

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

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  
чл.-корр РАН



А.А. Петрукович

« 24 » декабря 2019 г.

**ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ**

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

**Тема ПЛАЗМА**

0028-2019-0017

Научный руководитель  
чл.-корр РАН

А.А. Петрукович  
« 24 » декабря 2019 г.

Москва

2019

# СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы  
директор, чл.-корр.РАН

24.12.2019

А.А. Петрукович

Ответственные  
исполнители разделов  
темы:

научный руководитель  
ИКИ РАН, академик  
раздел 1

13.12.2019

Зелёный Л.М.

директор, чл.-корр. РАН  
раздел 2, раздел 3

24.12.2019

Петрукович А.А.

зав. лаб., д.ф.-м.н.  
раздел 4

13.12.2019

Измоденов В.В.

## РЕФЕРАТ

Отчет страниц 74, рисунков 15, источников 342.

Всего должно быть статей по теме "ПЛАЗМА" за 2019 г согласно плану НИР - 51.

Фактически опубликовано в 2019 г (не считая, статей поддержанных грантами РФ, программами Президиума и пр) - 56.

Из них (WoS): Q1 – 19, Q2 – 17, Q3 – 2, Q4 – 8, без квартиля 10.

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

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 Раздел 1 Теория плазмы. ....	7
2 Раздел 2 Экспериментальные исследования .....	18
3 Раздел 3 Космическая погода .....	33
4 Раздел 4 Исследования гелиосферы .....	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	40
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	41

## 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 0028-2019-0017 ПЛАЗМА

Тема 0028-2019-0017 ПЛАЗМА является частью государственного задания ЧАСТЬ 2: ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РАБОТЫ.

В данном отчете использованы результаты исследований, проведенных в 2019 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. Решение задачи о релаксации пучка быстрых заряженных частиц в холодной плазме на основе уравнения Чепмена-Колмогорова с самосогласованным конвективным членом**

Рассмотрено современное состояние проблемы Бернштейна-Грина-Крускала о динамической релаксации пучка быстрых заряженных частиц в холодной плазме. Обсуждаются как чисто теоретические аспекты решения проблемы, так и актуальные задачи компьютерного моделирования. Отдельно изложен метод уравнения Чепмена-Колмогорова с самосогласованным конвективным членом. Показано, что в задаче возможны транзиентные конвективные режимы наравне с асимптотически диффузионным характером расплывания пучка. Построена система нелинейных динамических уравнений, обобщающая известные из классической литературы уравнения квазилинейной теории. Полученные результаты охватывают широкий спектр приложений теории плазменной турбулентности: в частности, при описании процессов торможения высокоэнергетических частиц – продуктов термоядерных реакций в токамаках и стеллараторах.

### **2. Исследование нелинейной стадии эволюции свистовой неустойчивости теплового потока**

С помощью численного Particle-In-Cell моделирования была исследована нелинейная стадия развития свистовой неустойчивости, связанной с тепловым потоком (WHFI – whistler heat-flux instability). Данная неустойчивость возникает в плазме, состоящей из двух популяций электронов (горячих и тёплых), дрейфующих в противоположных направлениях вдоль внешнего магнитного поля. Долгое время свистовые волны, генерируемые в процессе развития WHFI, считались вероятным механизмом регуляции теплового потока в солнечном ветре. Хорошо известно, что плазма солнечного ветра, по крайней мере, на достаточных расстояниях от Солнца, является бесстолкновительной, так что столкновительный закон теплопроводности Спитцера-Харма не выполняется, и на настоящий момент нет понимания, какие именно физические механизмы регулируют тепловой поток в солнечном ветре. Поскольку WHFI имеет достаточно низкий порог возбуждения, именно она рассматривалась в качестве такого механизма. Однако до сих пор не было анализа нелинейной стадии развития этой неустойчивости для параметров плазмы, характерных для солнечного ветра. Мы провели серию кинетических симуляций данной неустойчивости и показали, что для реалистичных параметров среды неустойчивость насыщается на достаточно малых амплитудах волн, поэтому резонансное взаимодействие свистовых волн и частиц сводится к диффузии электронов в резонансной области, и тепловой поток существенно не изменяется. Таким образом, наши результаты показывают, что параллельные свистовые волны, генерируемые в классической WHFI, не могут регулировать тепловой поток в солнечном ветре.

### **3. Моделирование магнитосферных хоровых излучений с использованием TRISTAN-MP PIC кода**

Продолжалась работа над численным Particle-In-Cell кодом TRISTAN-MP для его адаптации к моделированию генерации хоровых излучений в радиационных поясах Земли. В большинстве PIC моделирований генерации хоровых излучений популяция горячих электронов описывается с помощью простой экстраполяции нерелятивистского анизотропного распределения Максвелла в область релятивистских импульсов. Мы использовали анизотропную форму точного релятивистского распределения Максвелла, учитывающего, что закон дисперсии частиц имеет форму  $E=mc^2(1+p^2/(m^2c^2))^{1/2}$ . Показано, что хотя рассматриваемые энергии лишь слаборелятивистские, использование релятивистской функции распределения даёт заметный эффект, приводя, в частности к смещению максимума спектра генерируемых волн на линейной стадии развития неустойчивости в область более низких частот.

