния от Солнца. Представленные зависимости развивают современные представления о структуре солнечного ветра на малых и больших широтах и, в пределе малой силы Ампера, согласуются с известной моделью Паркера.

### **1.6. Система уравнений для описания бесстолкновительной плазмы в электронейтральном безызлучательном приближении**

В работе выводится система кинетических уравнений, описывающая достаточно медленные крупномасштабные процессы в бесстолкновительных магнитоплазменных структурах с пространственным разрешением порядка характерного ионного гирорадиуса. В этой системе плазма считается квазинейтральной, магнитное и электрическое поля определяются текущими распределениями концентрации, плотности тока и тензора напряжений всех плазменных компонент в приближении мгновенного дальнего действия. Получен вариант системы уравнений для случая замагниченных электронов, описываемых уравнением Власова в дрейфовом приближении. Полученные системы уравнений могут быть применены для разработки как глобальной численной кинетической модели земной магнитосферы с пространственным разрешением около 100 км, так и аналогичных локальных моделей отдельных областей земной магнитосферы с более высоким разрешением.

### **1.7. Ускорение и перенос частиц в бесстолкновительной плазме в процессе диполизации и нестационарной магнитной турбулентности**

Работа посвящена исследованию процессов ускорения частиц плазмы в тонких токовых слоях, которые образуются во время магнитосферных суббурь в хвосте магнитосферы Земли. Построена и исследована численная модель магнитной диполизации, сопровождающейся плазменной турбулентностью. Модель позволяет изучать ускорение частиц в результате действия трех основных механизмов: (1) плазменной турбулентности; (2) магнитной диполизации; (3) их одновременного действия. Для заданных начальных каппа-распределений по скоростям получены энергетические спектры ускоренных частиц трех сортов: протонов  $p^+$ , ионов кислорода  $O^+$  и электронов  $e^-$ . Показано, что комбинированный механизм

диполизации с турбулентностью (3) способствует на набору энергии протонами и тяжелыми ионами по сравнению с отдельным воздействием каждого из механизмов (1) и (2), в то же время электроны ускоряются в меньшей степени. Показано, что учет совместного действия механизмов ускорения (1) и (2) может объяснить появление в хвосте магнитосферы Земли частиц с энергиями порядка сотен кэВ.

### **1.8. МГД–модель высокоширотного токового слоя в гелиосфере**

Построена аналитическая МГД–модель квазистационарного конусообразного токового слоя (магнитной «трубы»), который был обнаружен по данным Ulysses над южным полюсом Солнца. В рамках стационарной одножидкостной МГД–модели удаётся описать основные черты наблюдаемой структуры: резкое увеличение по сравнению с окружающим солнечным ветром магнитного поля, концентрации плазмы, электрического поля, температуры, а также провалы в величине скорости солнечного ветра и плазменного бета.

### **1.9. Моделирование квазиadiaбатической динамики плазмы в токовых слоях солнечного ветра**

Исследуется квазиadiaбатическая динамика заряженных частиц в сильных токовых слоях (СТС) в солнечном ветре (СВ), включая гелиосферный токовый слой (ГТС). Разработана самосогласованная гибридная модель СТС, в которой динамика ионов описывается в рамках квазиadiaбатического подхода, а движение замагниченных электронов рассматривается в приближении ведущего центра. Моделирование показало, что профиль СТС определяется относительным вкладом тока размагниченных протонов на разомкнутых квазиadiaбатических орбитах и дрейфовым током замагниченных электронов. Показано, что универсальной особенностью СТС в СВ является многомасштабная структура, которая представляет собой тонкий токовый слой (ТТС) (шириной  $\sim 10^4$  км), вложенный в более «толстый» плазменный слой (ПС) (шириной порядка  $10^5$  км). Эти результаты хорошо согласуются с данными наблюдений СТС на расстояниях  $\sim 1$  а. е.

### **1.10. Эволюция макроскопических характеристик тонкого токового слоя в процессе его формирования в хвосте магнитосферы Земли**

Построена численная модель, позволяющая проследить эволюцию токового слоя от сравнительно толстой токовой конфигурации с изотропным распределением давления и температуры до предельно тонкого токового слоя, который является ключевой конфигурацией, участвующей в геомагнитных процессах. Подобная конфигурация наблюдается в хвосте магнитосферы Земли во время подготовительной фазы крупномасштабного геомагнитного возмущения – суббури. Тонкие токовые слои являются резервуарами свободной энергии, выделяемой во время геомагнитных возмущений. Исследована эволюция компонент тензора давления в результате изменения структуры токового слоя. Показано, что эволюция тензора давления в токовом слое происходит в два этапа. На первом из формируется токовый слой толщиной в 8-10 ларморовских протонных радиусов. Для этого этапа характерно дрейфовое движение плазмы по направлению к токовому слою и к Земле, а также выполнение Чу-Гольдбергера-Лоу – приближения. На втором этапе формируется предельно тонкий токовый слой, в котором гиротропия нарушается, а тензор давления плазмы становится анизотропным, благодаря чему в системе поддерживается равновесие. Сделаны оценки характерных времен эволюции системы

и показано согласование с имеющимися экспериментальными данными.

### **1.11. Исследование ускорения тепловой популяции электронов за счёт резонансного взаимодействия с кинетическими альвеновскими волнами во внутренней магнитосфере Земли**

В рамках работ по данной теме исследована эволюция электронной популяции в ближней хвостовой области магнитосферы, данная популяция попадает во внутреннюю магнитосферу за счёт плазменных инъекций. Основной фокус исследований был сделан на тепловой популяции электронов, ускоренной вдоль силовых линий магнитного поля. Данное ускорение может быть обеспечено как транзиентными электрическими полями, направленными вдоль внешнего поля, так и квазистационарными электростатическими полями. При этом, одним из основных генераторов транзиентных полей в рассматриваемой области магнитосферы являются кинетические альвеновские волны. В рамках исследования данных спутниковых измерений миссии THEMIS и сопоставления этих измерений с результатами численного моделирования удалось показать, что вплоть до границ внутренней магнитосферы основным источником ускорения тепловой популяции электронов вдоль силовых линий магнитного поля являются квазистационарные электростатические поля, сформированные в результате разделения движения ионов и электронов в сильных градиентах магнитного поля. Как следствие, результаты исследования существенно ограничивают важность кинетических альвеновских волн в рассматриваемом ускорении.

### **1.12. Уточнение роли пучков электронов в генерации электромагнитных волн в области плазменных инъекций**

В рамках исследования роли пучков электронов в генерации волновой активности в области плазменных инъекций проведен анализ данных спутниковых наблюдений электронных популяций с выраженной продольной анизотропией. Показано, что пучки электронов формируются при сужении токового слоя в ближней хвостовой области магнитосферы непосредственно перед плазменной инъекцией. Наблюдаемы пучки формируют сильные продольные токи, являющиеся источником свободной энергии для генерации различных электромагнитных волн.

### **1.13. Определение процессов ускорения и питч-угловой диффузии электронов за счёт взаимодействия с электромагнитными структурами во внешнем радиационном поясе и в области магнитного пересоединения**

В рамках работ по данной теме рассмотрены процессы диффузионного и недиффузионного ускорения и рассеяние электронов за счет взаимодействия с нелинейными электростатическими структурами, которые наблюдаются во внешнем радиационном поясе Земли. Получены формулы для коэффициентов диффузии по питч углу и энергии и проведен параметрический анализ данных коэффициентов в зависимости от параметров нелинейных структур. Показано, что данная волновая активность может приводить к существенным высыпаниям электронов ниже нескольких кэВ и, таким образом, вносить существенный вклад в интенсивность диффузионных авроральных свечений. Кроме того, показано, что взаимодействие с данной волновой активностью должно приводить к формированию pancake питч-угловых распределений, широко наблюдаемых во внутренней магнитосфере Земли.

#### **1.14. Разработка аналитических и численных моделей динамики релятивистских частиц, включающих нелинейные эффекты, связанные в том числе с релятивистским ускорением с поворотом**

Продолжена работа над аналитическим описанием нелинейного взаимодействия волна-частица в случае частиц релятивистских энергий. Показано, что стандартная форма резонансного гамильтониана, получающегося при понижении размерности уравнения с помощью интеграла движения  $nW - \omega\mu$  ( $W$  – кинетическая энергия частицы,  $n$  – номер резонанса,  $\omega$  – частота волны, а  $\mu$  – магнитный момент частицы) оказывается неприменима вблизи точки поворота резонансной частицы (там, где продольная резонансная скорость обращается в 0). Вблизи этой точки получен другой резонансный гамильтониан, позволяющий описать динамику резонансных частиц в этой области. Разработана численная схема для решения уравнения Власова в гирокинетическом приближении для случая  $\mu = \text{const}$ . Данная схема может быть использована для моделирования самосогласованной нелинейной динамики волн и частиц (для резонанса Ландау). На данный момент схема была использована для моделирования нелинейной динамики электронов в электронных дырках при распространении электронных дырок в неоднородной плазме.

#### **1.15. Устойчивая численная модель, позволяющая рассчитать коэффициенты прохождения и трансформации волн при их распространении в ионосфере из нейтральной атмосферы**

В рамках данной работы была разработана численная схема, позволяющая решить задачу о распространении монохроматических низкочастотных волн в ионосфере при наличии источника в нижней ионосфере/нейтральной атмосфере (токи, генерируемые излучением нагревных стенов, излучение молниевых разрядов в ОНЧ/КНЧ диапазоне, сигналы наземных ОНЧ передатчиков). Схема основана на варианте метода прогонки и эффективно решает проблему численной неустойчивости, связанной с наличием в свистовом диапазоне частот нераспространяющейся моды. Данный подход позволяет отказаться от ограничений, накладываемых аналитическими методами регуляризации уравнений (в частности, от разложения по малым параметрам), так что применим для широкого спектра ионосферных параметров и параметров источника. Были посчитаны коэффициенты прохождения для различных источников и для различных профилей ионосферных параметров по модели International Reference Ionosphere.

#### **1.16. Предложен и исследован механизм увеличения энергии электронов радиационных поясов Земли при их резонансном взаимодействии с пакетами свистовых волн, возбуждаемых молниевыми разрядами**

Среди различных механизмов нагрева электронов в радиационных поясах Земли важную роль играют те, которые связаны с резонансным взаимодействием волн и частиц. Одним из следствий резонансного взаимодействия волн и частиц является обмен энергией между волнами и резонансными частицами, в частности, возможность нагрева частиц за счет энергии волн. Такой механизм, однако, имеет существенные ограничения, связанные с тем, что плотность энергии волн, как правило, намного меньше плотности энергии резонансных частиц. Поэтому наибольший интерес представляет перенос энергии от одной группы частиц к другой через волну(ы). Предложенный механизм является примером процесса такого рода и заключается в следующем. При непродольном распространении волны, в резонансном взаимодействии могут участвовать различные группы частиц с устойчивым и неустойчивым распределением. Свободная энергия, заключенная в неустойчивом

распределении частиц, передается волнам, энергия которых при этом возрастает. Напротив, устойчивое распределение другой группы частиц ведет к затуханию волны; при этом энергия этих частиц увеличивается. Если часть распределения плазмы, отвечающая более низким энергиям, является неустойчивой, в то время как более высокоэнергичная часть распределения является устойчивой, то волна переносит энергию от низкоэнергичных частиц к высокоэнергичным. Главным выводом выполненной работы является то, что фактическим источником энергии в процессе нагрева частиц является не энергия волн, как это часто считается, а источник, поддерживающий неустойчивость плазмы.

### 1.17. Исследование механизмов формирования спектра аврорального километрового излучения

Проведено исследование процессов распространения и усиления аврорального километрового излучения (АКР) в дипольном магнитном поле в узкой трехмерной плазменной каверне, в которой вдоль магнитного поля распространяется поток слабoreлятивистских электронов в направлении усиления магнитного поля. С помощью развитой трехмерной численной модели выполнены расчеты для нескольких тысяч волн с различными начальными волновыми векторами, генерируемые вследствие развития электронной циклотронной мазерной неустойчивости. Показано, что, хотя источником свободной энергии для развития этой неустойчивости является поперечная энергия электронов, учет продольной скорости электронов необходим для адекватного описания спектра генерируемых волн, так как с ростом продольной скорости, наблюдается значительное уширение частотного диапазона волн, обладающих наибольшими коэффициентами усиления. На рис. показаны коэффициенты усиления волн на момент их выхода из каверны плотности в зависимости от частоты волны,  $\delta\omega = (\omega - \omega_c)/\omega_c$ , где  $\omega_c = 200$  КГц, для нескольких значений продольной скорости электронов. Расчеты выполнены для набора волновых пакетов, стартующих из центра каверны (L-оболочка 10,5) на высоте, где локальная циклотронная частота равна 200 КГц. Значения физических параметров внутри каверны и в окружающей плазме соответствуют экспериментально наблюдаемым на этой высоте в авроральной области.

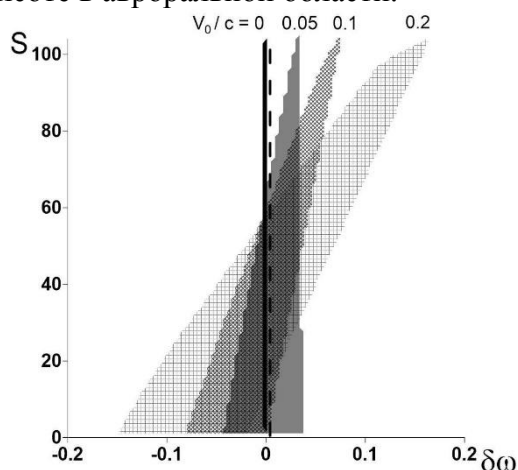


Рисунок. 1.17.1

Определена область значений волновых векторов и их направлений на старте, при которых коэффициенты усиления волн на выходе из источника достигают наибольших значений. Впервые показано, что волны с наибольшими коэффициентами усиления на выходе из каверны имеют частоты выше частоты отсечки фоновой плазмы на высоте генерации этих волн (штриховая линия на рис. 1.17.1).

### **1.18. Вычисление коэффициентов усиления и траекторий распространения аврорального километрового излучения**

В рамках исследования генерации аврорального километрового излучения разработан новый подход к численному моделированию распространения электромагнитной волны (X-моды) в каверне плотности. Расчёт траекторий производится классическим образом: путём численного решения уравнений геометрической оптики в локально однородной модели. Однако наличие малой мнимой части приводит к тому, что получаемые на каждом следующем шаге величины волновых векторов могут не давать решения для дисперсионного уравнения. Детальный анализ современных методов, используемых для коррекции волновых векторов, показал, что они не применимы для случая неустойчивой волны, распространяющейся в произвольном направлении в трёх измерениях. Идея нашего подхода состоит в том, что коррекция подвергается только перпендикулярная к магнитному полю компонента волнового вектора, но вместе с мнимой частью частоты. При этом инструмент позволяет учесть изменение продольной и перпендикулярной скоростей возбуждающего неустойчивость пучка электронов в слабо меняющемся магнитном поле. Применение нового метода коррекции позволило повысить эффективность вычислительного кода и выполнить моделирование для нескольких тысяч волн.

### **1.19. О статистике амплитуд электрических полей в ленгмюровской турбулентности**

Проводится систематическое исследование свойств Ленгмюровской турбулентности в сильно неоднородной плазме. Этот тип турбулентности реализуется в многочисленных процессах с участием электронных пучков в космической плазме. Выполнен анализ синтетических данных, полученных при численном моделировании на основе двух различных подходов: гамильтонова модель и так называемую вероятностную модель. Гамильтоновская модель описывает самосогласованным образом взаимодействия волна-частица и волна-волна в неоднородной замагниченной плазме. Модель позволила изучить общие свойства распределений амплитуд ленгмюровских волн, генерируемых электронными пучками в плазме с колебаниями плотности. Особое внимание уделено изучению статистики Ленгмюровских волн в условиях, когда развивается распадная неустойчивость с участием ионно-звуковых волн. Вероятностная модель, будучи модифицированной версией стандартной квазилинейной теории, требует гораздо меньше вычислительных ресурсов. Благодаря этому она позволила нам провести детальный анализ статистики амплитуд ленгмюровских волн в плазме с флуктуациями плотности. Для анализа данных, полученных как в численном моделировании, метод Пирсона был использован для классификации функций распределения вероятностей (PDF) логарифма интенсивности волны. Было показано, что основная часть PDF, в зависимости от пространственных профилей флуктуации плотности. Принадлежит к одному из типов распределений Пирсона I, IV и VI, а не к нормальному распределению. Исследование также показало, что, в зависимости от стадии развития турбулентности, высоко амплитудные части распределения имеют степенной или экспоненциальный скейлинг.

### **1.20. Ускорение энергичных электронов волнами в неоднородной плазме солнечного ветра**

В статье исследуется влияние флуктуаций плотности фоновой плазмы на динамику ленгмюровской турбулентности, генерируемой электронными пучками, для параметров, характерных для пучков солнечного типа III и плазмы вблизи 1 AU.

Пучки, генерирующие ленгмюровскую турбулентность, могут быть ускорены в результате эффектов трансформации волн или / и распадающихся каскадных процессов; в обоих случаях возбуждаемые пучком ленгмюровские волны передают часть своей энергии волнам большей длины, которые впоследствии поглощаются частицами пучка с более высокими скоростями. Как следствие, пучки могут сохранять значительную часть их начальной кинетической энергии при распространении на большие расстояния в неоднородной плазме. Частицы пучка также могут ускоряться в квазиоднородной плазме из-за второго каскада волнового распада, причем в этом случае процессы трансформации волн очень слабы. Вычислен баланс приобретения и потери энергии пучка на создание турбулентности ленгмюровских волн как функция среднего уровня флуктуаций плотности плазмы и параметров пучка. Полученные результаты дают соответствующую информацию о механизме реабсорбции энергии пучками, излучающими ленгмюровскую турбулентность в плазме солнечного ветра.

### **1.21. Релаксационный спектральный анализ и его применение к обнаружению синхронности процессов в гелиобиологии и хрономедицине**

Концепция синхронности протекания некоторых физиологических и гелиогеофизических процессов используется многими исследователями для привлечения «резонансного» механизма для объяснения формирования эндогенной ритмики биологических объектов. До настоящего времени основным носителем информации о биологических и гелиогеофизических сигналах считалась сумма периодических вариаций. Однако далеко не все представляющие интерес временные ряды содержат доминирующие периодические компоненты. В работе проводится обобщение понятия «период» на существенно аперiodические сигналы. Разработан алгоритм фильтрации шумов и длиннопериодных трендов и доказана основная теорема, гарантирующая его работоспособность. Описан метод построения ортонормированного базиса, компоненты которого обладают строго определенным временем релаксации. С помощью автоматического алгоритма выделения спектральных пиков популяционных и гелиогеомагнитных рядов достоверно показано, что существуют четыре совпадающих спектральных пика у ежедневных рядов Кр-индекса геомагнитной активности и смертности от инфаркта миокарда. При этом 3-и из 4-ех пиков имеют времена релаксации, предсказываемые ранее в гелиобиологических работах.

### **1.22. Современные исследования влияния космической погоды на динамику социально – исторических процессов: в русле идей А.Л. Чижевского**

Кратко обсуждается судьба самых первых публикаций А. Л. Чижевского, в которых рассматривалось влияние космической погоды на динамику социально-исторических процессов и коллективное поведение людей. Показано, что статистические данные А. Л. Чижевского, указывающие на корреляцию некоторых показателей социальных процессов с космофизическими индексами, получили подтверждение у независимых отечественных и зарубежных авторов. Приведены результаты новейших биофизических и нейрофизиологических исследований, согласующихся с гипотезой о воздействии солнечной активности на социально-исторические процессы и биосферу.

### **1.23. Волновые процессы при взаимодействии хвоста магнитосферы Земли с пылевой плазмой у поверхности Луны**

Представлено описание волновых линейных и нелинейных процессов при взаимодействии хвоста магнитосферы Земли с пылевой плазмой у поверхности Луны.

Картина волновых процессов существенным образом зависит от параметров плазменно-пылевой системы. Так, например, возбуждение ионно-звуковых волн возможно в областях магнитного переходного и/или пограничного слоев магнитосферы. Возбуждение пылевых звуковых волн возможно во всей области взаимодействия хвоста магнитосферы с пылевой плазмой у Луны. В обеих ситуациях развитие неустойчивостей обусловлено относительным движением ионов магнитосферы и заряженных пылевых частиц. Оказывается, что в силу довольно длительного характера развития неустойчивостей в указанных двух ситуациях успевает установиться развитая плазменная турбулентность. Ионно-звуковая турбулентность рассматривается с позиций сильной турбулентности. Тогда как для описания пылевой звуковой турбулентности следует использовать теорию слабой турбулентности. Для случаев ионно-звуковой и пылевой звуковой турбулентности определены эффективные частоты столкновений, характеризующие аномальную потерю импульса ионов вследствие их взаимодействия с волнами, а также определены возникающие в системе электрические поля. Оказывается, что при развитии ионно-звуковой турбулентности в плазменно-пылевой системы у Луны могут возбуждаться электрические поля, несколько меньшие электрических полей у поверхности Луны, возникающих в процессе зарядки ее поверхности при взаимодействии Луны с солнечным излучением, но, тем не менее, вполне значимые для установления адекватной картины электрических полей над Луной. Полученные эффективные частоты столкновений следует учитывать при записи гидродинамических уравнений для ионов пылевой плазмы с учетом ее турбулентного нагрева.

#### **1.24. Роль ударов метеороидов о поверхность Луны в процессе формирования пылевой плазмы в ее экзосфере**

Изучена роль ударов метеороидов о поверхность Луны в процессе формирования пылевой плазмы в ее экзосфере. Показано, что удары метеороидов могут приводить к подъему пылевых частиц, в том числе, и на большие высоты. Концентрация пылевых частиц при этом определяется количеством столкновений метеороидов с поверхностью Луны. В результате удара высокоскоростного метеороида о лунную поверхность вокруг эквивалентного центра метеороидного взрыва формируются зоны, характеризующие происходящие при этом процессы: зона испарения вещества, зона плавления вещества, зона разрушения частиц, составляющих лунный реголит, и их необратимых деформаций, а также зона нелинейных упругих деформаций вещества реголита. За зоной нелинейных упругих деформаций находится зона линейных упругих деформаций, в которой звуковая волна может рассматриваться как линейная. В рамках будущих лунных миссий «Луна-25» и «Луна-27» для обнаружения и идентификации микрометровых пылевых частиц, появляющихся в плазменно-пылевой системе над поверхностью Луны вследствие ударов метеороидов, будут, в частности, использоваться пьезоэлектрические ударные сенсоры. На малых высотах эти частицы происходят, в основном, из зоны линейных упругих деформаций. Отличительными особенностями таких частиц являются достаточно высокие скорости (порядка 10-100 м/с) и микрометровые размеры. Материал из зоны плавления вещества выбрасывается в виде расплавленных капель на высоты порядка 100 км и выше. При подъеме над лунной поверхностью жидкие капли затвердевают и приобретают электрические заряды, в частности, за счет их взаимодействия с электронами и ионами солнечного ветра, а также с солнечным излучением. Полученные значения зарядов частиц, составляющих пылевую плазму в экзосфере Земли, находится в соответствии с данными измерений, проведенных LADEE.



### **1.25. Процессы зарядки пылевых частиц, находящихся под воздействием высокоэнергетического пучка электронов**

Разработана модель, описывающая процессы зарядки пылевых частиц, находящихся под воздействием высокоэнергетического пучка электронов. Оказывается, что под воздействием достаточно интенсивного потока электронов пучка, пылевые частицы в плазме могут приобретать аномально высокий заряд. Установлено, что помимо тока электронного пучка, а также потоков электронов и ионов окружающей плазмы на пылевую частицу (описываемых в рамках зондовой модели), важнейшим током, влияющим на величину заряда пылевой частицы, является ток автоэлектронной эмиссии. Именно этот ток значительно снижает величину отрицательного заряда на пылевой частице. Установленный результат качественно подтверждается проводимыми экспериментами по аномально высокой зарядке пылевых частиц.

### **1.26. Пылевые звуковые солитоны в приповерхностной лунной плазме**

Рассмотрены пылевые звуковые солитоны в приповерхностной лунной плазме. Показано, что при их описании следует учитывать эффект захвата электронов потенциальными стенками, существование которых обусловлено положительным электростатическим потенциалом солитона. Определены области возможных чисел Маха и амплитуд солитонов. Найдены солитонные решения для различных высот над лунной поверхностью. Показано, что солитоны у поверхности Луны могут обладать довольно большими амплитудами, что дает возможность наблюдать их в рамках будущих лунных миссий «Луна-25» и «Луна-27».

### **1.27. Микровспышки в атмосфере Солнца**

По результатам наблюдений со спутника Hinode в хромосферной линии CaII обнаружены необычные микровспышки, которые развиваются вдоль дуги, соединяющей солнечные пятна одинаковой полярности (т.е., это заведомо не магнитная силовая линия). Данное явление может быть интерпретировано в рамках «топологического» механизма магнитного пересоединения, связанного с опрокидыванием так называемой «двухкупольной» конфигурации магнитного поля. Топологический сценарий магнитного пересоединения был теоретически предложен еще в 1988г. в Теор. отделе ФИАН под рук. В.Л. Гинзбурга; однако попытки его наблюдательной идентификации в атмосфере Солнца до сих пор не приводили к успеху.

### **1.28. Волны Пуанкаре в магнитной гидродинамике вращающейся астрофизической плазмы**

Развита слабонелинейная теория волновых взаимодействий в крупномасштабных течениях вращающегося слоя плазмы со свободной поверхностью в поле силы тяжести на ровной границе в вертикальном внешнем магнитном поле. Использовано обобщенное приближение мелкой воды в магнитной гидродинамике для получения уравнений взаимодействия волновых пакетов волн магнито-Пуанкаре и магнитоастрофизических волн. Показано, что вертикальные изменения магнитного поля отличны от нуля, и условие бездивергентности содержит вертикальную составляющую. Поэтому, чтобы корректно удовлетворить условию бездивергентности магнитного поля, необходимо учесть уравнение для вертикального изменения магнитного поля. Таким образом, найдено, что магнитное поле является принципиально трехкомпонентным, и каждая из его компонент зависит только от

горизонтальных координат. Наличие вертикального магнитного поля обеспечивает выполнение условий синхронизма: следующих конфигураций трех волн: три волны магнито-Пуанкаре три магнитострофические волны, а также две магнитострофические волны и одна волна магнито-Пуанкаре и две волны магнито-Пуанкаре и одна магнитострофическая волна. Для каждого из обнаруженных видов взаимодействий получены системы нелинейных уравнений для медленно меняющихся амплитуд взаимодействующих волн асимптотическим методом многомасштабных разложений. Показано, что в слабонелинейном приближении реализуются распадные неустойчивости и найдены их инкременты.

### **1.29. Нелинейные взаимодействия волн Россби в астрофизической плазме**

Сделан существенный шаг в изучении магнитогидродинамических волн Россби, а именно, линейная теория обобщена на случай слабой нелинейности. Для описания крупномасштабных волн магнито-Россби использовано приближение бета-плоскости для силы Кориолиса, в котором величина вертикальной компоненты скорости вращения изменяется в зависимости от широты. Магнитогидродинамические уравнения мелкой воды на бета-плоскости во внешнем магнитном поле записываются с учетом тождеств, обеспечивающих бездивергентность магнитного поля в приближенных уравнениях. При отсутствии внешнего магнитного поля система уравнений мелкой воды сводится к традиционной и имеет стационарные решения в виде горизонтальных (полоидального, тороидального и их суммы) магнитных полей. Для каждого из стационарных состояний развита слабонелинейная теория волн асимптотическим методом многомасштабных разложений, найдены системы нелинейных уравнений для медленно меняющихся амплитуд взаимодействующих волн Россби во внешнем вертикальном магнитном поле и волн Россби в горизонтальном магнитном поле. Исследованы параметрические неустойчивости волн магнито-Россби: найдены инкременты неустойчивостей, получены пороговые значения для амплитуд волн накачки, описан процесс насыщения параметрических неустойчивостей.

### **1.30. Распад андерсоновских состояний в квантовых нелинейных цепочках Шредингера**

Показано, что четырех-волновое взаимодействие в квантовых нелинейных решетках Шредингера разрушает локализованные (по Андерсону) волновые состояния при любом положительном значении параметра нелинейности (коэффициенте при нелинейном члене в уравнении Гросса-Питаевского). Данный результат является сугубо квантовым и в корне отличается от известных классических представлений, согласно которым разрушение локализованных состояний в нелинейных решетках Шредингера возможно лишь при превышении некоторого критического значения амплитуды взаимодействия. Объяснение заключается в характере квантового туннелирования между соседними состояниями, понижающем порог разрушения до нуля. Хотя сам факт понижения порога распада в квантовом случае можно (в известной степени) предвидеть из общих соображений, его строго нулевое значение в квантовых нелинейных решетках Шредингера отнюдь не тривиально и отражает определенные специфические свойства квантового хаоса. Другим важным результатом работы является вывод квантового уравнения диффузии с дробной производной по времени исходя из динамической задачи о разрушении Андерсоновской локализации в нелинейных системах Шредингера со случайным потенциалом. Данный результат замечателен тем, что он соотносит обобщенные (дробные) производные в уравнении диффузии с динамическими явлениями на

квантовом уровне, что превращает дробную кинетику из популярного математического аппарата в фундаментальную теорию с ясным физическим обоснованием и широким горизонтом приложений. Получено общее дисперсионное соотношение, описывающее расплывание квантового волнового пакета в пространстве волновых чисел и динамику разрушения локализованных состояний в случайном поле под действием нелинейности. Показано, что квантовая задача о расплывании нелинейного волнового пакета в случайном поле эквивалентна динамической задаче о поведении частицы с нулевой полной энергией в потенциальной яме Леннарда-Джонса. При этом притягивающая часть потенциала обеспечивает динамику расплывания существенно медленнее диффузионной, что при выводе квантового кинетического уравнения отражается в появлении дробных производных по времени (в пределе больших времен).

### **1.31. Структура самосогласованных электромагнитных полей и параметров бесстолкновительной плазмы при развитии локальных волновых возмущений в магнитосфере Земли. Исследование электродинамики формирования заряда тела в космической плазме. Развитие методик анализа возмущений плазмы с учетом сильной нелинейности среды**

В 2017-м году продолжены численные эксперименты, моделирующие процессы зарядки поглощающего сферического тела в бесстолкновительной плазме (заряженных тел в космической плазме, электрического зонда, частицы пыли в физике пылевой плазмы и т.д. ). Основы алгоритма численного моделирования изложены в статье [1], в которой функции распределения заряженных частиц предполагались моноэнергетическими. В отличие от [1], в текущем году проведены эксперименты с максвелловскими распределениями электронов и ионов. Обнаружено, что заряд поглощающей сферы и относительный заряд облака захваченных ионов достигают существенно больших значений при прочих равных условиях. Результаты проведенных экспериментов, выполненных совместно с аспирантом ИКИ РАН А. А. Киселевым, освещены в двух статьях. Параллельно, рассмотрена известная классическая задача, сформулированная и обсуждаемая, например, в курсе теоретической физики Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица (том 10, Физическая кинетика), об экранировании пробного точечного заряда в плазме. В отличие от известной формулы Дебая, вывод которой существенно опирается на линейное приближение, показано, что истинное (нелинейное) экранирование пробного заряда слабее по сравнению с результатом линейного анализа. Важная особенность задачи в нелинейной постановке тесно связана с наличием облака захваченных частиц, как и в случае экранирования заряженной сферы конечного радиуса.

### **1.32. Развитие зеркальной неустойчивости и формирование структур в плазме с анизотропией давления**

Представлен обзор по работам о нелинейном развитии зеркальной неустойчивости и формированию зеркальных структур в плазме с анизотропией давления, когда поперечное по отношению к магнитному полю давление превышает продольное давление. Основное внимание в обзоре уделено развитию вариационного принципа для анизотропной магнитной гидродинамике с учетом эффектов конечного ларморовского радиуса. Вариационный принцип формулируется для почти стационарных трехмерных структур, когда поперечное и продольное давления зависят от модуля магнитного поля. Последнее возникает из решения стационарных дрейфовых кинетических уравнений для электронов и ионов с учетом электростатического поля при условии, что функции распределения как ионов, так и

электронов зависят от энергии частицы и адиабатического инварианта. В пренебрежении эффектами конечного ларморовского радиуса решения стационарных уравнений анизотропной МГД представляют собой стационарные точки функционала, как интеграла от разности плотности энергии магнитного поля и продольного давления, который имеет смысл свободной энергии. Именно из-за отсутствия положительной определенности этого интеграла возникает зеркальная неустойчивость, открытая 60 лет назад Веденовым и Сагдеевым. Ее порог просто находится из свободной энергии в квадратичном приближении относительно возмущений. Для двумерных зеркальных структур стационарные уравнения представляют собой аналоги уравнений Града-Шафранова. Однако их решение в ситуации общего положения приводит к появлению особенностей типа складок - аналогов опрокидывания для нелинейных волн. Только эффекты, связанные с конечностью ионного ларморовского радиуса, препятствуют образованию особенностей. Численно для двумерной геометрии  $(x, y)$  при учете эффектов конечного ионного радиуса показано, что стационарные структуры представляют собой полосы с разными значениями магнитного поля для случая, когда магнитное поле лежит в плоскости  $(x, y)$ , или в форме пузырей при  $B_z$  выше некоторого критического значения (ниже этого критического значения возникают полосы). При этом учет эффекта конечного ионного ларморовского радиуса приводит к поверхностному натяжению.

### **1.33. Теоретический анализ параметров упорядоченных структур нижней ионосферы включая транспортные свойства и электродинамику**

9 декабря 2009 г. Приблизительно в 07 UT твердотопливная 36.8 – тонная баллистическая ракета взорвалась над Кольским полуостровом на высоте 170-260 км и на расстоянии около 500 км от обс. Соданкюла ( $67^{\circ}22'N$ ,  $26^{\circ}38'E$ , Finland). После 2–3 ч. метеорный радар обсерватории (работающий на частоте 36.9 МГц) зарегистрировал необычное радиоэхо, которое указывало на турбулизацию ионосферной плазмы. Неоднородности электронной концентрации имели временные вариации 0.1 с, а пространственные – от нескольких метров до десятков метров. Турбулентность зарегистрирована на высоте около 80 км и была локализована в нескольких областях, имеющих масштаб 60 км в горизонтальном направлении. Радиальная скорость неоднородностей была порядка нескольких десятков метров в секунду по направлению к радару. Событие произошло в зимней высокоширотной ионосфере и характеризовалось крайне низкой солнечной и геомагнитной активностью. Частицы аэрозоля, образовавшиеся в результате взрыва ракеты, являются главной причиной образования наблюдаемых неоднородностей. В качестве интерпретации предложен механизм образования неоднородностей, согласно которому заряженные частицы аэрозоля (окись алюминия) в результате седиментации могут приводить к диссипативной неустойчивости в запыленной плазме (с генерацией электростатических колебаний) метрового диапазона по аналогии с плазменной резистивной пучковой неустойчивостью.

### **1.34. О возмущениях ионосферы, регистрируемых посредством GPS после землетрясения и цунами в Тохoku**

По данным японской и американской сетей приемных станций GPS с высоким временным разрешением (2 мин) построены двумерные распределения вариаций полного электронного содержания ионосферы как вблизи, так и вдали от эпицентра подводного землетрясения в Японии 11 марта 2011 г. Над эпицентром обнаружено многопериодное расходящееся возмущение, возникшее после основного

землетрясения и обусловленное акустико-гравитационными волнами. Вдали от эпицентра обнаружены волновые цуги, которые ассоциируются с атмосферными внутренними гравитационными волнами, генерируемыми цунами. Эти атмосферные волны заметно опережают приход цунами сначала на Гавайи, а затем на западное побережье Северной Америки. Наличие у цунами предвестника в виде атмосферных гравитационных волн подтверждено численным расчетом и анализом дисперсионного соотношения для волн в атмосфере. Обнаруженные ионосферные отклики вблизи и вдали от эпицентра могут быть использованы в службе раннего предупреждения о цунамигенности сейсмического события.

### **1.35. Анализ особенностей ультрарелятивистского серфотронного ускорения протонов, ядер гелия и железа электромагнитными волнами на периферии гелиосферы, в местных межзвездных облаках и возникновения переменности их энергетических спектров в диапазоне энергий от ГэВ до ПэВ**

Ранее нами было предложено решение по проблеме формирования “колена” в спектре космических лучей (КЛ). «Коленом» принято называть излом в квази-степенном спектре суммы всех ядер космических лучей, в области энергии  $\sim 3 \times 10^6$  ГэВ, открытый Куликовым Г.В. и Христиансенем Г.Б. в 1958 г. Проблему происхождения “колена” в спектре КЛ Гинзбург В.Л., [1993, 1996 гг.] относил к «одному из главных неясных принципиальных вопросов в области астрофизики КЛ». Используя близкие по времени высокоточные данные экспериментов (AMS-02, CREAM, Tibet AS $\gamma$ , Tibet (hybrid), GRAPES-3, KASCADE, KASCADE-GRANDE, Yakutsk EAS, CASA-BLANCA, Tibet-III) мы обнаружили, что наиболее сильная переменность спектров КЛ в окрестности энергии «колена» ( $E/Z \sim 3 \times 10^{15}$  ГэВ, где  $Z$  – зарядовое число) наблюдается для тяжёлых ядер (Si и Fe) на временной шкале порядка нескольких лет. Наблюдать такую переменность можно только, если источник КЛ находится на расстоянии не далее  $\sim 1$  пк от Земли. Для энергий  $\leq E/Z \approx 3 \times 10^{15}$  эВ известен только один механизм быстрого ускорения заряженных частиц (ЗЧ) – серфотронное ускорение (СУ). Используя новейшие данные, полученные на космических аппаратах Voyager 1-2, Hubble, IBEX мы нашли в ближайшей окрестности Солнечной системы ( $\sim < 1$  пк от Солнца) подходящие области с нужными для работы серфотронного ускорителя параметрами в ближайших межзвёздных облаках (МО): местном МО (LIC) и G-облаке (с размерами  $\sim 1$  пс). Солнечная система находится в LIC, вблизи границы сталкивающихся LIC- и G-облаков, примерно в середине местного межзвёздного пузыря, размером  $\sim 100$  пс. Источником квази-продольных плазменных волн для этой области является столкновение LIC- и G-облаков. На основе численных расчетов проведен анализ условий захвата релятивистских протонов, ядер гелия и железа волной в режим сильного ускорения, динамики компонент скорости и импульса частицы, зависимости темпа ее ускорения от исходных параметров задачи. Исследована структура фазовой плоскости ускоряемых ядер. Сформулированы оптимальные условия для реализации ультрарелятивистского серфотронного ускорения протонов, ядер гелия и железа электромагнитной волной.

### **1.36. Исследование с использованием непрерывного вейвлет-преобразования условий возникновения спиральных эффектов в релятивистской кварк-глюонной плазме на ранних стадиях развития Вселенной при больших плотностях плазмы**

Понятие адронной, а затем и кварк-глюонной плазмы (КГП), были введены в 70е-80е годы прошлого века для описания сверхплотного состояния вещества в задачах образования нейтронных звезд. Понятие КГП обобщает понятие обычной

электродинамической плазмы на случай, когда вместо электромагнитного (калибровочная группа  $U(1)$ ) работает сильное (калибровочная группа  $SU(3)$ ) взаимодействие. Вследствие неабелевости группы  $SU(3)$  возникает фундаментальное отличие КГП от обычной плазмы: не только источники поля (кварки), но и его переносчики (глюоны) являются заряженными. Феноменологически КГП представляет собой почти-идеальную жидкость с большим отношением энтропии к вязкости. Основным источником экспериментальной информации о свойствах КГП являются релятивистские столкновения тяжелых ионов. В теоретическом отношении изучение свойств КГП исключительно важно для понимания процессов, происходивших на ранних стадиях развития Вселенной и процессов звездообразования и процессов звездообразования. Основным инструментом для расчетов свойств КГП является численное решеточное моделирование на основе квантовой хромодинамики. Для построения аналитических моделей нужна теория, которая приводит к конечным значениям корреляционных функций в калибровочной теории с сильной связью. Одним из вариантов такой теории является масштабозависимая модель с сильной связью, где вычисления глюонных петель не приводят к появлению расходимостей. Для более точного исследования моделей с сильной связью на малых расстояниях, в рамках многомасштабной квантовой теории поля, было получено уравнение ренормализационной группы по отношению к масштабной переменной  $\log(a)$ , и для простейшей модели с  $\Phi^4$  взаимодействием найдена ИК-устойчивая фиксированная точка. В дальнейшем планируется получить соответствующие уравнения и для квантовой хромодинамики, что необходимо для аналитического исследования поведения корреляционных функций кварков и глюонов при высоких плотностях материи.

### **1.37. Анализ точно решаемых моделей резонансного туннелирования электромагнитных волн через градиентные барьеры в космической плазме**

На основе точно решаемой модели уравнения Гельмгольца исследовано резонансное туннелирование поперечной электромагнитной волны через слой плазмы с мелкомасштабными (субволновыми) неоднородностями больших амплитуд, для описания которого использование приближенных методов некорректно. Волна распространяется поперек однородного магнитного поля. Расчетами показано, что толщина слоя может быть произвольной и включать достаточно большое количество зон непрозрачности, в которых эффективная диэлектрическая проницаемость плазмы отрицательна. Изучены варианты сложных неоднородностей плазмы, для которых пространственный профиль плотности плазмы определяется рядом свободных параметров, определяющих глубину модуляции диэлектрической проницаемости, характерные размеры структур плотности, их количество, толщину слоя неоднородной плазмы, которая, в принципе может быть неограниченной. Расчеты показали, что для определенных выборов параметров возможны большие вариации амплитуды электрического поля волны в плазменном слое, например, рост на два порядка величины и более. Расчетами установлено, что при реализации безотражательного прохождения через плазменный слой падающей из вакуума волны (эффект просветления градиентных барьеров) профили неоднородности могут меняться значительно. Показано, что неоднородность может включать случайную компоненту. Проведены расчеты профилей безразмерной плотности плазмы и показано, что они ограничивают выбор параметров задачи. При учете влияния кубической нелинейности возможно точное решение одномерной задачи о нелинейном просветлении плазмы. При этом за счет нелинейности толщина областей непрозрачности плазмы заметно уменьшается. Резонансное туннелирование электромагнитных волн через градиентные барьеры представляет интерес для

различных практических приложений, например, передачи энергии и сигналов через слои плотной космической плазмы.

### 1.38. Термодинамика приземной пылевой плазмы, образуемой под воздействием природной радиоактивности

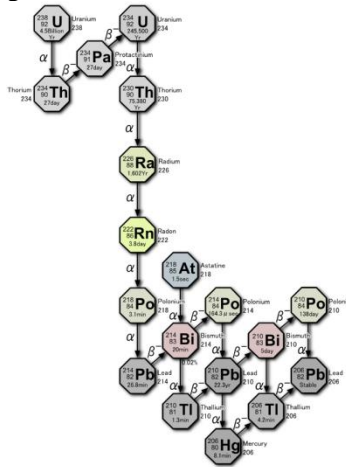


Рисунок 1.38.1. Схема ветви распада урана, в результате которой образуется  $^{222}\text{Rn}$  и его дочерние продукты

Основным источником природной радиоактивности является радон, выделяемый из земной коры, являющийся продуктом распада урана согласно приложенной ниже схеме. Распад самого радона происходит в результате излучения альфа-частицы с энергией 5.46 МэВ. Если принять во внимание, что энергия ионизации атмосферных газов находится в пределах (10–30) эВ, то в среднем каждая  $\alpha$ -частица, испускаемая радоном, может создать  $\sim 3 \cdot 10^5$  электрон-ионных пар. При незначительных уровнях эмиссии радона (в среднем рождение ион-электронных пар составляет всего  $100 \text{ см}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$ ) в областях сейсмической активности выделение радона может составлять величину до  $40 \cdot 10^3 \text{ Бк/м}^3$ , а соответственно скорость ионообразования достигать величины  $10^{10} \text{ м}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$ . Вследствие гидратации вновь образуемых ионов гидратная оболочка предотвращает их рекомбинацию и в приповерхностном слое образуется так называемая атмосферная плазма, состоящая из положительных и отрицательных кластерных ионов, размеры которых при определенных условиях могут достигать порядка (1-3) микрон, когда мы можем говорить уже о пылевой плазме. Гидратация ионов сопровождается процессом выделения скрытой теплоты конденсации, потоки которой могут варьировать в диапазоне от 14 до  $80 \text{ Вт/м}^2$ . Проведенные в работе оценки показывают, что в результате количество выделяемой тепловой энергии достигает колоссальных величин. Например, для землетрясения с  $M = 9.3$  на Суматре эта величина составляла  $4.3 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$ , что почти на порядок превышало количество механической энергии, выделившейся при этом землетрясении. Такое количество энергии приводит не только к повышению температур поверхностного слоя, но и к увеличению температуры воздуха на громадных площадях, сопровождающееся падением величины относительной влажности вследствие оседания паров воды на образующихся ионах. Полученный результат имеет статистически достоверный и стабильный характер, и подобные процессы наблюдаются практически в 100% случаев сильных  $M > 6$  землетрясений.

### 1.39. Изучение структуры теплового рентгеновского фона солнечной короны в диапазоне энергий от 3 до 16 кэВ по данным проекта RHESSI

По данным проекта RHESSI в рентгеновском диапазоне энергий от 3 до 16 кэВ исследована мелкомасштабная структура теплового фона солнечной короны и микровспышек за март–апрель 2003 г. Продолжено исследование явления падения интенсивности рентгеновского излучения в этом диапазоне энергий. Обнаружено падение, а в некоторых случаях, и увеличение интенсивности рентгеновского излучения микровспышек и теплового фона солнечной короны в узких поддиапазонах рентгеновского спектра от 3 до 11 кэВ на спокойном Солнце.

#### 1.40. Исследование динамики генерации быстрых электронов в плазме грозовых разрядов и возникновения гамма-всплесков

Известно, что высокоэнергичные спектры ГКЛ  $J(X)$ , будучи степенными (с показателем  $\beta \approx 2.7 \div 2.8$ ) для энергий  $X \gg (1 \div 10)$  ГэВ, обнаруживают, как правило, еще и максимум функции  $J(X)$  при энергии  $X_0$  - порядка нескольких ГэВ. А в целом сами спектры ГКЛ рассматриваются лишь для энергий  $X \geq X_{\min} \sim 1$  ГэВ. Поэтому при обработке наблюдаемых спектров их подчас аппроксимируют довольно простой, удовлетворяющей всем этим условиям функцией  $J(\xi; \alpha, \beta) \propto \exp(-\alpha/\xi) \cdot \xi^{-\beta}$ , которая максимальна при  $\xi_0 = \alpha/\beta$ . Здесь параметры  $\alpha > 0$ ,  $\beta > 0$ , а  $\xi = X/\langle X \rangle$  - энергия в долях среднего по спектру значения  $\langle X \rangle = D$  на одну частицу, которое, очевидно, существует по самой сути рассматриваемого объекта. Это ансамбль частиц какого-то сорта, число которых, так же как и их энергия (импульс) – конечны. Что же до формальной стороны вопроса, то средняя энергия такого ансамбля (распределения частиц) существует хотя бы в силу того, что параметр  $\beta > 2$  ( $\beta \approx 2.7 \div 2.8$ ). Чего, однако, не скажешь о дисперсии энергии  $\sigma^2$  и соответствующем коэффициенте ее вариации (вариация энергии)  $d = \sigma^2/\langle X \rangle^2$ : они не определены, поскольку  $\sigma^2$  – расходящаяся (на верхнем пределе) величина. И дело вовсе не в том, что при расчете вариации нижний предел интегрирования  $\xi_{\min} < \xi_0$  берется в следующем пределе  $\xi_{\min} \ll \xi_0$ , - то есть, формально принимается равным нулю ( $\xi_{\min} \sim 0$ ). Но главный минус используемой часто аппроксимации спектров ГКЛ  $J(\xi; \alpha, \beta)$  в том, что она не удовлетворяет необходимым условиям:  $\beta = \beta(d) = 3 + 1/d \geq 3$ ,  $\alpha = \beta - 2$ . Касается это и такой же аппроксимации высокоэнергичных спектров электронов при гамма-вспышках в грозовых разрядах. Причем, если для ГКЛ все эти вопросы в принципе снимаются существованием предельного значения энергии  $\xi_{\max}$ , выше которого (при  $\xi > \xi_{\max}$ ) ГКЛ отсутствуют (предел Грейзена-Зацепина-Кузьмина), то для гамма-излучающих электронов куда реальнее другой случай. Это обрезание их спектров экспоненциальным фактором  $\exp(-b \xi)$ , где  $b > 0$ . Значит, в системе многих частиц с неизвестным законом их взаимодействия надо, не противореча науке и искусству, найти не только соответствующий (функции  $J(\xi; \alpha, \beta)$ ) интеграл столкновений, но и сам этот закон. Чтобы затем, - и это, вторая часть задачи, - изменить этот закон и интеграл столкновений так, чтобы к «перенормируемой» функции  $J(\xi; \alpha, \beta)$  добавился тот самый экспоненциальный множитель – обрезающий фактор. В целом это и составляет формальную суть адекватно поставленной задачи: являясь обратной тому, что решает физическая кинетика, она правильно и непротиворечиво должна описывать исследуемые спектры и соответствующую динамику генерации быстрых электронов в плазме гамма-излучающих грозовых разрядов. Ведь здесь, в отличие от случая спектров ГКЛ, разброс спектрального показателя степени  $\beta \approx 2.7 \div 4.5$  как раз и обусловлен такой динамикой, когда  $\beta = \beta(d)$ , а вариация  $d$  – эволюционирует.



#### **1.41. Исследование процесса удвоения частоты электромагнитной волны в неоднородной ионосфере в слоях синхронизма гармоник с учетом двойного резонанса**

Рассмотрен эффект нелинейной электродинамики неоднородной магнитоактивной плазмы, состоящий в широкополосном резонансном удвоении частот радиоволн в условиях фазового синхронизма волны накачки и её второй гармоники при косом (к внешнему магнитному полю) распространении первой гармоники. Проведен анализ возможностей возникновения синхронизма первой и второй гармоник в плавно неоднородной плазме в зависимости от угла между внешним магнитным полем и волновым вектором первой гармоники. Расчетами показано сильное повышение эффективности генерации второй гармоники в случае, когда частота первой гармоники близка к половине циклотронной частоты нерелятивистских электронов плазмы. Исследованы оптимальные условия генерации второй гармоники в ионосферной плазме. Анализ показал, что довольно часто прохождение первой гармоники в область ее синхронизма со второй гармоникой определяется эффективностью преодоления слоя непрозрачности, который, однако, может быть сравнительно узким. Поэтому эффективность генерации второй гармоники достаточно высока. Исследованный нелинейный эффект двойного резонанса важен для приложений в дистанционной нелинейной диагностике плазмы верхней ионосферы. Отмечена возможность просветления неоднородной плазмы за счет генерации второй гармоники электромагнитной волны, которая может распространяться через области непрозрачности для первой гармоники.

#### **1.42. Анализ (для различных исходных данных) характеристик нелинейной динамики развития спиральных структур в ионосферной плазме с учетом вкладов магнитного поля и силы Кориолиса**

Рассматривались взаимодействия в гидродинамической турбулентности, которые нарушают симметрию положительных и отрицательных компонент спиральности в поле скоростей. В идеальном случае когда одна из компонент полагается равной нулю, в рассматриваемой системе возникает два знако-определенных интеграла движения, которые приводят к явлению обратного каскада энергии, подобно тому, как это происходит в случае двумерной турбулентности. В этой связи с использованием квазинормального приближения рассматривается генерация крупномасштабных движений, проявляющаяся как неустойчивость парных моментов. Этот механизм обсуждался ранее в 90-е годы. Решающим пунктом данного механизма является присутствие в турбулентности с крупномасштабными спиральными возмущениями спиральности (и энергии) на мелких масштабах. Возможность возбуждения крупномасштабных движений в том случае, когда присутствуют и положительная и отрицательные компоненты спиральности рассмотрена в рамках каскадной модели турбулентности с анализом разных типов взаимодействий между уровнями. Во всех рассмотренных случаях обнаруживается появление явлений обратного каскада при превышении пороговых значений для крупномасштабных спиральных шумов. Величина порога зависит от степени «перемешивания» спиральных компонент поля скорости разных знаков.

#### **1.43. Разработка моделей разрушения адиабатической инвариантности при резонансах и возникновение хаотической динамики в нелинейных системах с быстрыми и медленными движениями. Динамика диффузии в системах с учетом процессов рассеяния на резонансе и захватах в резонанс**

Разработана модель, описывающая динамику функции распределения заряженных частиц в системах с нелинейными взаимодействиями типа "волна-частица". Рассмотрена система, содержащая достаточно сильные электростатические волны, распространяющиеся в неоднородном магнитном поле. Расчетами показано, что движение отдельной частицы определяется вероятностью ее захвата в резонанс и величиной скачка энергии частицы при рассеянии на резонансе. Полученные характеристики использованы для разработки кинетического уравнения типа уравнения Фоккера-Планка, которое описывает динамику функции распределения на больших временах. Эффекты захвата в резонанс и соответствующего им быстрого транспорта в фазовом пространстве моделируются в полученном уравнении нелокальным оператором. Согласно проведенному анализу решения полученного кинетического уравнения находятся в хорошем согласии с прямыми вычислениями, которые были проведены методом тестовых частиц. Разработанный нелинейный подход может быть использован в различных задачах физики плазмы, когда необходимо учитывать резонансное взаимодействие "волна-частица".

#### **1.44. Статистические особенности наблюдения коротких межоблачных разрядов и построение фрактальной модели развития компактного межоблачного разряда.**

Предложен новый взгляд на фундаментальные проблемы физики молнии и последние достижения инструментальной (прежде всего спутниковой) регистрации разрядных явлений в атмосфере. Формирование в грозовом облаке плазменных образований с параметрами необходимыми для зарождения и развития молниевых разрядов рассматривается как индуцированный электростатическим шумом неравновесный фазовый переход. Источником шума является коллективное электрическое поле заряженных гидрометеоров – взвешенных в конвективном потоке льдинок и капель воды. Взаимное влияние плазменных образований и их поляризация в крупномасштабном поле грозы обеспечивает эффективную генерацию положительных стримеров, формализация которых в терминах взвешенных случайных графов и теории перколяции составляет основу феноменологического описания разрядных конструкций как фрактальных диссипативных структур. В рамках указанного подхода удаётся решить ряд важнейших проблем грозового электричества, в том числе объяснить механизм инициации молнии в существенно подпороговых электрических полях, свойства и морфологию молниевых разрядов различных типов, а также построить самосогласованное описание их широкополосного электромагнитного излучения. Обсуждаются дальнейшие перспективы развития модели и важная роль предстоящих спутниковых экспериментов по регистрации интенсивного электромагнитного излучения грозовых облаков.

#### **1.45. Разработка комплекса приборов для измерения физических параметров молниевых разрядов в радио и звуковом диапазонах**

Был разработан и установлен на базе Ереванского физического института широкополосный УКВ интерферометр, предназначенный для определения положения на небе грозовых микрозарядов. УКВ интерферометр представляет из себя 4-х канальный осциллограф с частотой дискретизации 150 МГц, динамическим разрешением 8 бит и длиной записи мс. Полоса пропускания УКВ интерферометра 20-70 МГц. До настоящего времени было проведена регистрация только 4 событий (гроз) совмещенная с регистрацией потоков высокоэнергичных частиц. Для восстановления положения источников сигнала существует два основных подхода: системы ТОА

(time-of-arrival), работающие на основе определения временной задержки между срабатываниями триггера разряда на нескольких антеннах, и интерферометрия, работающая на основе нахождения временной или фазовой задержки по записям с нескольких антенн. Используя второй подход, достигается более высокая точность по времени и доступны более широкие возможности по фильтрации шумов при использовании широкополосного сигнала. Для получения величины временной задержки можно использовать два метода. Один из них основан на Фурье-анализе временных последовательностей в каждом канале и получения фазового сдвига для каждой частоты в разложении. Другой – на кросс-корреляции сигналов из двух каналов, дающий более чистые данные. Получив временной лаг прихода сигнала между отдельными антеннами несложно найти координаты источника на небесной сфере. Для анализа данных, полученных с интерферометра, был разработан программный код на языке Python с использованием библиотек Numpy/Scipy, pytables, matplotlib и ruffus. Его задачи: первичная обработка данных, проведение корреляционного анализа, расчет геометрии выделенных событий и отображение графических результатов. Для эффективного хранения и доступа к данным выбран формат HDF5. Производительность разработанного кода оказалась достаточно высокой: обработка одной записи длительностью 0.5 с на ноутбуке занимает всего лишь несколько минут. С помощью написанного кода были обработаны данные по пяти записям за 25 и 27 сентября 2017 г. Уровень шума в этих записях оказался достаточно низким и не требующим предварительной фильтрации. Были построено распределение событий по небесной сфере, используя окна размером 4096 сэмплов с перекрытием в 75%. Уровень детектирования событий в окнах был выбран равным 6σ. Полученные распределения обладают структурой, сходной с полученной в предыдущих работах в этой области. В то же время, эти структуры являются более размытыми. Кроме того, для некоторого числа событий импульс наблюдался не во всех каналах, что может быть объяснено затенением одной из антенн для определенных направлений на небе. По результатам измерений готовится публикация совместно с сотрудниками ЕрФИ. Данные представлены в открытом доступе [http://crd.yerphi.am/RSF\\_project](http://crd.yerphi.am/RSF_project).

## **2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Руководитель чл.-корр. РАН А.А. Петрукович

### **2.1. Солнечные гамма-вспышки и ускорение частиц**

Представлен обзор проблемы ускорения солнечных космических лучей в эпоху LAT/Fermi GRO, когда на Солнце были впервые локализованы источники гамма-излучения от распада пи-мезонов. Сделан вывод, что пространственного и временного разрешения LAT/Fermi GRO недостаточно для разделения процессов ускорения протонов непосредственно во вспышечной области и на фронте ударной волны коронального выброса массы. Только будущие наблюдения высокоэнергичного гамма-излучения с лучшим пространственным, временным и энергетическим разрешением смогут решить проблему ускорения солнечных космических лучей. К сожалению, ни у одного космического агентства в настоящее время нет в планах создания специального солнечного КА для регистрации гамма-излучения с необходимыми характеристиками.

## 2.2. Генерация фотосферного возмущения во время гелиосейсмически активной солнечной вспышки за счет потока ускоренных электронов большой плотности

Во время солнечной вспышки X класса 23 октября 2012 г. наблюдалось фотосферное излучение и было зарегистрировано сильное гелиосейсмическое возмущение ("солнцетрясение"), что указывает на мощное энерговыделение в фотосфере. В работе исследуется энерговыделение солнечной вспышки в фотосфере с высоким временным и пространственным разрешением, с использованием данных наблюдений, полученных прибором HMI/SDO, и данных наблюдений жесткого рентгеновского (ЖР) излучения RHESSI. Используются фильтрограммы HMI, полученные в результате сканирования линии Fe I (673,1 нм) с временным разрешением ~3.6 секунды и пространственным разрешением ~0.5 угл. сек. на пиксель (правая панель на Рис.).

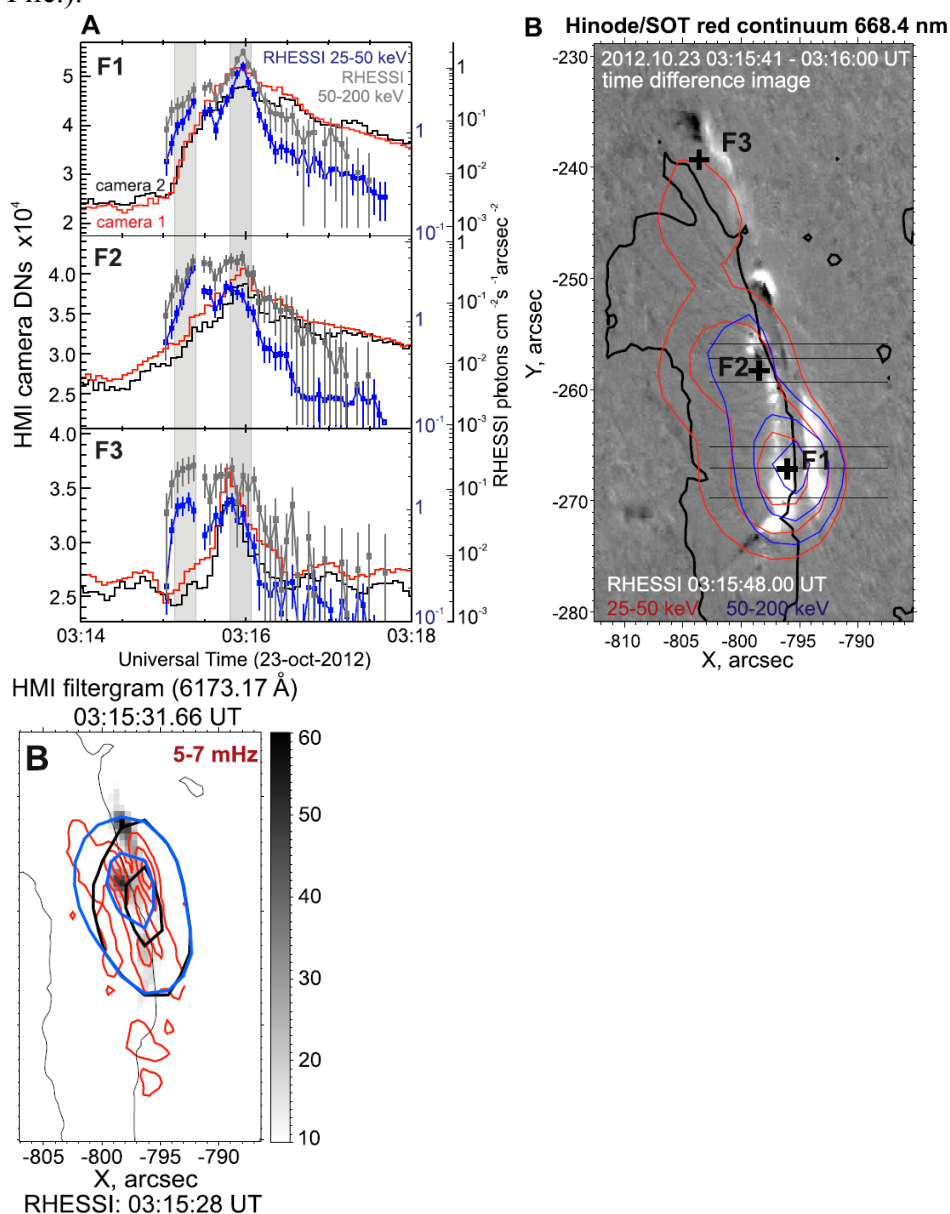


Рисунок 2.2.1. Левая панель показывает сравнения фотосферного излучения по фильтрограммам HMI с ЖР излучения по RHESSI в точках F1, F2, F3, показанных на средней панели. Правая панель показывает положение источников ЖР излучения с областью генерации солнцетрясения.

Показано, что вспышечное фотосферное возмущение совпадает с источниками ЖР излучения (правая панель на Рис. 2.2.1). Задержка между данными типами излучения составляет менее 4 секунд (левая панель на Рис. 2.2.1). Такая малая задержка находится в согласии с результатами численного моделирования радиационной газовой динамики, выполненного с помощью кода RADYN, в котором рассматривается плотность потока ускоренных электронов  $10^{11}$  эрг/с/см<sup>2</sup>. Однако модель не объясняет величины вариации доплеровской скорости и фотосферного излучения, наблюдаемой HMI. Наблюдения показывают, что фотосферное возмущение и гелиосейсмическая волна могли быть сгенерированы ускоренными электронами, высыпаящимися в плотные слои солнечной атмосферы, со значительно большей плотностью потока энергии по сравнению с ранее рассматриваемыми значениями.

### 2.3. Обнаружение энерговыделения солнечной вспышки в фотосфере в области нейтральной линии магнитного поля вблизи температурного минимума

Обнаружено проявление вспышечного энерговыделения в области нейтральной линии магнитного поля на уровне температурного минимума для солнечной вспышки M1.2 класса, произошедшей 12 июня 2014 г. Данное явление было зарегистрировано по изображениям телескопа NST/BBSO в фильтре TiO 705.7 нм прибора BFI (Broad Filter Imager). Оптическое излучение 705.7 нм формируется в районе температурного минимума в фотосфере.

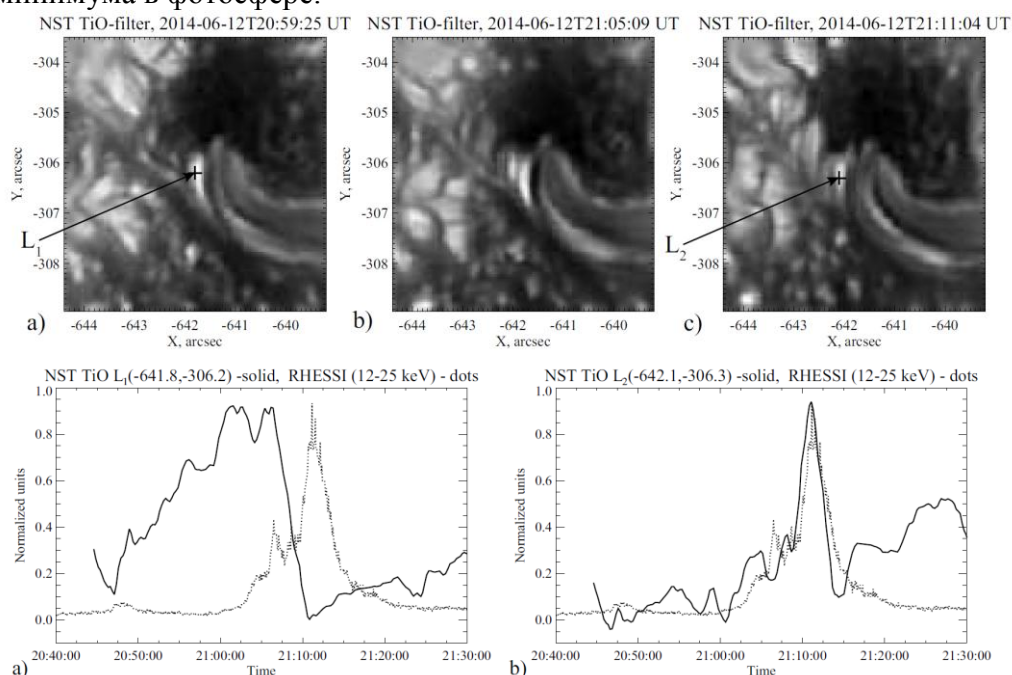


Рис. 2.3.1. Верхние панели показывают загорание мелкомасштабных магнитных петель вблизи ЛИМП. L1 соответствует прекурзору вспышки (см. нижнюю панель а). L2 показывает связь с импульсной фазой солнечной вспышки (см. нижнюю панель б). На нижних панелях сравниваются временные профили уярчений L1 и L2 с рентгеновским излучением 12-25 кэВ по RHESSI.

Показано, что во время солнечной вспышки вблизи нейтральной линии магнитного поля была сформирована фотосферная аркада мелкомасштабных магнитных петель (верхние панели на Рис. 2.3.1). Загорание отдельного элемента аркады четко коррелирует (нижняя б панель на Рис. 2.3.1) с временным профилем рентгеновского излучения в диапазоне энергий 12-25 кэВ (по данным RHESSI). Также обнаружено

загорание петли аркады непосредственно перед началом импульсной фазы (нижняя панель на Рис. 2.3.1). На Рис. 2.3.2 приводятся свидетельства того, что в области фотосферной аркады и появления фотосферных уярчений происходило уменьшение величины полного электрического тока. Возможно, что вспышечный процесс был связан с диссипацией электрического тока вблизи ЛИМП.

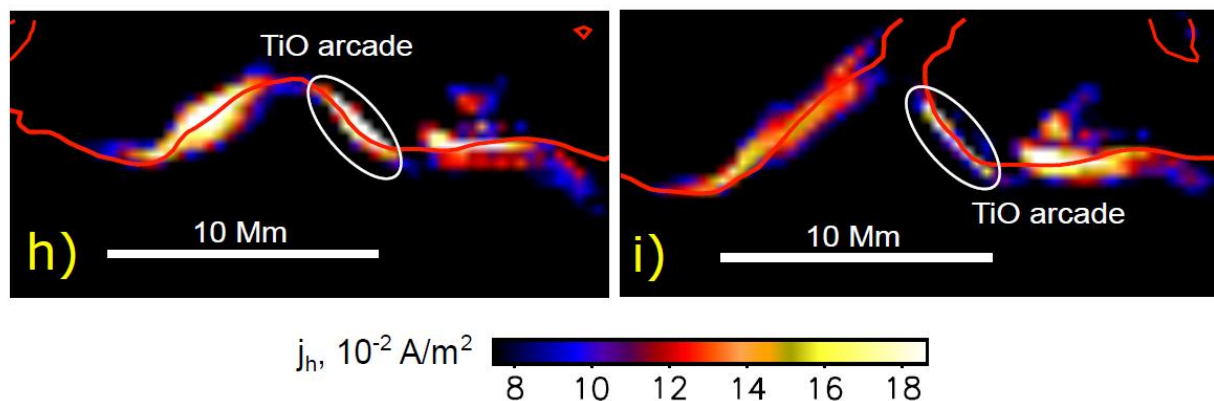


Рисунок 2.3.2. Показаны карты распределения горизонтального электрического тока до (h) и после (i) вспышки. Эллипсом выделена область (обозн. как TiO arcade) где наблюдалась мелкомасштабная фотосферная вспышечная аркада магнитных петель. Видно уменьшение величины полного электрического тока вблизи ЛИМП.

#### 2.4. Звездный ветер и космические лучи в зоне обитания

Звездные и галактические космические лучи (ЗКЛ и ГКЛ) являются главными факторами, определяющими радиационные условия вблизи экзопланет. Спектр ГКЛ и его вариации определяются процессами модуляции в астросфере - параметрами звездного ветра и локальными условиями в межзвездном пространстве. Оценки скорости горячего звездного ветра в модели Паркера показывают, что величины скорости могут отличаться в разы, тогда как наблюдаемые величины звездного магнитного поля могут отличаться на один-два порядка от соответствующих солнечных значений. В результате модуляции ГКЛ будут практически отсутствовать вблизи экзопланет у звезд с сильным магнитным полем. Радиационные условия будут определяться ЗКЛ – звездной активностью, частотой и энергией вспышек, параметрами орбит экзопланет. Проведены вычисления для экзопланет в системах Proxima Centauri и TRAPPIST-1 с учетом доступных данных по активности и магнитному полю звезд. Полученные результаты показывают, что ГКЛ будут отсутствовать вплоть до энергий в 1 ТэВ благодаря модуляции звездным ветром. Звездные космические лучи будут ускоряться в звездных вспышках до десятков ГэВ и выноситься ветром за пределы звездной сферы. Частота вспышек на Proxima Centauri и Trappist-1 и их энергия позволяют считать, что вспышки способны поддерживать интенсивность КЛ малых энергий на постоянном уровне в звездной сфере. Максимальные интенсивности протонов в зоне обитания Proxima Centauri и Trappist-1 ожидаются 3-4 порядка больше, чем в солнечных событиях.

#### 2.5. Исследование процессов взаимодействия солнечного ветра с газовыми оболочками планет и комет: классификация плазменных хвостов комет и определение их основных параметров на основе оптических изображений, сопоставление с хвостами Марса и Венеры

Проведены исследования большой выборки фотографий комет. По результатам анализа выделено два типа квазистационарных ламинарных хвостов: двойные хвосты и истечения. Проведен численный анализ двойных хвостов, предположительно

подобных хвостам Марса и Венеры. В предположении, что плазменный хвост первого типа может быть представлен в виде цилиндра, оболочка которого имеет определенную толщину, показано, что в одном случае (см. рисунок 2.5.1) такое предположение оправдано. Во втором случае такое предположение может соответствовать наблюдению, если имеется дополнительное истечение вдоль хвоста кометы.



Рисунок 2.5.1. а) Фотография кометы C/2012S1 от 21 ноября 2013 г. Пример хвоста типа двойная структура. Автор:G. Rhemann. б) Фотография кометы C/2014Q2 от 18 января 2015 г. и пример двойной структуры в ее хвосте. Автор: N. James.

## **2.6. Исследование кинетических процессов при взаимодействии межпланетных токовых слоев с околоземной ударной волной: Структура отраженного пучка в молодых и развитых аномалиях**

В рамках исследования кинетических процессов, связанных с токовыми слоями начаты исследования нестационарных событий вблизи Марса. Был проведен первичный поиск событий АГП у Марса. По результатам выделенных событий была проведена оценка частоты формирования аномалий у Марса, соответствующая по порядку величины одному событию в сутки. Ведётся работа по выделению различных кинетических популяций в событиях, зарегистрированных у околоземной ударной волны КА Интербол.

## **2.7. Численное и лабораторное моделирование вторичных ионов и нейтральных частиц, выбиваемых с поверхности твердых тел потоком солнечного ветра**

Проведена работа по написанию прикладного программного обеспечения для управления имеющимся в распоряжении группы стендом для исследования взаимодействия потоков нейтральных частиц с различными поверхностями. Проведено исследования интенсивности потоков вторичных частиц с поверхности вольфрамовой пластины в зависимости от углов падения частиц для различных энергий. Проведена работа по доработке источника нейтральных частиц и перестроена схема отсечения вторичных ионных фракций в выходном потоке.

Проведена работа по интеграции в сканирующее устройство системы для энергетического анализа рассеянных на мишени частиц.

## **2.8. Анализ структуры убегающего потока ионов в хвосте Марса, индуцированного солнечным ветром, по наблюдениям на двух космических аппаратах**

Проведен анализ данных измерений потоков тяжелых ионов на спутнике Mars Express за ~22 месяца его совместной работы с работой на орбите вокруг Марса спутника MAVEN. Показано, что в системе координат MSE поток планетных ионов, захваченных солнечным ветром, в области терминатора и в ближнем магнитосферном хвосте, является асимметричным, так что наибольший поток наблюдается в высоких северных и южных широтах Марса системы координат MSE. Показано, что в периоды возмущенных потоков солнечного ветра, определяемых по возрастающей и переменной величине потока и других параметров солнечного ветра, суммарно за указанный период величина потерь тяжелых атмосферных ионов увеличивается примерно в 1.5 раза, преимущественно за счет ионов ионосферного происхождения.

## **2.9. Анализ структуры и характеристик магнитосферы Марса в условиях большой массовой нагрузки по наблюдениями на спутнике MAVEN**

Впервые исследована магнитная и плазменная структура магнитосферы Марса. Показано, что она расположена над ионосферой, от которой ее отделяет токовый слой. В условиях большой массовой нагрузки солнечного ветра магнитосфера отделена от обтекающего потока тангенциальным разрывом. Магнитосфера формируется из магнитных силовых трубок вблизи подсолнечной точки и нагружаемых атмосферными ионами при конвекции трубок вокруг Марса к терминатору. Течение плазмы в магнитосфере является Альвеновским. Наблюдается баланс давлений между обтекающим потоком и магнитосферой. В общих чертах процесс формирования магнитосферы Марса соответствует модели, развитой в публикациях Vaisberg and Zelenyi, 1984, Zelenyi and Vaisberg, 1985).

## **2.10. Расчет гидродинамических параметров ионов вблизи Марса для анализа структуры токовых слоёв магнитосферы Марса**

Разработано программное обеспечение, проводящее расчет гидродинамических параметров ионов, зарегистрированных прибором STATIC на борту спутника MAVEN, с разделением по массам. Полученные данные были использованы для анализа токовых слоев вблизи области хвоста магнитосферы Марса.

## **2.11. Волновые явления в окололунном пространстве**

Взаимодействие солнечного ветра с поверхностью Луны представляет собой интересный вид взаимодействия межпланетной плазмы с небесным телом. Взаимодействие солнечного ветра непосредственно с реголитом Луны, с областями аномальной намагниченности на ее поверхности, наличие области разрядки в шлейфе Луны на ее ночной стороне, все это вместе приводит к неравновесным функциям распределения ионов и электронов и разнообразию волновых явлений в окрестности Луны. В работе приведен обзор наблюдений волн в окололунном пространстве и проведено сравнение различных механизмов их генерации. Особое внимание уделено регистрации электростатических скачков при пролете над областями аномальной намагниченности и сравнению их параметров с параметрами



аналогичных явлений, наблюдаемых в форшоке околоземной ударной волны и хвосте магнитосферы Земли.

### **2.12. Измерения магнитного поля на поверхности Ганимеда и орбите вокруг него**

Известно, что Ганимед обладает собственным магнитным полем и, как следствие, образует внутри магнитосферы Юпитера собственную магнитосферу. Юпитерианская магнитосферная плазма, набегающая на Ганимед, имеет дозвуковую скорость, и головная ударная волна не формируется на лобовой части магнитосферы. В данной работе представлен обзор возможных волновых явлений, которые могут быть характерны для взаимодействия магнитосферы Ганимеда с дозвуковым потоком плазмы.

Ранее полученные данные при пролетах космических аппаратов вблизи Ганимеда показывают признаки наличия индуцированного магнитного поля, что позволило сделать предположение о существовании подповерхностного «соленого» океана в недрах Ганимеда.

В работе рассмотрена и качественно подтверждена возможность разделения эффектов, связанных с собственным и индуцированным магнитными полями, при проведении одновременных наблюдений магнитного поля на его поверхности и на орбитах вокруг него.

### **2.13. Изучение развития перемежаемой турбулентности в солнечном ветре и магнитосферных погранслоях по многоспутниковым данным и сравнение с характеристиками турбулентности в других средах**

Проведено кинетическое моделирование заряженной магнитопаузы (МП), показавшее наличие ускоренных потоков плазмы вдоль МП за счет нормального электрического поля заряда на МП. Этот заряд, практически, постоянно наводится потоком плазмы переходной области вдали от подсолнечной точки. При этом на внутренней стороне МП, в соответствии с уравнениями Максвелла, возникает электрическое поле, противоположное индуцированному снаружи. Его усиление вблизи МП не предсказывалось ранее МГД моделями, но хорошо согласуется с данными спутников Прогноз-8, Интербол-1, Полар и Кластер. Внутреннее поле ускоряет магнитосферную плазму вблизи МП за счет частичного замедления внешнего более плотного потока. До сих пор наличие ускоренных потоков внутри МП рассматривалось как признак пересоединения магнитных полей через МП. Мы продемонстрировали, что это не так: специфическое внешнемагнитосферное динамо возникает на заряженной МП за счет кинетических эффектов при электродинамическом сопряжении характеристик обтекающей плазмы снаружи МП движением плазмы внутри.

При этом возникает не только передача импульса и энергии внутрь МП безо всякого пересоединения, но и передача массы при утончении МП до масштабов протонного гирорадиуса (что происходит регулярно на крайне подвижной МП вблизи ее точек остановки, если принимать за МП изменение угла магнитного поля в плоскости МП, а не смену знака в компоненте с максимальной вариацией). Пример показан на Рисунке 2.13.1.

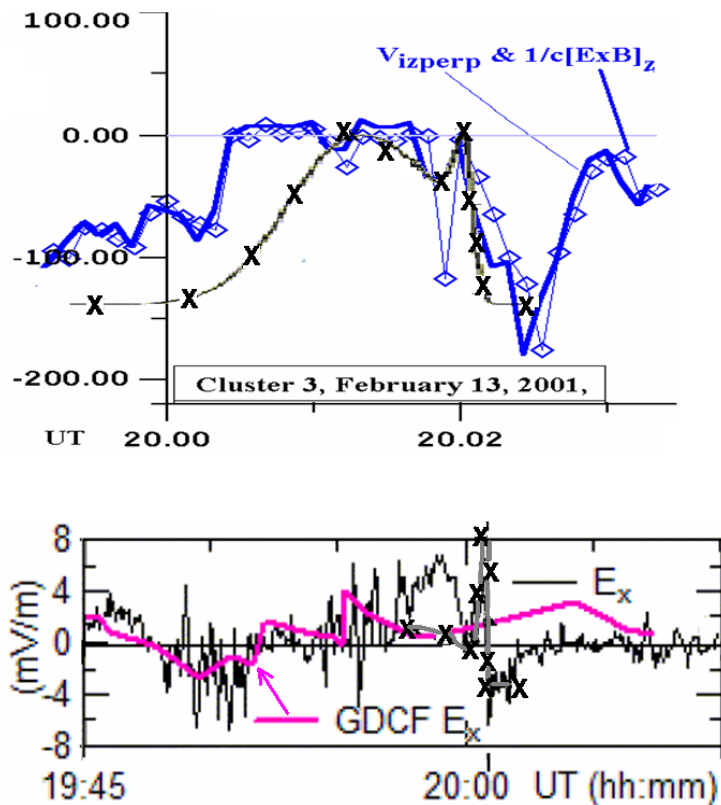


Рисунок 2.13.1. Вход внутрь МП CLUSTER-3 ~ 20:02 UT 13/02.2001.

Вверху: дрейфовая скорость  $V_{zGSE}$  (квадраты) и перпендикулярная магнитному полю Z- компонента скорости ионов. Крестиками показана модельная скорость вдоль МП, показывающая ускорение по -Z. Внизу:  $X_{GSE}$  (нормальная) компонента электрического поля, фиолетовая линия – МГД модель, крестики – наша модель. В [S. Savin et al., Nonlin. Proc. Geophys., 13, 377, (2006)] показана свободная передача ионов с энергией свыше 300 эВ через МР с толщиной ~ гирорадиуса ионов

#### 2.14. Два основных типа солнечного ветра по числу Струхалья

Показано, что существуют два основных типа солнечного ветра по числу Струхалья  $S = L/VT$ , характеризующему относительные изменения его основных параметров на данном интервале времени  $T$  и линейном масштабе  $L$  при скорости движения  $V$ , которая никогда не бывает нулевой. Первый тип - транзитный ( $S > 1$ ), обычно является основным при достаточно малом значении  $T$  и больших значениях  $L$ . Второй тип - квазистационарный, когда  $1 > S > 0$ . Постоянный солнечный ветер не существует. Предельный случай  $S = 0$  физически невозможен, как и случай  $S = \infty$ . Всегда необходимо указывать и обосновывать область применимости специального частного квазистационарного случая  $1 > S > 0$ .

#### 2.15. Исследование возможных причин несоответствий между прогнозируемыми и наблюдаемыми на 1 а. е. параметрами солнечного ветра

Рассмотрены возможные причины несоответствий между прогнозируемыми и наблюдаемыми на 1 а. е. параметрами рекуррентных потоков солнечного ветра (СВ) в максимуме 24-го солнечного цикла. Такие несоответствия наблюдаются как в профиле (значениях скорости), так и во времени прихода потока СВ, а также в отсутствии ожидаемого высокоскоростного потока СВ. Степень несоответствия зависит от модели, используемой для прогнозирования СВ, но в ряде случаев разные

методы прогнозирования дают похожее расхождение с наблюдаемыми параметрами СВ на 1 а. е. На примерах нескольких случаев показано, что причиной расхождений может быть отклонение высокоскоростного потока СВ от радиального направления из-за взаимодействия с транзитными потоками СВ (СМЕ) при определенной конфигурации магнитных полей источников высокоскоростных и транзитных потоков СВ в солнечной короне. В литературе описаны многочисленные случаи, в которых высокоскоростные потоки СВ из корональных дыр в областях полярной короны Солнца отклоняют СМЕ к плоскости эклиптики, в то время как в данной работе впервые представлены данные о возможном обратном воздействии СМЕ на высокоскоростные потоки.