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

В рамках работ по данной теме исследована процесс генерации параллельно ускоренных популяций электронов в области магнитного пересоединения. Данное ускорение связано с формированием интенсивных кинетических альвеновских волн и их распространением вдоль силовых линий магнитного поля от области пересоединения. Показано, что формирование таких волн и эффективность ускорения электронов контролируется начальным распределением температуры плазмы в токовом слое. В случае наличия холодной популяции плазмы на границе слоя, потоки ускоренных частиц распространяются со сверхзвуковой скоростью и являются эффективным источником кинетических альвеновских волн.

### **5. 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 проведён анализ спутниковых наблюдений волновой активности в диапазоне частот свистовых волн в областях инъекций. Показано, что существенная часть наблюдаемых свистовых волн взаимодействуют с электронами в нелинейном резонансном режиме. В рамках данного взаимодействия возможно формирование ускоренных пучков электронов, участвующих в генерации электростатической турбулентности.

### **6. 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 исследования роли процессов ускорения и питч-угловой диффузии за счёт взаимодействия с электромагнитными волнами изучен вопрос об устойчивости убегающих электронов, формирование которых характерно для области магнитного пересоединения и солнечного ветра. Показано, что убегающие электроны могут приводить к генерации наклонных вистлерных волн, которые приводят к уширению питч-углового распределения убегающих электронов. Получены пределы маргинальной устойчивости наклонных вистлерных волн.



## **7. Ускорение частиц солнечного ветра в гелиосфере в токовых слоях и магнитных островах по данным миссии Ulysses**

Недавние исследования ускорения частиц в гелиосфере выявили новый механизм, который может локально возбуждать частицы с точностью до нескольких МэВ/нуклон. Взаимодействия потоков между собой, а также взаимодействие гелиосферного токового слоя с потоками частиц может приводить к образованию больших магнитных полостей, ограниченных сильными токовыми слоями (ТС), которые, в свою очередь, производят вторичные ТС и динамические мелкомасштабные магнитные острова размерами 0,01 а.е. или меньше благодаря магнитному пересоединению. Было показано, что ускорение или повторное ускорение частиц происходит посредством стохастического магнитного пересоединения в динамических магнитных островах, наблюдаемых на 1 а.е. Исследование связывает возникновение ТС и островов с характеристиками перемежающейся турбулентности и наблюдениями энергичных частиц с энергиями от кэВ до МэВ на нуклон на 5.3 а.е. Проанализированы образцы различных плазм, наблюдавшихся Улиссом во время широко обсуждаемого события в январе 2005 года, которое характеризовалось серией высокоскоростных потоков различного происхождения за пределами орбиты Земли. В результате взаимодействия образовывались сложные конгломераты межпланетных выбросов корональной массы, коротящих областей взаимодействия и магнитных полостей. Изучены свойства турбулентности и связанных с ней структур различного масштаба. Подтверждена важность турбулентности и магнитного пересоединения в модуляции потока солнечных энергетических частиц и локального ускорения частиц. Показано, что когерентные структуры, включая ТС и магнитные острова, играют значительную роль в развитии ускорения вторичных стохастических частиц, которое меняет наблюдаемые профили потоков энергичных частиц и увеличивает максимальные энергии, до которых плазменные частицы могут ускоряться в солнечном ветре.

## **8. Влияние ионов кислорода на структуру тонкого токового слоя в хвосте земной магнитосферы**

Во время геомагнитных суббурь токовый слой (ТС) хвоста магнитосферы Земли может утоньшаться в поперечном направлении от нескольких радиусов Земли (RE) до толщины порядка от одного до нескольких гирорадиусов протонов — 250-2000 км. В период суббурь он является ключевой структурой, где запасается, а, впоследствии, через развитие неустойчивостей и магнитного пересоединения, высвобождается энергия магнитного поля. Несмотря на малую толщину, тонкий ТС имеет сложную многомасштабную структуру с иерархией вложенных слоев, что определяет его свойства. Во время суббурь в хвост магнитосферы Земли из ионосферы поступают однозарядные ионы кислорода, концентрация которых может быть сопоставима с концентрацией протонов. Взаимодействие ионов кислорода с ТС, приводящее к изменению его структуры и свойств, исследовано недостаточно хорошо. В рамках гибридной модели квазиравновесного ТС проанализированы самосогласованные профили магнитного поля, плотностей тока и плазмы в многокомпонентной плазме хвоста в широком диапазоне параметров системы. Показано, что ТС является многомасштабной структурой, вложенной в широкий плазменный слой. Увеличение концентрации ионов кислорода в ТС приводит к его утолщению и формированию дополнительного масштаба вложенности. При этом на профилях магнитного поля и плотности тока появляются изломы, характеризующие переход от области доминирования ионов кислорода в ТС к доминированию протонов и электронов. Амплитуда плотности тока подобного вложенного слоя уменьшается пропорционально концентрации ионов кислорода.

Исследована зависимость параметра вложенности от относительных концентраций тяжелых ионов, их тепловых и дрейфовых скоростей.