#### **2.16. Возможные ошибки в солнечно-земной физике, возникающие при некорректной идентификации крупномасштабных межпланетных драйверов**

Проведен анализ ошибок при изучении солнечно-земных связей, к которым приводят либо отсутствие учета видов межпланетных драйверов при исследовании реакции магнитосферы на их воздействие, либо некорректная идентификация вида этих драйверов. В частности показано, что отсутствие селекции между Sheath и ICME (исследование так называемых “СМЕ-induced storms” – генерированных СМЕ магнитных бурь) приводит к ошибкам в исследованиях межпланетных условий генерации магнитных бурь, так как статистический анализ показывает, что в последовательностях Sheath + ICME наибольшее число начал бурь приходится на Sheath, а максимумов бурь – на конец Sheath и начало ICME, т.е. наиболее часто наблюдается ситуация, когда по крайней мере большая часть главной фазы генерации бурь приходится на Sheath, и в реальности наблюдаются генерированные Sheath бури (“Sheath-induced storms”). Кроме того, рассмотрено несколько случаев, в которых магнитные бури были генерированы CIR, в то время как авторы приписывают их СМЕ.

#### **2.17. Особенности воздействия диамагнитной структуры солнечного ветра на магнитосферу Земли**

На орбите Земли 28 июня 1999 г. была зарегистрирована диамагнитная структура, являющаяся волокном с уникально большой скоростью  $\sim 900$  км/с. Показано, что данное волокно являлось частью специфического спорадического потока солнечного ветра, который можно рассматривать как межпланетный транзит малых размеров. Представлены результаты исследований взаимодействия данной диамагнитной структуры с магнитосферой Земли. В околополуденные часы на широтах дневного каспа было зарегистрировано мощное свечение в ультрафиолетовом диапазоне (shock aurora), которое быстро распространялось к западу и востоку. Наземные наблюдения вариаций геомагнитного поля, аврорального поглощения и полярных сияний на полуночном меридиане показали развитие мощного суббуреподобного возмущения ( $AE \sim 1000$  нТл), начало которого было связано с воздействием на магнитосферу диамагнитной структуры солнечного ветра. На геостационарном спутнике GOES-8, находившемся в полуночном секторе внешней области квазизахвата в течение суббуреподобного возмущения, наблюдались вариации  $B_z$ - и  $B_x$ -компонент геомагнитного поля, соответствующие процессу диполизации.

#### **2.18. Влияние отраженных ионов на формирование структуры межпланетных квазиперпендикулярных ударных волн при числах Маха, меньше первого критического числа Маха**

По данным прибора БМСВ, установленного на КА СПЕКТР-Р, а также по данным приборов КА WIND и других спутников на двух примерах исследуются структурные особенности фронта квазиперпендикулярной межпланетной ударной волны с альвеновским числом Маха  $M_A$ , меньшим первого критического числа Маха  $M_{c1}$ . Показано, что в таких ударных волнах при конечном параметре  $0.1 < \beta_1 < 1$  присутствует малая доля отраженных протонов, играющих существенную роль в формировании структуры фронта. В частности, в случае зарегистрированной 24.VIII.2013 г. перпендикулярной (угол между направлением магнитного поля и нормалью к фронту  $\theta_{BN} \approx 85^\circ$ ) ударной волны с небольшим числом Маха ( $M_A \approx 1.4$ ) и малым  $\beta_1 \approx 0.2$  показано, что взаимодействие отраженных ионов с втекающим солнечным ветром приводит к бесстолкновительному нагреву ионов во фронте и за ним. В другом случае косою ( $\theta_{BN} = 63^\circ$ ) ударной волны 19.IV.2014 г. с небольшим числом Маха ( $M_A \approx 1.2$ ) и малым параметром  $\beta_1 \approx 0.5$  перед фронтом волны была обнаружена последовательность цугов магнитозвуковых вистлеровских волн, амплитуда которых уменьшалась до нуля с увеличением их расстояния от фронта. Механизм их образования связан с развитием неустойчивости, вызываемой отраженными от фронта ионами.

#### **2.19. Определение основных типов спектров флуктуаций потока ионов в солнечном ветре и магнитослое**

Проведено рассмотрение особенностей спектров флуктуаций потока ионов солнечного ветра и магнитослоя, возникающих в области перехода от магнитогиродинамических к кинетическим масштабам турбулентного каскада по данным измерений прибора БМСВ (эксперимент Плазма-Ф), установленного на спутнике СПЕКТР-Р. Выявлено, что классический спектр турбулентных флуктуаций, имеющий два характеристических наклона и четкую точку перегиба, наблюдается только примерно в половине всех проанализированных случаев (как в солнечном ветре, так и в магнитослое). Наряду с традиционной формой спектра в 32% случаев в солнечном ветре и в 18% случаев в магнитослое вместо одной точки перегиба наблюдается две точки перегиба с выполаживанием спектра флуктуаций между этими точками. В ряде случаев (в 6% случаев в солнечном ветре и в 11% случаев в магнитослое) нельзя выделить четкую точку перегиба спектра, в таких случаях при переходе к кинетическим масштабам спектр постепенно укрупняется при переходе к кинетическим масштабам, и степень этого укрупнения нелинейно растет к более высоким частотам. Также показано, что в магнитослое в области перегиба спектра флуктуаций часто (в 19% случаев) наблюдается пик, вероятно отражающий наличие плазменных неустойчивостей, тогда как в солнечном ветре подобная ситуация наблюдается лишь в 3% случаев. Для каждого из рассмотренных типов спектров флуктуаций определены типичные характеристики плазмы, в которой они могут наблюдаться. Также показано, что для всех исследуемых типов спектров характерны универсальные статистические свойства флуктуаций потока ионов, наилучшим образом соответствующие статистическим Лог-Пуассоновским моделям турбулентности для перемежаемой плазмы.

#### **2.20. Исследование уровня перемежаемости плотности солнечного ветра вблизи межпланетной ударной волны**

Рассмотрены характеристики турбулентности флуктуаций плотности протонов солнечного ветра вверх и вниз по потоку относительно фронта межпланетной ударной волны. Приведен анализ изменений спектральных и статистических свойств флуктуаций плотности в течении двухчасового интервала, содержащего

межпланетную ударную волну, зарегистрированную прибором БМСВ 12 сентября 2014г. Показано, что в целом плазма солнечного ветра сохраняет свои каскадные свойства после прихода межпланетной ударной волны не смотря на значительное увеличение мощности спектра флуктуаций за фронтом. В отдельных случаях выявлено укрупнение спектров флуктуаций на высоких частотах, типичное для высокоскоростных потоков в целом. Выявлено, что статистические свойства флуктуаций плотности солнечного ветра как до, так и после фронта межпланетной ударной волны отличаются от статистических свойств классической Колмогоровской модели в результате существования перемежаемости потока плазмы, что позволяет использовать подход статистических моделей турбулентности Лог-Пуассона. Показано, что перемежаемость плотности солнечного ветра в рассмотренных областях пространства обеспечивается присутствием нитевидных диссипативных структур. При этом выявлено, что уровень перемежаемости в среднем возрастает за фронтом межпланетной ударной волны.

### **2.21. Сравнение свойств высокочастотных флуктуаций в середине магнитослоя и в окрестностях его границ**

Проанализированы характеристики турбулентности плазмы магнитослоя за квази-перпендикулярной головной ударной волной. Исследованы быстрые флуктуации величины и направления потока ионов (с временным разрешением 31 мс), измеренные прибором БМСВ при пересечении магнитослоя 9 февраля 2012 года. Рассматриваются спектры флуктуаций исследуемых плазменных параметров в широком диапазоне частот, включающем магнитогидродинамический масштаб (характеризующийся Колмогоровским наклоном спектра  $\sim f^{-5/3}$ ), кинетический масштаб (характеризующийся более крутым наклоном спектра) и переходную область спектра между этими двумя масштабами, которая может характеризоваться различной формой спектра. Проведено сравнение формы спектра и спектральных параметров (мощность спектра, показатели его наклонов, частота излома спектра), а также свойств функции распределения (структурных функций и моментов высших порядков) флуктуаций величины и направления потока ионов. Показано, что мощность спектра высокочастотных (с частотами  $2 \pm 0.1$  Гц) флуктуаций параметров плазмы около границ магнитослоя, в среднем, на порядок выше по сравнению с мощностью флуктуаций в середине магнитослоя. При этом, мощность спектра флуктуаций величины потока ионов, которые отображают в основном флуктуации плотности ионов, около магнитопаузы на порядок выше, чем мощность спектра флуктуаций полярного угла, на которые в большей мере оказывают влияние флуктуации потоковой скорости плазмы. Показано, что наклоны спектров флуктуаций слабо зависят от положения внутри магнитослоя, тогда как частота излома спектра возрастает при приближении к магнитопаузе. При этом, не наблюдается одновременного изменения характерных плазменных масштабов. Выявлено, что в центральных областях магнитослоя могут наблюдаться потоки плазмы с низким уровнем перемежаемости, тогда как при приближении к границам магнитослоя уровень перемежаемости может заметно возрастать. Также продемонстрировано, что в середине магнитослоя могут длительное время наблюдаться гармонические осцилляции с частотой  $\sim 0.2$  Гц.

### **2.22. Исследование влияния межпланетных ударных волн на характеристики турбулентности магнитослоя Земли**

Было проанализировано влияние прохождения межпланетных ударных волн на характеристики турбулентности плазмы магнитослоя на основе измерений величины

потока ионов прибором БМСВ (КА СПЕКТР-Р). Высокое временное разрешение данных прибора позволяет исследовать свойства плазмы на кинетических масштабах. Проведено сравнение частотных спектров флуктуаций потока ионов до и после регистрации фронта межпланетной ударной волны в магнитослое Земли. Выявлено, что мощность спектра флуктуаций потока ионов увеличивается на порядок при прохождении межпланетной ударной волны через плазму магнитослоя, что согласуется с результатами, полученными ранее в солнечном ветре. Показано, что спектры потока ионов на кинетических масштабах могут быть аппроксимированы степенной функцией во всех рассмотренных случаях, причем в половине случаев наклон спектра не изменяется за фронтом межпланетной ударной волны. Таким образом, экспоненциальное укрупнение спектра на кинетических масштабах, характерное для плазмы солнечного ветра, не наблюдается в магнитослое. Также показано, что уровень перемежаемости потока ионов не изменяется за фронтом межпланетной ударной волны. Полученные результаты свидетельствуют о слабом влиянии межпланетных ударных волн на характеристики турбулентности плазмы в магнитослое.

### **2.23. Исследование влияния резких изменений относительного содержания альфа частиц в солнечном ветре на характеристики плазменной турбулентности**

Исследованы особенности формирования турбулентного каскада в потоке солнечного ветра с различным уровнем относительного содержания альфа частиц по отношению к протонам. Используются измерения потока ионов солнечного ветра с временным разрешением 0.031 с, а также измерения относительного содержания альфа частиц (дважды ионизированных ионов гелия) с временным разрешением 3 с, выполненные прибором БМСВ на КА СПЕКТР-Р. Также привлекаются данные плотности альфа частиц с тем же временным разрешением по одновременным измерениям КА WIND (прибор 3DP). В работе анализировались свойства спектров флуктуаций потока ионов солнечного ветра на масштабах 0.1-10 Гц. Производилась селекция различных форм спектров флуктуаций потока ионов, и определялось изменение пропорций между ними при резких изменениях относительного содержания гелия в потоке солнечного ветра. Показано, что резкое увеличение содержания гелия может приводить к сильному нелинейному укрупнению турбулентного каскада на кинетических масштабах. Это может быть связано с более эффективными механизмами диссипации и ускорения частиц протекающими в высокоскоростных потоках солнечного ветра, характеризующихся также высоким уровнем содержания гелиевой компоненты.

### **2.24. Теоретическая интерпретация пиков наблюдаемых на спектрах флуктуаций потока ионов при переходе на кинетические масштабы**

Анализируются причины появления ярко выраженных пиков вблизи излома спектра флуктуаций потока ионов солнечного ветра при переходе к кинетическим масштабам. Известно, что подобные пики в спектрах флуктуаций магнитного поля часто наблюдаются в магнитослое Земли и связаны с присутствием кинетических плазменных неустойчивостей. Данные прибора БМСВ КА СПЕКТР-Р показали наличие подобных пиков в спектрах флуктуаций потока ионов солнечного ветра и магнитослоя. В данной работе приведены первые результаты теоретической интерпретации наблюдения подобных пиков на спектрах плазменных флуктуаций. Предложена простая аналитическая модель основанная на линейной теории плазменных флуктуаций. Проведено сравнение предсказаний вышеописанной теории с примером, наблюдаемым в солнечном ветре. В рассмотренном примере пик

развивается до наблюдаемого уровня в течении 10 мин, что согласуется с временем квазилинейной релаксации. Приведенная модель также хорошо воспроизводит форму экспериментального пика на спектре флуктуаций потока ионов. Наблюдаемое время жизни пика составляет около 50 мин, что близко к нелинейному времени затухания Ландау 30-40 мин. Таким образом приведенная модель может быть успешно использована в дальнейшем для описания подобных спектров плазменных флуктуаций.

#### **2.25. Сравнение двух пар типов солнечного ветра: (1) областей сжатия CIR и Sheath, и (2) межпланетных проявлений CME (MC и Ejecta)**

По данным базы OMNI двойным методом наложенных эпох проведено сравнение динамики параметров для двух похожих пар типов солнечного ветра: (1) областей сжатия CIR и Sheath, и (2) межпланетных проявлений CME (MC и Ejecta). Показано, что области сжатия CIR и Sheath имеют аналогичные временные профили параметров вдоль градиента скорости между невозмущенным солнечным ветром и быстрым поршнем (соответственно, высокоскоростной поток HSS или быстрый ICME), и этот факт свидетельствует о том, что оба типа областей сжатия образуются одинаковым механизмом. Кроме того получены свидетельства, что различия во временных профилях параметров в MC и Ejecta могут быть частично связаны с условиями наблюдения: при наблюдениях Ejecta КА может находиться дальше от оси магнитного жгута, чем при наблюдениях MC.

#### **2.26. Исследование влияния высокоскоростных потоков солнечного ветра на формирование структуры энергетических спектров потоков электронов внешнего радиационного пояса Земли для периода минимума солнечной активности 2007-2009 г.**

Анализируется динамика энергетических спектров ВРПЗ для 29 возрастных электронов на ГЕО, зарегистрированных в 2007. Рассмотрено влияние плотности и скорости потоков СВ (в качестве изолированных параметров) на формирование структуры энергетических спектров потоков электронов. Выделены три энергетических диапазона энергий электронов:  $< 100$  кэВ,  $100 - 500$  кэВ и релятивистские электроны ( $> 625$  кэВ), для которых регистрируются значительные отличия динамики потоков при изменении скорости и плотности СВ. Показана связь вариаций потоков электронов при изменении плотности и скорости СВ с основными механизмами ускорения электронов в МФ. Получены количественные оценки влияния скорости и плотности СВ на формирование потоков релятивистских электронов ВРПЗ.

#### **2.27. Анализ связи периодических вариаций потоков заряженных частиц на геостационарной орбите (электроны $> 0.6$ МэВ и протоны $> 100$ МэВ) и магнитосферных параметров ( $K_p$ и $Dst$ геомагнитных индексов) с периодическими вариациями параметров межпланетной среды (скорости, плотности, температуры плазмы потоков солнечного ветра и межпланетного магнитного поля) для периода минимума солнечной активности 2007 г.**

В 2007 г. наибольшая мощность вариаций параметров межпланетной среды, индексов геомагнитной активности и потоков ионизирующих излучений во внешнем радиационном поясе Земли наблюдалась на частоте вращения Солнца; вблизи минимума солнечной активности мощность спектра турбулентности межпланетного магнитного поля внутри рекуррентного высокоскоростного потока почти в 10 раз

больше, чем в окружающем космическом пространстве; вблизи минимума солнечной активности внутри рекуррентного высокоскоростного потока интенсивность потока частиц галактических космических лучей (с энергией от 30 мэВ до 100 МэВ) потока меньше, чем в окружающем космическом пространстве.

**2.28. Радиационные эффекты в космосе») по основным механизмам воздействия ионизирующих излучений на электронные компоненты приборов космических аппаратов, приводящие к нарушению их нормальной работы**

В монографии особое внимание уделяется вопросам, связанным с изменением под воздействием радиации таких параметров полупроводников, как время жизни неосновных носителей заряда, удельное электрическое сопротивление, подвижность носителей заряда. Отмечается, что влияние ионизирующих излучений на свойства полупроводниковых приборов существенно зависит от плотности потока и спектрального состава ионизирующих излучений, температурного режима, как во время облучения, так и после облучения, а также электрического режима работы полупроводников. Большая часть материалов одной из глав посвящена вопросам радиационной стойкости комплектующих электронных компонент иностранного производства различного назначения.

**2.29. Обнаружение двух режимов утечки магнитосферной плазмы через магнитопаузу**

Показано, что применение методики аппроксимации полного распределения плазмы магнитослоя (с высоким разрешением до 3 с) би-каппа распределением позволяет явно выделить две существенно разных популяции – высоко и низко энергичную. Выявлено два режима утечки (leakage) высокоэнергичной (ионы от 5 до 300 кэВ) плазмы из магнитосферы, которые не зависят явно от ориентации ММП. Подтверждено, что основным фактором, влияющим на эволюцию ионных спектров, является величина поворота магнитного поля (shear). Предложено объяснение реализации разных режимов утечки: при большом повороте магнитного поля - эффект большого ларморовского радиуса; при малом повороте осуществляется обычный режим диффузии в почти однородном поле.



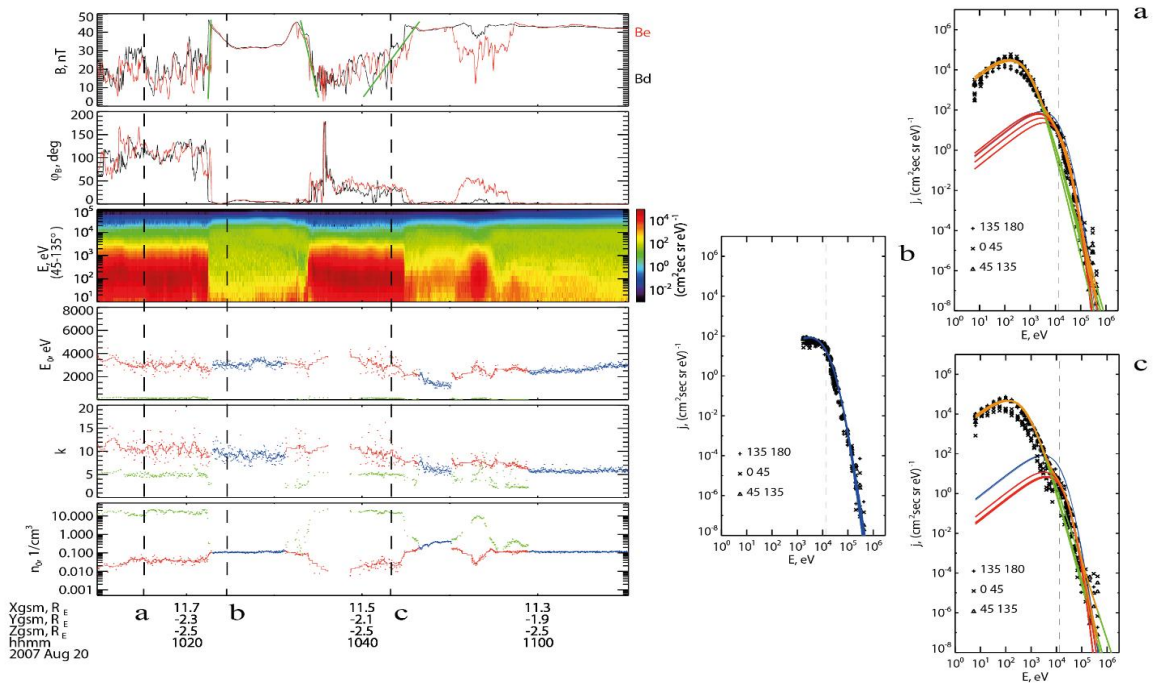


Рисунок 2.29.1. Пример профилей плазменных параметров и срезы спектров с аппроксимациями.

### 2.30. Особенности скейлинга энергии как характерного параметра ионных пучков в токовом слое магнитосферы

Исследованы характеристики дисперсионных структур, являющихся проекциями пучков ускоренных ионов 1-20 кэВ, в авроральной магнитосфере на  $\sim 5R_E$ , где  $R_E$  - радиус Земли. Изучен параметр  $A$  - скейлинг энергии пучков-бимлетов в резонансных областях токового слоя. Параметр  $A$  входит в формулу определения энергии на  $N$ -ом резонансе  $W_N = k \cdot W_1 \cdot N^A$ ; анализ его привел к двум результатам: 1) выявлены две области токового слоя с разными скейлингами энергии пучков - «ближняя зона» для резонансов  $N=1,2,3, 4$  и «дальняя зона» для резонансов  $N=5,6,7$ ; 2) используя последовательные пролеты плазменного слоя двумя спутниками SC1 и SC4 проекта КЛАСТЕР, удалось определить эволюцию скейлингов в двух найденных зонах за период 12-15 с (рис. 2.30.1). Негомогенность скейлингов и их эволюция может быть связана с пространственными и временными вариациями нормальных компонент магнитного -  $B_Z$  и электрического  $E_Z$  полей в токовом слое хвоста магнитосферы.

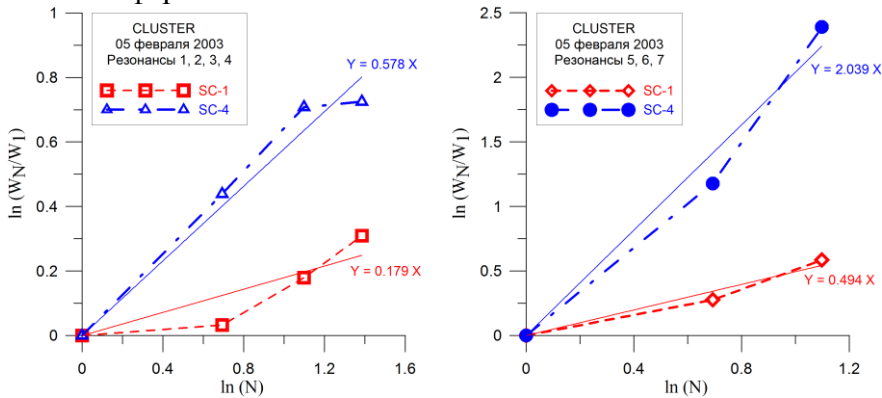


Рисунок 2.30.1. Вариации скейлинга энергии ионных пучков по данным КЛАСТЕР для резонансов 1 – 4 (а) и 5 – 7 (б).

### **2.31. Анализ токового слоя и динамики хвоста магнитосферы Земли**

В одном из первых наблюдений проектом MMS хвоста магнитосферы Земли проведены наблюдения сепаратрисы пересоединения в высокоширотном плазменном слое. Обнаружены дисперсия по энергиям ионов и электронов, движущихся на Земле, с очень высокими энергиями электронов в окрестности сепаратрисы и интенсивная конвекция линий магнитного поля к экватору. Результаты показывают, что пересоединение носило импульсный характер и активная X-линия была расположена относительно близко к Земле на 16-18 RE.

### **2.32. Разработка предложений по использованию сверхмалых спутников**

Выполнен обзор применений нано и микроспутников для исследований магнитосферы и ионосферы. Приведена статистика по массе спутников, успешности выполнения научных задач. Предложены актуальные задачи для будущих проектов по исследованию ионосферы.

### **2.33. Нагрев и ускорение заряженных частиц в плазменном слое ближних областей хвоста во время торможения быстрых потоков**

Определена эффективность ускорения и нагрева электронов и ионов разных масс в областях торможения быстрых плазменных потоков в ближних областях хвоста. Показано, что во время развития магнитных диполизаций существенный нагрев ионов и их ускорения до сверхтепловых энергий происходит во время фазы роста магнитной диполизации и на множественных фронтах. Дополнительный нагрев электронов происходит на более поздней стадии диполизации, и связан со всплесками волновой активности – высокочастотными вистлерными модами либо с электрон-циклотронными модами. Разделение во времени процессов нагрева электронов и ионов во время диполизаций в ближнем хвосте способствует уменьшению отношения ионной и электронной температур в плазменном слое вплоть до 2.0.

### **2.34. Пространственно-временная структура областей токового слоя с магнитным широм в хвосте магнитосферы Земли**

По данным многоспутниковых наблюдений Cluster и THEMIS определены пространственные масштабы и время существования областей токового слоя (ТС) геомагнитного хвоста с различными типами шировой компоненты магнитного поля ( $B_Y$ ): симметричной и антисимметричной. Показано, что симметричное распределение  $B_Y$  формируется в локализованных областях ТС и время жизни таких областей составляет несколько минут (десятки гиропериодов протонов). Напротив, антисимметричное распределение  $B_Y$ , связанное с формированием холловской токовой системой в процессе магнитного пересоединения наблюдалась на масштабах до  $\sim 12 R_E$  ( $R_E$  – радиус Земли) от ближней X-линии, но время жизни такой структуры – десятки секунд. Показано, что генерация данных распределений ширового поля в ТС хвоста обусловлена внутренней динамикой слоя, а не проникновением поля солнечного ветра в магнитосферный хвост.

### 2.35. Проецирование аврорального овала на внешнюю область кольцевого тока

Суммированы результаты исследований структуры поперечных и продольных токов. Показано, что кольцевой ток может быть разделен на две части – внутреннюю, локализованную на геоцентрических расстояниях от  $\sim 3$  до  $\sim 7R_E$  и внешнюю от  $7R_E$  до магнитопаузы в дневные часы и до  $\sim 10-13 R_E$  около полуночи. Внешняя часть кольцевого тока названа разрезным кольцевым током (cut ring current - CRC). В результате сжатия магнитосферы солнечным ветром CRC не сконцентрирован около экваториальной плоскости. Он размазан в дневные часы вдоль магнитной силовой линии. Рис. 2.35.1 показывает структуру CRC и его положение в магнитосфере. Обсуждены основные свойства CRC и его роль в генерации продольных токов. Предложен метод, позволяющий определить положение границы между кольцевым током и током хвоста, основанный на постоянстве давления вдоль линии тока в условиях магнитоэлектростатического равновесия. Уточнено положение проекции аврорального овала на экваториальную плоскость. Приведены аргументы в пользу проецирования аврорального овала не на плазменный слой, а на внешнюю часть кольцевого тока. Показано, что включение CRC в качестве части кольцевого тока позволяет восстановить подвергнувшуюся критике традиционную точку зрения, в соответствии с которой кольцевой ток вносит доминирующий вклад в Dst/SYM-вариацию.

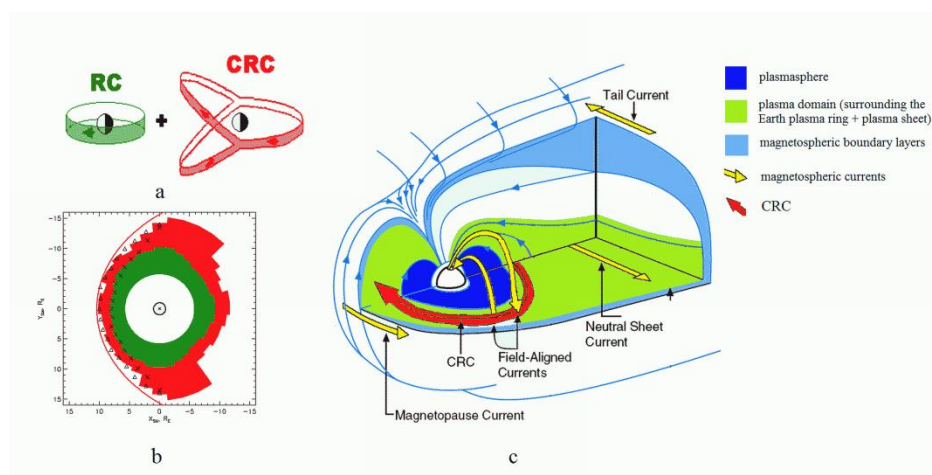


Рисунок 2.35.1. Структура токов в магнитосфере Земли, включая разрезной кольцевой ток [Antonova et al., 2017].

### 2.36. Искажение магнитного поля при локальном возрастании давления

Проведен анализ нелинейного возмущения поля диполя системой поперечных токов, возникающих при таком радиальном распределении давления, когда давление почти не зависит от радиального расстояния. Данное распределение давления наблюдалось в эксперименте. Путем нелинейного моделирования получены радиальные зависимости депрессии магнитного поля, плотности поперечного тока и объемов магнитных силовых трубок при различных значениях плазменного параметра. Показано, что при некоторых значениях плазменного параметра может измениться зависимость объема магнитной силовой трубки от радиального расстояния и появиться область отрицательного градиента объема. На Рис. 2.36.1. показан радиальный профиль рассчитанного объема магнитной силовой трубки. Результат имеет существенное

значение для решения вопроса о генерации токов зоны 1 Ииджимы и Потемры и поля утро-вечер в магнитосфере Земли.

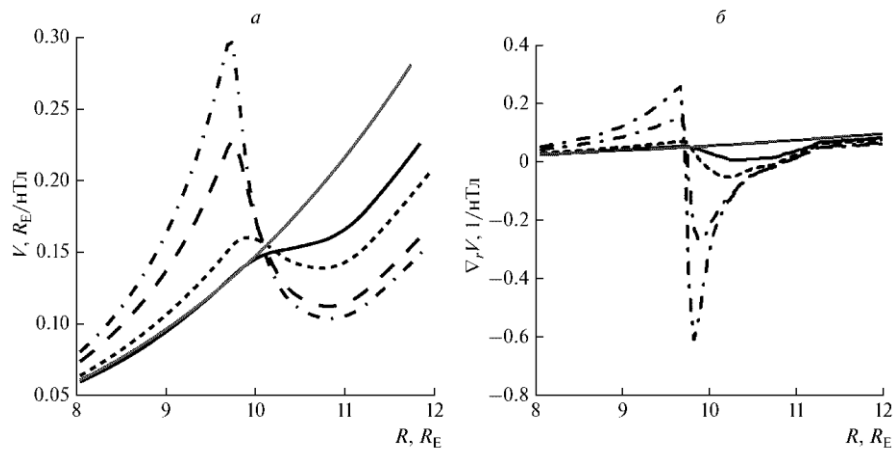


Рисунок 2.36.1. Зависимость объема магнитной силовой трубки (а) и градиента объема (б) от радиального расстояния при распределении давления с областью плато [Вовченко и Антонова, 2017]

Проведено моделирование искажения магнитного поля зафиксированным на спутнике АМРТЕ/ССЕ профилем давления, демонстрирующее хорошее соответствие с экспериментальным данным. На Рис. 2.36.2 показаны измеренные профиль давления и магнитного поля, а также результаты моделирования.

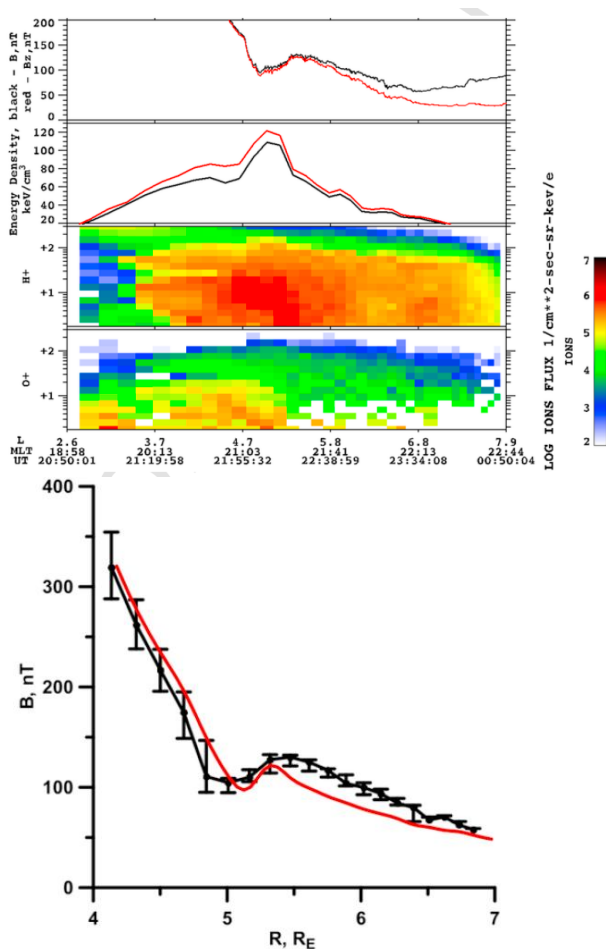


Рисунок 2.36.2. Результаты наблюдений ямы магнитного поля и горба давления на спутнике AMPTE/CSE (а) и результаты нелинейного моделирования (черное – экспериментально измеренное магнитное поле, красное – модель) искажения магнитного поля (б) [Vovchenko et al., 2017]

### **2.37. Анализ роли процессов в авроральном овале в ускорении электронов внешнего радиационного пояса**

Проводились работы по прояснению механизмов взаимосвязи процессов ускорения релятивистских электронов (часто называемых электронами-киллерами) с динамикой авроральных процессов. Было известно, что первоначально ускоряется затравочная популяция электронов во время суббурь в период бури. Активно обсуждаемый механизм ускорения электронов внешнего пояса электромагнитными волнами в различных частотных диапазонах столкнулся с существенными трудностями (длительное время ускорения при наблюдаемых амплитудах волн). Кроме того, отсутствует информация об искажении магнитного поля в области максимума пояса во время магнитной бури. Не было принято во внимание смещение аврорального овала на низкие широты во время бури, величина которого связана с мощностью бури ( $Dst/SYM-H$ ). Проведен анализ, демонстрирующий роль уярчения ближайшей к экватору дуги полярного сияния в начале взрывной фазы суббури в формировании затравочной популяции. Рассмотрены роль изменений бурового магнитного поля и турбулентных механизмов ускорения при развитии высокочастотных неустойчивостей в процесс ускорения затравочной популяции.

### **2.38. Взаимодействие волн и частиц на полярной границе аврорального овала: определение наиболее эффективных механизмов взаимодействия и их количественных характеристик**

1. Проведено исследование зависимости концентрации ионов  $H^+$  в плазмосфере от географической долготы. Для исследования использовалась обширная база данных измерений плотности холодной плазмы прибором Альфа-3 на спутнике ИНТЕРБОЛ-1. На основе этих измерений была получена зависимость концентрации ионов  $H^+$  в заполненной магнитной силовой трубке в плазмосфере в экваториальной плоскости в спокойных геомагнитных условиях в зависимости от географической долготы. Исследования проводились для двух сезонов, летнего и зимнего. Показано, что летом в околополуденном секторе минимум концентрации ионов  $H^+$  приходится на географические долготы  $270 - 315^\circ$ . Отношение концентраций ионов  $H^+$  на различных долготах может достигать фактора 3. Зимой в околополуденном секторе максимум концентрации ионов  $H^+$  приходится на долготы  $180 - 225^\circ$ , а отношение концентраций может достигать фактора 2.2.

2. Были рассмотрены вопросы оттока ионосферной плазмы в магнитосферу. В частности, было проанализировано такое явление, как полярный ветер, который наблюдается в полярной шапке. Изучение этого явления осложняется тем, что продольные скорости отдельных ионов малы, поэтому электрическое поле положительно заряженного спутника препятствует их измерению. Были проанализированы измерения, проводившиеся на спутнике Интербол-2 на высотах  $\sim 20000$  км, проведен их анализ и сравнение с результатами расчетов, полученными с использованием модели ГСМ ТИП. Сравнение с модельными расчетами показало, что

модель ГСМ ТИП хорошо описывает отток ионов  $H^+$  из ионосферы в магнитосферу в полярной шапке.

3. На примере геомагнитных возмущений 07 декабря 1996 г. проводится сравнение измерений тепловых и сверхтепловых ионов на спутнике Интербол-2 с результатами численного моделирования. Показано, что кинетические процессы на малых масштабах могут оказывать заметное влияние на крупномасштабные процессы в высоких широтах приводящие к нагреву и формированию потоков ионов, а также к образованию областей с повышенной плотностью плазмы. На основе проведенного анализа определены механизмы, которые должны быть включены в крупномасштабные модели ионосферы–магнитосферы для адекватного описания оттока ионов из ионосферы в магнитосферу.

4. В рамках МГД модели были найдены пространственные и временные характеристики токов, индуцируемых ионно- и электронно-акустическими солитонами в космической плазме. В частности, было показано, что солитоны могут осуществлять односторонний пространственный перенос заряженных частиц на значительное расстояние. Установлено, что токи, индуцированные солитонами, имеют вид однополярных импульсов. Показано, что среднее значение ионного тока, обусловленного движением ансамбля солитонов, по величине сопоставимо с током, создаваемым пучками ионов.

### **2.39. Исследование мелкомасштабных эффектов в высокоширотной ионосфере и определение их свойств**

1. В общем случае, широкополосная электростатическая турбулентность, наблюдаемая в высокоширотной ионосфере, является суперпозицией нелокальных волн ионно-акустического и ионно-циклотронного типа. При наличии сдвига продольной скорости ионов, ионно-акустические моды могут генерироваться неустойчивостью, к которой приводит неоднородное распределение плотности энергии волны. Настоящая работа посвящена исследованию возбуждения наклонных ионно-акустических волн в фоновых конфигурациях с неоднородными профилями электрического поля и продольной скорости ионов. Разработан численный алгоритм и проведено моделирование данной неустойчивости при различных параметрах фоновой плазмы. Показана принципиальная возможность генерации наклонных ионно-акустических волн градиентом продольной скорости ионов. При этом волновой спектр оказывается широкополосным, что соответствует спутниковым наблюдениям.

2. Топологические значения (фрактальная размерность и индекс связности), описывающие пространственную структуру холловской проводимости в авроральной ионосфере на ночной стороне, впервые получены в общем виде и сравниваются с фрактальными оценками, полученными в более ранних работах, с использованием известных эмпирических соотношений. Показано, что в перпендикулярном направлении по отношению к системе полярных дуг, можно наблюдать фрактальную структуру авроральных высыпаний в виде обобщенного канторова множества. Предложен метод построения обобщенного канторова множества, который согласуется с экспериментальными и теоретическими фрактальными оценками. Показано, что топологические параметры определяют структуру перколяционного кластера, когда в ионосфере текут токи, другими словами, существует остов перколяционного кластера.

3. Была рассмотрена плазменная неустойчивость, связанная с неоднородным распределением плотности энергии. Показано, что данная неустойчивость может приводить к возбуждению электростатических ионно-циклотронных и наклонных ионно-акустических волн, генерируемых на фоне неоднородностей в поперечном электрическом поле и в продольной скорости частиц плазмы. Рассмотренные физические механизмы генерации неустойчивостей в плазме могут служить возможными источниками широкополосной электростатической турбулентности в авроральной ионосфере.

4. Из спутниковых наблюдений известно, что электростатическая неустойчивость, возбуждаемая неоднородным распределением плотности энергии, к которому приводит сильно неоднородное поперечное электрическое поле (сдвиг скорости конвекции плазмы), иногда не развивается внутри нелинейных плазменных структур в авроральной ионосфере, несмотря на то что сдвиг скорости в них, согласно оценкам, достаточен для её возбуждения. В настоящей работе показано, что причиной подавления неустойчивости может быть несинфазное изменение электрического поля и продольного тока внутри таких структур. Таким образом, источники свободной энергии, необходимой для раскачки колебаний, могут действовать не в унисон, так что их совместный эффект оказывается близким к нулю.

5. Впервые, используя ракетные данные, полученные при изучении каспа, показано, что неустойчивость может возбуждать электростатические ионные циклотронные волны в широком диапазоне частот, что может привести к возникновению мелкомасштабной турбулентности. Неустойчивость, вызванная неоднородным распределением плотности энергии, может возникать как вторичный процесс на вихрях, созданные развитием неустойчивости Кельвина-Гельмогольца.

#### **2.40. Определение основных плазменно-волновых процессов в плазмосфере и верхней ионосфере Земли и методик их регистрации на борту КА**

1. Ионосфера Земли экранирует радиоизлучения от внешних источников на частотах ниже  $\sim 10$  МГц, что делает их недоступным для наземного наблюдателя. На Луне, которая не имеет регулярной ионосферы, таких ограничений нет и радиотелескоп, размещенный на лунной поверхности позволит решить широкий круг задач:

- получение данных о процессах во время «реионизации» водорода;
- изучение транзиентных источников радиоизлучения;
- мониторинг магнитной активности планет гигантов путем анализа мазерного излучения;
- мониторинг солнечного ветра путем анализа солнечных радиовсплесков III типа;
- исследования атмосферного электричества Венеры и Марса;
- глобальный мониторинг геомагнитной активности путем анализа аврорального километрового излучения.

В работе рассматриваются варианты развертывания радиотелескопа на поверхности Луны; сравнивается помеховая обстановка на видимой стороне, на обратной стороне и в приполюсных кратерах и делаются оценки необходимого обеспечения работы инструмента при его расположении на противоположной стороне Луны.

2. Малоразмерные спутники привлекают относительно небольшой стоимостью. Для сохранения этой привлекательности необходимо все элементы подготовки, запуска и полета постараться сделать не дорогими. В работе показано, что существует возможность построения группировки спутников, запущенных одной ракетой, для получения двумерной картины ионосферных параметров над нагревными стендами и

мощными НЧ передатчиками. Для реальных стендов делаются оценки параметров группировки и обсуждаются ограничения, вызванные неуправляемым полетом спутников.