### **9. Описание крупномасштабных процессов в околоземной космической плазме**

Предложено решение проблемы описания магнитного и электрического полей для крупномасштабных безызлучательных процессов в бесстолкновительной космической плазме с использованием условий квазинейтральности и продольного силового равновесия электронов. Уравнения, описывающие плазму, делятся на две части: систему уравнений переноса, которая описывает движение плазмы, и систему уравнений для полей. Поля определяются в приближении мгновенного дальнего действия по текущим пространственным распределениям гидродинамических параметров плазмы и граничным условиям из системы уравнений эллиптического типа, которые не содержат частных производных по времени.

В работе рассматриваются 3 формы обобщенного закона Ома, соответствующие различным уровням замагниченности плазмы, которые, в зависимости от используемой системы уравнений переноса каждой компоненты плазмы, определяют 5 вариантов описывающей плазму системы уравнений. Первый вариант обобщенного закона Ома относится к общему случаю, когда все компоненты плазмы не замагничены, и система уравнений переноса представляет собой уравнения Власова для каждой компоненты плазмы.

Второй вариант закона Ома относится к случаю, когда все ионные компоненты плазмы не замагничены, а замагниченными являются только электроны. Их тензор давлений выражается через их продольное и поперечное давление, а также магнитное поле. В этом случае возможны два варианта системы уравнений переноса, причем в обоих ионы описываются уравнениями Власова. В первом варианте электроны описываются уравнением Власова в дрейфовом приближении. Во втором варианте электроны описываются системой уравнений магнитной газодинамики Чу-Гольдбергера-Лоу.

Третий вариант закона Ома относится к случаю, когда все компоненты плазмы замагничены, тензор давлений каждой компоненты заменяется его выражением через продольное и поперечное давление, а также магнитное поле. Для этого случая также возможны два варианта системы уравнений переноса. В первом варианте каждая компонента описывается уравнением Власова в дрейфовом приближении. Во втором варианте каждая компонента описывается системой уравнений магнитной газодинамики Чу-Гольдбергера-Лоу.

### **10. Описание крупномасштабных процессов в околоземной космической плазме**

Обобщена классическая теория Штермера на случай осесимметричного положения дипольного и квадрупольного полей Земли. Исследовано движение заряженных частиц в азимутально-симметричных магнитных конфигурациях. Показано расположение разрешенных и запрещенных областей движения частиц, а также области захвата, которые указывают на стабильно существующие радиационные пояса Земли.

### **11. Двумерное магнитное равновесие хвоста магнитосферы с учётом баунс-осцилляций**

Для объяснения возможной потери устойчивости в модели двумерного магнитного равновесия, описывающего токовый слой в хвосте магнитосферы Земли, разработана кинетическая модель, описывающая резонансное взаимодействие электромагнитных колебаний и электронов, совершающих баунс-осцилляции в магнитной ловушке. Используется приближение малого бета (давление плазмы меньше магнитного давления)

для магнитного поля с малой кривизной силовых линий. Линеаризованное giroкинетическое уравнение Власова интегрируется вдоль невозмущенных траекторий частиц, включая циклотронные и баунс - колебания. Получено дисперсионное соотношение для дрейфовых альфвеновских волн с учетом квазинейтральности плазмы и закона Ампера для параллельного тока. Установлено, что для квази-дипольной конфигурации (соответствующей линиям магнитного поля Земли, пересекающим магнитный экватор Земли на расстоянии восьми радиусов) в токовом слое могут развиваться неустойчивые электромагнитные моды, имеющих скорость роста порядка нескольких десятых секунд, при условии, что типичный масштаб градиента плотности, ответственного за эффекты диамагнитных дрейфов, составляет более одного радиуса Земли или менее. Полученная скорость роста неустойчивости достаточно велика, чтобы дестабилизировать токовый слой на временном масштабе 2-4 минуты, что близко к характерным временам суббуревого онсета.

## **12. Убегание ионосферных ионов в течение инверсии геомагнитного поля**

Рассмотрены основные механизмы ускорения атмосферных частиц и оценены скорости убегания ионосферных ионов ( $H^+$  и  $O^+$ ) в течение инверсии геомагнитного поля. Предполагается, что при перевероте магнитное поле Земли будет отличаться от современной дипольной конфигурации, при этом квадрупольная составляющая будет доминировать. Расстояние до подлобной точки при квадрупольной магнитосфере составляет примерно три радиуса Земли, поэтому магнитосфера экранирует атмосферу от распыления (спуттеринга) ионов и их захвата, но не от полярных и авроральных ветров.

## **13. О режимах диффузионного расплывания ионизованных метеорных следов**

Зондирование нижней ионосферы на высотах около 100 км в специальном режиме позволяет обнаружить радиоотражения от достаточно плотных (линейная плотность  $10^{14} \div 10^{16} \text{ м}^{-1}$ ) ионизованных метеорных следов с характерным временем жизни от десятков секунд до десятков минут. В течение первых 250 с радиоотражения от ионизованных следов с линейной плотностью  $(2 \div 3) \cdot 10^{15} \text{ м}^{-1}$  демонстрируют степенную зависимость частоты отражённого радиосигнала от времени, где  $\gamma = 0.5$  (режим классической диффузии), тогда как менее плотные следы распадаются медленнее ( $\gamma < 0.5$ , режим субдиффузии), а более плотные – быстрее ( $\gamma > 0.5$ , режим супердиффузии). Показано, что различные режимы диффузионного расплывания метеорных следов могут быть обусловлены сильно неоднородной средой и размером ионизованных следов, возникающих при разрушении метеороидов.

## **14. Нелинейные резонансные взаимодействия в плазме: рассеяние и ускорение заряженных частиц**

Развивался подход к исследованию транспорта в системах с нелинейным резонансным взаимодействием «волна-частица» с помощью полученного коллективом ранее кинетического уравнения. Были исследованы общие свойства уравнения и его решений, а также с помощью этого подхода был изучен транспорт в конкретной задаче о динамике ансамбля заряженных частиц в магнитном поле и поле локализованных пакетов электростатических волн. Данный подход основывается на результатах и методах общей теории разрушения адиабатических инвариантов при прохождении через резонансы и переходах через сепаратрисы; по данным методам был опубликован обзор. С использованием этих методов описана динамика заряженной частицы в сильных стационарных электрическом и магнитном полях с нулевой линией магнитного поля. Показано, что частица оказывается вовлеченной в процесс захватов нулевой линией

магнитного поля и освобождений из нее, что приводит к большим хаотическим скачкам адиабатического инварианта частицы (магнитного момента) и рассеянию частиц в большом фазовом объеме. Подход, связанный с разрушением адиабатической инвариантности при многократных переходах через медленно пульсирующую сепаратрису, позволил описать изменение профиля плотности в рамках модели тороидальной конфигурации горячей плазмы. Помимо задач, относящихся к плазме, методы теории перехода через сепаратрису в системах с быстрыми и медленными движениями были также применены к задаче о свободном вращении тела, части которого медленно движутся друг относительно друга под действием внутренних сил. Получены формулы для вычисления вероятностей ожидаемых исходов эволюции после пересечения сепаратрис задачи Эйлера-Пуансо. Полученные результаты могут иметь приложения в задачах о вращении небесных тел.

### **15. Плазменные вихри в атмосфере**

Атмосфера Земли находится под воздействием различных ионизирующих источников. В высокоширотной тропосфере в области геомагнитной полярной шапки в зимний период наблюдается возбуждение циклонических структур с ледяными штормами, вторжениями в средние и субтропические широты. Время возбуждения таких циклонов составляет около суток, что сопоставимо со временем возбуждения торнадо, которые генерируются в низких широтах. Локализация полярных циклонов не случайна. Область полярной шапки связана с геомагнитными силовыми линиями, вытянутыми в хвост магнитосферы Земли. Для проникновения космических лучей эта область открыта. При пересоединении магнитных силовых линий плазменные частицы в хвосте магнитосферы ускоряются на бетатронном механизме. Высыпание космических частиц в стратосферу и верхнюю тропосферу, ионизация аэрозолей, фазовые переходы атмосферной влаги вызывают зарождение ячеек циклонического типа при неоднородном мозаичном распределении аэрозольной примеси в атмосфере. Важная роль аэрозольной примеси проявляется в генерации плазменных вихрей и накоплении вихрями энергии и массы в атмосфере при конденсации влаги. Вследствие каскадного характера процесса ионизации влияние космического излучения оказывается нелинейным. В плазменных неоднородностях стохастически возбуждаются апериодические электростатические возмущения, которые играют заметную роль в генезисе вихрей.

### **16. Резонансное прохождение электромагнитных волн через градиентные барьеры в неоднородной плазме**

Исследование взаимодействия электромагнитных волн с неоднородной плазмой позволяет значительно улучшить существующие представления о динамике волн в сильно неоднородных и нестационарных диэлектрических средах, а также имеет большое значение для различных практических приложений, таких как нагрев плазмы, диагностика и интерпретация экспериментальных данных. Представляет интерес анализ возможностей реализации безотражательного прохождения волн через волновые барьеры на основе разработки точно решаемых физико-математических моделей. Был проведен анализ такой модели на основе нелинейного уравнения, определяющего профиль эффективной диэлектрической проницаемости плазмы в зависимости от выбора профиля безразмерного волнового вектора с учётом положительности профиля безразмерной плотности плазмы. Было рассмотрено распространение электромагнитных волн для случая периодических возмущений и для случая локализованных неоднородностей. Показано, что при соответствующем выборе параметров задачи могут получаться достаточно сложные пространственные профили, реализующие безотражательное распространение электромагнитной волны через неоднородную плазму.