3. Изучение нестационарной и неоднородной структуры ионосферы является не только важной фундаментальной задачей физики космической плазмы, но также необходимо для корректного использования спутниковых навигационных систем, для обеспечения устойчивой связи и навигации. В настоящем проекте предлагается использовать одновременно несколько унифицированных наноспутников, которые просты в изготовлении, что позволяет быстро и относительно дешево изготовить необходимое их количество, для исследования сложной мультимасштабной структуры ионосферы. Предполагается, что подобные спутники, способные обеспечить получение уникальных одновременных измерений в разнесенных точках околоземного пространства. Предлагаемый проект может быть использован для исследования ионосферных неоднородностей не только естественного происхождения, но и искусственной ионосферной турбулентности.

4. Рассмотрен опыт применения микро- и наноспутников для исследований нестационарной и неоднородной структуры ионосферы, а так же возможные научные задачи. Представлено два пилотных российских проекта для таких исследований. Первый проект включает группировку наноспутников из 5-7 КА, измеряющих электрическое и магнитное поле, плотность плазмы, с временным разрешением до 2 кГц, для определения неоднородностей среды с пространственным разрешением от нескольких км до сотен метров. Второй проект включает 2-4 микроспутника для исследования процессов образования и динамики структур полярных сияний и других явлений в авроральных областях ионосферы, в частности, для получения стереоскопических изображений полярных сияний. Обоснованы требования к параметрам малых КА и научной аппаратуры для обоих проектов.

5. Значительное время жизни распадающейся плазмы и широкий диапазон изменения ее концентраций позволяют проводить не только масштабное лабораторное моделирование ионосферных и магнитосферных явлений в приближении «безграничной» плазмы, но и плазменные испытания полноразмерных образцов бортовой аппаратуры космических аппаратов (КА) при концентрациях электронов, соответствующих ионосферным значениям. В качестве примеров использования стенда «Крот» для решения различных геофизических задач приводятся результаты по лабораторному моделированию динамики тепловых мелкомасштабных ионосферных неоднородностей, а также результаты плазменных испытаний уменьшенных и полноразмерных макетов бортовой аппаратуры КА «РЕЗОНАНС», «СТРАННИК» и «ЧИБИС-ТРАБАНТ».

#### **2.41. Определение роли УНЧ-волн в глобальной динамике ионосферно-магнитосферной плазмы**

1. Проведено исследование параметров полярных авроральных и геомагнитные пульсации в диапазоне частот 1-4 мГц ( $Pc5 = P_i3$ ) во время спокойных геомагнитных интервалов, предшествующих авроральным суббури и фоновых вариаций. Особое внимание уделяется суббурям, которые наблюдаются при параметрах межпланетного магнитного поля (ММП), характерного для спокойных дней. Спектральные параметры пульсаций, наблюдаемые в авроральном свечении, измерялись меридиональным сканирующим фотометром (Шпицберген) в полярной шапке и вблизи полярной границы



аврорального овала изучались и сравнивались для геомагнитных пульсаций, измеренных магнетометрами сети станций сетевой IMAGE в том же частотном диапазоне. Было найдено, что спектральная плотность мощности пульсаций  $Pc5 = P_i3$  (PSD) выше в течение предштормового интервала, чем в течение дней нетриггерированных суббурь и, что специфические вариации параметров пульсации («суббури» пред вестники) происходят в течение последних 2-4 часов до суббури.

2. Проведен статистический анализ случаев ночных пульсаций Pc3, наблюдаемых от средних до экваториальных широт в течение 2003 года. Мы обнаружили две группы ночных пульсаций Pc3. Pc3s первой группы на самом деле являются ночным аналогом пульсаций утренних Pc3 с большими азимутальными масштабами, медленно снижающимися до полуночи. Такие ночные проявления утренних волн Pc3 наблюдаются в периоды быстрого солнечного ветра ( $V > 500$  км / с). Второй тип - это локально генерируемые ночные пульсации Pc3. Их можно наблюдать при умеренных скоростях солнечного ветра. Максимальные частоты и амплитуды этих пульсаций регистрируются на средних геомагнитных широтах вблизи локальной магнитной полуночи. Вероятно, они связаны с авроральными активизациями или локальными суббурями.

3. Особенностью геомагнитных вариаций на средних / низких широтах в полосе ULF, чуть ниже основного тона резонанса Шумана, является появление многодиапазонной спектральной резонансной структуры, наблюдаемой высокочувствительными индукционными магнетометрами в ночное время. Такая спектральная структура обычно приписывалась ионосферному резонатору Альфвена (IAR) в верхней ионосфере. На удивление, несмотря на то, что наземные наблюдения IAR являются повсеместными, практически нет сообщений о сигнатурах IAR из космических миссий. Согласно новой парадигме, многозонная спектральная структура, возбуждаемая молниевым разрядом, фактически создается регулярной последовательностью исходного импульса от удара и эхо-импульсов, отраженных от верхней границы IAR. При взаимодействии начального импульса молнии с анизотропной нижней ионосферой он частично проникает в ионосферу, перемещается вверх по ионосфере как импульс Альфвена и отражается от верхней границы IAR. Наложение начального импульса и эхо-импульсов создает спектры с множественными спектральными пиками. Наше моделирование распространения импульсов Альфвеновского в системе с профилем высоты альфвеновской скорости, моделирующей реалистическую ионосферу, показало, что спектральные сигнатуры IAR должны проявляться только на земле и над IAR. Внутри IAR суперпозиция распространяющихся импульсов вверх и вниз создает более сложную спектральную структуру, и спектральные сигнатуры IAR ухудшаются. Мы использовали данные электрического поля с низкоорбитального микроспутника Chibis-M для поиска сигнатур IAR в ионосфере. Мы обнаружили доказательства того, что многозонная структура, обнаруженная спектральным анализом в интересующем частотном диапазоне, действительно является результатом последовательности импульсов, генерируемых молнией. Согласно предложенной концепции, представляется возможным понять, почему сигнатуры IAR менее очевидны в ионосфере, чем на земле.

4. Волновой индекс ULF, характеризующий уровень геомагнитной изменчивости в частотный диапазон 1- 4 мГц, был предложен для космической физики и геофизики сообщества. Этот глобальный волновой индекс создается из всех доступных массивов магнетометров и изолированных станций в северном полушарии. Аналогичный волновой индекс ULF рассчитывается с использованием данных магнетометра с

геостационарных (GOES) и межпланетных (Wind, ACE) спутников. В этом обзоре мы демонстрируем, что широкий спектр исследований космической физики, таких как связь солнечного ветра и ионосферы, перенос энергии волн, физика суббури, релятивистская энергия электронов, формирование кольцевого тока, электродинамика ионосферы и магнитосферы, поиск электромагнитных прекурсоров землетрясения и т. д., выиграл от введения временного волнового индекса УНЧ. Обсуждаются возможные пути продвижения и развития индекса ULF. Постоянно обновляемая база данных ULF-индекса свободно доступна через веб-сайт [ulf.gcras.ru](http://ulf.gcras.ru) для всех заинтересованных исследователей для дальнейшей валидации и статистических исследований.

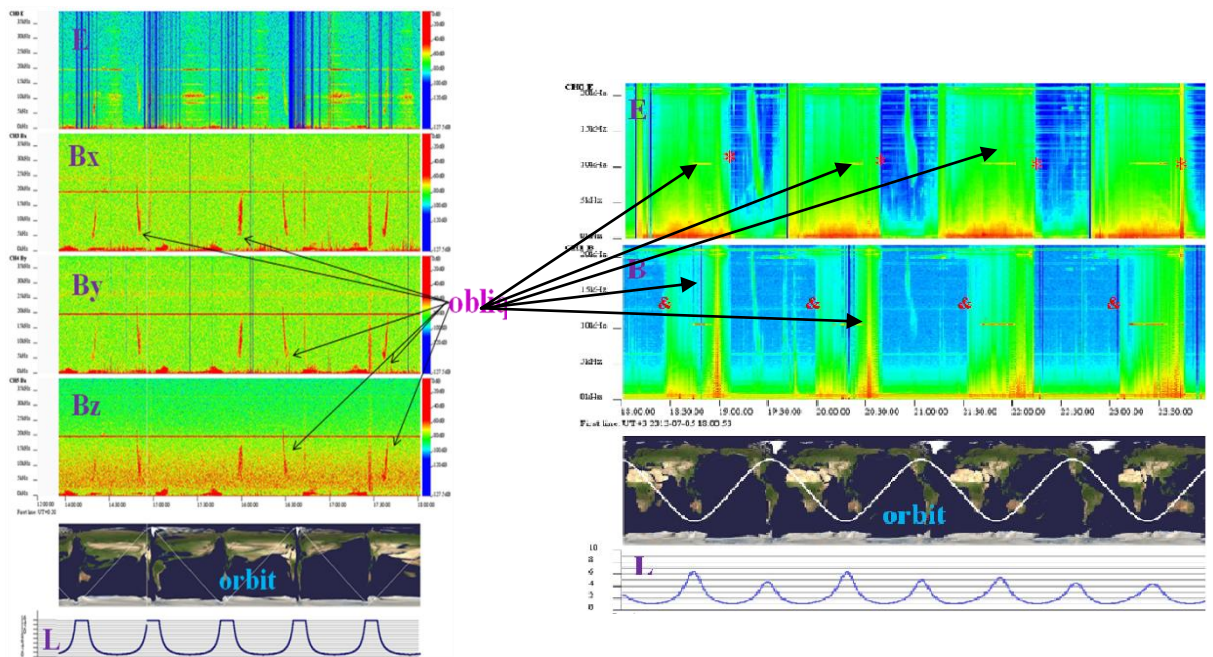
5. Аналоговая схема для магнитосферно-ионосферных токовых систем имеет две крайности: ионосферные электрические поля/напряжения постоянны при изменении тока/проводимости - «генератор напряжения» - и постоянная тока при изменении электрического поля/проводимости - «генератор тока». Статистические исследования измерений наземных магнитометров, связанные с временными переходными высокоширотными токовыми системами (THLCS), не согласуются с этой парадигмой: некоторые исследования связывают THCS с генераторами напряжения, другие с токовыми генераторами. Мы утверждаем, что большая часть этого противоречия возникает из двух предположений, используемых для интерпретации наблюдений на наземных магнитометрах: (1) измерения, выполненные в фиксированном положении относительно тока, и (2) пренебрежимо малый вклад авроральных высыпаний в ионосферную проводимость. Мы используем наблюдения и моделирование, чтобы проиллюстрировать, как эти два предположения существенно меняют ожидания для магнитных возмущений, связанных либо с токовым, либо с генератором напряжения. Наши результаты показывают, что для корректной интерпретации наземных наблюдений сети магнитометров THLCS в контексте генераторов тока и напряжения необходимо учитывать расположение наземной магнитометрической станции относительно ограниченного тока THLCS и расположение любых повышений проводимости авроральной зоны.

#### **2.42. Методика определения электромагнитных параметров среднеширотной и приэкваториальной ионосферы в спокойных и возмущённых геомагнитных условиях. Корреляционные связи различных видов солнечной активности и электромагнитных и плазменных параметров в окрестности МКС**

Работа проводилась с использованием базы мониторинжных данных (БМД) об интегральной мощности флуктуаций магнитного поля  $B$ , электрического поля  $E$  и плотности тока  $J$  по данным:

- научной аппаратуры ПВК (плазменно-волновой комплекс) эксперимента «Обстановка (1 этап)» на Российском сегменте МКС (РС МКС) <http://elteflash.elte.hu/obstanovka/sas/monitor/> ;

- магнитно-волнового комплекса МВК микроспутника «Чибис-М» космического эксперимента «Микроспутник» на РС МКС.



Рэлек/Вернов 2014-12-03,  
начало 13:55:14 UT

РС МКС "Обстановка (1 этап)", 2013-07-05,  
начало 18:00-24:00 (UT+3). &- вход МКС в  
тень Земли, \*- выход МКС из тени Земли

Рисунок 2.42.1.

В среднеширотных и субавроральных областях в эксперименте «Обстановка (1 этап)» и спутнике Рэлек/Вернов исследованы плазменно-волновые структуры, названные *oblique* (наклонные) и характеризующиеся частотно – временным (пространственным) изменением. Анализ синхронных измерений большого спектра магнитосферных электронов, проведенных на спутнике Рэлек/Вернов позволит провести изучение процессов взаимодействия волна-частица.

Научно-методические результаты, полученные в ходе реализации КЭ «Обстановка (1 этап)», используются и совершенствуются при подготовке нового КЭ «Обстановка (2 этап)» в рамках «Долгосрочной программы научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на МКС до 2024».

### 2.43. Крупномасштабные неоднородности плотности плазмы в F-области зимней полярной ионосферы по данным спутниковых измерений и моделирования

Исследовано формирование крупномасштабных неоднородностей электронной концентрации ( $N_e$ ) в F-области полярной ионосферы при различных гелиогеофизических условиях. Непосредственные измерения  $N_e$  в верхней ионосфере выше максимума F слоя осуществляются низколетящими спутниками с полярной орбитой. В настоящее время – это группировка спутников Swarm Европейского космического агентства. Спутники предназначены в первую очередь для картографирования магнитного поля Земли. Кроме магнитометров на спутниках также установлена аппаратура для измерения параметров плазмы. Эти данные использовались для исследования структуры высокоширотной ионосферы. Были проанализированы измерения вдоль траекторий высокоширотной области северного полушария в зимних условиях трех спутников Swarm с целью получения двумерных распределений  $N_e$  в полярной шапке. Для интерпретации полученных результатов привлечены картины конвекции по данным радаров SuperDARN, измерения скорости дрейфа ионосферной плазмы по данным спутников DMSP и результаты моделирования. Показано, что

основной структурой, наблюдаемой спутниками Swarm, является язык ионизации (ЯИ). В зимних условиях сигнатура ЯИ статистически выделяется при любых условиях, но наибольшие концентрации наблюдаются в вечерние часы UT (рис. 2.43.1). Смещение языка на утреннюю или вечернюю сторону определяется азимутальной компоненты ММП (рис. 2.43.2). Наблюдения и численное моделирование распределения Ne подтверждают существенную роль электрического поля магнитосферной конвекции в формировании крупномасштабных неоднородностей полярной ионосферы. Модель воспроизводит основные крупномасштабные ионосферные неоднородности в F слое на высотах 130-650 км и позволяет проследить их эволюцию при изменении ММП и солнечного зенитного угла. В ионосферном блоке рассчитывается высотное распределение Ne в трубке, конвектирующей под действием электрических полей от начальной точки, которая определяется при расчете траектории конвекции по времени назад.

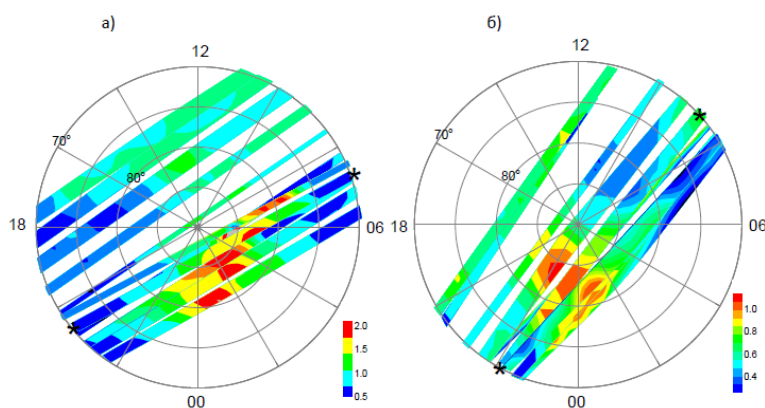


Рисунок 2.43.1. Распределение Ne (в  $10^5 \text{ см}^{-3}$ ) вдоль траекторий при UT= 18-19  $B_y > 0$  (а) и  $B_y < 0$  (б) в области  $MLat > 70^\circ$ .

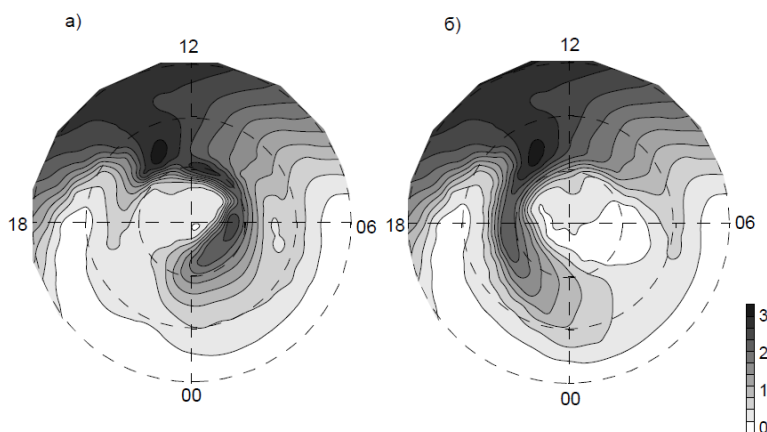


Рисунок 2.43.2. Модельные карты изолиний  $Ne \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$  при  $B_z = 0$  и  $B_y = +5 \text{ нТл}$  (а) и  $B_y = -5 \text{ нТл}$  (б) в области  $MLat > 60^\circ$  на высоте 500 км. Другие входные параметры модели: скорость солнечного ветра 350 км/с, день года 20, индекс  $Kp = 0$ , индекс  $F_{10.7} = 150$ , UT = 18.

#### 2.44. Развитие новых математических методов частотно-временных преобразований для анализа геомагнитных пульсаций

Рассмотрены возможности использования метода чирплет-преобразования (СТ – Chirplet transform, от английского слова «chirp» - «щебетание») для анализа сигналов с

линейной частотной модуляцией. Для анализа сигналов с нелинейной частотной модуляцией предложено варблет-преобразование (от английского слова «warble» - «трель»). Так как для геомагнитных пульсаций сложно делать предположения о характере изменения мгновенной частоты, для анализа было использовано специальное «обобщенное варблет-преобразование» (generalized Warble transform - GWT), разработанное для колебаний, как с периодическим, так и с непериодическим изменением мгновенной частоты. Разработанные алгоритмы и программы вычисления GWT были применены для исследования пульсаций Pc5 во время магнитной бури 29-30 мая 2003 г. Впервые выявлены временные вариации мгновенной частоты пульсаций.

#### **2.45. Разработка методов локальных наблюдений эмиссий авроральных структур с разных ракурсов с разных орбит и поверхности Земли как части технологии глобальной и локальной диагностики состояния полярной ионосферы в разных секторах MLT**

Продолжена (субсидии тема Плазма) разработка методики диагностики и изображающей аппаратуры (без финансирования), нацеленной на измерения распределений интенсивности авроральных эмиссий (прибор Летиция для КА Зонд и прибор Авровизор-ВИС/МП для КА Метеор-МП). Были использованы новые блоки ПО Вектор-М, разработанные в Томском Государственном Университете, для трассирования (вдоль магнитной силовой линии) от центра масс КА до высот конкретных авроральных эмиссий, а также для ситуационного анализа модельных орбит КА Метеор-МП и КА Зонд. Показана возможность использования методов реконструкции локальных 3D-распределений интенсивности эмиссий, а следовательно и 3D распределений электронной концентрации в максимуме E-области ионосферы, в ее конкретных секторах MLT над конкретными точками на Земле (например над зоной работы радиолокационной аппаратуры и навигационных систем) с пространственным разрешением  $\sim 1,5 \times 1,5$  км.

### **3. КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА**

Руководитель чл.-корр. А.А. Петрукович

#### **3.1. Анализ возможных различий в генерации магнитных бурь, вызванных различными крупномасштабными типами течений солнечного ветра**

В данной работе мы исследуем возможные различия в генерации магнитных бурь, вызванных различными крупномасштабными типами течений солнечного ветра (СВ): CIR, Sheath и ICME (включая MC и Ejecta). Недавно нами было показано, что если использовать модификации формулы Бартонна и др. (1975) для связи межпланетных условий с Dst и Dst\*-индексами, то эффективность генерации бурь типами Sheath и CIR на ~50% выше, чем генерация ICME. В литературе существует множество различных функций связи (FC) между различными межпланетными параметрами и состоянием магнитосферы, однако они не исследовались для различных типов течений СВ. В этой работе мы исследуем эффективность генерации главной фазы бури для различных потоков СВ при использовании 12 различных FC на основе данных OMNI для периода 1976–2000гг. Полученные результаты показывают, что для большей части FC тип Sheath имеет самую высокую эффективность, а MC имеет самую низкую эффективность в соответствии с нашими предыдущими результатами.

Достоверность полученных данных и возможные причины расхождений для различных FC и различных типов СВ требуют дальнейших исследований.

### **3.2. Исследование стандартных (F) и интегральных (F\*) функций распределения |Dst| индекса для магнитных бурь, генерированных разными типами солнечного ветра**

Показано, что стандартные и интегральные функции распределения |Dst| индекса при отсутствии селекции по типам солнечного ветра имеют степенные хвосты с показателями  $\gamma$  (F)  $\sim -4.4 \pm 0.5$  and  $\gamma$  (F\*)  $\sim -3.4 \pm 0.3$ , которые могут быть использованы для оценки вероятности появления экстремальных бурь. Получено также, что распределение для магнитных облаков более пологое, чем для других межпланетных драйверов, и вероятность генерации экстремальных бурь более высокая для быстрых магнитных облаков, образующих перед собой области сжатия (Sheath), особенно для последовательности таких облаков, взаимодействующих друг с другом.

### **3.3. Влияние геомагнитной активности и земной погоды на частоту сердечных сокращений и артериальное давление молодых здоровых людей**

Используя алгоритм дифференциальной эволюции, в работе доказывается существование магнитобиотропных областей в пространстве земной погоды, в которых проявляется магниточувствительность систолического, диастолического артериального давления и частоты сердечных сокращений – всего три области. При этом достоверность максимального значения коэффициента корреляции по результатам измерений, приходящихся на дни с погодными условиями, попадающими в каждую из трех магнитобиотропных областей, составляет 0.006, что почти в 10(!) раз меньше принятого в медицинских исследованиях порога confidence, равного 0.05.

### **3.4. Влияние космической и земной погоды на показатели жесткости артерий и функцию эндотелия человека**

Впервые показано, что степень влияния геомагнитной активности (ГМА) на сосудистый тонус здоровых людей зависит от состояния земной погоды. Наиболее чувствительной к воздействию космической погоды оказалась скорость распространения пульсовой волны (СРПВ), характеризующая жесткость артерий. Линейная корреляция между K-индексом ГМА и СРПВ составляет  $-0.44$  ( $p = 0.0003$ ), причем эта взаимосвязь проявляется исключительно при определенных параметрах земной погоды. Дисфункции эндотелия и реакция частоты пульса на вариации геомагнитной активности указывают на возможное участие монооксида азота NO в процессе «подстройки» организма к вариациям геомагнитного поля

### **3.5. Магнитная буря в лабораторных условиях: рандомизированный эксперимент**

Впервые в мире произведена проверка медицинских эффектов воздействия геомагнитной бури с помощью лабораторной установки «Фарадей», симулирующей магнитное возмущение. На здоровых молодых добровольцах с соблюдением всех норм медицинского эксперимента показаны: замедление скорости капиллярного кровотока и снижение частоты сердечных сокращений. Данный результат подтверждает наблюдения в естественных условиях, однако режим контролируемого эксперимента позволяет увеличить достоверность результатов и проводить исследования постоянно.

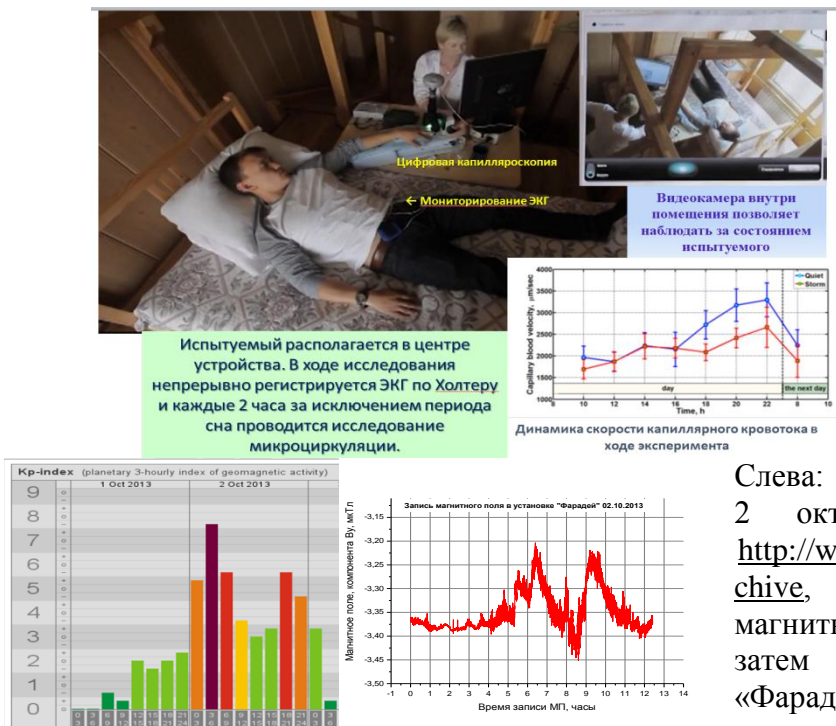


Рисунок 3.5.1.

Слева: Кр индексы магнитной бури от 2 октября 2013 г. на сайте [http://www.theusner.eu/terra/aurora/kp\\_archive](http://www.theusner.eu/terra/aurora/kp_archive), справа компонента Ву магнитной бури зарегистрированной и затем воспроизведенной в установке «Фарадей».

### 3.6. Палеомагнитные поля Марса и их взаимодействие с солнечным ветром

Обсуждаются результаты и гипотезы, высказанные после ранних измерений магнитных полей и плазмы у Марса, и приводятся результаты собственных исследований авторов палеомагнитных полей Марса по данным американского аппарата Mars Global Surveyor. Авторы получили структуру и распределение мини-магнитосфер, образующихся палеомагнитными полями планеты, показано формирование каспов этими мини-магнитосферами и проникновение солнечного ветра в них, вызывающее свечение атмосферы, впоследствии подтвержденное данными европейского аппарата Марс–Экспресс, оценен магнитный поток, создаваемый палеомагнитными полями, из южного полушария в северный, формирующий эффективный диполь, расширяющий область обтекания планеты солнечным ветром и вносящий вклад в формирование хвоста магнитосферы.

### 3.7. Десинхронизация биологических ритмов как отклик на воздействие факторов внешней среды

Обсуждаются результаты исследований авторов и специалистов различных стран, принесшие убедительную аргументацию гипотезе, высказанной авторами в 90-х годах прошлого столетия и особенно актуальной в связи с открытием генетического механизма циркадианной ритмики, награжденной Нобелевской премией в 2017г. Ведущим ритмом биологических объектов считался циркадианный ритм, сформировавшийся под воздействием ритма освещенности и температуры, имеющий суточную периодичность из-за собственного вращения Земли. Авторы предложили и исследовали роль магнитного фактора гелио-геомагнитной активности, открытого в результате космических исследований, который потенциально участвовал в процессе формирования эндогенной структуры биологических объектов. Он охватывают практически весь спектр периодов биологических ритмов, и может быть временными датчиками при их формировании и динамике.

### **3.8. Хроночувствительность к антигипертензивным препаратам и их время-зависимые эффекты при артериальной гипертонии**

В содержание монографии входят малоизвестные данные о хроночувствительности и время-зависимых эффектах фармакологических препаратов, как ранее известных, так и новых, используемых в кардиологии, терапии, ревматологии с контролем современной клинико-инструментальной информации в рандомизированных группах больных артериальной гипертонией. В работе были установлены циркадианные ритмы хроночувствительности и время-зависимости к выбранным препаратам. Результаты исследований могут быть использованы в космической медицине при «мягкой» гипертонии у космонавтов.

### **3.9. Циркадианная организация гемокоагуляции в норме и при сердечно-сосудистой патологии**

Монография посвящена мало изученным аспектам временной организации гемостаза у здоровых лиц и больных с сердечно-сосудистой патологией: ишемической болезнью сердца (ИБС), стенокардией, острым коронарным синдромом, острым инфарктом миокарда, ревматизмом разной степени активности. У здоровых лиц установлен двухфазный профиль процесса гемокоагуляции в виде тенденции к гиперкоагуляции днём и к гипокоагуляции ночью. У больных определяется инверсия циркадианного профиля параметров гемокоагуляции в виде гиперкоагуляции с утренних часов вплоть до ночных с максимум в ночные часы, что является угрозой тромбообразования или кровоизлияний.. В этой ситуации наиболее эффективна терапия гепарином круглосуточно. Для космической медицины чрезвычайно важно исследование циркадной организации гемокоагуляции у космонавтов. Эти исследования должны проводиться при подготовке к космическим экспедициям.

### **3.10. Увеличение задержки реакции на звуковой сигнал у пользователей мобильной связью**

С помощью компьютерной программы «Метроном» проведено исследование воспроизведения заданного ритма звукового сигнала с разными интервалами его подачи В эксперименте участвовали 23 учащихся 10-летнего возраста Лицея № 17 г.о. Химки и 32 студента в возрасте 17-22 лет из Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Вычислялось среднее время реакции ( $T_{cp}$ ) и уровень нестабильности выполнения теста (S) отдельно при звуковом сопровождении ритма и при отсутствии задающего ритма (после отключения звукового сигнала).

Установлено, что хуже всего респондентами в обеих группах воспроизводится ритм 750 мс, а успешнее выполняются для ритма 1500 мс (медленный ритм). Полученные результаты указывают на то, что использование мобильной связи может существенным образом изменить показатели воспроизведения заданных ритмов в сторону увеличения реакции на звуковой сигнал.

### **3.11. Мобильная связь и здоровье детей: проблемы третьего тысячелетия**

В обзоре рассмотрена проблема влияния электромагнитных полей (ЭМП) радиочастотного (РЧ) диапазона мобильной связи на здоровье детей и подростков в рамках эпидемиологических и экспериментальных исследований. Представлены данные о распределении поглощенной энергии ЭМП РЧ в голове ребенка во время



разговора по мобильному телефону. Обсуждены оригинальные данные о нарушениях психофизиологических функций у детей-пользователей мобильными телефонами. Рассмотрена опасность развития отдаленных последствий, прежде всего опухолей головного мозга. Показано, что дети находятся в группе риска. Дана оценка опасности для здоровья детей. В связи с этим предлагается разработать специальные нормативы для ЭМП мобильной связи.

### **3.12. Влияние низкоинтенсивных электромагнитных полей на антенатальный период развития**

Проанализированы научные работы по изучению влияния низкоинтенсивных электромагнитных полей природного (космофизические факторы) и техногенного (излучение мобильных телефонов) происхождения на развитие организма человека и животных в антенатальный (внутриутробный) период, включая этапы формирования половых клеток, зачатия, беременности и родов. Анализ данных различных исследователей выявил их противоречивость, однако в целом они указывают на то, что низкоинтенсивные электромагнитные поля – как природные (космофизические факторы), так и техногенные (излучение мобильных телефонов) – могут влиять на антенатальное развитие организма.

## **4. ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕЛИОСФЕРЫ**

д.ф.-м.н. Измоденов В.В.

### **4.1. Распределение межзвездных нейтралов в межпланетном пространстве: вторичный межзвездный нейтральный кислород в гелиосфере: кинетическое моделирование и сравнение с данными КА IBEX**

В 2015 г. были представлены первые количественные данные измерений потоков межзвездных атомов кислорода на КА IBEX (Park et al., ApJS, 2015). Качественный анализ этих данных показывает, что наряду с первичными межзвездными атомами кислорода была также измерена вторичная компонента, которая образуется в окрестности гелиопаузы из-за перезарядки межзвездных ионов кислорода с атомами водорода. В ходе нашей работы было проведено численное моделирование потоков нейтрального кислорода и неона на орбите Земли на основе новой трехмерной модели взаимодействия солнечного ветра с локальной межзвездной средой (Izmodenov & Alexashov, ApJS, 2015). Мы изучили распределение межзвездных атомов кислорода в гелиосфере при помощи разработанной нами модели, которая учитывает фильтрацию первичного и рождение вторичного межзвездного кислорода в области взаимодействия солнечного ветра с локальной межзвездной средой. Такая модель позволила нам провести количественное сравнение результатов моделирования с реальными данными, полученными на КА IBEX.

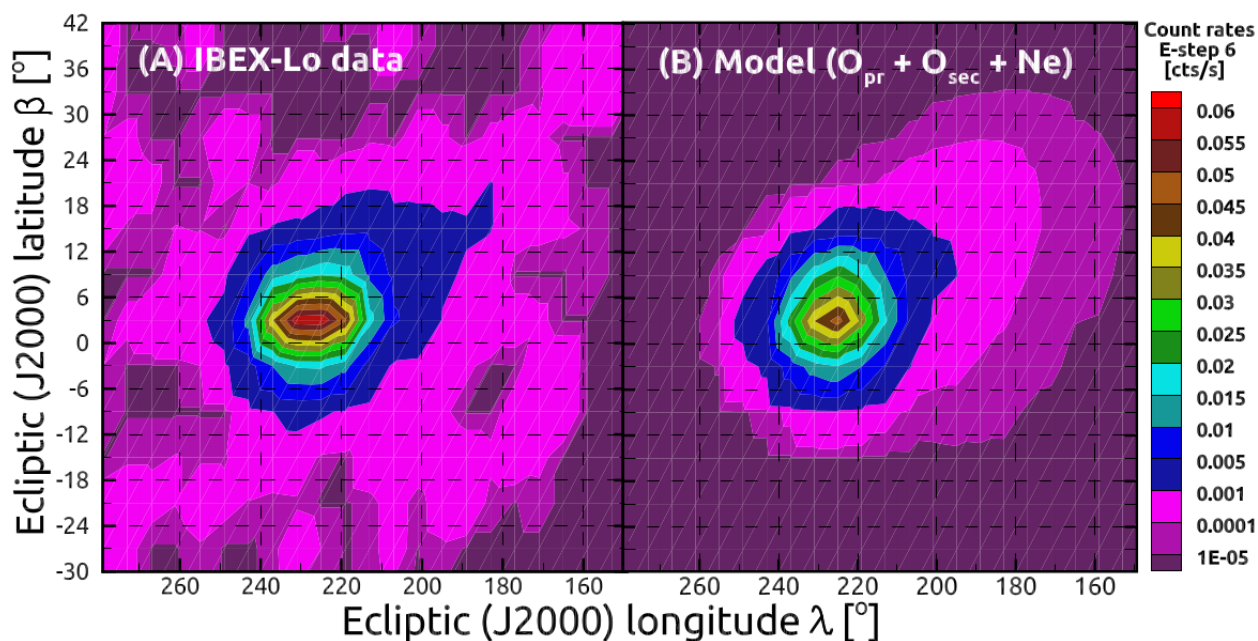


Рисунок 4.1.1. На рисунке (A) представлена карта потоков атомов кислорода и неона в эклиптических координатах по данным сенсора IBEX-Lo, а рисунок (B) представляет собой результат соответствующего численного моделирования. На обеих картах мы видим похожую структуру: от основного потока, приведенного на рисунках красным, в сторону меньших долгот и больших широт уходит так называемый “хвост”.

Результаты наших расчетов показывают, что основной поток связан с первичными атомами кислорода и неона, а “хвост”, в свою очередь, представляет собой потоки вторичной компоненты атомов кислорода. Таким образом, результаты нашего моделирования подтверждают предположение, сделанное в работе (Park et al., ApJS, 2015), о том, что “хвост” ассоциирован с влиянием вторичных межзвездных атомов кислорода.

#### 4.2. Исследование распределения межзвездных атомов водорода на границе гелиосферы с помощью анализа данных аппарата Вояджер-1

В данной работе нами впервые рассмотрены данные, полученные космическим аппаратом Вояджер-1 (прибор UVS) на расстоянии 90-130 а.е. от Солнца. Прибор UVS измеряет интенсивность Лайман-альфа излучения. Основная компонента измеряемого излучения имеет гелиосферное происхождение, а именно образуется за счет рассеяния солнечных Лайман-альфа фотонов на межзвездных атомах водорода. Измерения потоков космических лучей на Вояджере-1 показывают, что гелиопауза (граница между плазмой солнечного ветра и межзвездной среды) находится на расстоянии 122 а.е. от Солнца. Таким образом, в рассмотренный период измерений Вояджер-1 находился вблизи границы гелиосферы, поэтому анализ полученных данных позволяет исследовать распределение межзвездного водорода в этой области. Сравнение результатов численного моделирования (см. рис. 4.2.1A) с данными наблюдений показывает, что общепринятые модели гелиосферы предсказывают существенно меньшую интенсивность, чем это наблюдается в данных, причем это разногласие не зависит от выбранных параметров (концентрации протонов и атомов) в межзвездной среде. Однако, если предположить существование дополнительной внегелиосферной компоненты Лайман-альфа излучения, то это позволяет добиться качественного совпадения с данными (рис. 4.2.1B). Параметрическое исследование показало, что внегелиосферная компонента излучения составляет 35 рэлей.

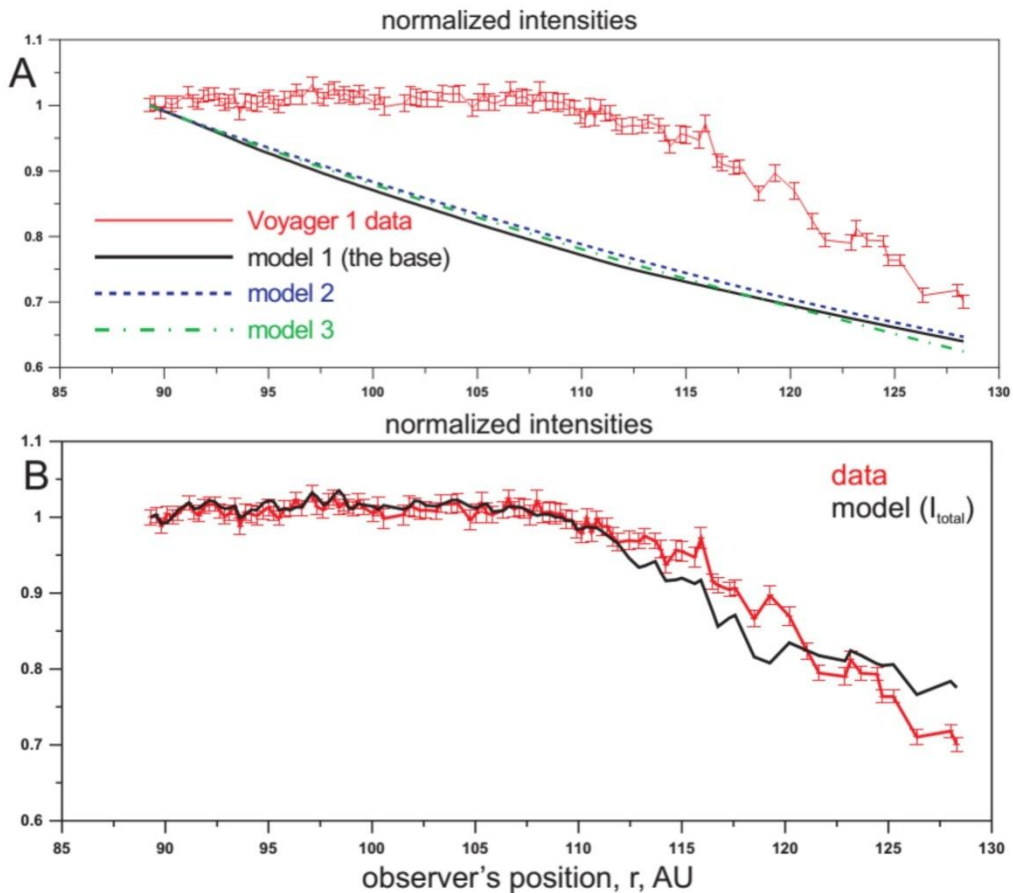


Рисунок 4.2.1. Сравнение нормированной интенсивности Лайман-альфа излучения в зависимости от расстояния от Солнца между данными Вояджера-1 и численными моделями. А. Расчеты для трех моделей с различными параметрами межзвездной среды. В. Результаты модели с добавленной компонентой внегелиосферного излучения.

#### 4.3. Анализ изгибных колебаний в расширяющихся корональных петлях

Рассмотрены изгибные колебания корональных магнитных петель. В приближении тонкой трубки выведено уравнение описывающее эти колебания с учётом изменения радиуса трубки и плотности плазмы вдоль трубки и во времени, а также в присутствии течения. Это уравнения является основой для исследования различных задач связанных с колебаниями корональных магнитных петель. В качестве первого приложения рассмотрены изгибные колебания охлаждающихся корональных петель.

#### 4.4. Модель возбуждения изгибных колебаний в магнитной трубке

В работе рассмотрена нелинейная генерация стоячих желобковых колебаний изгибным колебанием. Показано, что генерируется первая желобковая мода и её амплитуда пропорциональна квадрату амплитуды изгибной моды. В отличие от распространяющихся волн в случае стоячих волн линейного роста амплитуды волны со временем не происходит.

Также рассмотрена неустойчивость Рэля-Тейлора магнитного разрыва в сжимаемой плазме со сдвигом магнитного поля. Показано, что неустойчивы только возмущения с волновым числом меньше некоторого критического значения которое не зависит от степени сжимаемости плазмы. Сжимаемость приводит к уменьшению инкремента

неустойчивости, однако этот эффект является существенным только когда плазма бета много меньше единицы.

## **5. ИССЛЕДОВАНИЯ ЗВЕЗД**

Руководитель д.ф.-м.н. Бисноватый-Коган Г.С.

### **5.1. Исследование Магнито-Дифференциально-Вращательной неустойчивости при магниторотационном взрыве сверхновой с коллапсирующим ядром. Развитие трехмерной методики расчета.**

Для исследования магниторотационных астрофизических процессов нами применяется специально разработанная (совместно с Н.В.Арделяном, ВМиК МГУ) методика, основанная на полностью консервативной операторно-разностной схеме в Лагранжевых переменных на треугольной сетке переменной структуры. Была исследована Магнито-Дифференциально-Вращательная Неустойчивость (МДВН), возникающая при развитии магниторотационного взрыва коллапсирующей сверхновой. Показано, что МДВН развивается в тех частях расчетной области, где тороидальная магнитная энергия больше чем полоидальная магнитная энергия. Полученная в наших расчетах МДРН аналогична неустойчивости Тейлора, но в нашем случае принципиальную роль играет дифференциальное вращение. Получены ограничения на развитие МДРН. Показано, что в случае, когда начальное полоидальное магнитное поле очень сильное ( $\sim 10(12)$  Гс) развития МДРН не происходит. Было продолжено развитие используемой нами методики на трехмерный случай. Построены основные операторы ( $\text{grad}$ ,  $\text{div}$ ,  $\text{rot}$ ) для сетки, состоящей из тетраэдров. Основное преимущество трехмерных расчетов магниторотационного взрыва и развивающейся при этом МДРН относительно двумерного подхода состоит в том, что в трехмерном случае есть возможность промоделировать наклонный ротатор. Был проведен анализ имеющихся численных моделей на основе метода Монте-Карло подхода для расчетов переноса нейтрино в среде.

### **5.2. Расчет кинетических коэффициентов для вырожденных электронов в замагниченной нейтронной звезде на основе решения уравнения Больцмана. Расчет движения замагниченных нейтронных звезд сквозь неоднородную межзвездную среду.**

Наблюдения теплового излучения от нейтронных звезд могут предоставить не только информацию о физических свойствах, таких как величина магнитного поля, температура и химический состав внешних областей звезды, но и информацию о свойствах более плотного вещества внутри звезды. Магнитное поле ограничивает движение электронов в направлении, перпендикулярном к силовым линиям и, поскольку электроны являются основными переносчиками тепла, теплопроводность в этих направлениях подавляется, а вдоль силовых линий остается неизменной. Таким образом, анизотропное распределение температуры возникает в областях с низкой плотностью и в области с промежуточной плотностью (твердая кора). В случае очень сильных магнитных полей, эта анизотропия может присутствовать и в малоизученных внутренних областях нейтронной звезды. Для расчета кинетических коэффициентов в нейтронной звезде необходимо знать транспортные свойства плотной материи, где электроны являются вырожденными и образуют почти идеальный ферми-газ, а ионы

не вырождены и могут образовывать кулоновскую жидкость или кулоновский кристалл.

Решено уравнение Больцмана методом Чепмена-Энскога для электронов в произвольно вырожденной плазме. Получен тензор теплопроводности с учетом электрон-электронных (e-e) столкновений для слабого вырождения. Для сильно вырожденных электронов (e-e) столкновения не важны, поэтому вычисления коэффициентов теплопроводности в магнитном поле сделаны в приближении Лоренца. Наши результаты показывают, что в строгом кинетическом подходе магнитное поле существенно сильнее ослабляет поперечный тепловой поток по сравнению с использованным предыдущими авторами, в тех случаях, когда вырождение не является экстремальным.

С помощью численного МГД моделирования исследована задача о сверхзвуковом движении нейтронной звезды с магнитным полем сквозь неоднородную среду. Изучено взаимодействие магнитосферы звезды с веществом и влияние плотности и температуры межзвездной среды на форму хвоста магнитосферы. Получена картина течения вещества для разных параметров магнитного поля звезды, скорости движения звезды, плотности и температуры межзвездной среды. Сделано предположение, что механизм изменения формы хвоста магнитосферы нейтронной звезды сходен с механизмом изменения формы хвостов пульсарных туманностей. Результаты моделирования сравнены с существующими наблюдениями пульсаров PSR J1509-5850 и PSR J1747-2958.

### **5.3. Движение фотонов и тел со спином в гравитационном поле релятивистских объектов**

Было исследовано формирование тени черной дыры в пространстве-времени Шварцшильда-де Ситтера, которое описывает черную дыру, находящуюся во вселенной с космологической постоянной и без материи. С использованием уравнений движения фотонов для метрики и координат в статической форме был вычислен угловой размер тени для статического наблюдателя. Были найдены формулы для преобразования метрики к виду, описывающему космологическое расширение, и с их помощью была найдена скорость движения наблюдателя, сопутствующего космологическому расширению. С помощью формулы для абберации, был получен угловой размер тени, наблюдаемый сопутствующим наблюдателем.

### **5.4. Построение нестационарных моделей излучения аккрецирующих космических объектов в различных диапазонах электромагнитного спектра**

Построена модель формирования временной задержки между максимумом излучения в различных диапазонах (рентген и оптика) при транзиентных вспышках излучения в тесных двойных системах. Модель, объясняющая задержку рентгеновского максимума относительно оптики, основана на рассмотрении модели нестационарного аккреционного диска. Получена аналитическая формула для времени задержки, которая показывает хорошее согласие с наблюдениями.

### **5.5. Наблюдение гамма-всплесков и родительских галактик в оптическом и диапазоне. Построение и моделирование кривых блеска гамма-всплесков в фазе послесвечения и кривых блеска сверхновых, ассоциированных с гамма-всплесками.**

Проводилась оперативная фотометрическая обработка оптических данных наблюдений гамма-всплесков и поиск оптического компонента других транзиентных явлений (в том числе источников всплесков гравитационного излучения LIGO-Virgo), полученных сетью обсерваторий стран СНГ. Построены области покрытия этими наблюдениями небесной сферы для источников с грубой локализацией (хуже 1 градуса). Обнаружены родительские галактики GRB160629A, GRB160625A. Подтверждена сверхновая SN 2017htr, ассоциированная с GRB171010A. Сделана аппроксимация кривой блеска GRB 030329A в фазе послесвечения и выделены её различные компоненты (послесвечение, сверхновая и родительская галактика). Построены кривые блеска гамма-всплесков совместно в оптическом и рентгеновском диапазонах. Проведена аппроксимация кривых блеска степенной моделью с изломом и выделены отклонения относительно этой модельной кривой (немонотонности). Разработана феноменологическая классификация обнаруженных немонотонностей в оптическом и рентгеновском диапазонах. Разработан и реализован метод поиска кандидатов в оптическое послесвечение гамма-всплесков для источников, локализованных с точностью хуже 1 градуса, по данным наблюдений широкоугольных телескопов.

### **5.6. Моделирование кривых блеска гамма-всплесков в их активной фазе**

Выполнен анализ данных эксперимента GBM/Fermi по наблюдению космического гамма-всплеска GRB 170817A, ассоциированного со всплеском гравитационных волн GW 170817 и связанного со слиянием двух нейтронных звезд. Обнаружена двухкомпонентная структура GRB 170817A: за коротким, жестким ( $E_{\text{peak}} > 170$  кэВ) и ярким основным импульсом следует более слабый эпизод мягкого теплового излучения (кТ  $\sim 10$  кэВ). Продленное излучение и предвсплеск не обнаружены, сделаны оценки верхних пределов на их интенсивность. Результаты анализа не противоречат гипотезе наблюдения этого гамма-всплеска под большим углом к оси джета источника всплеска.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном отчете использованы результаты исследований, проведенных в 2017г. по теме ПЛАЗМА. Проведение фундаментальных исследований в области физики космической плазмы, солнечно-земных связей и физики магнитосферы.

Наиболее важные результаты:

Магнитная буря в лабораторных условиях: рандомизированный эксперимент

Формирование токовых слоев в хвосте индуцированной магнитосферы Марса

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Список опубликованных работ в 2017 по теме «ПЛАЗМА»:

Всего научных публикаций в 2017г (включая те, что будут опубликованы в 2018г.) **407**  
статьи в зарубежных изданиях: **64**  
статьи в отечественных научных рецензируемых журналах: **48**  
в печати: **33**  
статьи в сборниках материалов конференций: **30**  
доклады, тезисы, циркуляры: **229**  
статьи в научно-популярных изданиях: **0**  
статьи в нерцензируемых изданиях: **4**  
монографии: **3**  
публикации, подготовленные в соавторстве с зарубежными учёными: **67/93**  
число публикаций работников научной организации в базе Web of Science и Scopus: **166**  
статьи со ссылками на РНФ: **48**  
статьи по теме (без РНФ): **142**

### Статьи в зарубежных изданиях:

1. Abbott, B. P.; ... ; Pozanenko, A. S.; Volnova, A. A.; Mazaeva, E. D.; Minaev, P. Yu.; et al.: Multi-messenger Observations of a Binary Neutron Star Merger. The Astrophysical Journal Letters, 2017, Volume 848, Issue 2, article id. L12, 59 pp. Impact factor 5.522 (РНФ)
2. Antonova E. E., M. Stepanova, I. P. Kirpichev, I. L. Ovchinnikov, V. G. Vorobjev, O. I. Yagodkina, M. O. Riazanseva, V. V. Vovchenko, M. S. Pulinets, S. S. Znatkova, N. V. Sotnikov, Structure of magnetospheric current systems and mapping of high latitude magnetospheric regions to the ionosphere, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 2017, doi: 10.1016/j.jastp.2017.10.013 119 Impact Factor 1.463 (РНФ 16-12-10062)
3. Artemyev, A.V., V. Angelopoulos, J. Liu, and A. Runov, Electron currents supporting the near-Earth magnetotail during current sheet thinning, Geophys. Res. Lett., 2017, 44, pp.5–11, doi:10.1002/2016GL072011 Impact Factor 4.212
4. Artemyev, A.V., V. Angelopoulos, H. Hietala, A. Runov, and I. Shinohara, Ion density and temperature profiles along ( $X_{GSM}$ ) and across ( $Z_{GSM}$ ) the magnetotail as observed by THEMIS, Geotail, and ARTEMIS, J. Geophys. Res., 2017, 122, pp.1590–1599, doi:10.1002/2016JA023710 Impact Factor 3.426
5. Artemyev, A.V., V. Angelopoulos, J.S. Halekas, A. Runov, L.M. Zelenyi, and J.P. McFadden, Mars's magnetotail: Nature's current sheet laboratory, J. Geophys. Res., 2017, 122, pp.5404–5417, doi:10.1002/2017JA024078 Impact Factor 3.426 (РНФ 16-42-01103)
6. Artemyev, A. V., Angelopoulos, V., Runov, A., & Vasko, I. Y., Hot ion flows in the distant magnetotail: ARTEMIS observations from lunar orbit to  $\sim -200$  RE. J. Geophys. Res., 2017, 122, doi:10.1002/2017JA024433 Impact Factor 3.426 (РНФ 14-12-00824)
7. Artemyev A.V., A. I. Neishtadt, A. A. Vasiliev, and D. Mourenas, Probabilistic approach to nonlinear wave-particle resonant interaction, Physical Review E, 2017, v.95, 023204 Impact Factor 2.366 (РНФ)
8. Artemyev, A. V., R. Rankin, and I. Y. Vasko, Nonlinear Landau resonance with localized wave pulses, J. Geophys. Res., 2017, 122, pp.5519–5527, doi:10.1002/2017JA024081 Impact Factor 3.426 (РНФ 14-12-00824)



9. Artemyev A.V., V. Angelopoulos, A. Runov, C.-P. Wang, and L.M. Zelenyi, Properties of the equatorial magnetotail flanks ~50-200RE downtail, *J. Geophys. Res.*, 2017, 122, doi:10.1002/2017JA024723 Impact Factor 3.426
10. Bisnovatyi-Kogan G.S., Young neutron stars with soft Gamma-Ray emission, and, anomalous X-ray pulsar, *Handbook of Supernovae*, Springer, Switzerland, 2016 A.Alsabi, P.Murden ( eds.) doi: 10.1007/978-3-319-20794-0\_70-1
11. Bisnovatyi-Kogan G.S., F.Giovanelli Time lag in transient cosmic accreting sources *Astron. and Astrophys.* 2017, V.599, A55 Impact Factor 5.014
12. Bisnovatyi-Kogan G.S. and Oleg Yu. Tsupko, Gravitational Lensing in Presence of Plasma: Strong Lens Systems, Black Hole Lensing and Shadow, *Universe*, 2017, 3(3), 57 doi:10.3390/universe3030057 **(PHΦ)**
13. Bogomolov, A. V.; Bogomolov, V. V.; Iyudin, A. F.; Kuznetsova, E. A.; Minaev, P. Yu.; Panasyuk, M. I.; Pozanenko, A. S.; Prokhorov, A. V.; Svertilov, S. I.; Chernenko, A. M.: Cosmic gamma-ray bursts detected in the RELEC experiment onboard the Vernov satellite. *Astronomy Letters*, 2017, Volume 43, Issue 8, pp.516-528. Impact factor 0.873
14. Budaev, V.P. Stochastic clustering of the surface at the interaction of a plasma with materials, *JETP Letters*, 2017, vol. 105, issue 5 Impact Factor 1.235
15. Chernyshov A.A., B.V. Kozelov, and M.M. Mogilevsky, Study of auroral ionosphere using percolation theory and fractal geometry, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 2017, 161, p. 127–133 Impact Factor 1.463
16. Chkhetiani, O.G., Gledzer, E.B., 2017. Helical turbulence with small-scale energy and helicity sources and external intermediate scale noises as the origin of large scale generation, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2017, V.486, pp. 416–433 Impact Factor 2.243
17. Delcourt D.C., Malova H.V., Zelenyi L.M., On the response of quasi-adiabatic ions to magnetotail reconfigurations, *Annales Geophysicae*, 2017, v. 35, № 1, pp.11-23, DOI: 10.5194/angeo-35-11-2017 Impact Factor 1.731
18. Dorodnitsyn A.V., Kallman, T. Parsec-scale Obscuring Accretion Disk with Large-scale Magnetic Field in AGNs, *Astrophysical J.*, 2017, v. 842, Issue 1, article id. 43 Impact Factor 5.533
19. Dubinin E., M. Fraenz, M. Paetzold, J. McFadden, P. R. Mahally, F.Eparvier, J. S. Halekas, J. E. P. Connerney, D. Brain B. M. Jakosky, O. Vaisberg, L. Zelenyi, Effects of solar irradiance on the upper ionosphere and oxygen ion escape at Mars. MAVEN observations, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 122, 7142–7152, doi:10.1002/2017JA024126. Impact Factor 3.426 **(PHΦ 16-42-01103)**
20. Dubinin E., M. Fraenz, M. Paytzold, D. Andrews, O. Vaisberg, L.Zelenyi, S. Barabash Martian ionosphere observed by Mars Express. 2. Influence of solar irradiance on upper ionosphere and escape fluxes, *Planetary and Space Science*, 2017, v.145, pp.1–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.pss.2017.07.002> Impact Factor 1.892 **(PHΦ 16-42-01103)**
21. Dubinin E., M. Fraenz, M. Paetzold, J. McFadden, J. S. Halekas, G. A. DiBraccio, J. E. P. Connerney F. Eparvier, D. Brain, B. M. Jakosky, O. Vaisberg, L. Zelenyi The effect of solar wind variations on the escape of oxygen ions from Mars through different channels. *J. Geophys. Res.: Space Physics*, 2017, 122, doi: 10.1002/2017JA024741 Impact Factor 3.426 **(PHΦ 16-42-01103)**
22. Dumin Yu.V., Somov B.V. Observation of “Topological” Microflares in the Solar Atmosphere, *Research Notes of the American Astronomical Society*, Vol. 1, No. 1, Article Id. 15
23. [Eselevich V.G.](#), [Eselevich M.V.](#), [Zimovets I.V.](#), [Sharykin I.N.](#), Evidence for shock generation in the solar corona in the absence of coronal mass ejections, *Astron. Rep.*, Vol. 61 (9), pp. 805-819 (09/2017), DOI: [10.1134/S1063772917080030](https://doi.org/10.1134/S1063772917080030), Impact Factor 0.943

24. Frank A.G., G.V. Ostrovskaya, E.V. Yushkov, A.V. Artemyev, and S.N. Satunin, Structure of Current and Plasma in Current Sheets Depending on the Conditions of Sheet Formation, *Cosmic Research*, 2017, V. 55, No. 1, pp. 46–56 Impact Factor 0.430
25. Golikov E.A., V.V. Izmodenov, D.B. Alexashov, and N.A. Belov. Two-jet astrosphere model: effect of azimuthal magnetic field. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 464(1):1065–1076, 2017. Impact Factor 4.961 **(PHΦ)**
26. Greco A., A. Artemyev, G. Zimbardo, V. Angelopoulos, and A. Runov, Role of lower hybrid waves in ion heating at dipolarization fronts, *J. Geophys. Res.*, 2017, 122, pp.5092–5104, doi:10.1002/2017JA023926 Impact Factor 3.426
27. Grigorenko E.E., S.D. Shuvalov, H.V. Malova, V.Yu. Popov, V.N. Ermakov, E.Dubinin, L.M. Zelenyi, Structure of the Current Sheets in the Near-Mars magnetotail. MAVEN observations, *Solar System Res.*, 51, 5, 347-361, 2017 Impact Factor 0.650 **(PHΦ 16-42-01103)**.
28. Grigorenko E.E., Shuvalov S.V., Malova H.V., Dubinin E., Popov V.Yu., Zelenyi L.M., Imprints of quasi-adiabatic ion dynamics on the current sheet structures observed in the Martian magnetotail by MAVEN, *J. Geophys. Res.*, 122, doi:10.1002/2017JA024216, 2017 Impact Factor 3.426 **(PHΦ 16-42-01103)**
29. Grigorenko E.E., H.V. Malova, V.Yu. Popov, R. Koleva, L.M. Zelenyi, A shear  $B_Y$  field in the Earth's magnetotail and its variations in the current sheet, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, V. 164, N8, 2017, <https://doi.org/10.1016/j.jastp.2017.08.018> Impact Factor 1.463
30. Gromova L.I., N.G. Kleimenova, A.E. Levitin, L.A. Dremukhina, E.E. Antonova, Gromov S.V. High-latitude daytime magnetic bays as effects of strong positive IMF  $B_z$ : case study, *Sun and Geosphere*, 2017, v. 12, Issue 2, pp.125-131
31. Gurfinkel Yu I., A. L. Vasin, R. Yu Pishchalnikov, R. M. Sarimov, M. L. Sasonko, T. A. Matveeva Geomagnetic storm under laboratory conditions: randomized experiment, *Int J Biometeorol.* doi: 10.1007/s00484-017-1460-8 Impact Factor 2.250
32. Hartinger M.D., Z. Xu, C.R. Clauer, Y. Yu, D.R. Weimer, H. Kim, V. Pilipenko, D.T. Welling, R. Behlke, A.N. Willer, Associating ground magnetometer observations with current or voltage generators, *J. Geophys. Res.: Space Physics*, v.122, doi:10.1002/2017JA024140, 2017 Impact Factor 3.426
33. Izvekova Yu. N., T.I. Morozova, and S.I. Popel, Interaction of the Earth's Magnetotail with Dusty Plasma near the Lunar Surface: Wave Processes and Turbulent Magnetic Reconnection, *IEEE Transactions on Plasma Science*, No. 99, Date of Publication: 20 September 2017 DOI: 10.1109/TPS.2017.2752084 Impact Factor 1.041
34. Katushkina O.A., Alexashov D.B., Gvaramadze V.V., Izmodenov V.V., An astrosphere around the blue supergiant  $\kappa$  Cas: possible explanation of its filamentary structure, *MNRAS, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v. 473, 2, 2018 doi: 10.1093/mnras/stx2488 , Impact Factor 4.090 **(PHΦ)**
35. Katushkina O.A., Alexashov D.B., Izmodenov V.V., Gvaramadze V.V., Non-monotonic spatial distribution of the interstellar dust in astrospheres: finite gyroradius effect, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, vol. 465, issue 2, pp. 1573-1585, 2017, doi: 10.1093/mnras/stw2833, Impact Factor 4.090 **(PHΦ)**
36. Khabarova Olga V., Malova Helmi V., Kislov Roman A., Zelenyi Lev M., Obridko Vladimir N., Kharshiladze Alexander F., Munetoshi Tokumaru, Sokol Justyna M., Stan Grzedzielski, High-latitude Conic Current Sheets in the Solar Wind, *Astrophysical Journal*, 2017, v. 836, № 1, pp.1-14, DOI: 10.3847/1538-4357/836/1/108 Impact Factor: 5.909
37. Kirpichev, I. P., E. E. Antonova, and M. Stepanova, Ion leakage at dayside magnetopause in case of high and low magnetic shears, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 2017, 122, doi:10.1002/2016JA023735, Impact Factor 3.426

38. Klimachkov D.A., Petrosyan A.S., Parametric Instabilities in Shallow Water Magnetohydrodynamics of Astrophysical Plasma in External Magnetic Field, *Phys. Lett. A*, 381, p.106, 2017 Impact Factor 1.772
39. Kopnin S.I., Morozova T.I., Popel S.I. Electron Beam Action and High Charging of Dust Particles, *IEEE Transactions on Plasma Science*, No. 99, Date of Publication: 12 September 2017 DOI: 10.1109/TPS.2017.2748378 Impact Factor 1.041
40. Koutroumpa D., E. Quémerais, O. Katushkina, R. Lallement, J.-L. Bertaux, and W. Schmidt, Stability of the interstellar hydrogen inflow longitude from 20 years of SOHO/SWAN observations, *Astronomy & Astrophysics*, 2017, v. 598, id.A12, 6 pp., DOI: doi: 10.1051/0004-6361/201629840. Impact Factor 5.014
41. Kozlovsky A., Shalimov S., Lester M. Mesospheric plasma irregularities caused by the missile destruction on 9 December 2009, *J. Geophys. Res.*, 2017, V.122, N6, pp.6696-6707 Impact Factor 3.426
42. Krafft C. and A. Volokitin, Acceleration of energetic electrons by waves in inhomogeneous solar wind plasmas, *J. Plasma Phys.*, 2017, 83, 2, doi: 10.1017/S0022377817000174 Impact Factor 1.160
43. Krasovsky V.L., Nonlinear screening of a point-like charge in a collisionless plasma. *Journal of the Korean Physical Society*, 2017, Vol. 70, No. 9, pp. 891-895 Impact Factor 0.467
44. Kronberg E., E. Grigorenko, D. Turner, P. Daly, Yu. Khotyaintsev, Comparing and contrasting dispersionless injections at geosynchronous orbit during a substorm event, *J. Geophys. Res.*, 2017, 122, 3, 3055-3072, doi:10.1002/2016JA023551 Impact Factor 3.426
45. Kronberg, E. A., D. Welling, L. M. Kistler, C. Mouikis, P. W. Daly, E. E. Grigorenko, B. Klecker, and I. Dandouras, Contribution of energetic and heavy ions to the plasma pressure: The 27 September to 3 October 2002 storm, *J. Geophys. Res.: Space Physics*, 2017, 122, doi:10.1002/2017JA024215 Impact Factor 3.426
46. Kuzichev, I.V., I.Y. Vasko, O.V. Agapitov, F.S. Mozer, and A.V. Artemyev, Evolution of electron phase space holes in inhomogeneous magnetic fields, *Geophys. Res. Lett.*, 2017, 44, pp.2105–2112, doi:10.1002/2017GL072536 Impact Factor 4.212
47. Kuznetsov, A. V. Zakharov, G.G. Dolnikov, A.N. Lyash, V.V. Afonin, S.I. Popel, I.A. Shashkova, N.D. Borisov, *Lunar Dust: Properties and Investigation Techniques*, *Solar System Research*, 51, No. 7, pp. 77–88, Pleiades Publishing, Inc., ISSN 0038-0946, 2017. Impact Factor 0.500
48. Kuznetsov I.A., Zakharov A.V., Dolnikov G.G., Lyash A.N., Afonin V.V., Popel S.I., Shashkova I.A., Borisov N.D., *Lunar Dust: Properties and Investigation Techniques*, *Solar System Research*, 2017, V. 51, No. 7. pp.77-88 Impact Factor 0.500
49. [Livshits M.A.](#), [Zimovets I.V.](#), [Golovin D.V.](#), [Nizamov B.A.](#), [Vybornov V.I.](#), [Mitrofanov G.](#), [Kozyrev A.S.](#), [Litvak M.L.](#), [Sanin A.B.](#), [Tretyakov V.I.](#), Catalog of hard X-ray solar flares detected with Mars Odyssey/HEND from the Mars orbit in 2001-2016, *Astron. Rep.*, v. 61 (9), pp. 791-804 (09/2017), doi: [10.1134/S1063772917090037](#), Impact Factor 0.943
50. Lu S., A.V. Artemyev, V. Angelopoulos, Y. Lin, and X.Y. Wang, The ion temperature gradient: An intrinsic property of Earth's magnetotail, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 2017, 122, pp.8295–8309, doi:10.1002/2017JA024209 Impact Factor 3.426
51. Lu S., Artemyev, A.V. & Angelopoulos V., Electron cooling and isotropization during magnetotail current sheet thinning: Implications for parallel electric fields. *J. Geophys. Res.*, 2017, 122, doi:10.1002/2017JA024712 Impact Factor 3.426
52. Lukianova R., L. Holappa, K. Mursula, Centennial evolution of monthly solar wind speeds: Fastest monthly solar wind speeds from long-duration coronal holes, *J. Geophys. Res.*, 2017, 122, doi:10.1002/2016JA023683 Impact Factor 3.426
53. Lukianova R., Uvarov V.M., P. Coisson, Evolution of the high-latitude F region large-scale ionospheric irregularities under different solar wind and zenith angle conditions.

- Adv. Space Res., 2017, 59 (2), 557–570, doi:10.1016/j.asr.2016.10.010. Impact Factor 1.401
54. Malova H.V., V. Yu. Popov, E. E. Grigorenko, A.A. Petrukovich, D. Delcourt, A. S. Sharma, O. V. Khabarova, and L. M. Zelenyi, Evidence for quasi-adiabatic motion of charged particles in strong current sheets in the solar wind, *The Astronomical Journal*, 834, 34, doi:10.3847/1538-4357/834/1/34, 2017 Impact Factor 2.609 **(PHΦ 14-12-00824)**
  55. Mayyasi M., Clarke J., Quémerais E., Katushkina O., Bhattacharyya D., Chaufray J.-Yv., Bertaux J.-L., et al., IUVS Echelle/Mode Observations of Interplanetary Hydrogen: Standard Calibration and Reference for Cavity Variations between Earth and Mars during MAVEN Cruise, *J. of Geophys. Res.*, Volume 122, Issue 2, Pages 2089–2105, 2017, doi: 10.1002/2016JA023466 Impact Factor 3.426
  56. Minaev, P. Yu.; Pozanenko, A. S.: Precursors of short gamma-ray bursts in the SPI-ACS/INTEGRAL experiment. *Astronomy Letters*, Vol. 43, Issue 1, p. 1-20 (2017). Impact Factor 0.873
  57. Moiseenko S.G., G.S. Bisnovatyi-Kogan, N.V. Ardelyan, Application of Lagrangian completely conservative implicit operator-difference scheme for the simulation of magnetorotational processes in astrophysics. *Lobachevskii Journal of Mathematics* 2017 38, 5, 874-879 Impact Factor 0.368 **(PHΦ)**
  58. Mursula, K., L. Holappa, and R. Lukianova, Seasonal solar wind speeds for the last 100 years: Unique coronal hole structures during the peak and demise of the Grand Modern Maximum, *Geophys. Res. Lett.*, 44, 30–36, doi:10.1002/2016GL071573 Impact Factor 4.112
  59. Ozheredov V.A., Chibisov S.M., Blagonravov M.L., Khodorovich N.A., Demurov E.A., Goryachev V.A., Kharlitskaya E.V., Eremina I.S., Meladze Z.A. Influence of geomagnetic activity and earth weather changes on heart rate and blood pressure in young and healthy population, *Int. J. Biometeorol.*, 2017. V. 61. Issue 5, P. 921–929 Impact Factor 2.250
  60. Petrukovich, A. A., O. M. Chugunova, T. Inamori, K. Kudela, and J. Stetiarova, Foreshock waves as observed in energetic ion flux, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 2017, 122, 4895–4904, doi:10.1002/2016JA023693 Impact Factor: 3.426 **(PHΦ 14-12-00824)**
  61. Pilipenko V., D. Dudkin, E. Fedorov, V. Korepanov, S. Klimov, IAR signatures in the ionosphere: modeling and observations at microsatellite Chibis-M, *J. Atmospheric Solar-Terr. Physics*, 2017, 154, pp.217-225 Impact Factor 1.326
  62. Pilipenko V.A., O.V. Kozyreva, M.J. Engebretson, and A.A. Soloviev, ULF wave power index for the space weather and geophysical applications: A review, *Russ. J. Earth. Sci.*, 17, N2, ES1004, doi:10.2205/2017ES000597, 2017 Impact Factor 0.975
  63. Rakhmanova L., Riazantseva M., Zastenker G. and Yu.I. Yermolaev, High-frequency plasma fluctuations in the middle magnetosheath and near its boundaries: Spektr-R observations, *J. Plasma Phys.* 2017, V.83, 705830204, doi:10.1017/S002237781700023X Impact Factor 1.160 **(PHΦ 16-12-10062)**
  64. Riazantseva M., Budaev V., Rakhmanova L., Zastenker G., Yermolaev Yu., Safrankova J., Nemecek Z., Prech L., . Variety of shapes of solar wind ion flux spectra: Spektr-R measurements, *J. Plasma Phys.*, 2017, V. 83(4), 705830401, doi:10.1017/S0022377817000502 Impact Factor 1.160 **(PHΦ 16-12-10062)**
  65. Rodkin, D., Goryaev, F., Pagano, P.G., Slemzin, V., Shugay, Y., Veselovsky, I., Mackay, D.H. Origin and Ion Charge State Evolution of Solar Wind Transients during 4 – 7 August 2011, *Solar Physics*, 2017, 292, 90. doi: 10.1007/s11207-017-1109-0 Impact Factor 2.682
  66. Ruderman M.S., Nonlinear Generation of Fluting Perturbations by Kink Mode, *Solar Phys.*, 2017, 292, 111 Impact Factor 2.682

67. Ruderman M. S., Compressibility Effect on the Rayleigh–Taylor Instability with Sheared Magnetic Fields, *Solar Phys.*, 2017, 292, 47 Impact Factor 2.682
68. Ruderman M.S., N.S. Petrukhin, Phase mixing of Alfvén waves propagating in non-reflective magnetic plasma configurations, *Astron. Astropys.*, 2017, 600, A122 Impact Factor 5.014
69. Ruderman M.S., A.A. Shukhobodskiy, and R. Erdélyi, Kink oscillations of cooling coronal loops with variable cross-section, *Astron. Astropys.*, 2017, 602, A50 Impact Factor 5.014
70. [Sharykin I.N.](#), [Kosovichev A.G.](#), [Sadykov V.M.](#), [Zimovets I.V.](#), [Myshyakov I.I.](#), Investigation of Relationship between High-energy X-Ray Sources and Photospheric and Helioseismic Impacts of X1.8 Solar Flare of 2012 October 23, *The Astrophysical Journal*, 2017, v.843, Issue 1, article id. 67, 8 pp. doi: [10.3847/1538-4357/aa77f1](https://doi.org/10.3847/1538-4357/aa77f1), Impact Factor 5.533
71. [Sharykin I.N.](#), [Sadykov V.M.](#), [Kosovichev A.G.](#), [Vargas-Dominguez S.](#), [Zimovets I.V.](#), Flare Energy Release in the Lower Solar Atmosphere near the Magnetic Field Polarity Inversion Line, *The Astrophysical Journal*, 2017, v.840, Issue 2, article id. 84, 13 pp. doi: [10.3847/1538-4357/aa6dfd](https://doi.org/10.3847/1538-4357/aa6dfd) Impact Factor 5.533
72. Shklyar D.R., Energy transfer from lower energy to higher-energy electrons mediated by whistler waves in the radiation belts, *J. Geophys. Res.: Space Physics*, 2017, 122, pp.640–655, doi:10.1002/2016JA023263 Impact Factor 3.426
73. Shklyar D.R., & Balikhin M.A., Whistler mode waves below lower hybrid resonance frequency: Generation and spectral features. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 2017, 122 Impact Factor 3.426
74. Tsai E., A. V. Artemyev, and V. Angelopoulos, Ion motion in a polarized current sheet. *Physics of Plasmas*, 2017, 24, 012908 Impact Factor 2.207
75. Tsupko Oleg Yu., Analytical calculation of black hole spin using deformation of the shadow, *Physical Review D*, 2017, 95, 104058 doi: 10.1103/PhysRevD.95.104058 Impact Factor 3.914 **(PHΦ)**
76. Vafin S., Riazantseva M., and Yoon P. H., Kinetic Features in the ion flux spectrum, *The Astrophysical Journal*, 2017, v.850:78, №1 doi: 10.3847/1538-4357/aa9519 Impact Factor 3.030 **(PHΦ 16-12-10062)**
77. Vaisberg O.L., V.N. Ermakov, S.D. Shuvalov, L.M. Zelenyi, A.S. Znobishchev, E.M. Dubinin, Analysis of dayside magnetosphere of Mars: High mass loading case as observed on MAVEN spacecraft, *Planetary and Space Science*, 2017, 147, pp.28–37 Impact Factor 1.892 **(PHΦ 16-42-01103)**
78. Varsani, A., Nakamura, R., Sergeev, V.A., Baumjohann, W., Owen, C.J., Petrukovich, A. A., ... Ergun, R. E., Simultaneous remote observations of intense reconnection effects by DMSP and MMS spacecraft during a storm time substorm, *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 2017, 122 doi: 10.1002/2017JA024547 Impact Factor 3.426
79. Vasko I.Y., O.V. Agapitov, F.S. Mozer, A.V. Artemyev, J.F. Drake, and I.V. Kuzichev, Electron holes in the outer radiation belt: Characteristics and their role in electron energization, *J. Geophys. Res.*, 2017, 122, 120–135, doi:10.1002/2016JA023083 Impact Factor 3.426
80. Vasko I.Y., O.V. Agapitov, F.S. Mozer, A.V. Artemyev, V.V. Krasnoselskikh, and J. W. Bonnell, Diffusive scattering of electrons by electron holes around injection fronts, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 2017, 122, 3163–3182, doi:10.1002/2016JA023337 Impact Factor 3.426
81. Vasko I.Y., O.V. Agapitov, F.S. Mozer, J. W. Bonnell, A.V. Artemyev, V.V. Krasnoselskikh, G. Reeves, and G. Hospodarsky, Electron-acoustic solitons and double layers in the inner magnetosphere, *Geophys. Res. Lett.*, 2017, 44, 4575–4583, doi:10.1002/2017GL074026. Impact Factor 4.212 **(PHΦ 14-12-00824)**

82. Vasko I.Y., I.V. Kuzichev, O.V. Agapitov, F.S. Mozer, A.V. Artemyev, and I. Roth, Evolution of electron phase space holes in inhomogeneous plasmas. *Physics of Plasmas*, 2017, 24, 062311 Impact Factor 2.207 (**PHΦ 14-12-00824**)
83. Volker Perlick and Oleg Yu. Tsupko, Light propagation in a plasma on Kerr spacetime: Separation of the Hamilton-Jacobi equation and calculation of the shadow, *Physical Review D*, 2017, 95, 104003 DOI: 10.1103/PhysRevD.95.104003 Impact Factor 3.914 (**PHΦ**)
84. Volnova A.A., Pruzhinskaya, M. V.; Pozanenko, A. S.; Blinnikov, S. I.; Minaev, P. Yu.; Burkhonov, O. A.; Chernenko, A. M.; Ehgamberdiev, Sh. A.; Inasaridze, R.; Jelinek, M.; Khorunzhev, G. A.; Klunko, E. V.; Krugly, Yu. N.; Mazaeva, E. D.; Rumyantsev, V. V.; Volvach, A. E.: Multicolour modelling of SN 2013dx associated with GRB 130702A, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2017, Volume 467, Issue 3, p.3500-3512. Impact factor 4.961 (**PHΦ**)
85. Voshchepynets A., A. Volokitin, V. Krasnoselskikh, C. Krafft, On statistics of electric amplitudes in langmuir turbulence, *Journal of Geophysical Research*, 2017, 122, pp.3915 – 3934, doi:10.1002/2017JA023898 Impact Factor 3.426
86. Vovchenko V.V., E.E. Antonova, M. Stepanova, Magnetic holes observed in the ring current region near the equatorial plane, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* (2017), doi:10.1016/j.jastp.2017.08.024013 Impact Factor 0.975
87. Yagova N.V., B. Heilig, V.A. Pilipenko, A. Yoshikawa, N.S. Nosikova, K. Yumoto, J. Reda, Nighttime Pc3 pulsations: MM100 and MAGDAS observations Earth, Planets and Space, 2017, 69:61 Impact Factor 2.243
88. Yagova N., N. Nosikova, L. Baddeley, O. Kozyreva, D.A. Lorentzen, V. Pilipenko, M.G. Johnsen, Non-triggered auroral substorms and long-period (1–4 mHz) geomagnetic and auroral luminosity pulsations in the polar cap, *Ann. Geophys.*, 2017, 35, 365-376, Impact Factor 1.731
89. Yushkov, E., A. Petrukovich, A. Artemyev, and R. Nakamura, Relationship between electron field-aligned anisotropy and dawn-dusk magnetic field: Nine years of Cluster observations in the Earth magnetotail, *J. Geophys. Res.: Space Physics*, 2017, 122, 9294–9305, doi:10.1002/2016JA023739 Impact Factor 3.426
90. Zhang, X.-J., A. Artemyev, V. Angelopoulos, and R.B. Horne, Kinetics of sub-ion scale magnetic holes in the near-Earth plasma sheet, *J. Geophys. Res.*, 2017, 122, doi:10.1002/2017JA024197 Impact Factor 3.426

### **Статьи в отечественных научных рецензируемых журналах**

1. Безродных И.П., Е.И. Морозова, А.А. Петрукович, М.Н. Будяк, В.Т. Семенов, Влияние высокоскоростных потоков солнечного ветра на формирование структуры энергетических спектров электронов на геостационарной орбите, *Вопросы электромеханики, Труды ВНИИЭМ*, 2017, т. 156, №1, стр.33-49 Импакт фактор 0.154
2. Безродных И.П., Е.И. Морозова, А.А. Петрукович, М.Н. Будяк, М.В. Кожухов, В.Т. Семенов/Модуляция интенсивности частиц галактических космических лучей и частиц внешнего радиационного пояса рекуррентными высокоскоростными потоками плазмы солнечного ветра, *Вопросы электромеханики, Труды ВНИИЭМ*, 2017, т. 157, №2 Импакт фактор 0.154
3. Белов А.В и Струминский А.Б. Предельные наземные возрастания интенсивности солнечных космических лучей, *Известия РАН, Серия Физическая*, 2017, 2, стр. 145-148 Импакт фактор 0.438

4. Бисноватый-Коган Г.С., С.Г. Моисеенко, Гравитационные волны и сверхновые с коллапсирующим ядром, Успехи физических наук, №8, т.187 с.906–914, 2017 (Bisnovatyι-Kogan G.S, Moiseenko S.G, Gravitational waves and core-collapse supernovae, Phys. Usp. 60 (8)) **Импакт фактор 2.301 (РНФ)**
5. Бисноватый-Коган, Г.С. and Позаненко, А.С., Могут ли вспыхивающие звезды объяснить аннигиляционную линию из балджа Галактики?, Астрофизика, 2017, т. 60, 2017, С.243-248 **Импакт фактор 0.198 (РНФ)**
6. Богомоллов В.В., М.И. Панасюк, С.И. Свертилов, А.В. Богомоллов, Г.К. Гарипов, А.Ф. Июдин, П.А. Климов, С.И. Климов, Т.М. Мишиева П. Ю. Минаев, В.С. Морозенко, О.В. Морозов, А.С. Позаненко, А.В. Прохоров, Х. Роткель. Наблюдение гамма-всплесков земного происхождения в космическом эксперименте РЭЛЕК на спутнике Вернов, Космические исследования, т. 55, № 3, с. 169–178, 2017 **Импакт фактор 0.325**
7. Бреус Т.К., Крымский А.М., Палеомагнитные поля Марса и их взаимодействие с солнечным ветром, Космич. Исслед., т. 55, № 4, с. 1–14, 2017 (Breus T.K. and Krymskii A.M., Remnant Magnetic Fields of Mars and Their Interaction with the Solar Wind, Cosmic Research, 2017, V. 55, No. 4, pp. 235–247.) **Импакт фактор 0.325**
8. Бреус, Т.К., Владимирский Б.М., Зелёный Л.М., Неоконченные споры, к 120–летию со дня рождения А.Л.Чижевского, Вестник РАН, 2017, Т.87, №12. С. 1114 – 1122 **Импакт фактор 1.146**
9. Буринская Т.М., Шевелёв М.М., Генерация аврорального километрового излучения в неоднородной плазме магнитосферы, Геомагнетизм и аэрномия, т. 57, №1, С. 19-27, 2017 doi: 10.7868/S0016794017010035 **Импакт фактор 0.556**
10. Буринская Т.М., Шевелёв М.М., Генерация аврорального километрового излучения в источнике конечных размеров в дипольном магнитном поле – II, Физика Плазмы, т 43, №9, С. 1-6, 2017 doi: 10.7868/S0367292117090013 **Импакт фактор 1.010**
11. Веселовский И.С., Переменный солнечный ветер, Астрономический вестник. 2017. Т. 51. № 3. С. 269-272. DOI: 10.7868/S0320930X17030070 **Импакт фактор 1.293 (РНФ 16-12-10062)**
12. Вовченко В.В., Е.Е. Антонова, Возмущение магнитного поля в магнитосфере Земли при образовании платов в радиальном распределении давления плазмы, Геомагнетизм и аэрномия, 2017, том 57, № 3, с.280–289, doi:10.7868/S0016794017030178013 **Импакт фактор 0.556**
13. Гледзер Е.Б., Чхетиани О.Г. Явления обратного каскада энергии в турбулентности со спиральностью. В книге «Динамика волновых и обменных процессов в атмосфере». Под ред. О.Г. Чхетиани, М.Е. Горбунова, С.Н. Куличкова, И.А. Репиной. М.: ГЕОС, 2017. 508 с. (с. 84-110)
14. Григоренко Е.Е., Е.А. Кронберг, П. Дали, Нагрев и ускорение заряженных частиц во время магнитных диполизаций, Космические исследования, т.55, № 1, 59-68, 2017 **Импакт фактор 0.325**
15. Григоренко Е.Е., С.Д. Шувалов, Х.В. Малова, В.Ю. Попов, В.Н. Ермаков, Э. Дубинин, Л.М. Зеленый, Структура токовых слоев в области ближнего хвоста магнитосферы Марса по наблюдениям спутника MAVEN, Астрономический Вестник, т. 51, № 5, с. 376–391, 2017. (Grigorenko E.E., S.D. Shuvalov, H.V. Malova, V.Yu. Popov, V.N. Ermakov, E.Dubinini, L.M. Zelenyi, Structure of the Current Sheets in the Near-Mars magnetotail. MAVEN observations, Solar System Res., 51, 5, 347-361, 2017.) **Импакт фактор 1.293 (РНФ 16-42-01103)**
16. Григорьев Ю.Г., Самойлов А.С., Бушманов А.Ю., Хорсева Н.И. Мобильная связь и здоровье детей: проблемы третьего тысячелетия, Медицинская радиология и радиационная безопасность, 2017, Т.92, № 2., с.39-46 (ВАК) **Импакт фактор 0.355**
17. Ермаков В.Н., Л.М.Зеленый, О.Л. Вайсберг, Е.А. Семенцов, Э.М. Дубинин, J.E.P. Connerney, С.Д. Шувалов Первичный анализ потоков ионов в хвосте Марса по