### **17. Волновые процессы S– и P– поляризованных радиоволн в неоднородной плазме с градиентными распределениями плотности**

Построена новая точно решаемая модель неоднородной плазмы, содержащая два свободных параметра, описывающая распространение S- и P- поляризованных волн под произвольными углами к направлению неоднородности. Показана сильная нелокальная дисперсия волн в этой системе, приводящая к туннелированию S- волн в области положительной диэлектрической проницаемости и к свободному распространению P- волн. Указанный градиентный слой плазмы действует как поляризационный фильтр, обеспечивающий глубокий контраст отражения и пропускания S- и P- волн, падающих на эти неоднородности. Отмечена перспектива применения этих эффектов для создания контролируемой дисперсии волновых потоков в волноводах и, в частности, для фильтрации паразитных TE и TH мод в направляющих ГГц системах. Результаты опубликованы в статье, написанной и опубликованной совместно с группой проф. L. Vazquez из Университета Мадрида. Готовится к печати работа по резонансному рассеянию волн на субволновых диэлектрических частицах, связанному с формированием в этих частицах отрицательной электрической и магнитной индукции (теория и эксперимент). Работа выполняется в сотрудничестве с экспериментальной группой из Объединённого Института Высоких Температур РАН.

### **18. Резонансные взаимодействия волн и частиц на периферии гелиосферы**

Исследовалось резонансное взаимодействие альфа-частиц с электромагнитной волной в однородной космической плазме при наличии внешнего магнитного поля на периферии гелиосферы. На данный момент серфатронный механизм генерации частиц высокой энергии, в том числе тяжёлых, рассматривается в качестве одного из вероятных кандидатов. Было проведено численное моделирование ускорения  $\alpha$ -частиц, причём использовалось нелинейное дифференциальное уравнение второго порядка для фазы волны на траектории захваченной  $\alpha$ -частицы. В достаточно большом проценте численных экспериментов с различными значениями начальной фазы наблюдался существенный прирост энергии (в сотни раз). Получены асимптотические формулы для набора энергии на больших временах. Проведённое исследование подтверждает высокую эффективность серфатронного механизма ускорения тяжёлых частиц в условиях гелиосферы (работа является частью совместного российско-болгарского проекта «Серфатрон» ИКИ РАН и ИКИТ БАН при поддержке Фундаментальной программы космических исследований между РАН и БАН). Было проведено численное моделирование ускорения заряженных частиц в космической плазме под воздействием двух электромагнитных волн с очень близкими частотами, распространяющихся перпендикулярно направлению внешнего магнитного поля. Для моделирования использовалось нелинейное дифференциальное уравнение второго порядка для фазы одной из волн на траектории захваченной частицы. При этом была продемонстрирована возможность передачи очень больших энергий в системе волна - частица. Также было продемонстрировано, что при небольшой разнице в фазовых скоростях волн, наличие второй моды не препятствует ускорению частицы, захваченной первой модой. Данные результаты могут быть использованы при моделировании наблюдаемых спектров космических лучей.

### **19. Возбуждение плазменных структур в ионосфере и атмосфере при воздействии кризисных событий**

В течение 2019 г. проводились одновременно экспериментальные и теоретические исследования эффектов ионизации в атмосфере и их связи с формированием аномалий

электронной концентрации в ионосфере. Одним из основных достижений следует считать объединение двух концепций сейсмо-ионосферных связей: электромагнитное взаимодействие и генерация АГВ в единый алгоритм расчёта сейсмо-ионосферного взаимодействия в кооперации с коллегами из Украины и Мексики. Работа опубликована в журнале *Acta Geophysica*. Эффект проникновения акустико-гравитационных волн в ионосферу в результате механического воздействия сильного землетрясения в Чили в феврале 2010 г. был зарегистрирован с помощью наземных станций вертикального ионосферного зондирования. Ряд результатов был представлен на международных конференциях, в том числе на осенней сессии Американского геофизического союза. Результаты десятилетних исследований были обобщены в монографии, опубликованной английским издательством Institute of Physics (IOP).

## **20. Развитие флуктуационного метода нахождения интегралов столкновений в линейных по внешнему полю кинетических уравнениях**

С методом «вторичной» линеаризации интегралов столкновений, полученных в плазме без внешнего поля, сталкивается почти каждый, решая задачу линейного отклика. Принято считать, что эти интегралы, например, Ландау-Балеску-Ленарда, можно использовать и в кинетических уравнениях для плазмы с полем. Для этого, оставив без изменения оператор столкновений Фоккера-Планка, достаточно выделить из возникшей функции распределения  $f(t, \mathbf{r}, \mathbf{p})$  линейную по полю добавку  $F(t, \mathbf{r}, \mathbf{p})$  к прежней (равновесной) и ограничить поле условием его малой нестационарности и неоднородности (частота  $\omega \ll V_{\text{rel}}/a$ , волновое число  $|\mathbf{k}| \ll 1/a$ , где  $V_{\text{rel}}$  – относительная скорость,  $a$  – дебаевский радиус). Однако здесь заведомо нет эффекта Крамерса-Гинзбурга. Во-первых, это сужает область применения такого метода почти до нуля (даже у ленгмюровских волн частота  $\omega \geq \Omega_p$  – плазменной). Во-вторых, это противоречит факту существования в плазме интеграла столкновений Дюпри, давно известного из теории флуктуаций плазмы. Форма его – диффузионная, а не фоккер-планковская, и справедлив он для полей с любыми  $\omega$  и  $|\mathbf{k}|$ . Каждый из этих интегралов, задавая свою конкретику мнимой части Фурье-компоненты диэлектрической проницаемости  $\varepsilon''(\omega, \mathbf{k})$ , приводит к двум разным проводимостям  $\sigma(\omega, \mathbf{k})$  в одной и той же плазме. Этого, очевидно, не должно быть: проводимость, как фундаментальная характеристика среды, не может быть вариантна относительно того, где и как она получена: из уравнений флуктуаций плазмы или в теории её линейного отклика. Прделанная работа была посвящена снятию этих ограничений, как и возникающих противоречий, затрагивающих адекватность нынешней практики, но явно несовместимых с первыми принципами.