- данным одновременных измерений на спутниках Mars Express и MAVEN, *Астрономический вестник*, 2017, том 51, № 5, с. 367–375. Импакт фактор 1.293 **(РНФ 16-42-01103)**
18. Ермолаев Ю.И., И.Г. Лодкина, Н.С., Николаева, М.Ю. Ермолаев, М.О. Рязанцева, Некоторые вопросы идентификации крупномасштабных типов солнечного ветра и их роли в физике магнитосферы, *Космические Исследования*, 2017, Т.55, №3, СС. 189-200. (Y. I. Yermolaev, I.G. Lodkina, N.S. Nikolaeva, M.Y. Yermolaev, and M. O. Riazantseva, Some Problems of Identifying Types of Large-Scale Solar Wind and Their Role in the Physics of the Magnetosphere, *Cosmic Research*, 2017, Vol. 55, No. 3, pp. 178–189, DOI: 10.1134/S0010952517030029) Импакт фактор 0.325 **(РНФ 16-12-10062)**
  19. Ерохин Н.С., В.Е. Захаров, Динамика параметрической неустойчивости линейного осциллятора. Точно решаемая модель, *Журнал Инженерная физика*, издательство Научтехлитиздат, Москва, 2017, № 3, с.36-40 Импакт фактор 0.278
  20. Еселевич В.Г., Н.Л. Бородкова, О.В. Сапунова, Г.Н. Застенкер, Ю.И. Ермолаев, Влияние отраженных ионов на формирование структуры межпланетных квазиперпендикулярных ударных волн при числах Маха, меньше первого критического числа Маха, *Космич. исслед.*, 2017, т. 55, № 6, с. 1-19. doi: [10.1134/S0010952517060041](https://doi.org/10.1134/S0010952517060041) (V.G. Eselevich, N. L. Borodkova, O.V. Sapuniva, G. N. Zastenker, and Yu. I. Yermolaev. Effect of Reflected Ions on the Formation of the Structure of Interplanetary Quasi-perpendicular Shocks for Mach Numbers Lower than the First Critical Mach Number. *Cosmic. Research*, 2017, Vol. 55, No. 6, pp. 403–416. doi: 10.1134/S0010952517050070) Импакт фактор 0.325 **(РНФ 16-12-10062)**
  21. Еселевич В.Г., Бородкова Н. Л., Еселевич М. В., Застенкер Г.Н., Шафранкова Я., Немечек З., Прех Л. Тонкая структура фронта межпланетной ударной волны по измерениям потока ионов солнечного ветра с высоким временным разрешением. *Космич. исслед.* 2017, том 55, № 1, с. 32-47. doi: 10.7868/S0023420617010034. (Eselevich V.G., Eselevich M.V., Borodkova N.L., Zastenker G.N., Šafránková Y., Němeček Z., Přeč L. [Fine structure of the interplanetary shock front according to measurements of the ion flux of the solar wind with high time resolution](https://doi.org/10.1134/S0010952517010038). *Cosmic. Research*, 2017, Vol. 55, No. 1, pp. 30–45. doi: [10.1134/S0010952517010038](https://doi.org/10.1134/S0010952517010038) ) Импакт фактор 0.325
  22. Жукова Е.И., Малова Х.В., Попов В.Ю., Григоренко Е.Е., Петрукович А.А., Зеленый Л.М., Ускорение и перенос частиц в бесстолкновительной плазме в процессе диполизации и нестационарной магнитной турбулентности, *Космические исследования*, 55, №6, 1-17, 2017 Импакт фактор 0.325 **(РНФ 14-12-00824)**
  23. Зелинский . Н. Р., Н.Г. Клейменова, Л.И. Громова, Применение нового метода частотно-временных преобразований для анализа характеристик геомагнитных пульсаций Pc5, *Геомагнетизм и аэрономия*, Т. 57, №5, 602-608, 2017, DOI: 10.7868/S0016794017050194 Импакт фактор 0.556
  24. Ижовкина Н.И., С.Н. Артеха, Н.С. Ерохин, Л.А. Михайловская. Влияние солнечного и галактического космического излучения на атмосферные вихревые структуры, *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*, 2017, т.14, № 2, с.209-220 Импакт фактор 0.816
  25. Извекова Ю.Н., Попель С.И. Плазменные эффекты в пылевых вихрях у поверхности Марса, *Физика плазмы*, 2017, Т. 43, № 12, С. 1010-1017 Импакт фактор 1.010
  26. Кислов Р.А., МГД–модель высокоширотного токового слоя в гелиосфере, *Ученые Записки Физического Факультета*, Т. 4, С. 1740704-1 – 1740704-9, 2017 Импакт фактор 0.029



27. Климачков Д.А., Петросян А.С., Волны Россби в магнитной гидродинамике вращающейся плазмы в приближении мелкой воды, ЖЭТФ, Т. 152, № 4, стр. 705, 2017 Импакт фактор 0.953
28. Комаров Ф.И., Рапопорт С.И., Бреус Т.К., Чибисов С.М. Десинхронизация биологических ритмов как отклик на воздействие факторов внешней среды, Клин. мед., 2017; 95 (6): 502–512. Импакт фактор 1.203
29. Копнин С.И., Морозова Т.И., Попель С.И. О зарядке частиц пылевой плазмы, находящихся под воздействием электронного пучка, Инженерная физика, 2017, № 11, С. 38-43 Импакт фактор 0.278
30. Красовский В. Л., А. А. Киселев, М. С. Долгоносков, Моделирование возмущения бесстолкновительной плазмы поглощающим сферическим телом. Физика плазмы, 2017, том 43, № 1, стр. 37-44 Импакт фактор 1.010
31. Кузнецов С.А., Зимовец И.В., Мельников В.Ф., Wang R., Пространственно-временная эволюция источников пульсаций микроволнового и жесткого рентгеновского излучений солнечной вспышки по данным наблюдений NoRH, RHESSI и AIA/SDO, Геомагнетизм и Аэрономия, том 57, № 8, 2017 Импакт фактор 0.556
32. Лозников В.М., Ерохин Н.С., Зольникова Н.Н., Михайловская Л.А. О причине переменности спектра космических лучей в области «колена», Физика плазмы, 2017, том 43, № 9, с. 765–775 Импакт фактор 1.010
33. Лукьянова Р.Ю. Электрический потенциал в ионосфере Земли: численная модель. Математическое моделирование Т.29, №5, с. 122—132, 2017. Импакт фактор 0.684 **(РНФ 16-17-00121)**
34. Лукьянова Р.Ю., Богоутдинов Ш.Р., Крупномасштабные неоднородности зимней полярной верхней ионосферы по данным спутников SWARM., Космические исследования, Т.55, №6, с.448-458,2017 Импакт фактор 0.325
35. Любич А.А., А.Г. Демехов, Е.Е. Титова, А.Г. Яхнин. Амплитудно-частотные характеристики ионно-циклотронных и свистовых волн по данным спутников Van Allen Probes. Геомагнетизм и Аэрономия, 2017, Т: 57 (1), С. 45-56 DOI:10.7868/S0016794017010084 Импакт фактор 0.556 **(РНФ 15-12-20005-не ики)**
36. Маевский Е.В., Кислов Р.А., Малова Х.В, Попов В.Ю., Петрукович А.А., Модель солнечного ветра в гелиосфере на низких и высоких широтах, Физика Плазмы, Т. 44, №1, 2018, С. 1-13 (Maiewsky E.V., Kislov R.A., Malova H.V., Popov V.Yu., Petrukovich A.A., Model of solar wind in the heliosphere at low and high latitudes, Plas. Phys. Rep., 2018, V.44, №1, p.1-13) Импакт фактор 1.010
37. Мингалев О.В., И.В. Мингалев, Х.В. Малова, М.Н. Мельник, Л.М. Зелёный, Система уравнений для описания бесстолкновительной плазмы в электронейтральном безызлучательном приближении, Физика Плазмы, Т.43, №10, С.837-849, 2017, DOI: 10.7868/S036729211710002X Импакт фактор 1.010
38. Мирзоева И.К., Изучение структуры теплового рентгеновского фона солнечной короны в диапазоне энергий от 3 до 16 кэВ по данным проекта RHESSI, Физика плазмы. Т.44. №1. С.1-10, 2018 Импакт фактор 1.010
39. Моженков Е.Р., Вайсберг О.Л., К вопросу о классификации плазменных хвостов комет, Астрономический вестник, 2017, том 51, No 4, с. 285–296, doi: 10.7868/S0320930X1704003X, Импакт фактор 1.293
40. Мухуров Н.И., И.В. Гасенкова, И.М. Андрухович, Г.Н. Застенкер, Н.Л. Бородкова, Б.Т. Каримов, Датчики потоков космической плазмы с прецизионными селектирующими элементами, Нано- и микросистемная техника, № 12. С. 757-765, 2017, Импакт фактор 0.327

41. Николаева Н.С., Ю.И. Ермолаев, И.Г. Лодкина, М.Ю. Ермолаев, Зависит ли генерация магнитной бури от типа солнечного ветра?, *Геомагнетизм и аэрономия*, т. 57, № 5, с. 555–561, 2017 Импакт фактор 0.556
42. Обридко В.Н., О.Л. Вайсберг, К истории открытия солнечного ветра, *Астрономический Вестник*, том 51, № 2, с. 182–186, 2017 Импакт фактор 1.293
43. Овчинников И. Л., Антонова Е. Е., Турбулентный транспорт магнитосферы Земли: Обзор результатов наблюдений и моделирования, *Геомагнетизм и аэрономия*, том 57, № 6, с. 1–9, 2017 doi:10.7868/S0016794017060086013 Импакт фактор 0.556
44. Пархомов В.А., Бородкова Н.Л., Яхнин А.Г., Суворова А.В., Довбня Б.В., Пашинин А.Ю., Козелов Б.В., Глобальный импульсный всплеск геомагнитных пульсаций в частотном диапазоне 0.2 - 5 Гц, как предвестник внезапного начала геомагнитной бури Святого Патрика 17 марта 2015г., *Космич. исслед.*, т. 55, № 5, с. 323-336, 2017 doi: [10.7868/S0023420617050016](https://doi.org/10.7868/S0023420617050016). (Parkhomov V.A., Borodkova N.L., Yahnin A.G., Suvorova A.V., Dovbnya B.V., Pashinin A.Y., Kozelov B.V. Global Impulse Burst of Geomagnetic Pulsations in the Frequency Range of 0.2 - 5 Hz, as a Precursor of the Sudden Commencement of St. Patrick's Day 2015 Geomagnetic Storm. *Cosmic Research*, 2017, v. 55, No. 5, pp. 307–317 doi: 10.1134/S0010952517060041) Импакт фактор 0.325
45. Пархомов В.А., Бородкова Н.Л., Еселевич В.Г., Еселевич М.В., Дмитриев А.В., Чиликин В.Э. Особенности воздействия диамагнитной структуры солнечного ветра на магнитосферу Земли, *Солнечно-земная физика*, т. 3, № 4, с. 3-18, 2017 DOI: 10.12737/szf-33201701 Импакт фактор 0.214
46. Попов В.Ю., Х.В. Малова, Е.Е. Григоренко, О.В. Хабарова, Л.М. Зеленый, А.А. Петрукович, Моделирование квазиadiaбатической динамики плазмы в токовых слоях солнечного ветра, *Ученые Записки Физического Факультета*, 4, 1740705, 2017 Импакт фактор 0.029
47. Попель С.И., Голубь А.П., Захаров А.В., Зеленый Л.М. Пылевая плазма у поверхности Фобоса, *Письма в ЖЭТФ*, 2017, Т. 106, № 8, С. 469-475 Импакт фактор 1.235 **(РНФ 17-12-01458)**
48. Попель С.И., Голубь А.П., Зеленый Л.М., Хораньи М. Удары высокоскоростных метеороидов и плазменно-пылевое облако над поверхностью Луны, *Письма в ЖЭТФ*, 2017, Т. 105, № 10, С. 594-599 Импакт фактор 1.235
49. Попель С.И., Морозова Т.И. Волновые процессы при взаимодействии хвоста магнитосферы Земли с пылевой плазмой у поверхности Луны, *Физика плазмы*, 2017, Т. 43, № 5, С. 474-484 Импакт фактор 1.010
50. Попов В.Ю., Х.В. Малова, Е.Е. Григоренко, О.В. Хабарова, Л.М. Зеленый, А.А. Петрукович, Моделирование квазиadiaбатической динамики плазмы в токовых слоях солнечного ветра, *Ученые Записки Физического Факультета*, Т. 4, С. 1740705-1 – 1740705-5, 2017 Импакт фактор 0.029 **(РНФ- 14-12-00824)**
51. Рахманова Л.С., Рязанцева М.О., Бородкова Н.Л., Сапунова О.В., Застенкер Г.Н., Влияние межпланетных ударных волн на характеристики турбулентности магнитослоя Земли, *Геомагнетизм и аэрономия* Т.57, №6, С. 715-723, 2017, (L.S. Rakhmanova, M.O. Riazantseva, N.L. Borodkova, O.V. Sapunova, G.N. Zastenker, Impact of Interplanetary Shock on Parameters of Plasma Turbulence in the Earth's Magnetosheath, *Geomagnetism and Aeronomy*, Vol. 57, No. 6, pp. 664–671, 2017 <http://dx.doi.org/10.7868/S0016794017060098>) Импакт фактор 0.556
52. Рязанцева М.О., Будаев В.П., Рахманова Л.С., Бородкова Н.Л., Застенкер Г.Н., Ермолаев Ю.И., Шафранкова Я., Немечек З., Прех Л., Питна А., Перемежаемость плотности солнечного ветра вблизи межпланетной ударной волны, *Геомагнетизм и Аэрономия*, Т.57, №6, С. 696–705, 2017 doi: 10.7868/S0016794017060104 Импакт фактор 0.556 **(РНФ 16-12-10062)**

53. Рязанцева М.О., Л.С. Рахманова, Г.Н. Застенкер, Ю.И. Ермолаев, Типы спектров флуктуаций потока ионов в солнечном ветре и магнитослое на стыке инерционного и диссипативного интервалов, *Геомагнетизм и Аэрномия*, т. 57, №1, СС. 3-7 , 2017 (M. O. Riazantseva, L. S. Rakhmanova, G. N. Zastenker, and Yu. I. Ermolaev, Types of Spectra of Ion Flux Fluctuations in the Solar Wind and Magnetosheath at the Interface between Inertial and Dissipative Ranges, *Geomagnetism and Aeronomy*, 2017, Vol. 57, No. 1, pp. 1–7. doi: 10.1134/S001679321701011X) Импакт фактор 0.556 **(РНФ 16-12-10062)**
54. Савин С.П., В.В. Ляхов, В.М. Нещади́м, Е. Амата, Ж-Л. Рош, В.П. Си́лин, В.Ю. Попов, В.П. Будаев, С.И. Климов, А.А. Скальский, Л.А. Лежен, Я. Бленцки, "Заряд на магнитопаузе и передача импульса и энергии внутрь магнитосферы", *Краткие сообщения по физике ФИАН*, т. 44, № 4, стр. 18-26., 2017 Импакт фактор 0.361
55. О.В. Сапунова, Н.Л. Боро́дкова, В.Г. Еселевич, Г.Н. Застенкер, Ю.И. Ермолаев. Тонкая структура фронтов межпланетных ударных волн по данным прибора БМСВ эксперимента ПЛАЗМА-Ф. *Космич. исслед.*, т. 55, № 6, сс. 407–413, 2017 doi: 10.7868/S0023420617060036 Импакт фактор 0.325 **(РНФ 16-12-10062)**
56. Титова Е.Е., А.Г. Демехов, Ю. Маннинен, Д.Л. Пасманик, А.В.Ларченко, Локализация источников узкополосных шумовых ОНЧ излучений в диапазоне 4-10 кГц по результатам одновременных наблюдений на Земле и на спутниках Van Allen Probes, *Геомагнетизм и аэрномия*, Т. 57 (6), С. 760-773, 2017 Импакт фактор 0.556 **(РНФ 15-12-20005-не ики)**
57. Хорсева Н.И., Григорьев П.Е., Аль-Курди О.Р., Ислямов Р.И., Максимова Н.А. Воспроизведение заданных ритмов у детей и взрослых-пользователей мобильной связью, *Актуальные проблемы транспортной медицины*, № 1(47) с 80-84, 2017 Импакт фактор 0.047 (ВАК Украины)
58. Чен Б.Б., Попель С.И., Голоуб Ф., Адушкин В.В., Когай Г.А., Вайдлер П.Г., Фридрих Ф. Основные оптические и микрофизические свойства нано- и микромасштабного аэрозоля в атмосфере Центральноазиатского региона, *Вестник Кыргызско-Российского Славянского Университета*, 2017, Т. 17, No. 8, С. 28-35 Импакт фактор 0.065
59. Чернышов А.А., А.А. Ильясов, М.М. Могилевский, И.В. Головчанская, Б.В. Козелов «Особенности возбуждения волн ионно-акустического типа в высокоширотной ионосфере», *Геомагнетизм и Аэрномия*, 2017, том 57, № 3, стр. 333–342, 2017 Импакт фактор 0.556
60. Чугунин Д.В., Г.А. Котова, М.В. Клименко, В.В. Клименко, Долготная зависимость распределения концентрации H<sup>+</sup> в плазмосфере по данным спутника Интербол-1, *Космич. Исслед.*, Т. 55, № 6., 2017 Импакт фактор 0.325
61. Шалимов С.Л., Нестеров И.А., Воронцов А.М. О возмущениях ионосферы, регистрируемых посредством GPS после землетрясения и цунами в Тохоку 11.03.2011, *Физика Земли*. 2017. №2. С.1-12 Импакт фактор 0.495
62. Шкляр Д.Р., М.А. Балихин, Е.Е. Титова, К теории генерации экваториального шума в магнитосфере Земли, *Геомагнетизм и Аэрномия*, 2017, Т. 57, № 6, С. 1-7. (D. R. Shklyar, M. A. Balikhin, and E. E. Titova, A Contribution to the Theory of the Equatorial Noise Generation in the Earth's Magnetosphere, *Geomagnetism and Aeronomy*, 2017, Vol. 57, No. 6, pp. 691–697) Импакт фактор 0.556
63. Шкляр Д. Р., Е.Е. Титова, Взаимодействие протонов с квазиэлектростатическими свистовыми волнами в неоднородной плазме (магнитосфере), *Геомагнетизм и Аэрномия*, 2017, Т. 57, №. 1, С. 28 – 35 Импакт фактор 0.556 **(РНФ 15-12-20005 – не ики)**
64. Шугай Ю.С., Веселовский И.С., Слемзин В.А., Ермолаев Ю.И., Родькин Д.Г. О возможных причинах несоответствия между прогнозируемыми и наблюдаемыми параметрами высокоскоростных потоков солнечного ветра, *Космические*

### Приняты в печать

1. Bisnovatyi-Kogan G.S., M.V. Glushikhina, Calculation of thermal conductivity coefficients of electrons in magnetized dense matter, *Plasma Physics*, Impact Factor 1.160 (РНФ)
2. Baliukin I.I., Izmodenov V.V., Moebius E., Alexashov D. B., Katushkina O. A. and Kucharek H., Secondary interstellar oxygen in the heliosphere: numerical modelling and comparison with IBEX-Lo data, *The Astrophysical Journal*, Impact Factor 5.53 (РНФ)
3. Błęcki J., S. Savin, R. Wronowski and Rafał Iwański, The interaction of the energetic electron fluxes with the polar cusp, ionosphere and upper atmosphere, *Acta Geophysica*, Impact Factor 0.528
4. Demekhov A.G., J. Manninen, O. Santolik, E. E. Titova, Conjugate ground–spacecraft observations of VLF chorus elements, *GRL*, Impact Factor 4.212
5. Plyasov, A. Spicher, A. A. Chernyshov, W. J. Miloch, L. B. C. Clausen, Y. Saito, J. I. Moen. "Role of plasma inhomogeneities in the cusp ionosphere deduced from sounding rocket data", *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Impact Factor 3.426
6. Katushkina O.A., Quemerais E., Izmodenov V.V., Lallement R., Sandel B. R., Voyager 1/UVS Lyman-alpha measurements at the distant heliosphere (90-130AU): unknown source of additional emission, *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, doi:10.1002/2017JA024205 Impact Factor 3.426 (РНФ)
7. Krasovsky V. L., A. A. Kiselyov. Numerical experiments on charging of a spherical body in a plasma with Maxwellian distributions of charged particles, *Euro Phys. Journal D*, Impact Factor 0.424
8. Krasovsky V.L., A. A. Kiselyov. On trapped-particle effect on shielding in collisionless plasmas, *IEEE Transactions on Plasma Science* Impact Factor 1.041
9. Martines-Bedenko V.A., V.A. Pilipenko, M. Hartbinger, M.J. Engebretson, A.N. Willer, Correspondence between the latitudinal ULF wave power distribution and auroral oval in conjugate ionospheres, *Sun and Geosphere*
10. Martines-Bedenko V.A., V.A. Pilipenko, M.J. Engebretson, M. Moldwin, Time-spatial correspondence between Pi2 wave power and UV aurora bursts, *Russ. J. Earth. Sci.*, 2017 Impact Factor 0.815
11. Ouzounov D., S. Pulinetz, K.Hattori, P.Taylor, *Pre-Earthquake Processes: A Multi-disciplinary Approach to Earthquake Prediction Studies*, AGU Geophysical Monograph series № 234, AGU/Wiley, 2018
12. Pozanenko, A. S.; Barkov, M. V.; Minaev, P. Yu.; Volnova, A. A.; Mazaeva, E. D.; Moskvitin, A. S.; Krugov, M. A.; Samodurov, V. A.; Loznikov, V. M.; Lyutikov, M.: GRB170817A associated with GW170817: multifrequency observations and modeling of prompt gamma-ray emission, *The Astrophysical Journal Letters*, <http://adsabs.harvard.edu/abs/2017arXiv171005448P>. Impact Factor 5.522 (РНФ)
13. Pulinetz Sergey and Dimitar Ouzounov, *The Possibility of Earthquake Forecasting: Learning from nature*, Institute of Physics Books, IOP Publishing, 2018
14. Pulinetz S., D. Ouzounov, A.Karelin, K Boyarchuk, *Earthquake precursors in atmosphere and ionosphere. New concept for short-term earthquake forecast*. Springer, 2018

15. Ruderman M.S., I. Ballai, E. Khomenko, M. Collados, Rayleigh-Taylor instabilities with sheared magnetic fields in partially ionised plasmas, *Astron. Astrophys. Impact Factor* 5.014
16. Savin S., V.B. Belakhovsky, A.S. Sharma, E. Amata, V.A. Pilipenko, L. Legen, L.M. Zelenyi, J. Safrankova, Z. Nemecek, C. Wang, H. Li, F. Marcucci, L. Kozak, J. L. Rauch, V. Budaev, J. Blecki, E.A. Kronberg. Super-low frequency resonances near magnetospheric boundaries: correlations with geostationary/ionospheric data and transport governing, *Nature Geophysics*, 2017
17. Streltsov, J.-J. Berthelier, I. Bolotin, A. Chernyshov, V. Frolov, F. Honary, M. Kosch, R. McCoy, E. Mishin, M. Rietveld "Past, Present and Future of Active Experiments in Space", *Space Science Review, Impact Factor* 7.497
18. Yermolaev Yu.I., I.G. Lodkina, N.S. Nikolaeva, M.Y. Yermolaev, Geoeffectiveness of Solar and Interplanetary Structures and Generation of Strong Geomagnetic Storms, in Book "Extreme Events in Geospace", Elsevier
19. Yermolaev Yu.I., I. G. Lodkina, N. S. Nikolaeva, M. Yu. Yermolaev, Dynamics of Large-Scale Solar-Wind Streams Obtained by the Double Superposed Epoch Analysis: 2. Comparisons of CIR vs. Sheath and MC vs. Ejecta, *Solar Physics*, DOI: 10.1007/s11207-017-1205-1 *Impact Factor* 2.682 **(PHФ 16-12-10062)**
20. Zhang, B.-B.; ... S.; Pozanenko, A.; Zhang, F.-W.; Mazaeva, E.; Minaev, P.; Volnova, A.; et al. Transition from Fireball to Poynting-flux-dominated Outflow in Three-Episode GRB 160625B, *Nature Astronomy*
21. Айдакина Н.А., А.Г. Галка, В.И. Гундорин, М.Е. Гушин, И.Ю. Зудин С.В. Коробков, А.В. Костров, К.Н. Лоскутов, М.М. Могилевский, С.Э. Привер, А.В. Стриковский, Д.В. Чугунин, Д.В. Янин, Моделирование физических явлений в ионосфере и магнитосфере Земли на крупномасштабном плазменном стенде "Крот": некоторые результаты и перспективы, *Геомагнетизм и Аэрномия, Импакт фактор* 0.556
22. Алтайский М.В., Wavelets and renormalization group in quantum field theory problems, *Ядерная физика Импакт фактор* 2.274
23. Бисноватый-Коган Г.С., С.Г. Моисеенко, Н.В. Арделян, Магниторотационный механизм взрыва сверхновых с коллапсирующим ядром, *Ядерная физика, Импакт фактор* 2.274
24. Вайсберг О.Л., А.Ю.Шестаков, С.Д.Шувалов, Д.А.Моисеенко, Р.Н.Журавлев, «Комплекс малогабаритных приборов для исследования космической погоды», *Известия высших учебных заведений. Приборостроение, Импакт фактор* 0.345
25. Головчанская И.В., Б. В. Козелов, А. А. Чернышов, А.А. Ильясов, М.М. Могилевский, Возможный механизме подавления электростатической неустойчивости, связанной с неоднородным распределением плотности энергии, в авроральной ионосфере, *Геомагнетизм и Аэрномия, Импакт фактор* 0.556
26. Гурфинкель Ю.И., Ожередов В.А., Бреус Т.К., Сасонко М.Л., Исследование влияния космической погоды на сосудистый тонус человека, *Биофизика, Импакт фактор* 0.852
27. Ильясов А.А., А. А. Чернышов, М. М. Могилевский, И. В. Головчанская, Б. В. Козелов, Неустойчивость, вызванная неоднородным распределением плотности энергии, как возможный источник электростатического широкополосного шума, *Химическая физика, Импакт фактор* 1.197
28. Иудин Д.И., Давыденко С.С., Готлиб В.М., Долгоносков М.С., Зелёный Л.М., Физика молнии: новые подходы к моделированию и перспективы спутниковых наблюдений, *УФН, Импакт фактор* 2.301 **(PHФ)**
29. Кузнецов Е.А., Steady mirror structures in a plasma with pressure anisotropy, 51 стр, (2017) «Физика плазмы», *Импакт фактор* 1.010

30. Малыхин А.Ю., Григоренко Е.Е., Малова Х.В. Исследование влияния продольной компонентой магнитного поля на динамику протонов внутри плазмоида, Космические исследования, Импакт фактор 0.325
31. Могилевский М.М., Т.В. Романцова, Построение группировки малоразмерных спутников для получения двумерного поля параметров ионосферы, Космические исследования, Импакт фактор 0.325
32. Ожередов В. А., Бреус Т.К., Применение нового метода спектрального анализа к обнаружению синхронности процессов в гелиобиологии, Геофизические процессы и биосфера, Импакт фактор 0.853
33. Пронин В.Е., Пилипенко В.А., Захаров В.И., Мюрр Д.Л., Мартинес-Беденко В.А. Отклик полного электронного содержания ионосферы на конвективные вихри, Космические исследования, Импакт фактор 0.325
34. Пулинец С.А., Д.В. Давиденко, Положительная ночная аномалия электронной концентрации в ионосфере как краткосрочный предвестник землетрясений и возможный физический механизм ее формирования, Геомагнетизм и аэрономия Импакт фактор 0.556
35. Пулинец С.А., А.Д. Легенька, В.В. Хегай, В.П. Ким, Л.П. Корсунова, Возмущения ионосферы, предшествующие землетрясениям, по данным наземной станции вертикального зондирования ионосферы «Вакканай», Геомагнетизм и аэрономия Импакт фактор 0.556
36. Трухачев Ф.М., М.М. Могилевский, А.В.Томов, Д.В. Чугунин, Электрические токи в плазме, индуцированные ионно-звуковыми солитонами: МГД приближение с учетом захваченных частиц, Письма в ЖЭТФ, Импакт фактор 1.547
37. Хорсева Н.И., Григорьев Ю.Г., Григорьев П.Е. Влияние низкоинтенсивных электромагнитных полей на антенатальный период развития. От гаметогенеза до родов, Ж. Медико-биологических исследований (2017 №4)(ВАК) Импакт фактор 0.622
38. Чугунин Д.В., М. В. Клименко, В. В. Клименко, Характеристики потоков полярного ветра на высотах ~ 20000 км, Химическая физика, Импакт фактор 1.197
39. Чугунин Д.В., М. В. Клименко, А. А. Чернышов, В. В. Клименко, А. А. Ильясов, Р. Ю. Лукьянова "Нагрев ионов мелкомасштабными неоднородностями электрического поля в авроральной ионосфере во время геомагнитных возмущений", Геомагнетизм и Аэрономия, Импакт фактор 0.556

#### Монография

1. Безродных И.П., А.П. Тютнев, В.Т. Семенов / «Радиационные эффекты в космосе». Часть 3. Воздействие ионизирующего излучения на изделия электронной техники/ М.: ОАО «Корпорация «ВНИИЭМ», 2017. - 64 с., <http://d54x.ru/books11/20171104.pdf>
2. Заславская Р.М., Ахметов К.Ж., Жумабаева, Н.С., Басилов Н.С., Хроночувствительность к антигипертензивным препаратам и их время-зависимые эффекты при артериальной гипертонии, Москва, Из-во «МЕДПРАКТИКА» 2017, 168с.
3. Заславская Р.М., Циркадианная организация гемокоагуляции в норме и при сердечно-сосудистой патологии. Москва, Изд -во «МЕДПРАКТИКА» 2017, 151 с.

## Статьи в сборниках материалов конференций:

1. Antonova E.E., V.G. Vorobjev, M.O. Riazantseva, P.Kirpichev, O.I. Yagodkina, I.L. Ovchinnikov, V. V. Vovchenko, M.S. Pulinets, S.S. Znatkova, A.I. Demianov, N.V. Sotnikov, M.V. Stepanova, P.S. Moya, V.A. Pinto, Auroral oval and outer electron radiation belt, Proceedings of the 40th annual seminar "Physics of auroral phenomena", 13-17 March 2017, Apatity, p. 1-5.
2. Balyukin I.I., Izmodenov V.V., Katushkina O.A., Alexashov D.B., Kinetic modelling of primary and secondary interstellar oxygen atom fluxes in the heliosphere, J. Phys.: Conf. Ser. 815, 2017, doi:10.1088/1742-6596/815/1/012028
3. Bisnovaty-Kogan G.S., S.G.Moiseenko, N.V. Ardelyan, Magnetorotational supernovae and jet formation. High Energy Phenomena in Relativistic Outflows V AAA Workshop Series 8, 2016 pp.31-36 Eds. L.J.Pelizza and G.E.Romero
4. Bocharov G.S, V.P. Budaev, A.V. Eletsii, S.D. Fedorovich, Thermodynamics of thermally reduced graphene oxide, Journal of Physics: Conference Series 2017
5. Budaev V.P. Stochastic clustering of material surface under powerful load of high-temperature plasma, Journal of Physics: Conference Series 2017
6. Burinskaya, T. M., and M. M. Shevelev, Generation of Auroral Kilometric Radiation in a dipole magnetic field: 3-D approach, in "Planetary Radio Emissions VIII", G. Fischer, G. Mann, M. Panchenko & P. Zarka eds., Austrian Acad. Sci. Press, Vienna, 2017
7. E. A. Golikov, V. V. Izmodenov, and D. B. Alexashov. Two-jet structure of the ow produced by magnetized hypersonic spherical source into the steady unmagnetized medium. Journal of Physics: Conference Series, 815:012035, 2017. **(PHΦ)**
8. Glushikhina M.V., S.G. Moiseenko, MHD processes near compact objects (Review). Proceedings of the Fourteenth Marcel Grossmann Meeting on General Relativity. Worldscientific, 2017, pp 433-457
9. Martynenko, Y.V., Budaev, V.P., Grashin, S.A., Shestakov, E.A. Tungsten erosion in tokamak at current disruption, Bulletin of the Lebedev Physics Institute 2017
10. Moiseenko S.G., G.S.Bisnovaty-Kogan, N.V.Ardelyan Application of the operator-difference method to the simulation of MHD astrophysical problems. Proceedings of the Fourth Conference of Mathematical Society of the Republic of Moldova Chishinau, 2017 pp 421-424
11. Rakhmanova L., M. Riazantseva, N. Borodkova, O. Sapunova, G. Zastenker, Properties of the magnetosheath plasma turbulence upstream and downstream interplanetary shocks, Physics of Auroral Phenomena", Proc. XXXX Annual Seminar, Apatity (Kola Science Centre, Russian Academy of Science), 2017
12. Sadykov V. M., Kosovichev A. G., Sharykin I. N., Zimovets I. V., Vargas-Dominguez S. " Initiation and chromospheric effects of a M1.0 class solar flare from high-resolution multi-wavelength observations" // Fine Structure and Dynamics of the Solar Atmosphere, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium, Volume 327, pp. 103-108, 2017. <https://www.cambridge.org/core/journals/proceedings-of-the-international-astronomical-union/article/initiation-and-chromospheric-effects-of-a-m10-class-solar-flare-from-highresolution-multiwavelength-observations/BA484DC26C328B0C4A008BC7D90D8112>
13. Struminsky Alexei, Gamma-ray solar flares and in-situ particle acceleration, Space Weather, Proceedings IAU Symposium 335, 2017
14. Struminsky A. and Sadovski A. Stellar Cosmic Rays in a Habitable Zone, Stars: From Collapse to Collapse, Proceedings of a conference held at Special Astrophysical Observatory, Nizhny Arkhyz, Russia 3-7 October 2016. Edited by Yu. Yu. Balega, D. O. Kudryavtsev, I. I. Romanyuk, and I. A. Yakunin. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, 2017, p.105

15. Struminsky, Alexei; Sadovski, Andrei; Belov, Anatoly «Cosmic Rays near Proxima Centauri b» eprint arXiv:1704.06168 <https://arxiv.org/abs/1704.06168>
16. Struminsky, Alexei; Sadovski, Andrei; Belov, Anatoly Cosmic Rays near Proxima Centauri b, EWASS Special Session 4 (2017): Star-planet interactions
17. Toropina O.D, Bisnovaty-Kogan G.S., Moiseenko S.G. MHD Simulation of Laboratory Jets. Comparison with the experiment, Proceedings of ASTRONUM 2017 - the 12th International Conference on Numerical Modeling of Space Plasma Flows at Saint Malo, France, 26-30 June, 2017
18. Toropina O.D, Bisnovaty-Kogan G.S., Moiseenko S.G. MHD Simulation of Laboratory Jets. Comparison with the experiment, Proceedings of 16th International Interdisciplinary Seminar LPPM3, Montenegro, 5-10 June 2017
19. Volnova, A. A.; Pruzhinskaya, M. V.; Pozanenko, A. S.; Blinnikov, S. I.; Minaev, P. Yu.; Mazaeva, E. D.: Numerical Simulation of SN 2013dx / GRB 130702A. Stars: From Collapse to Collapse, Proceedings of a conference held at Special Astrophysical Observatory, Nizhny Arkhyz, Russia 3-7 October 2016. Edited by Yu. Yu. Balega, D. O. Kudryavtsev, I. I. Romanyuk, and I. A. Yakunin. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, 2017, p.447
20. [Zimovets I.V.](#), [Wang R.](#), [Liu Y.D.](#), [Wang C.C.](#), [Kuznetsov S.A.](#), [Sharykin I.N.](#), [Struminsky A.B.](#), [Nakariakov V.M.](#), Magnetic Structure and Electric Currents in Solar Flare Regions Producing Hard X-Ray Pulsations, Eprint arXiv:1708.01869 <https://arxiv.org/abs/1708.01869>
21. Безродных И.П., Е.И. Морозова, А.А. Петрукович, М.Н. Будяк, М.В. Кожухов, А.А. Мусалитин, В.Т. Семёнов, Структура энергетических спектров потоков электронов внешнего радиационного пояса Земли и динамика поглощенной дозы радиации в период минимума солнечной активности в 2007г. и 2009 г., Материалы 4-ой международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы создания космических систем дистанционного зондирования Земли» М.: АО Корпорация «ВНИИЭМ», 2017, с. 300-309
22. Галка А.Г., Янин Д.В., Костров А.В., Климов С.И., Новиков Д.И. Резонансный зонд для измерения плотности и флуктуаций ионосферной плазмы на микро- и наноспутниках // В сборнике: Труды Международной Байкальской молодежной научной школы по фундаментальной физике и Конференции молодых ученых "Взаимодействие полей и излучения с веществом" Институт солнечно-земной физики СО РАН (ИСЗФ СО РАН); Иркутский государственный университет (ИГУ). 2017. С. 173-175.
23. Климов С.И., В.А. Грушин, Л.А. Осадчая, Ч. Ференц, П. Сегеди, С.И. Свертилов, В.Е. Корепанов, С.В. Беляев, А.А. Марусенков. Специфика исследования КНЧ-ОНЧ электромагнитных излучений на солнечно-синхронной орбите. Спутник РЭЛЕК/Вернов. Глобальная электрическая цепь. Материалы Третьей Всероссийской конференции / Геофизическая обсерватория «Борок» – филиал Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН – Ярославль: Филигрань, 2017, с. 74.
24. Кузьмин А.К., Мерзлый А.М., Баньшикова М.А., Чувашов И.Н., Крученицкий Г.М., Потанин Ю.Н., Моисеев П.П. Прикладные аспекты измерений авроральных эмиссий и характеристик полярной ионосферы имаджером Авровизор-ВИС/МП на перспективном КА «Метеор-МП». Вопросы электромеханики, Труды ВНИИЭМ за 2016 год. Материалы четвертой международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы создания космических систем дистанционного зондирования Земли». – М.: АО «Корпорация ВНИИЭМ» - 2016, с.325-341.
25. Ожередов В. А., Бреус Т. К., Релаксационный спектральный анализ и его применение к обнаружению синхронности процессов в гелиобиологии и хрономедицине, Препринт ИКИ 2017г, Москва. Пр-2183



26. Петрукович А.А., Чугунин Д.В., Чернышов А.А., Никифоров О.В., Кузьмин А.К., Могилевский М.М., Вайсберг О., Л., Шувалов С.Д., Моисеенко Д.А. «Группировки микро- и наноспутников для исследований ионосферы и ионосферно-магнитосферных связей», Труды Симпозиума в рамках 52-х чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского «Современные проблемы создания российских малых космических аппаратов и их использования для решения социально-экономических задач», ISBN 978-5-93821-168-1, 516стр., стр. 49, Калуга, 19-21 сентября 2017г <http://readings.gmik.ru/show/readings>
27. Свертилов С.И., М.И. Панасюк, В.В. Богомол, С.И. Климов, А.В. Богомол, Г.К. Гарипов, П.А. Климов, И.Н. Мягкова. Высотные разряды и высыпания магнитосферных электронов как элементы глобальной электрической цепи: данные космического эксперимента РЭЛЕК на спутнике «Вернов». Глобальная электрическая цепь. Материалы Третьей Всероссийской конференции / Геофизическая обсерватория «Борок» – филиал Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН – Ярославль: Филигрань, 2017, с. 68-69.
28. Струминский А.Б., А.М. Садовский, М.С. Жарикова Радиационные условия вблизи экзопланет системы TRAPPIST-1, Всероссийская ежегодная конференция по физике Солнца «Солнечная и солнечно-земная физика-2017», ГАО РАН, Санкт-Петербург, 2017-11-10
29. Чернышов А.А., Чугунин Д.В., Могилевский М.М., Петрукович А.А. «Применение малых космических аппаратов для изучения неоднородной структуры ионосферы с помощью многоточечных измерений», Сборник тезисов научно-технической конференции «Иосифьяновские чтения 2017», 314стр., стр.172-175, Истра, Московская область, НИИЭМ, 26 октября 2017 <http://www.niem.ru/about/news/276-conf17>
30. Чернышов А.А., Чугунин Д.В., Могилевский М.М., Петрукович А.А. «Исследование ионосферы радиофизическими методами с использованием космических аппаратов малой размерности», Труды Симпозиума в рамках 52-х чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского «Современные проблемы создания российских малых космических аппаратов и их использования для решения социально-экономических задач», ISBN 978-5-93821-168-1, 516стр., стр. 48-49, Калуга, 19-21 сентября 2017г.

#### Доклады, тезисы и циркуляры:

1. Altaisky M.V., Wavelets and renormalization group in quantum field theory problems. Доклад на конференции “SYMPHYS XVII”, <http://theor.jinr.ru/~symphys/2017>, 9 – 15 июля 2017 г. в г.Ереван, Армения
2. Antonova E.E., V.G. Vorobjev, M.O. Riazantseva, P.Kirpichev, O.I. Yagodkina, I.L. Ovchinnikov, V. V. Vovchenko, M.S. Pulinets, S.S. Znatkova, A.I.Demianov, N.V. Sotnikov, M.V. Stepanova, P.S. Moya, V.A. Pinto, Auroral oval and outer electron radiation belt, Proceedings of the 40th annual seminar "Physics of auroral phenomena", 13-17 March 2017, Apatity, <http://pgia.ru:81/seminar/>
3. Antonova E.E., Stepanova M.V., Kirpichev I.P., Riazantseva M.O., Vorobjev V.G., Yagodkina O.I., Vovchenko V.V., Ovchinnikov I.L., Sotnikov N.A., Frozen-in condition and plasma pressure distribution in the magnetosphere of the Earth, Abstracts of the conference The Magnetosphere: New Tools, New Thinking, New Results 2017

- Conference, Puerto Varas, Chile, from 12-17 of November 2017 (<http://cefei.ciencias.uchile.cl/2017puertovaras>). P. 2.
4. Antonova E.E., Stepanova M.V., Kirpichev I.P., Riazantseva M.O., Vorobjev V.G., Yagodkina O.I., Vovchenko V.V., Ovchinnikov I.L., Sotnikov N.V., Moya P.S., Pinto V.A., Auroral processes and outer electron radiation belt, 13<sup>th</sup> International Conference on Substorms abstracts (ICS-13 Abstract View, <http://ics13.unh.edu/abstracts>), Portsmouth, New Hampshire, USA, 25-29 September, 2017
  5. Artemyev A.V., Formation of thin current sheets in the Earth magnetotail. The 13<sup>th</sup> International Conference on Substorms (ICS-13) will be held in Portsmouth, New Hampshire, USA on 25–29 September, 2017
  6. Artemyev, A.; Angelopoulos, V.; Runov, A.; Petrukovich, A. A. Current sheet thinning in the near-Earth magnetotail American Geophysical Union, Fall General Assembly 2016, abstract #SM51B-2488\
  7. Artemyev A.A., A.I. Neishtadt, A.A. Vasiliev, D. Mourenas, Kinetics equation for charged particle interaction with strong waves: nonlinearity beyond the quasi-linear approximation. The 10 International Workshop on Nonlinear Waves and Chaos (NWCW17), La Jolla Beach and Tennis Club, San Diego, California, 20-24 March, 2017
  8. Atamaniuk B., S.I. Popel, A.P. Golub', H. Rothkaehl, Y.N. Izvekova, E.A. Lisin, G. G. Dol'nikov, A. V. Zakharov, and L. M. Zelenyi, "Meteoroid Impacts onto the Surface of the Moon and Dust Particle Launching", European Lunar Symposium (Münster, Germany, 2017), pp. 33-34
  9. Bisnovatyi-Kogan G.S., TOPICAL PROBLEMS OF NONLINEAR WAVE PHYSICS . WORKSHOP LaB, Moscow - St.-Petersburg, Russia, 22 - 28 July 2017 <http://www.nwp.sci-nnov.ru/> Mechanisms of astrophysical jet formation, and comparison with laboratory experiments Приглашенный доклад
  10. Bisnovatyi-Kogan G.S., VIII-th International Conference "SOLITONS, COLLAPSES AND TURBULENCE: Achievements, Developments and Perspectives" (SCT-17) Chernogolovka, May 21 - May 25, 2017. <http://sct17.itp.ac.ru/sct17/> . Self-similar solution for the strong shock in a uniformly expanding Universe. Приглашенный доклад
  11. Bisnovatyi-Kogan G.S., HIGH ENERGY PHENOMENA IN RELATIVISTIC OUTFLOWS VI, Moscow September 11-15, 2017, <https://hepro6.cosmos.ru/> [Annihilation line from the galactic bulge due to action of low-mass flare stars](https://hepro6.cosmos.ru/Annihilation_line_from_the_galactic_bulge_due_to_action_of_low-mass_flare_stars)
  12. Bisnovatyi-Kogan G.S., 16th Russian Gravitational Conference - International Conference on Gravitation, Cosmology and Astrophysics (RUSGRAV-16). Russia, Kaliningrad, June 24 – June 30, 2017 <http://eng.kantiana.ru/rusgrav16/> [Dark energy effects in the local universe](http://eng.kantiana.ru/rusgrav16/Dark_energy_effects_in_the_local_universe) Приглашенный доклад
  13. Bisnovatyi-Kogan G.S., Ginzburg Centennial Conference on Physics. May 29-June 3, 2017, Moscow <http://gc2.lpi.ru/> Thermal conductivity of dense astrophysical plasma: kinetic approach Приглашенный доклад
  14. Bisnovatyi-Kogan G.S., Symposium «30th anniversary of SN 1987A» 2 - 3 of March, 2017, Moscow <http://lvd.ras.ru/30AnnSN1987A/en/index.php> "Magneto-Rotational Mechanism of the Supernova Explosion" Приглашенный доклад
  15. Bisnovatyi-Kogan G.S., Международная конференция «Взрывающаяся Вселенная глазами роботов» МГУ им. М.В.Ломоносова, ГАИШ, 14 - 18 Августа 2017 <http://master.sai.msu.ru/ru/master2017/> Young neutron stars with soft gamma ray emission and anomalous X-ray pulsar Приглашенный доклад
  16. Bisnovatyi-Kogan G.S., MULTIFREQUENCY BEHAVIOR OF HIGH ENERGY COSMIC SOURCES XII (Palermo, Italy 12-17 June) [HTTP://WORKSHOP2017.IAPS.INAF.IT/](http://WORKSHOP2017.IAPS.INAF.IT/) Evolutions of Neutron Stars and their Magnetic Fields Приглашенный доклад

17. Bisnovatyi-Kogan G.S., MULTIFREQUENCY BEHAVIOR OF HIGH ENERGY COSMIC SOURCES XII (Palermo, Italy 12-17 June)  
[HTTP://WORKSHOP2017.IAPS.INAF.IT/](http://WORKSHOP2017.IAPS.INAF.IT/) Kinetic theory of the heat conductivity in the crust of a magnetized neutron star
18. Bisnovatyi-Kogan G.S., 17th Gamow Conference-School: “Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology, Cosmomicphysics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology” 13 – 20 August, 2017, Odessa, Ukraine <http://gamow.odessa.ua/>  
30YEAR OF THE SUPERNOVA IN LMC:MAGNETOROTATIONAL MECHANISM AND NEUTRINO OBSERVATIONS Приглашенный доклад
19. Bisnovatyi-Kogan G.S., 17th Gamow Conference-School: “Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology, Cosmomicphysics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology” 13 – 20 August, 2017, Odessa, Ukraine <http://gamow.odessa.ua/>  
LIGHT CURVES OF TRANSIENT COSMIC ACCRETING SOURCE IN DIFFERENT WAVELENGTHS
20. Bisnovatyi-Kogan G.S., UK-Russia workshop on “100 years of black holes” Royal Society at Chicheley Hall [www.royalsociety.org](http://www.royalsociety.org) Gravitational waves and core-collapse supernovae Приглашенный доклад
21. Bisnovatyi-Kogan G.S., Models of Gravity Workshop. Oldenburg Univ., 18-20-september-2017 <http://www.models-of-gravity.org/events/all-events/past-events-2017.html>  
"GRAVITATIONAL WAVES AND CORE-COLLAPSED SUPERNOVAE"  
Приглашенный доклад
22. Borodkova Natalia, Victor Eseevich, Georgy Zastenker, Olga Sapunova, Yuri Yermolaev, Investigation of Interplanetary Shocks Structure with Plasma Spectrometer BMSW Onboard the SPEKTR-R, AOGS 14th Annual Meeting 06 to 11 AUG, 2017, Singapore, ST16-D2-PM1-P-014 (poster) <https://www.meetmatt-svr3.net/aogs/aogs2017/mars2/pubViewAbs.asp?sMode=session&slid=135&submit=Browse+Abstracts>
23. Budaev V.P, Innovative potential of plasma technology, Международная конференция «Современные проблемы теплофизики и энергетики» Москва, 9-11 октября 2017 Г.
24. Budaev V.P. and L.N. Khimchenko, Arcs on the melted metal surface in fusion devices, 5th International Symposium on Liquid Metals Applications for Fusion 25-27 September 2017 Moscow, Russia The book of abstracts and scientific programme of the 5th International Symposium on Liquid Metal Applications for Fusion, Sep, 25 – Sep, 27, 2017. M.:NRNU MEPhI, 2017, 84 p.
25. Budaev V.P, S.D. Fedorovich, Yu.V. Martynenko, M.V. Lukashovsky , M.K. Gubkin, A.V. Lazukin, A.V. Karpov, E.A. Shestakov, The plasma device for the high-heat plasma testing of refractory metals and inventing of new highly porous materials, Международная конференция «Современные проблемы теплофизики и энергетики» Москва, 9-11 октября 2017 Г.
26. Chernyshov A.A. "Experiments on satellites. Resonance.", Meeting “Past, Present and Future of Active Experiments in Space”, Bern, Switzerland, July 24-28, 2017 (приглашенный) <http://www.issibern.ch/teams/activexperinspace/index.php/second-meeting-july-24-28-2016/>
27. Delcourt Dominique, Helmi Malova, Lev Zelenyi, Quasi-adiabatic transport in Mercury's magnetotail, PS5.1/ST2.7, EGU2017-2658\$ <https://egu2017.eu/home.html>
28. Dolnikov G.G., A. V. Zakharov, I. A. Kuznetshov, A. N. Lyash, S. I. Popel, I. A. Shashkova, and S. A. Bednjakov, “Preliminary Modeling of Dusty Plasma Environment near the Moon Surface”, XXXII International Conference on Interaction of Intense Energy Fluxes with Matter (Elbrus, Russia, 2017). Book of Abstracts, Moscow, Chernogolovka, Nalchik, 2017, P. 373-374
29. Dubinsky A.Yu., B.B. Chen, and S.I. Popel, Origin, Composition, and Dynamics of Fine Particles in the Atmosphere of Central Asia, The 15th Open All-Russia Conference

- “Modern Problems of Remote Sensing of Earth from Space”. Abstracts (Moscow, Russia, 2016), p. 351
30. Dubinsky A. Yu. and S. I. Popel, Hydrogen Formation in Lunar Regolith and its Possible Influence on Dusty Plasma at the Moon, The Eighth Moscow Solar System Symposium (Moscow, Russia, 2017), 8MS3-DP-05, pp. 126-128
  31. Vladimir Ermakov, Lev Zelenyi, Oleg Vaisberg, Egor Sementsov, and Eduard Dubinin, Mars atmospheric losses induced by the solar wind: current knowledge and perspective 19th EGU General Assembly, EGU2017, proceedings from the conference held 23-28 April, 2017 in Vienna, Austria., Geophysical Research Abstracts <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2017/EGU2017-13659.pdf>
  32. Ermakov V.N., L.M. Zelenyi, O.L. Vaisberg, E.A. Sementsov, E.M. Dubinin, S.D. Shuvalov, Initial analysis of ion fluxes in magnetotail of Mars based on simultaneous measurements ON MARS EXPRESS and MAVEN, The Eighth Moscow Solar System Symposium, 9-13 October, 2017, <https://ms2017.cosmos.ru> (Устный доклад.)
  33. Ermakov V., L.Zelenyi, O.Vaisberg, S.Shuvalov, A.Znobischev, E.Dubinin, Analysis of the ion sources of the Martian dayside magnetosphere based on MAVEN measurements, American Geophysical Union Fall Meeting, 11-15 December 2017, New Orleans, <https://fallmeeting.agu.org/2017/>.
  34. Eselevich V., Eselevich M., Zimovets I. Possible causes of shock waves generation in the solar corona in the absence of coronal mass ejections // Poster. Second VarSITI General Symposium, Irkutsk, Russia, 10-15 July 2017. <http://varsiti2017.iszf.irk.ru/index.php/conferences/varsiti/schedConf/program>
  35. Grigorenko E.E., Influence of quasi-adiabatic ion dynamics on the current sheet structures observed in the Martian magnetotail by MAVEN, [International Conference on Mars Aeronomy 2017](http://marsaeronomy2017.org/) 15-19 мая 2017 Боулдер, Колорадо, США <http://lasp.colorado.edu/meetings/marsaeronomy2017/preliminary-program/>
  36. Grigorenko E., E. Kronberg, P. Daly, N. Ganushkina, B. Lavraud, J.-A. Sauvaud, and L. Zelenyi, Electron heating and  $T_p/T_e$  variations during magnetic dipolarizations, Генеральная ассамблея Европейского Геофизического Союза-2017, г. Вена, Австрия, 23-28 апреля 2017, EGU2017-4657, <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2017/orals/24850>
  37. Grigorenko E., L.M. Zelenyi, J.-A. Sauvaud, M. Hoshino, E.A. Kronberg, A. Runov, B. Lavraud, P.W. Daly, Magnetic reconnection and its manifestations in the Plasma Sheet Boundary Layer, 2017 Joint IAPSO-IAMAS-IAGA Assembly, 27 августа - 1 сентября 2017 Кейп-Таун, ЮАР, <http://www.iapso-iamas-iaga2017.com/index.php/2016-05-15-22-51-06/conference-programme> (приглашенный)
  38. Grigorenko E., E. Kronberg, P. Daly, N. Ganushkina, B. Lavraud, J.-A. Sauvaud, and L. Zelenyi, Electron heating and  $T_p/T_e$  variations during magnetic dipolarizations, Генеральная ассамблея Европейского Геофизического Союза-2017, г. Вена, Австрия, 23-28 апреля 2017, EGU2017-4657, <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2017/orals/24850> (устный доклад)
  39. Gurfinkel Yu.I. Vasin A.L., Sasonko M.L. Effects of zero magnetic field on heart rate variability in human experiment. // ISGP 2017, XXXVIII Annual International Gravitational Physiology Meeting, Zvenigorod, Russia, May 28- June 2? 2017
  40. Izmodenov V.V., The heliospheric boundaries: Global modeling vs. Voyager and IBEX data (приглашенный), Joint IASPO-IAMAS-IAGA Assembly 29 August-1 September 2017, Cape Town, South Africa, Cape Town, ЮАР, 27 августа - 1 сентября 2017
  41. Izmodenov V.V., Kinetic-MHD modeling of the global structures of astrospheres and heliosphere (Приглашенный), The 12th International Conference on Numerical Modeling of Space Plasma Flows (Astronom 2017), Saint Malo, France, 26-30 June, 2017., Сан Мало, Франция, 26-30 июня 2017; <http://irfu.cea.fr/ASTRONUM2017/index.html>

42. Izvekova Yu.N., T. I. Morozova, and S. I. Popel, Dusty Plasma Turbulence in the Regions where the Moon Crosses the Earth's Magnetotail, The Eighth Moscow Solar System Symposium (Moscow, Russia, 2017), 8MS3-PS-56, pp. 323-325
43. Khabarova Olga, Helmi V. Malova, Roman A. Kislov, Lev M. Zelenyi, Vladimir N. Obridko, Alexander F. Kharshiladze, Munetoshi Tokumaru, Justyna M. Sokol, Stan Grzedzielski, and Kne'ichi Fujiki, Polar conic current sheets as sources and channels of energetic particles in the high-latitude heliosphere, ST1.6, EGU2017-18130\$ <https://egu2017.eu/home.html>
44. Klimov S., V. Grushin, D. Novikov, L. Belyakova, L. Osadchaya Cs. Ferencz, P. Szegedi, V. Korepanov, S. Belyayev, A. Marusenkov, B. Kirov, S. Asenovski, K. Georgieva. The particularity of investigation of ELF-VLF electromagnetic radiation on sun-synchronous orbits. Project RELEC/Vernov. Solar Influences on the Magnetosphere, Ionosphere and Atmosphere. The Nein Workshop, Sunny Beach, Bulgaria May 30 - June 3, 2017
45. Kopnin S.I., T. I. Morozova, and S. I. Popel, "Electron Beam Action and High Charging of Dust Particles", 8th Intl. Conf. on the Physics of Dusty Plasmas (Prague, Czech Republic, 2017). Book of Abstracts, p. 101
46. Kopnin S.I., T. I. Morozova, and S. I. Popel, "Charging of Dust Particles Subjected to the Action of an Electron Beam", 15th International Workshop "Complex Systems of Charged Particles and their Interactions with Electromagnetic Radiation" (Moscow, Russia, 2017)
47. Kopnin S.I. and Popel S.I., "Dusty Plasma Energy Conversion Processes in Earth's Atmosphere and Lunar Exosphere", Proceedings of Pre-Conference Workshop "Nonlinear Wave Structures in Complex Continuous Media Including Atmosphere, Hydrosphere and Space Plasma" (Kazan, Russia, 2017), 2nd International Conference on Astrophysics and Particle Physics (San Antonio, USA, 2017), p. 8. **(Приглашенный)**
48. Korsunova L.P., V.V. Hegai, S.A. Pulinets, Ground-based vertical sounding of the ionosphere to identify possible ionospheric precursors of earthquake using parameters of mid-latitude F2 and Es layers in the region of the Kamchatka peninsula using post-event data processing (epignosis), XXXII-nd URSI General Assembly and Scientific Symposium, August 19-26, Montreal, Canada, 2017
49. [Kosovichev A.G.](#), [Sharykin I.N.](#), [Sadykov V.M.](#), [Zimovets I.V.](#), [Myshyakov I.I.](#) "Relationship Between High-Energy X-ray Sources and Helioseismic Impact of X-Class Flare" //Oral. SPD meeting #48, id.2.03, August 21-26, 2017, Portland, USA. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2017SPD...48.0203K>
50. Krankowski A., S. Pulinets, M. Hernández-Pajares, Iu. Cherniak, I. Zakharenkova, H. Rothkaehl, IoNosphere Sounding for Pre-seismic anomalies Identification (INSPIRE): Results and Perspectives, XXXII-nd URSI General Assembly and Scientific Symposium, August 19-26, Montreal, Canada, 2017
51. Kulikov S., Skalsky A., Magnetic field measurements around Ganymede and at its surface, 8MS3-PS-40, The Eighth Moscow Solar System Symposium, 2017, [https://ms2017.cosmos.ru/docs/8m-s3\\_abstract\\_book\\_2.pdf](https://ms2017.cosmos.ru/docs/8m-s3_abstract_book_2.pdf)
52. Kuzichev I., I. Vasko, O. Agapitov, F. Mozer, A. Artemyev, Effects of the magnetic field and density inhomogeneity on the electron hole evolution, 32nd URSI General Assembly and Scientific Symposium, 19th to 26th of August 2017, Montreal, Canada
53. Kuzichev Ilya, Ivan Vasko, Oleksiy V Agapitov, Forrest Mozer and Anton Artemyev, On Electron Hole Evolution in Inhomogeneous Plasmas, AGU 2017 Fall Meeting, 11-15 December 2017, New Orleans, USA
54. Kuzichev Ilya, Ivan Vasko, Oleksiy Agapitov, Forrest Mozer, Anton Artemyev. Vlasov simulations of electron hole dynamics in inhomogeneous magnetic field, EGU General Assembly 2017, 23–28 April 2017, Vienna, Austria.

55. Kuzichev I., D. Shklyar, On the resonant interaction of relativistic electrons with oblique whistler-mode waves. 32nd URSI General Assembly and Scientific Symposium, 19th to 26th of August 2017, Montreal, Canada
56. Irina Lodkina, Yuri Yermolaev, Nadezhda Nikolaeva, Michael Yermolaev, Current status of catalog of large-scale solar wind phenomena, <http://varsiti2017.iszf.irk.ru/index.php/conferences/varsiti/schedConf/program> (poster)
57. Kuznetsov E.A., Mirror structures in a plasma with pressure anisotropy, talk at the seminar, Laboratoire de Physique des Plasmas, Ecole Polytechnique, Palaiseau, Paris, France, 6 November 2017
58. Malova, Helmi; Popov, Victor; Grigorenko, Elena; Petrukovich, Anatoly; Delcourt, Dominique; Sharma, Surja; Khabarova, Olga; Zelenyi, Lev Evidence for quasi-adiabatic motion of plasma particles in strong current sheets in the solar wind 19th EGU General Assembly, EGU2017, proceedings from the conference held 23-28 April, 2017 in Vienna, Austria., p.3852
59. Moiseenko S.G., Bisnovaty-Kogan G.S., Ardelyan N.V. пленарный (приглашенный) доклад (Space Research Institute, Moscow, Russia; МЕРФИ, Moscow, Russia; Moscow State University, Moscow, Russia) “Completely conservative Lagrangian operator-difference scheme for astrophysical MHD flows” 17th Gamow Conference-School: “Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology, Cosmomicrophysics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology” 13 – 20 August, 2017, Odessa, Ukraine <http://gamow.odessa.ua/program>
60. Moiseenko S.G., G.S.Bisnovaty-Kogan “Simulation of magnetorotational processes in core-collapsed supernovae” XXIX IUPAP Conference on Computational Physics, (CCP2017) 9-15 July 2017, Paris, France <https://ccp2017.sciencesconf.org/>
61. Moiseenko S.G., G.S.Bisnovaty-Kogan, N.V.Ardelyan пленарный (приглашенный) доклад “Application of the operator-difference method to the simulation of MHD astrophysical problems.” 4<sup>th</sup> conference of the mathematical society of Moldova <http://cmsm4.math.md/program.html>
62. Moiseenko D.A., O.L. Vaisberg, R.N. Zhuravlev, S.D. Shuvalov, A.Yu. Shestakov, P.P. Moiseev, M.V. Mitjurin, E.I. Rodkin, V.V. Letunovsky, I.I. Nichushkin, A.D. Vasiliev, FUNCTIONAL TESTS OF ARIES-L INSTRUMENT, , The Eighth Moscow Solar System Symposium, 9-13 October, 2017, <https://ms2017.cosmos.ru> (устный доклад)
63. Moiseenko D.A., A. Yu. Shestakov, R.N. Zhuravlev, I.V. Zimovets, O.L. Vaisberg, S.D. Shuvalov, COMPLEX OF LOW-WEIGHT MINIATURE INSTRUMENTS FOR SOLAR WIND MONITORING, , The Eighth Moscow Solar System Symposium, 9-13 October, 2017, <https://ms2017.cosmos.ru> (устный доклад)
64. Moya P.S., C. M. Espinoza, M. V. Stepanova, E. E. Antonova, and J. A. Valdivia, Magnetic fluctuations and collisionless regulation of the Earth’s plasma sheet, Abstracts of the conference The Magnetosphere: New Tools, New Thinking, New Results 2017 Conference, Puerto Varas, Chile, from 12-17 of November 2017 (<http://cefei.ciencias.uchile.cl/2017puertovaras>). P. 40.
65. Nakamura, R.; Varsani, A.; Sergeev, V. A.; Baumjohann, W.; Petrukovich, A. A.; Sotirelis, T.; Plaschke, F.; Magnes, W.; Russell, C. T.; Khotyaintsev, Y. V.; Giles, B. L.; Dorelli, J.; Gershman, D. J.; Strangeway, R. J.; Coffey, V. N.; Torbert, R. B.; Lindqvist, P. A.; Ergun, R. Simultaneous Remote Observations of Intense Reconnection Effects by MMS and DMSP Spacecraft During Storm-time Substorms American Geophysical Union, Fall General Assembly 2016, abstract #SM41B-2437
66. Ouzounov D., Pulinetz S., Lee L., Giuliani G., Fu C.-C., Liu (Tiger) J.-Y., Hattori K., Radon observations as an integrated part of the multi parameter approach observations as an integrated part of the multi parameter approach to study pre-earthquake processes, EGU General Assembly Conference Abstracts, 19, p. 11515, 2017

67. Ouzounov D., Pulinets S., Giuliani G., Hernández-Pajares M., García-Rigo A., Study preearthquake features in the Earth atmosphere-ionosphere environment associated with 2016 Amatrice-Norcia (Central Italy) seismic sequence, EGU General Assembly Conference Amatrice-Norcia (Central Italy) seismic sequence, EGU General Assembly Conference Abstracts, 19, p. 11462, 2017
68. Ouzounov D., Pulinets S., Lee L., Giuliani G., Fu C.-C., Liu (Tiger) J.-Y., Hattori K., Radon observations as an integrated part of the multi parameter approach to study pre-earthquake processes, EGU General Assembly Conference Abstracts, 19, 11515, 2017
69. Ouzounov D., Pulinets S., Giuliani G., Hernández-Pajares M., García-Rigo A., Study pre-earthquake features in the Earth atmosphere-ionosphere environment associated with 2016 Amatrice-Norcia (Central Italy) seismic sequence, EGU General Assembly Conference Abstracts, 19, 11462, 2017
70. Ouzounov D., A. Rozhnoi, M. Solovieva, M. Hayakawa, P.-F. Biagi, S. Pulinets, Pre-earthquake effects in atmosphere and ionosphere revealed by satellite and VLF/LF observations, XXXII-nd URSI General Assembly and Scientific Symposium, August 19-26, Montreal, Canada, 2017
71. Ouzounov D., S. Velichkova-Yotsova, S. Pulinets, A. Velez, N. Hatzopoulos, VHF modulations in the wireless signals associated with pre-earthquake processes, XXXII-nd URSI General Assembly and Scientific Symposium, August 19-26, Montreal, Canada, 2017
72. Petrukovich Anatoli, Small satellites for space plasma studies: compromise of science and affordability, 3rd COSPAR Symposium (COSPAR Symposium 2017), 18 to 22 September 2017 in Jeju, Korea “Small Satellites for Space Research”. Keynote talk [http://cospar2017.org/html/english/sub02/COSPAR\\_Symposium\\_2017\\_Porgram.pdf](http://cospar2017.org/html/english/sub02/COSPAR_Symposium_2017_Porgram.pdf) **(Приглашенный)**
73. Petrukovich Anatoli A, Olga Chugunova, Karel Kudela, Jan Balaz and Igor Strharsky, Variations of energetic ions flux in the foreshock (Invited) (205402), AGU Chapman Conference on Dayside Magnetosphere Interactions, 10-14 July 2017, Chengdu, China <https://chapman.agu.org/dayside-magnetosphere/files/2017/06/Program-Book-Final.pdf>
74. Podladchikova, Tatiana; Petrukovich, Anatoly, Forecast of future geomagnetic storm strength: 5 years online, 19th EGU General Assembly, EGU2017, proceedings from the conference held 23-28 April, 2017 in Vienna, Austria., p.204
75. Popel S., A. Golub', Yu. Izvekova, L. Zelenyi, “Lunar dust: origin and dynamics”, Ginzburg Centennial Conference on Physics (Moscow, Russia, 2017) **(Приглашенный)**
76. Popel S. I., A. P. Golub', L. M. Zelenyi, and M. Horanyi, “Dusty Plasmas in the Lunar Exosphere: Effects of Meteoroids”, XXXII International Conference on Interaction of Intense Energy Fluxes with Matter (Elbrus, Russia, 2017). Book of Abstracts, Moscow, Chernogolovka, Nalchik, 2017, P. 373
77. Popel S.I., A. P. Golub', and L. M. Zelenyi, “Dusty Plasmas in Lunar Environments: Effects of Meteoroids”, 15th International Workshop “Complex Systems of Charged Particles and their Interactions with Electromagnetic Radiation” (Moscow, Russia, 2017) **(Приглашенный)**
78. Popel S.I., A.P. Golub', L.M. Zelenyi, and M. Horányi, “Dusty Plasma Cloud in the Lunar Exosphere and Impacts of Meteoroids”, The Eighth Moscow Solar System Symposium (Moscow, Russia, 2017), 8MS3-DP-04, pp. 123-125
79. Popel S.I., Yu.N. Izvekova, and T.I. Morozova, “Interaction of the Earth’s Magnetotail with Dusty Plasma Near the Lunar Surface: Wave Processes and Turbulent Magnetic Reconnection”, 8th Intl. Conf. on the Physics of Dusty Plasmas (Prague, Czech Republic, 2017). Book of Abstracts, p. 103

80. Popel S.I. and L.M. Zelenyi, “Lunar Dust and Dusty Plasmas: Recent Developments, Advances, and Unsolved Problems”, 8<sup>th</sup> Intl. Conf. on the Physics of Dusty Plasmas (Prague, Czech Republic, 2017). Book of Abstracts, p. 34. **(Приглашенный)**
81. Pulinets S., Krankowski A., Hernandez-Pajares M., Cherniak Iu., Zakharenkova I., Rothkaehl H., IoNosphere Sounding for Pre-seismic anomalies Identification REsearch (INSPIRE) project possible contribution to GGOS, EGU General Assembly Conference Abstracts, 19, p. 8090, 2017
82. Pulinets S.A., N.P. Danilkin, N.G. Kotonaeva, I.S. Danilov, A.V. Markov, Topside and transionospheric sounding experiments onboard the Transport cargo spaceship “Progress” and International Space Station (ISS), XXXII-nd URSI General Assembly and Scientific Symposium, August 19-26, Montreal, Canada, 2017
83. Rakhmanova L., Riazantseva M., Zastenker G. , Kinetic-scale plasma turbulence behind the quasi-parallel and quasi-perpendicular bow shock, Complexity and Turbulence in Space Plasmas, L’Aquila, Italy, 18 – 22 September 2017, <http://www.cifs-iss.org/pastcourses.asp>
84. Rakhmanova L., Riazantseva M., Zastenker G., Yermolaev Yu., Kinetic plasma turbulence behind the quasi-perpendicular bow shock, AGU Chapman Conference on Dayside Magnetosphere Interactions, Chengdu, Sichuan Province, China, 10-14 July 2017, Program book, P.9, T-6, <https://chapman.agu.org/dayside-magnetosphere/files/2017/06/Program-Book-Final.pdf>
85. Rakhmanova L., Riazantseva M., Zastenker G. Yermolaev Yu., Small-scale turbulence in the Earth’s magnetosheath affected by the bow shock and the magnetopause, Joint [IAPSO - IAMAS - IAGA Assembly](#), Cape Town, South Africa, 27 August -1 September, A29, ID 622, Abstract book P.953, [http://www.iapso-iamas-iaga2017.com/images/IAGA\\_210817.pdf](http://www.iapso-iamas-iaga2017.com/images/IAGA_210817.pdf) (устный доклад).
86. Riazantseva Maria, Budaev Viacheslav, Rakhmanova Lyudmila, Borodkova Natalia, Zastenker Georgy, Yermolaev Yuri, Safrankova Jana, Nemecek Zdenek, Pitna Alexander, Prech Lubomir, Intermittency of density fluctuations upstream and downstream interplanetary shocks, 19th EGU General Assembly, EGU2017, proceedings from the conference held 23-28 April, 2017 in Vienna, Austria., Geophysical Research Abstracts Vol. 19, p.11912, <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2017/EGU2017-11912.pdf>
87. Riazantseva Maria, Vyacheslav Budaev, Lyudmila Rakhmanova, Natalia Borodkova, Yuri Yermolaev, Georgy Zastenker, Jana Safrankova, Zdenek Nemecek, Alexander Pitna, The Influence of the Interplanetary Shocks on Properties of Turbulence in the Solar Wind, AOGS 14th Annual Meeting 06 to 11 AUG, 2017, Singapore ST16-D5-AM2-309-011 (oral) <https://www.meetmatt-svr3.net/aogs/aogs2017/mars2/pubViewAbs.asp?sMode=session&sId=135&submit=Browse+Abstracts> (устный доклад)
88. Riazantseva Maria, Vyacheslav Budaev, Lyudmila Rakhmanova, Georgy Zastenker., Jana Safrankova, Zdenek Nemecek, Lubomir Prech, The Character Of Plasma Turbulence In The Solar Wind With Helium Abundance. AOGS 14th Annual Meeting 06 to 11 AUG, 2017, Singapore, ST12-D4-PM2-329-011 (oral), <https://www.meetmatt-svr3.net/aogs/aogs2017/mars2/pubViewAbs.asp?sMode=session&sId=131&submit=Browse+Abstracts> (устный доклад)
89. Riazantseva M., Budaev V., Rakhmanova L., Zastenker G., Yermolaev Yu., Lodkina I., Spectra of ion flux fluctuations in the region of transition to the kinetic scale in various large-scale solar wind streams, Complexity and Turbulence in Space Plasmas, L’Aquila, Italy, 18 – 22 September 2017, <http://www.cifs-iss.org/pastcourses.asp>
90. Ruderman M. Phase mixing of Alfvén waves in planar and axisymmetric non-reflective magnetic plasma configurations. 15<sup>th</sup> European Solar Physics Meetings (ESPMs). 04-08 September 2017, Budapest, Hungary. <http://astro.elte.hu/ESPM-15/index.php>



91. Sadovski, A. M.; Skalsky, A. A., Wave activities resulted from Solar wind-Moon interaction, European Planetary Science Congress 2017, held 17-22 September, 2017 in Riga Latvia, id. EPSC2017-604.
92. Sadybakasov B.K., B. B. Chen, and S. I. Popel, "Isotopes as an Identifiers of Origin of Micro- and Nano-Scale Aerosol Particles in the Atmosphere of Central Asia", 8th International IUPAC Symposium "Macro- and Supramolecular Architectures and Materials: Multifunctional Materials and Structures" (MAM-17) 6-10 June 2017, Sochi, Russia. Publishing House of I.M.Sechenov First MSMU. Moscow, 2017, p. 118.
93. Safrankova Jana, Nemecek Zdenek, Nemecek Frantisek, Prech Lubomir, Zastenker Georgy N., Riazantseva Maria, Plasma beta control of transition between inertial and ion scales, 19th EGU General Assembly, EGU2017, proceedings from the conference held 23-28 April, 2017 in Vienna, Austria., Geophysical Research Abstracts Vol. 19, p.5331, <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2017/EGU2017-5331.pdf>
94. Sapunova O.V., Borodkova N.L., Zastenker G.N. Fine structure of the interplanetary shocks observed by BMSW experiment on-board the СРЕКТР-R. 40 ежегодный семинар "Физика авроральных явлений", 13 - 17 марта 2017, Апатиты, Россия. Тезисы С. 52, <http://pgia.ru/seminar/>. (устный доклад)
95. Sapunova O.V., Borodkova N.L., Zastenker G.N., Yermolaev Yu. I., Safrankova J, Nemecek Z., Prech L. Fine structure of the interplanetary shock's fronts registered in the solar wind. Устный доклад на 26-ой ежегодной конференции студентов "Week of Doctoral Students 2017", Карлов университет, Прага, Чешская республика, 6 - 8 июня 2017 г. [https://www.mff.cuni.cz/veda/konference/wds/wds\\_prg.htm](https://www.mff.cuni.cz/veda/konference/wds/wds_prg.htm) (устный доклад)
96. Shklyar D.R., Energy Transfer between Different-Cyclotron-Resonance Electrons via Oblique Whistler-Mode Wave Packets in the Magnetosphere. 32nd International Union of Radio Science General Assembly and Scientific Symposium (URSI 2017 GASS), Montréal, Canada, August 19 - 26, 2017
97. Shklyar D.R., Energy transfer between various groups of electrons in the process of resonant wave-particle interaction (invited). The 40th Annual Seminar "Physics of Auroral Phenomena", March 13-17, 2017, Polar Geophysical Institute, Apatity, Murmansk region, Russia, Pp. 43-44
98. Shuvalov S.D., "Analysis of solar wind-Mars interaction region and pick-up ions from MAVEN measurements on January 04, 2015", [International Conference on Mars Aeronomy 2017](http://www.icas.ac.cn/International_Conference_on_Mars_Aeronomy_2017) 15-19 мая 2017 Боулдер, Колорадо, США <http://lasp.colorado.edu/meetings/marsaeronomy2017/preliminary-program/> (Устный доклад)
99. Shuvalov Sergey et al., "Analysis of solar wind Mars interaction region and pick-up ions from MAVEN measurements" The Eighth Moscow Solar System Symposium, 9-13 October, 2017, <https://ms2017.cosmos.ru> (Устный доклад.)
100. Shuvalov S.D., O.L. Vaisberg, D.A. Moiseenko, M.I. Markichev, A.Yu. Shestakov, R.N. Zhuravlev, V.N. Ermakov. Physical mock-up of an electron spectrometer for studying fine aurora structure, 40 ежегодный семинар "Физика авроральных явлений", 13 - 17 марта 2017, Апатиты, Россия. (доклад)
101. Shvartsburg A.B., N.S. Erokhin, S.A. Pulinets, Phase synchronism of microwaves in space plasma: resonant broadband wide-angle generation of secondary harmonics, 38th PIERS (Progress in Electromagnetic Research) Symposium, 22-25 May, Sankt-Petersburg, Russia, 2017
102. Spicher, A. A. Piyasov, W. J. Miloch, A. A. Chernyshov, J. I. Moen, L. B. C. Clausen, Y. Saito "Studies of small scale irregularities in the cusp ionosphere using sounding rockets: recent results", AGU Fall Meeting, New Orleans 11-15 Dec. 2017 <https://agu.confex.com/agu/fm17/preliminaryview.cgi/Session24705> (приглашенный)
103. Stepanova M., and E.E. Antonova, Variation of plasma pressure in the magnetosphere and geomagnetic storms, Abstracts of the conference The

- Magnetosphere: New Tools, New Thinking, New Results 2017 Conference, Puerto Varas, Chile, from 12-17 of November 2017  
(<http://cefei.ciencias.uchile.cl/2017puertovaras>). P. 48.
104. Struminsky Alexei, Gamma-ray solar flares and in-situ particle acceleration, Session 2, Solar Wind and Heliosphere , Space Weather, IAU Symposium 335 (<http://blogs.exeter.ac.uk/iaus335/scientific-program/talks/>) (приглашенный доклад ) (поездка в очередной отпуск за счет средств РФФИ № 16-02-00328)
  105. Struminsky Alexei, Cosmic Rays near Proxima Centauri b, Space Weather, IAU Symposium 3356 (<http://blogs.exeter.ac.uk/iaus335/scientific-program/poster-program/P2-15>) (постер)
  106. Struminsky A., Radiation Environment near Exoplanets, Extreme habitable Worlds, Nordwick, December 2017 (устный)
  107. Struminsky, A. Sadovski and A. Belov, Cosmic Rays near Proxima Centauri b, EWASS SS4 (<http://eas.unige.ch/EWASS2017/session.jsp?id=SS4>) (устный)
  108. Titova E.E., A.G. Demekhov , J. Manninen , D.L. Pasmanik , D.R. Shklyar , A.V. Larchenko, Localization of the sources of narrowband VLF hiss in the frequency range of 4-10 kHz using ground-based and Van Allen Probes satellite observations The 40th Annual Seminar "Physics of Auroral Phenomena", March 13-17, 2017, Polar Geophysical Institute, Apatity, Murmansk region, Russia, p.44
  109. Vaisberg Oleg et al., Dayside magnetosphere of Mars, The Eighth Moscow Solar System Symposium, 9-13 October, 2017, <https://ms2017.cosmos.ru>
  110. Varsani, Ali; Nakamura, Rumi; Sergeev, Victor A.; Baumjohann, Wolfgang; Petrukovich, Anatoli A.; Owen, Christopher J.; Yao, Zhonghua; Sotirelis, Thomas Simultaneous Remote Observations of Intense Reconnection Effects by MMS and DMSP Spacecraft During Storm-time Substorms, 19th EGU General Assembly, EGU2017, proceedings from the conference held 23-28 April, 2017 in Vienna, Austria., p.16468
  111. Vasko I., O. Agapitov, F. Mozer, A. Artemyev, V. Krasonoselskikh and J. Bonnell., Scattering by the broad-band electrostatic turbulence in the inner magnetosphere, GEM Summer Workshop, Portsmouth, Virginia, USA on 18-23 June 2017
  112. Vasko I. , O. Agapitov, F. Mozer, J. Bonnell, A. Artemyev and V. Krasonoselskikh, Diffusive scattering of electrons by electron phase space holes around injection fronts, Van Allen Probes Science Working Group, 29 May - 1 June 2017
  113. Yermolaev, Yuri; Lodkina, Irina; Yermolaev, Michael, Large-scale structures of solar wind and dynamics of parameters in them, 19th EGU General Assembly, EGU2017, proceedings from the conference held 23-28 April, 2017 in Vienna, Austria., Geophysical Research Abstracts Vol. 19, p.6636, <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2017/EGU2017-6636.pdf>
  114. Yermolaev Yuri, Irina Lodkina, Michael Yermolaev, Natalia Borodkova, Average Temporal Profiles of Interplanetary Parameters in CIR, Sheath and ICME, AOGS 14th Annual Meeting 06 to 11 AUG, 2017, Singapore, ST16-D5-AM2-309-006 (oral) <https://www.meetmatt-svr3.net/aogs/aogs2017/mars2/pubViewAbs.asp?sMode=session&sId=135&submit=Browse+Abstracts> (устный доклад)
  115. Yermolaev Yuri I., Irina G. Lodkina, Michael Yermolaev, Maria Riazantseva, Interplanetary drivers of strong magnetic storms, <http://varsiti2017.iszf.irk.ru/index.php/conferences/varsiti/schedConf/program> (приглашенный доклад)
  116. Zimovets I.V. Pulsations in solar flares: some recent observations and models // Oral talk. Scientific Workshop. National Astronomy Observatory, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, 05 May 2017. <http://english.nao.cas.cn/>