## **21. О роли соударений с нейтралами в процессе модуляционного возбуждения пылевых звуковых возмущений в запыленной ионосфере**

Проведена оценка роли неупругих столкновений электронов и ионов с нейтралами при развитии модуляционной неустойчивости электромагнитных волн с участием пылевых звуковых возмущений в плазме запыленной ионосферы, а также влияния столкновений электронов, ионов и пылевых частиц с нейтралами на проявления модуляционного взаимодействия в запыленной ионосфере. Показано, что влияние столкновений электронов и ионов с нейтралами при этом обычно менее существенно, чем влияние столкновений пылевых частиц с нейтралами. Продемонстрировано, что влияние модуляционной неустойчивости на распространение электромагнитных волн в плазме запыленной ионосферы наиболее существенно на высотах 100-120 км. Модуляционное взаимодействие в запыленной ионосфере важно для объяснения таких эффектов, как наземные наблюдения низкочастотных ионосферных радиозумов с частотами ниже 50 Гц, генерация инфразвуковых волн в ионосфере и возможность их детектирования у

поверхности Земли, усиление интенсивности зеленого свечения ночного неба на длине волны 557,7 нм от слоя нижней ионосферы, расположенного на высотах 110-120 км, модуляционное возбуждение неоднородностей концентраций электронов и ионов в ионосфере на высотах 100-120 км. Объяснен факт отсутствия наблюдений низкочастотных ионосферных радиошумов во время таких явлений, как серебристые облака и полярные мезосферные радиоотражения, обусловленных присутствием пылевой плазмы на высотах 80-95 км. Показано, что данный факт связан с тем, что модуляционные процессы на этих высотах подавлены.

## **22. Detection of impact-produced dust clouds near the lunar terminator**

Проведен анализ наблюдений уникальной вспышки на Луне, возникшей в результате удара космического тела вблизи лунного терминатора. По максимальной яркости вспышки определена масса ударника, которая, как показано, составляла величину в диапазоне 0,18–28 кг. Высота тени в месте удара была небольшой (около 1 км), что позволяло наблюдать частицы пыли, выброшенные ударом в лунную экзосферу, посредством изучения рассеяния на них солнечного света. Обнаружены два облака пыли (быстрое и медленное), которые расширились соответственно со скоростями 3 км/с и 0,1 км/с. По данным наблюдений определены значения максимальной яркости и массы видимого выброса каждого из этих облаков. Показано, что быстрое облако состоит из капель расплава и конденсированных частиц, образованных в результате удара космического тела о поверхность Луны, тогда как медленное облако включает в себя частицы лунного реголита, поднятые вследствие удара с поверхности Луны.

## **23. Пылевые звуковые солитоны в запыленной ионосферной плазме, содержащей адиабатически захваченные электроны**

Рассмотрена возможность распространения локализованных волновых структур таких, как пылевые звуковые солитоны в запыленной ионосферной плазме, которая содержит фотоэлектроны, электроны и ионы ионосферы, а также заряженные пылевые частицы. Определены области возможных скоростей и амплитуд солитонов. Найдены солитонные решения для различных размеров и концентраций пылевых частиц в запыленной ионосферной плазме.

## **24. Пылевая плазма над участками лунной поверхности, обогащенными водородом**

Исследовано влияние водородосодержащих соединений в реголите на свойства пылевой плазмы у поверхности Луны. Произведен расчет распределений по размерам и высотам подъема заряженных пылевых частиц над освещенными участками поверхности Луны, обогащенными водородом. Продемонстрировано, что пылевые частицы, парящие над участками, обогащенными водородом, имеют большие размеры и большие заряды, а также достигают больших высот, чем в ситуации, когда пыль парит над областями необогащенного водородом лунного реголита.

## **25. Система Марса и плазменно-пылевые исследования**

Представлена самосогласованная модель формирования и эволюции плазменно-пылевых структур в ионосферах Земли и Марса. Проиллюстрировано, что в рамках данной модели удастся показать образование слоистой структуры в результате эволюции пылевого облака в ионосфере Земли, обусловленной расщеплением первичного облака и характеризующейся скоплением пылевых частиц на высотах, соответствующих серебристым облакам и полярным мезосферным радиоотражениям. Характерное время формирования

полярных мезосферных облаков в ионосфере Земли, полученное в рамках данной модели, соответствует результатам наблюдений. Показана возможность существования в марсианской ионосфере облаков, сформированных в пересыщенном углекислом газе и аналогичных серебристым облакам в земной ионосфере. Кроме того, показана возможность существования в ионосфере Марса явлений, аналогичных полярным мезосферным радиоотражениям на Земле. Для марсианской ионосферы получены теоретические значения характерных размеров пылевых частиц и их зарядов. Найденные теоретические значения согласуются с данными наблюдений.