117. Zimovets I.V. Relationship between hard X-ray footpoint sources and photospheric electric currents in solar flares: a statistical study // Oral talk. CESPM-1, Kunming, China, 15-19 May 2017. <http://cespm2017.csp.escience.cn/dct/page/1>
118. Zimovets I.V. Spatially-resolved observations of the sources of hard X-ray pulsations and their links with the magnetic structure in solar flare regions // Oral talk. Scientific Workshop. Purple Mountain Observatory, Chinese Academy of Sciences, Nanjing, China, 22 August 2017. <http://english.pmo.cas.cn/>
119. Zimovets I.V. "Spatially-resolved observations of the sources of hard X-ray pulsations and magnetic structure of the parent solar flare regions" // Oral. Meeting-1 of ISSI-BJ International Team "Pulsations in solar flares: matching observations and models" led by I. Zimovets & Z. Ning, 16-20 October 2017, ISSI-BJ, Beijing, China. <http://iki.rssi.ru/issibj/psf/publications/>
120. Zimovets I.V., Sharykin I.N., Wang R., Liu Y., Kosovichev A.G. "Relationship between hard X-ray footpoint sources and photospheric electric currents in solar flares: a statistical study" // Poster. AGU Fall Meeting, 11-15 December 2017, New Orleans, USA. <http://fallmeeting.agu.org/2017/program-overview/>
121. Антонова Е.Е., В.Г. Воробьев, М.О. Рязанцева, И.П. Кирпичев, О.И. Ягодкина, И.Л. Овчинников, В.В. Вовченко, М.С. Пулинец, С.С. Знаткова, Н.В. Сотников, М.В. Степанова, БАЛАС ДАВЛЕНИЙ В МАГНИТОСФЕРЕ ЗЕМЛИ И МАГНИТОСФЕРНАЯ ДИНАМИКА, Двенадцатая ежегодная конференция «ФИЗИКА ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ», 06-11 февраля 2017 г., СБОРНИК ТЕЗИСОВ, ИКИ РАН, г. Москва, с. 57, 2017.
122. Антонова Е.Е., В.Г. Воробьев, М.О. Рязанцева, И.П. Кирпичев, О.И. Ягодкина, И.Л. Овчинников, В.В. Вовченко, М.С. Пулинец, С.С. Знаткова, А.И. Демьянов, Н.В. Сотников, М.В. Степанова, Авроральный овал и внешний электронный радиационный пояс (обзор), The 40th annual seminar "Physics of auroral phenomena", 13-17 March 2017, Apatity, Book of abstracts (<http://pgia.ru:81/seminar/>), p. 22.
123. Балюкин И.И., Измоденов В.В., Катушкина О.А., Алексашов Д.Б., Вторичный межзвездный нейтральный кислород в гелиосфере: кинетическое моделирование и сравнение с данными КА IBEX, Двенадцатая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Москва, Россия, 6-11 февраля 2017. [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Program.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Program.pdf)
124. [Балюкин И. И., Измоденов В. В., Рассеянное солнечное Лайман-альфа излучение от геокороны: наблюдения КА SOHO \(прибор SWAN\) и моделирование, научная конференция и школа молодых ученых "Атмосферы планет: от земной группы к экзопланетам", г. Апатиты, 27 марта http://planetaexo.wixsite.com/planets2017](http://planetaexo.wixsite.com/planets2017)
125. [Балюкин И.И., Измоденов В.В., Катушкина О.А., Алексашов Д.Б., Вторичный межзвездный нейтральный кислород в гелиосфере: кинетическое моделирование и сравнение с данными КА IBEX, XXIV МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ «ЛОМОНОСОВ», Москва, 13 апреля, https://lomonosov-msu.ru/rus/event/4000/](https://lomonosov-msu.ru/rus/event/4000/)
126. Безродных И.П., Е.И. Морозова, А.А. Петрукович, М.Н. Будяк, В.Т. Семёнов, А.А. Петрукович, ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ КОРОТИРУЮЩИХ ПОТОКОВ СВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ПОТОКОВ ЭЛЕКТРОНОВ ВРПЗ, 260
127. Бородкова Н.Л., В.Г. Еселевич, О.В. Сапунова, Г.Н. Застенкер, Ю.И. Ермолаев, Влияние отраженных ионов на формирование структуры межпланетных квазиперпендикулярных ударных волн при числах Маха меньше первого

- критического числа Маха, 12-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Тезисы С. 102, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) (устный доклад)
128. Будаев В.П., Высокопористые покрытия тугоплавких материалов для технологий гиперзвуковых скоростей, Сборник докладов научно практической конференции «Инновационные материалы и технологии» Главное управление научно-исследовательской деятельности и технического сопровождения передовых технологий (инновационных исследований) Министерства обороны Российской Федерации, 18 апреля 2017 г. с.50
129. Будаев В.П., С.Д. Федорович, М.В. Лукашевский, Ю.В. Мартыненко, М.К. Губкин, А.В. Карпов, А.В. Лазукин, В.А. Шестаков, Плазменная установка НИУ «МЭИ» для испытаний тугоплавких металлов и создания высокопористых материалов нового поколения, ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2017, т. 40, вып. 3 с. 23
130. Буринская Т.М., Шевелёв М.М., Механизм формирования спектров аврорального километрового излучения, 12-я ежегодная конференция «Физика плазмы в солнечной системе», Москва, ИКИ РАН, 6-10 февраля 2017, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) с.64
131. Бученкова М.С., А.А. Скальский, А.М. Садовский, Взаимодействие солнечного ветра с поверхностью луны и сопутствующие волновые явления, Двенадцатая конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Москва, февраль 2017, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf).
132. Быховский Н., Измоденов В.В., MHD modeling of the cold cloud-hot plasma interaction (Стенодовый), The 12th International Conference on Numerical Modeling of Space Plasma Flows (Astronom 2017), Saint Malo, France, 26-30 June, 2017., Сан Мало, Франция, 26-30 июня 2017; <http://irfu.cea.fr/ASTRONUM2017/index.html>
133. Быховский Н.Д., Измоденов В.В., Моделирование взаимодействия холодного облака и горячей плазмы в МГД-приближении, Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Ломоносов-2017", Москва, Россия, 10-14 апреля 2017. [https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov\\_2017/data/section\\_19\\_10845.htm](https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2017/data/section_19_10845.htm) (Устный)
134. Вайсберг О.Л., С.Д. Шувалов, Л.М. Зелёный, А.С. Знобищев., Наблюдение структуры потоков ионов при пересечении границы магнитосферы марса, 12-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Тезисы С.106, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) (устный доклад)
135. Вайсберг О.Л., С.Д. Шувалов, А.Ю. Шестаков., Обнаружение источника пучка ионов, приводящего к развитию активного токового слоя, 12-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Тезисы С.105, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) (устный доклад)
136. Вовченко В.В., Е.Е. Антонова, ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТОКОВЫХ СИСТЕМ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ПЛАТО В РАДИАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ДАВЛЕНИЯ, Двенадцатая ежегодная конференция «ФИЗИКА ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ», 06-11 февраля 2017 г., СБОРНИК ТЕЗИСОВ, ИКИ РАН, г. Москва, с. 260, 2017.
137. Готлиб В.М., Л.И. Гурвиц, Л.М. Зеленый, Ю.Ю. Ковалев, М.М. Могилевский, Х. Роткель, А.А. Скальский, Низкочастотная радиоастрономия - путь к новым знаниям. Научно-практическая конференция «Космонавтика XXI века», ЦНИИМАШ, март 2017. [http://www.tsniimash.ru/press-center/events\\_and\\_activities/nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-s-mezhdunarodnym-uchastiem-kosmonavtika-xxi-veka/](http://www.tsniimash.ru/press-center/events_and_activities/nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-s-mezhdunarodnym-uchastiem-kosmonavtika-xxi-veka/) (приглашенный)
138. Готлиб В.М., Л.И. Гурвиц, Л.М. Зеленый, Ю.Ю. Ковалев, М.М. Могилевский, Х. Роткель, А.А. Скальский, Низкочастотная астрономия: лунный

- радиотелескоп, конференция "АСТРОФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ СЕГОДНЯ И ЗАВТРА (HEA2017)", <http://hea.iki.rssi.ru/heaconf/hea/people/228/> (приглашенный)
139. Григоренко Е.Е., С.Д. Шувалов, В.Н. Ермаков, Х.В. Малова, В.Ю. Попов, О.Л. Вайсберг, Л.М. Зеленый, Структура токовых слоев в области ближнего хвоста магнитосферы марса по наблюдениям спутника MAVEN, 12-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Тезисы С.191, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) (доклад)
140. Громова Л.И., С.В. Громов, А.Е. Левитин, Л.А. Дремухина, Н.Г. Клейменова, Высокоширотные геомагнитные эффекты интенсивной магнитной бури 22-23 июня 2015 г., 12 Ежегодная конференция 'Физика плазмы в солнечной системе', 6-10 февраля 2017, ИКИ РАН, Сборник тезисов, с. 54, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Abstract\\_Book\\_Plasma2017.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Abstract_Book_Plasma2017.pdf), 2017 (устный)
141. Грушин, В.А., С.И. Климов, Б. Киров, В.Е. Корепанов, Ш. Салаи, П. Сегеди, И.Э. Белова, Л.Д. Белякова, Т.В. Гречко, О.В. Лапшинова, Д.И. Новиков. Корреляционный анализ данных международного эксперимента «Обстановка (1-й этап)» на борту РС МКС. Двенадцатая ежегодная конференция «Физика плазмы в солнечной системе» 06-10 февраля 2017г., ИКИ РАН, тезисы, с. 48. [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf)
142. Гурфинкель Ю.И., Бинги В.Н., Васин А.Л., Изучение влияния магнитных полей на сердечно-сосудистую систему человека в интересах пилотируемой космонавтики//1-ая Всероссийская конференция с международным участием «Физика и экология электромагнитных излучений», п.Агой Краснодарский край, 25 - 30 сентября 2017г. (Программа приложена)
143. Дремухина Л.А., Л.И. Громова, С.В. Громов, Н.Г. Клейменова, Воздействие резких фронтов динамического давления солнечного ветра на высокоширотную ионосферно-магнитосферную систему: событие 21-22 июня 2015 г. 12 Ежегодная конференция 'Физика плазмы в солнечной системе', 6-10 февраля 2017, ИКИ РАН, Сб. тезисов, с. 263, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Abstract\\_Book\\_Plasma2017.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Abstract_Book_Plasma2017.pdf) (постер)
144. Евдокимова М.А., А.А. Петрукович, АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИОНОСФЕРНЫХ ТОКОВ ПО ДАННЫМ МЕРИДИОНАЛЬНОЙ ЦЕПОЧКИ МАГНИТОМЕТРОВ, 299
145. Ермаков В.Н., Л.М. Зеленый, О.Л. Вайсберг, Е.А. Семенцов, Д.А. Моисеенко, Р.Н. Журавлев, А.Ю. Шестаков, Координированные наблюдения потерь атмосферы Марса и межпланетной обстановки на спутниках MARS-EXPRESS и MAVEN, 12-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Тезисы С.68, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) (устный доклад)
146. Ермолаев Ю.И., И.Г. Лодкина, М.Ю. Ермолаев, Геоэффективность комплекса явлений солнечного ветра IS + SHEATH + ICME, 12-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Тезисы С.111, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) (устный доклад)
147. Ерохин Н.С., Зольникова Н.Н., Михайловская Л.А. Серфотронное ускорение ядер гелия электромагнитной волной в космической плазме. Российский университет дружбы народов. LIII Всероссийская конференция по проблемам динамики, физики частиц, физики плазмы и оптоэлектроники. Россия, г. Москва, 15-19 мая 2017
148. Жукова Е.И., В.Ю. Попов, Х.В. Малова, Е.Е. Григоренко, МЕХАНИЗМЫ УСКОРЕНИЯ ЧАСТИЦ В ТОКОВОМ СЛОЕ ХВОСТА МАГНИТОСФЕРЫ ЗЕМЛИ, XII Ежегодная Конференция «Физика Плазмы в Солнечной Системе» 6 - 10 февраля 2017 г., ИКИ РАН, Сборник тезисов, с. 195; [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf)

149. Зенченко Т.А., Бреус Т.К. Результаты и итоговые выводы 15-летнего исследования особенностей индивидуальной реакции на факторы космической и земной погоды// Приглашенный доклад, 1-ая Всероссийская конференция с международным участием «Физика и экология электромагнитных излучений», п.Агой Краснодарский край, 25 - 30 сентября 2017г. (Программа приложена)
150. Зимовец И.В., Журавлев Р.Н., Моисеенко Д.А., Шестаков А.Ю., Шувалов С.Д., Шарыкин И.Н., Вовченко И.С., «Комплекс малогабаритной аппаратуры для диагностики космической плазмы и мониторинга корпускулярного излучения Солнца», 2017 г. XXI Всероссийская ежегодная конференция «Солнечная и солнечно-земная физика - 2017», 9-13 Октября, ГАО РАН Постерный доклад. [http://www.gaoran.ru/russian/solphys/2017/program\\_2017.html](http://www.gaoran.ru/russian/solphys/2017/program_2017.html)
151. Зимовец И.В., Шарыкин И.Н. Статистическое исследование связи вспышечных рентгеновских источников и фотосферных электрических токов // Устный. 12-ая ежегодная конференция «Физика плазмы в Солнечной системе», 6-10 февраля, 2017, ИКИ РАН, Москва, Россия. <http://plasma2017.cosmos.ru/>
152. Знаткова С.С., Е.Е. Антонова, И.П. Кирпичев, М.С. Пулинец, ДАВЛЕНИЕ НА МАГНИТОПАУЗЕ НА ДАЛЬНИХ ФЛАНГАХ МАГНИТОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВ THEMIS, Двенадцатая ежегодная конференция «ФИЗИКА ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ», 06-11 февраля 2017 г., СБОРНИК ТЕЗИСОВ, ИКИ РАН, г. Москва, с. 254, 2017.
153. Извекова Ю.Н., С.И. Попель, Нелинейные волновые структуры и перенос пылевых частиц в атмосферах Земли и Марса, 14-я ежегодная конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования», 12-14 апреля, 2017, Москва <http://kmu2017.cosmos.ru/sites/kmu2017.cosmos.ru/files/KMU2017-abstract-book.pdf>  
с.3 **(Приглашенный)**
154. Измоденов В.В., Минаев П.Д., Катушкина О.А., Влияние эффектов границы гелиосферы на распределение межзвездного водорода внутри гелиосферы, Двенадцатая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Москва, Россия, 6-11 февраля 2017. <http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017 Program.pdf>
155. Ильясов А.А., А.А. Чернышов, М.М. Могилевский, "Моделирование электромагнитных ионно-циклотронных волн в присутствии неоднородного электрического поля", 12-я конференция «Физика плазмы в солнечной системе», 06-10 февраля 2017г., Москва, ИКИ РАН, стр.168, 2017 <http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017 Program.pdf>
156. Ильясов А.А., А.А. Чернышов, М.М. Могилевский "Неоднородности электрического поля как источник электромагнитных ионно-циклотронных волн", XIV Конференция молодых ученых «Фундаментальные и прикладные космические исследования», Москва, ИКИ РАН, 12-14 апреля 2017г. <https://kmu.cosmos.ru/about>
157. Кирпичев И.П., Е.Е. Антонова, УТЕЧКА МАГНИТОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЫ ЧЕРЕЗ МАГНИТОПАУЗУ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ КАППА-РАСПРЕДЕЛЕНИЯ, Двенадцатая ежегодная конференция «ФИЗИКА ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ», 06-11 февраля 2017 г., СБОРНИК ТЕЗИСОВ, ИКИ РАН, г. Москва, с. 56, 2017.
158. Кислов Р.А., О.В. Хабарова, Х.В. Малова, МГД-МОДЕЛЬ ВЫСОКОШИРОТНОГО ТОКОВОГО СЛОЯ В ГЕЛИОСФЕРЕ, XII Ежегодная Конференция «Физика Плазмы в Солнечной Системе» 6 - 10 февраля 2017 г., ИКИ РАН, Сборник тезисов, с. 197; [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf)
159. Кислов Р.А., Х.В. Малова, И.С. Веселовский, КИНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СФЕРИЧЕСКОГО ТОКОВОГО СЛОЯ, XII Ежегодная Конференция «Физика

- Плазмы в Солнечной Системе» 6 - 10 февраля 2017 г., ИКИ РАН, Сборник тезисов, с. 318; [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf)
160. Клейменова Н.Г., Л.И. Громова, С.В. Громов, Л.А. Дремухина, Н.Р. Зелинский, Л.М. Малышева, Н.Э. Васильева, Дневная полярная суббури в начальной фазе магнитной бури 22 января 2012 г., 12 Ежегодная конференция 'Физика плазмы в солнечной системе', 6-10 февраля 2017, ИКИ РАН, Сборник тезисов, с. 244, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Abstract\\_Book\\_Plasma2017.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Abstract_Book_Plasma2017.pdf), 2017. (постер)
161. Кузичев И.В., И.Ю. Васько, А.В. Артемьев, Влияние неоднородности магнитного поля на эволюцию электронных дырок, 12ая Ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", 06 - 10 февраля 2017, Москва
162. Кузичев И.В., А.Ю. Малыхин, Моделирование распространения низкочастотных волн в ионосфере Земли. 60-я Научная конференция МФТИ, 20 по 25 ноября 2017, Долгопрудный
163. Кузнецов С.А., Зимовец И.В. Исследование связи источников пульсаций жесткого рентгеновского излучения с магнитными полями и электрическими токами во вспышечных областях на Солнце // Устный. 12-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в Солнечной системе", 6-10 February 2017, ИКИ РАН, Москва, Россия. <http://plasma2017.cosmos.ru/>
164. Кузнецов С.А., Зимовец И.В. Исследование связи источников пульсаций жесткого рентгеновского излучения с магнитными полями и электрическими токами во вспышечных областях на Солнце // Постер. Всероссийская астрономическая конференция – 2017. "Астрономия: познание без границ", 17-22 сентября 2017, Ялта, Крым.
165. Маевский Е.В., Р.А. Кислов, В.Ю. Попов, Х. В. Малова, МОДЕЛЬ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА В ОКОЛОСОЛНЕЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ, XII Ежегодная Конференция «Физика Плазмы в Солнечной Системе» 6 - 10 февраля 2017 г., ИКИ РАН, Сборник тезисов, с. 96; [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf)
166. Малыхин А.Ю., Е.Е. Григоренко, Х.В. Малова, Исследование динамики плазмы в плазмодоподобных конфигурациях со сдвиговой компонентой магнитного поля в хвосте магнитосфера Земли, 12-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Тезисы С.192, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) (доклад)
167. Маннинен Ю., Н.Г. Клейменова, Л.И. Громова, Е.Л. Макотела, А.Е. Козловский, Т. Турунен, Изменения спектральной структуры квазипериодических онч- излучений во время полярной суббури, 12 Ежегодная конференция 'Физика плазмы в солнечной системе', 6-10 февраля 2017, ИКИ РАН, Сборник тезисов, с. 117, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Abstract\\_Book\\_Plasma2017.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Abstract_Book_Plasma2017.pdf), 2017 (устный)
168. Мёрзлый А.М., В.И. Арефьев, Н.Л. Бузинский, А.А. Петрукович, В.В. Тихонов, В.В. Трёкин, С.Ю. Хабибулин, КОНЦЕПЦИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ ВКО 297
169. [Минаев П.Д.](#), [Измоденов В.В.](#), [Катушкина О.А.](#), Влияние эффектов границы гелиосферы на распределение межзвездного водорода внутри гелиосферы [XIV КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ "ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»](#) Москва, Россия, 12-14 апреля 2017. <https://kmu.cosmos.ru/sites/kmu2017.cosmos.ru/files/KMU-2017-Program-4.pdf> (устный)
170. [Минаев П.Д.](#), [Измоденов В.В.](#), [Катушкина О.А.](#), Влияние эффектов границы гелиосферы на распределение межзвездного водорода внутри гелиосферы, Международной конференции студентов, аспирантов и молодых

- ученых «Ломоносов-2017», Москва, Россия, 10 - 14 апреля 2017 года  
[https://lomonosovmsu.ru/file/uploaded/4000/report/request\\_156016/54132/uid1453\\_29\\_report.pdf?1510598033](https://lomonosovmsu.ru/file/uploaded/4000/report/request_156016/54132/uid1453_29_report.pdf?1510598033) (устный)
171. Мингалев О.В., И.В. Мингалев, Х.В. Малова, М.Н. Мельник, Л.М. Зеленый, СИСТЕМА УРАВНЕНИЙ ДЛЯ ГИБРИДНОЙ ГЛОБАЛЬНОЙ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ МАГНИТНОСФЕРЫ, XII Ежегодная Конференция «Физика Плазмы в Солнечной Системе» 6 - 10 февраля 2017 г., ИКИ РАН, Сборник тезисов, с.169; [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf)
172. Мингалев О.В., О.В. Хабарова, Х.В. Малова, И.В. Мингалев, Р.А. Кислов, М.Н. Мельник, П.В. Сецко, Л.М. Зелёный, МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗОНАНСНОГО УСКОРЕНИЯ ПРОТОНОВ В МАГНИТНОМ ОСТРОВЕ В СКЛАДКЕ ГЕЛИОСФЕРНОГО ТОКОВОГО СЛОЯ, XII Ежегодная Конференция «Физика Плазмы в Солнечной Системе» 6 - 10 февраля 2017 г., ИКИ РАН, Сборник тезисов, с.170; [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf)
173. Мингалев О.В., Хабарова О.В., Малова Х.В., Мингалев И.В., Кислов Р.А., Мельник М.Н., Сецко П.В., Зелёный Л.М., МОДЕЛИРОВАНИЕ УСКОРЕНИЯ ПРОТОНОВ В МАГНИТНОМ ОСТРОВЕ В СКЛАДКЕ ГЕЛИОСФЕРНОГО ТОКОВОГО СЛОЯ, Международная Конференция, международная байкальская молодежная научная школа по фундаментальной физике "ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КОСМОСЕ И ОКОЛОЗЕМНОЙ СРЕДЕ, Иркутск, Россия, 11-16 сентября 2017; <http://ru.iszf.irk.ru/Конференции>
174. Мищенко А.В., Задача об обтекании звездным ветром планет, не имеющих магнитного поля, XIV Конференция молодых ученых «Фундаментальные и прикладные космические исследования», Москва, Россия, 12-14 апреля 2017. <http://kmu2017.cosmos.ru/sites/kmu2017.cosmos.ru/files/KMU-2017-Program-4.pdf> (Устный)
175. Мищенко А.В., Измоденов В.В., Задача об обтекании звездным ветром планет, не имеющих магнитного поля, Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Ломоносов-2017", Москва, Россия, 10-14 апреля 2017. [https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov\\_2017/data/section\\_19\\_10845.htm](https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2017/data/section_19_10845.htm) (Устный)
176. Мищенко Алексей, Быховский, Измоденов, Physical and numerical aspects of the modeling of charge-exchange boundary layers in astrospheres and near non-magnetized planets/exoplanets (Стендовый), The 12th International Conference on Numerical Modeling of Space Plasma Flows (Astronom 2017), Saint Malo, France, 26-30 June, 2017., Сан Мало, Франция, 26-30 июня 2017; <http://irfu.cea.fr/ASTRONUM2017/index.html>
177. Моженков Е.Р., О.Л. Вайсберг, Определение скорости солнечного ветра по абберрации плазменных хвостов комет, 12-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Тезисы С.171, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) (устный доклад)
178. Моисеенко С.Г., пленарный ( приглашенный ) доклад «Численные методы для моделирования астрофизических течений.» Всероссийская студенческая научная конференция «Физика космоса» 30 января – 1 февраля 2017 года [http://astro.ins.urfu.ru/sites/default/files/school/y2017/P2\\_Nauchnaya\\_programma\\_ams7-1.pdf](http://astro.ins.urfu.ru/sites/default/files/school/y2017/P2_Nauchnaya_programma_ams7-1.pdf)
179. Моисеенко С.Г., Г.С. Бисноватый-Коган, «Изоэнтропические "ударные волны" при численном моделировании астрофизических течений» международный научный семинар «математические модели и моделирование в лазерно-плазменных и передовых научных технологиях», Петровац, Черногория, 3-10 июня 2017года <http://lppm3.ru/files/histofprog/LPpM3-2017-Programme.pdf>



180. Моисеенко Д.А., Глазкин Д.Н., Маркичев М.И., Вайсберг О.Л., Пылеударный масс-спектрометр для проекта Интергелио-Зонд, 14 Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования", 12-14 апреля 2017, Москва, Россия. <http://kmu2017.cosmos.ru/> (устный доклад)
181. Моисеенко Д.А., Журавлев Р.Н., Шестаков А.Ю., Шувалов С.Д., Митюрин М.В., Нечушкин И.И., Родькин Е.И., Вайсберг О.Л., Лабораторные испытания прибора АРИЕС-Л, 14 Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования", 12-14 апреля 2017, Москва, Россия. <http://kmu2017.cosmos.ru/> (устный доклад)
182. Моисеенко Д.А., Зимовец И.В., Журавлев Р.Н., Шестаков А.Ю., Шувалов С.Д., Шарыкин И.Н., Вовченко И.С., Вайсберг О.Л. "Комплекс малогабаритной аппаратуры для мониторинга и диагностики корпускулярного излучения Солнца" // Постер. XXI всероссийская ежегодная конференция по физике Солнца "Солнечная и солнечно-земная физика-2017", 9-13 октября 2017, ГАО РАН, Пулково, Россия. <http://www.gaoran.ru/russian/solphys/2017/>
183. Морозова Т.И., С.И. Копнин, С.И. Попель, Солитоны в плазме приповерхностного слоя Луны и пылевой околоземной плазме с учётом адиабатического захвата электронов, 12-я ежегодная всероссийская конференция «Физика плазмы в Солнечной системе», 6-10 февраля, 2017, Москва [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) с.315
184. Морозова Т.И., С.И. Попель, Волновые процессы у поверхности Луны при её взаимодействии с хвостом магнитосферы Земли, 12-я ежегодная всероссийская конференция «Физика плазмы в Солнечной системе», 6-10 февраля, 2017, Москва [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) с.173
185. Морозова Т.И., С.И. Попель, Волновые плазменные процессы у поверхности Луны при её взаимодействии с хвостом магнитосферы Земли, 14 Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования", 12-14 апреля 2017, Москва, Россия <http://kmu2017.cosmos.ru/sites/kmu2017.cosmos.ru/files/KMU2017-absract-book.pdf> с.70
186. Морозова Т.И., С.И. Попель, Нелинейные волновые процессы при взаимодействии хвоста магнитосферы Земли с пылевой плазмой у поверхности Луны, 44-я ежегодная конференция по «Физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу», 13-17 февраля, 2017, г.Звенигород (Московская область), [http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLIV/Zven\\_XLIV.html](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLIV/Zven_XLIV.html) П-33
187. Пищальников Р.Ю., Васин А.Л., Саримов Р.М., Сасонко М.Л., Матвеева, Т.А. Гурфинкель Ю.И., Новые методы исследования влияния слабых магнитных полей на сердечно-сосудистую систему человека//1-ая Всероссийская конференция с международным участием «Физика и экология электромагнитных излучений», п.Агой Краснодарский край, 25 - 30 сентября 2017г. (Программа приложена)
188. Попель С.И., Заряженная космическая пыль в атмосфере и магнитосфере Земли, XXII Международная Научная Конференция (Школа) по морской геологии «Геология морей и океанов» (Москва, Россия, 20-24 ноября 2017 г.) - пленарный доклад.
189. Пулинец С.А., Суточные вариации пограничного слоя атмосферы как источник зависимости ионосферных предвестников землетрясений от местного времени, Электронный сборник тезисов докладов Четырнадцатой Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», ИКИ РАН, 14 -19 ноября 2016 г. – С407
190. Пулинец С.А., Исследование возможностей использования технологии измерения поправки химического потенциалов целях прогноза вулканической

- активности, Электронный сборник тезисов докладов Пятнадцатой Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», ИКИ РАН, 13-17 ноября 2016 г. – С388
191. Пулинец С.А., Исследование возможностей использования технологии измерения поправки химического потенциала в целях прогноза вулканической активности, Пятнадцатая Всероссийская открытая конференция “СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА”, 13-17 ноября 2017, ИКИ РАН, Москва, 2017
  192. Пулинец С.А., Эффекты ионизации в атмосфере и возможности их использования в вопросах предупреждения природных и техногенных катастроф, “Международная Байкальская молодеж-ная научная школа по фундаментальной физике, 11-16 сентября 2017, Иркутск, Россия, 2017
  193. Пулинец С.А., Проект “Ионозонд”. Проблемы и перспективы, Пятая международная научно-техническая конференция “Актуальные проблемы создания космических систем дистанционного зондирования Земли”, 25 мая 2017, ВНИИЭМ, Москва, 2017
  194. Пулинец С.А., Атмосферные и электрические технологии как инструмент восстановления водного баланса Байкальского региона, “Байкальский международный экологический водный форум, 13-15 сентября 2017, Иркутск, 2017
  195. Пулинец С.А., Вклад ионизации в термодинамику и электродинамику атмосферы, XXV заседание Всероссийского междисциплинарного семинара-конференции геологического факультета МГУ “Система Планета Земля”, 31 января-2 февраля, МГУ, Москва, 2017
  196. Пулинец С.А., Космические, планетарные и антропогенные источники глобальных изменений климата, возможности их мониторинга и прогноза, Круглый стол “Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций, обусловленных глобальными климатическими изменениями”, Академия гражданской защиты МЧС РФ, 17 мая 2017, Москва, 2017
  197. Рахманова Л.С., М.О. Рязанцева, Н.Л. Бородкова, О.В. Сапунова, Г.Н. Застенкер, Влияние межпланетных ударных волн на характеристики турбулентности магнитослоя Земли, 12-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Тезисы С.103, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) (устный доклад)
  198. Рахманова Л.С., М.О. Рязанцева, Н.Л. Бородкова, О.В. Сапунова, Г.Н. Застенкер, Характеристики турбулентности плазмы магнитослоя перед и за фронтом межпланетной ударной волны, 40 ежегодный семинар "Физика авроральных явлений", 13 - 17 марта 2017, Апатиты, Россия. Тезисы С. 58, <http://pgia.ru/seminar/>. (устный доклад)
  199. Рахманова Л.С., М.О. Рязанцева, Н.Л. Бородкова, О.В. Сапунова, Г.Н. Застенкер, Влияние межпланетных ударных волн на характеристики турбулентности плазмы магнитослоя Земли, 14 Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования", 12-14 апреля 2017, Москва, Россия. <http://kmu2017.cosmos.ru/> (устный доклад)
  200. Рязанцева М.О., Л.С. Рахманова, В.П. Будаев, Н.Л. Бородкова, Г.Н. Застенкер, Я. Шафранкова, З. Немечек, Л. Прех, А. Питна, Ф. Немец, Перемежаемость потока плазмы солнечного ветра вблизи межпланетных ударных волн, 12-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Тезисы С.201, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) (устный доклад)
  201. Савин С.П., В.П. Будаев, Э. Амата, Л.В. Козак, Л.А. Лежен. Внешнемагнитосферные резонансы: их сложное взаимодействие и глобальное

- распространение, доклад на 12й [конференции «Физика плазмы в солнечной системе»](#) в ИКИ РАН, стр. 120, (2017).
202. Сапунова О.В., Бородкова Н.Л., Застенкер Г.Н. Изучение фронтов межпланетных ударных волн, зарегистрированных прибором БМСВ в солнечном ветре. 12-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Тезисы С. 101, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) (устный доклад)
203. Сапунова О.В., Бородкова Н.Л., Застенкер Г.Н. Изучение фронтов межпланетных ударных волн, зарегистрированных прибором БМСВ в солнечном ветре, 14 Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования", 12-14 апреля 2017, Москва, Россия. <http://kmu2017.cosmos.ru/> (устный доклад)
204. Струминский А.Б., А.М. Садовский и А.В. Белов, Космические лучи вблизи Проксимы центавры, Физика плазмы в солнечной системе ([http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Program.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Program.pdf)) (устный)
205. Струминский А., А. Садовский Радиационные условия в зоне обитания звезд различных спектральных классов, Солнечная и солнечно-земная физика, Пулково, 2017 ([http://www.gaoran.ru/russian/solphys/2017/program\\_2017.html](http://www.gaoran.ru/russian/solphys/2017/program_2017.html)) (устный)
206. Струминский А.Б., А.М. Садовский, М.С. Жарикова Астросферы и космические лучи Астрофизика высоких энергий, НЕА-2017, ИКИ РАН (постер)
207. Титова Е.Е., Демехов А.Г., Маннинен Ю., Пасманик Д.Л., Шкляр Д.Р., Ларченко А.В. Локализация источников узкополосных шумовых ОНЧ-излучений в диапазоне 4-10 кГц: результаты сопоставления наземных данных и измерений на спутниках Van Allen Probes. 12-я ежегодная конференция «Физика плазмы в солнечной системе», Москва, ИКИ РАН, 6-10 февраля 2017, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Program.pdf\\_c.132](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Program.pdf_c.132)
208. Титова М.А., Захаров В.И., Чернышов А.А., Могилевский М.М., Милош В., Джин Я. "Влияние геомагнитных условий на состояние ионосферы в арктическом регионе", XIV Конференция молодых ученых «Фундаментальные и прикладные космические исследования», Москва, ИКИ РАН, 12-14 апреля 2017г. <https://kmu.cosmos.ru/about>
209. Хабарова О.В., Х.В. Малова, Р.А. Кислов, Л.М. Зелёный, В.Н. Обридко, А.Ф. Харшиладзе, ОБНАРУЖЕНИЕ ВЫСОКОШИРОТНЫХ КОНИЧЕСКИХ ТОКОВЫХ СЛОЕВ В БЛИЖНЕЙ ГЕЛИОСФЕРЕ, XII Ежегодная Конференция «Физика Плазмы в Солнечной Системе» 6 - 10 февраля 2017 г., ИКИ РАН, Сборник тезисов, с.97; [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf).
210. Хорсева Н.И., Григорьев Ю.Г. Григорьев П.Е. Влияние низкоинтенсивных электромагнитных полей на эмбриогенез // Тезисы XIII Международного междисциплинарного конгресса «Нейронаука для медицины и психологии». Судак, Крым, Россия, 30 мая -10 июня 2017 с. 432-433
211. Хорсева Н.И., Аль-Курди О.Р., Шульженко Н.Ю. Сенсомоторные реакции и длительность индивидуальной минуты детей –пользователей мобильной связью. //Тезисы XIII Международного междисциплинарного конгресса «Нейронаука для медицины и психологии». Судак, Крым, Россия, 30 мая -10 июня 2017 с. 433-434
212. Хорсева Н.И., Григорьев П.Е., Аль-Курди О.Р., Ислямов Р.И., Максимова Н.А. Сравнение параметров воспроизведения заданных ритмов у детей и взрослых.// Тезисы XIII Международного междисциплинарного конгресса «Нейронаука для медицины и психологии». Судак, Крым, Россия, 30 мая -10 июня 2017 с.434-435
213. Цупко Олег Юрьевич, Конференция "100 лет черным дырам", Великобритания, Чичелей, Королевское Общество, 10-11 апреля 2017 года, UK-Russia workshop on "100 years of black holes", Royal Society at Chicheley Hall.

- Устный доклад: Influence of a plasma on the black hole shadow and other chromatic effects of gravitational lensing in presence of plasma Сайт Королевского общества: royalsociety.org
214. Царева О.О., В.Ю. Попов, Е.П. Попова, Х.В. Малова, М.В. Подзолко, Л.М. Зеленый, РАДИАЦИОННАЯ ОПАСНОСТЬ В МОМЕНТ ИНВЕРСИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ, XII Ежегодная Конференция «Физика Плазмы в Солнечной Системе» 6 - 10 февраля 2017 г., ИКИ РАН, Сборник тезисов, с.149; [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf)
  215. Цупко Олег Юрьевич, Конференция «Существуют ли черные дыры? Физика и философия черных дыр», Германия, Бад-Хоннеф, Центр Физики, 24-28 апреля 2017, WE-Heraeus-Seminar on "Do Black Holes Exist? - The Physics and Philosophy of Black Holes", April 24-28, 2017, Physikzentrum Bad Honnef, Hauptstrasse 5, D-53604 Bad Honnef, Germany. Устный доклад: Influence of a plasma on the black hole shadow and other chromatic effects of gravitational lensing in presence of plasma <https://www.zarm.uni-bremen.de/bh2017/index.html>
  216. Цупко Олег Юрьевич, Конференция "Атлантический Канадский Симпозиум и Конференция по Общей Теории Относительности 2017", 28 мая- 2 июня 2017, Канада, 2017 Atlantic Canada General Relativity Workshop and Meeting, May 28 - June 2, 2017, Memorial University in St. John's, Newfoundland and Labrador, Canada. Устный доклад: Influence of a plasma on the black hole shadow and other chromatic effects of gravitational lensing in presence of plasma. <https://agr17.math.mun.ca/>
  217. Цупко Олег Юрьевич, Конференция «High-Energy Phenomena in Relativistic Outflows VI», ИКИ, 11-15 сентября 2017 года. Устный доклад «Influence of a plasma on the black hole shadow» <https://heprob.cosmos.ru/>
  218. Цупко Олег Юрьевич, Выступление в Центре прикладных космических технологий и микрогравитации, Бремен, Германия, на семинаре «Бремен-Ольденбург Семинар по Теории Относительности» (Bremen-Oldenburg Relativity Seminar), 16 октября 2017 года (University of Bremen, ZARM). Устный доклад «Influence of plasma on the black hole shadow: analytical approach» <http://www.models-of-gravity.org/events/talks.html>
  219. Чугунин Д.В., Котова Г.А., Клименко М.В., Клименко В.В., Долготная зависимость плазмосферы по данным спутников Интербол, 12-я конференция «Физика плазмы в солнечной системе», 06-10 февраля 2017г., Москва, ИКИ РАН. [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Program.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Program.pdf)
  220. Шарыкин И.Н., Косовичев А.Г., Зимовец И.В., Садыков В.М. “ Применение фильтрограмм HMI/SDO для исследования энерговыделения солнечной вспышки в нижних слоях солнечной атмосферы с высоким временным разрешением” // Постер. 12-ая ежегодная конференция “Физика плазмы в Солнечной системе”, 6-10 февраля, 2017, ИКИ РАН, Москва, Россия. <http://plasma2017.cosmos.ru/>
  221. Шарыкин И.Н., Косовичев А.Г., Садыков В.М., Зимовец И.В., Мышьяков И.И. “Исследование взаимосвязи источников жесткого рентгеновского излучения с фотосферным и гелиосейсмическим возмущением в солнечной вспышке X1.8 23 октября 2012 г.” // Устный. XXI всероссийская ежегодная конференция по физике Солнца “Солнечная и солнечно-земная физика-2017”, 9-13 октября 2017, ГАО РАН, Пулково, Россия. <http://www.gaoran.ru/russian/solphys/2017/>
  222. Шарыкин И.Н., Кузнецов А.А., Контарь Э.П. “ Пространственно разрешенные наблюдения ШВ радиовсплесков по данным LOFAR в частотном диапазоне 30-80 МГц” // Устный. 12-ая ежегодная конференция “Физика плазмы в Солнечной системе”, 6-10 февраля, 2017, ИКИ РАН, Москва, Россия. <http://plasma2017.cosmos.ru/>
  223. Шарыкин И.Н., Кузнецов А.А., Мышьяков И.И. “ Анализ топологии магнитного поля по картам поляризации нетеплового микроволнового

- радиоизлучения солнечной вспышки M1.7 11 февраля 2014 г.” // Постер. XXI всероссийская ежегодная конференция по физике Солнца “Солнечная и солнечно-земная физика-2017”, 9-13 октября 2017, ГАО РАН, Пулковое, Россия.  
<http://www.gaoran.ru/russian/solphys/2017/>
224. Шварцбург А., Н. Ерохин, С. Пулинец, А. Кранковски, Б. Домбровски, Интерпретация данных измерения второй гармоники радиовсплесков II типа с помощью низкочастотного радиоинтерферометра “LOFAR”, с/двенадцатая ежегодная конференция “Физика плазмы в солнечной системе”, 6-10 февраля 2017 г., ИКИ РАН, Москва, 2017 [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf)
225. Шевелёв М.М., Буринская Т.М., Вычисление коэффициентов усиления и траекторий распространения аврорального километрового излучения в зависимости от параметров источника, 12-я ежегодная конференция «Физика плазмы в солнечной системе», Москва, ИКИ РАН, 6-10 февраля 2017 [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) с.311
226. Шестаков А.Ю., О.Л. Вайсберг, Сравнительный анализ спектров в аномалиях горячего потока за ударной волной, 12-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", Тезисы С.104, [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Abstracts.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Abstracts.pdf) (устный доклад)
227. Шкляр Д.Р., Перенос энергии между электронами при резонансном взаимодействии с пакетами свистовых волн в магнитосфере. 12-я ежегодная конференция «Физика плазмы в солнечной системе», Москва, ИКИ РАН, 6-10 февраля 2017 [http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017\\_Program.pdf](http://plasma2017.cosmos.ru/files-2017/Plasma2017_Program.pdf) с.133
228. Шувалов С.Д., Вайсберг О.Л., Знобищев А.С., Наблюдение потоков надтепловых ионов при пересечении границы магнитосферы Марса, 14 Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования", 12-14 апреля 2017, Москва, Россия. <http://kmu2017.cosmos.ru/> (устный доклад)
229. Шувалов С.Д., Моисеенко Д.А., Маркичев М.И., Шестаков А.Ю., Журавлев Р.Н., Ермаков В.Н., Физический макет спектрометра электронов для изучения тонкой структуры полярных сияний, 14 Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования", 12-14 апреля 2017, Москва, Россия. <http://kmu2017.cosmos.ru/> (устный доклад)