## **26. Топологическая модель «анемонных» микровспышек в хромосфере Солнца**

Развита топологическая модель источников магнитного поля, ответственных за возникновение «анемонных» (многоленточных) микровспышек в хромосфере Солнца, которая позволяет описать все многообразие их пространственных структур за счет вариации единственного свободного параметра – положения одного из солнечных пятен.

## **27. Электромагнитное излучение от верхнегибридной волновой турбулентности в неоднородной солнечной плазме**

Солнечные радиовсплески типа III обычно наблюдаются в солнечном ветре и корональной плазме. Электронные пучки, ускоряемые в атмосфере Солнца, генерируют в слабозамагниченной плазме ленгмюровскую (верхнегибридную) волновую турбулентность, которая передает часть своей энергии в электромагнитное излучение на частоте электронной плазмы  $\omega_p$  и ее гармонике  $2\omega_p$ , посредством последовательных процессов, включающих взаимодействия между фоновой плазмой, волны и частицы пучка. Влияние случайных флуктуаций плотности, свойственных фоновой плазме, на эти процессы требует разработки новых подходов и моделей. В работе предложен новый метод вычисления эффективности излучения электромагнитных волн при  $\omega_p$  от источника плазмы со случайными флуктуациями плотности и развитой турбулентностью верхнегибридных волн, который рассчитывается аналитически и численно. Показано, что максимальная эффективность излучения на частоте  $\omega_p$  масштабируется как квадрат среднего уровня флуктуаций плотности и линейно изменяется в зависимости от фоновой температуры электронов плазмы. Эти законы масштабирования найдены благодаря двум различным и новым методам определения электромагнитного излучения турбулентными неоднородными источниками плазмы посредством волновых преобразований на случайно флуктуирующих неоднородностях плотности. Эти результаты вносят значительный вклад в понимание процессов генерации солнечных радиовсплесков типа III. Их изложению предшествует краткое изложение предыдущих исследований динамики ленгмюровской турбулентности в неоднородной солнечной плазме.

## **28. Исследование магнитогидродинамической турбулентности во вращающихся течениях астрофизической плазмы.**

Исследованы спектральные свойства магнитогидродинамической турбулентности во вращающихся течениях астрофизической плазмы. Для решения такой задачи проведено численное моделирование на достаточно больших временах, значительно превышающих характерное время оборота вихря, либо численное моделирование турбулентности при наличии сильных внешних магнитных полей. Нами разработан метод расчета магнитогидродинамической турбулентности, который позволяет производить численное моделирование на больших характерных временах и при больших внешних магнитных полях. Метод основан на обобщении течений в виде вихрей Тейлора-Грина. Предложенный метод задания начальных условий для поля скоростей позволяет



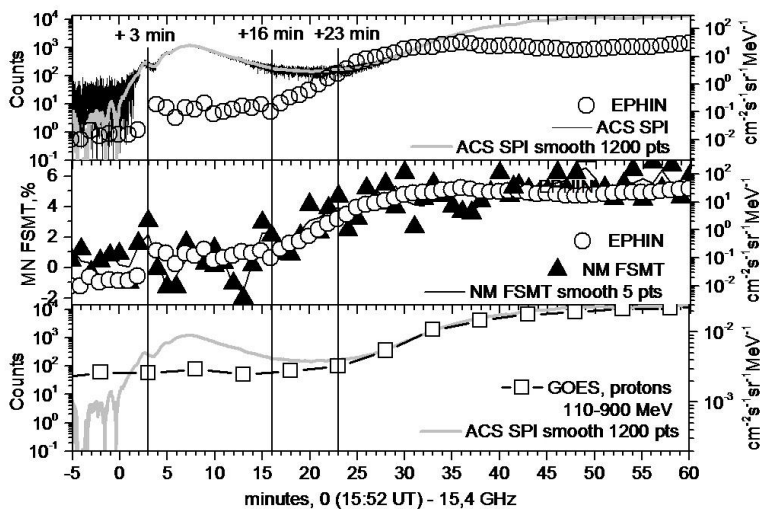
удовлетворить условиям бездивергентности, однородности и изотропности турбулентности, а также позволяет задавать произвольное спектральное распределение энергии в начальный момент времени, не требуя проведения дополнительных расчетов. В работе исследованы физические процессы, происходящие в трехмерных турбулентных магнитогидродинамических вращающихся течениях астрофизической плазмы при наличии внешнего магнитного поля. Показано отличие динамики кинетической и магнитной энергий системы при наличии внешнего магнитного поля по сравнению с течениями, в которых влияние внешнего поля не учитывается, либо учитывается не полностью. Показано, что при наличии внешнего магнитного поля наблюдаются колебания уровней кинетической и магнитной энергий при сохранении полного (суммарного) значения энергии. Показано, что частота возникновения дисбаланса кинетической и магнитной энергий в однородной магнитогидродинамической турбулентности во внешнем магнитном поле с учетом вращения линейно зависит от величины внешнего магнитного поля. Получено, что нарушения баланса энергий возникают в моменты столкновения альвеновских волновых пакетов. Показано, что вращение не разрушает эффект образования альвеновских волн при значениях числа Эльзассера больше единицы. При значениях порядка и меньше единицы обнаруженный в работе эффект (периодический дисбаланс энергий) не наблюдается в связи с разрушением альвеновских волновых пакетов под действием силы Кориолиса. Показано, что различные спектральные состояния системы не оказывают влияния на существование периодических колебаний уровней кинетической и магнитной энергий. Полученные результаты могут быть использованы для интерпретации наблюдаемых данных о волнах Россби на Солнце.

## 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

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

### 1. Солнечные релятивистские электроны и протоны

Гипотеза о реализации в солнечных вспышках двух фаз ускорения предполагает, что в первой фазе ускоряются электроны, а во второй фазе, как электроны, так и протоны. В солнечных протонных событиях 4-10 сентября 2017 года впервые удалось разделить вблизи Земли релятивистские электроны (SOHO/EPHIN), и протоны >100 МэВ (нейтронные мониторы, ACS SPI, GOES), ускоренные в первой и второй фазах вспышек. Временные профили потоков электронов и протонов от второй фазы оказываются синхронизированными по времени начала радиоизлучения на 15.4 ГГц и подобными друг другу по профилям потоков (см. рисунок 2.1.1). Подобие временных профилей электронов и протонов, обладающих близкими скоростями, указывает на их одинаковые механизмы ускорения и распространения. Поскольку релятивистские электроны не ускоряются на ударной волне, то единственным возможным механизмом ускорения, является стохастическое ускорение, когда частицы приобретают энергию во множестве элементарных актов, чья длительность много меньше всего процесса. Задержка времени между приходом электронов первой фазы и приходом частиц от второй фазы является характерным временем ускорения протонов >100 МэВ. Наблюдения других событий не противоречат предложенному сценарию.



Вертикальные линии показывают начала возрастаний:

(+3 мин) - электронов 2.16-6.18 МэВ 1 фазы;

(+16 мин) - электронов 2 фазы и НМ Форт Смит, (+23 мин) протонов GOES и ACS SPI.

Рисунок 2.1.1 - Событие X8.2 10.09.2017 г

### 2. Темп набора энергии релятивистскими электронами во второй фазе вспышек

В событии 4 сентября 2017 г., в первой фазе родительской вспышки которого энергия электронов на Солнце была <100 кэВ, в межпланетном пространстве наблюдались только релятивистские электроны, ускоренные во второй фазе. При этом электроны меньших энергий достигли Земли раньше, чем больших. Задержка времени между приходом электронов, ускоренных во второй фазе вспышки, различных энергетических каналах

SOHO/EPHIN определяет темп набора энергии релятивистскими электронами  $\sim 2$  кэВ/с. Проанализированы другие аналогичные наблюдения электронов.

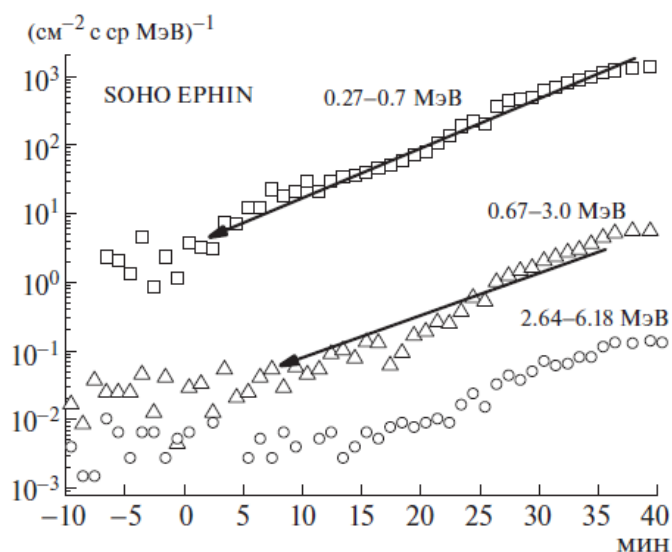


Рисунок 2.2.1 - Возрастание потоков солнечных электронов вблизи Земли по данным SOHO/EPHIN. Событие M5.5 04.09.2017 г

### 3. Хромосферное испарение в импульсной фазе солнечных вспышек

В работе производится статистическое исследование хромосферного испарения в солнечных вспышках с использованием одновременных наблюдений Солнца рентгеновским телескопом RHESSI и космическим ультрафиолетовым изображающим спектрографом IRIS. Результаты наблюдений сравниваются с моделью радиационной газодинамики вспышки из базы данных F-CHROMA RADYN. Для каждого события исследовались карты доплеровских сдвигов эмиссионных спектральных линий, сформированных в переходной области (C II 1334,5 Å) и горячей корональной плазме (Fe XXI 1354,1 Å), чтобы исследовать динамику солнечной атмосферы во время импульсной фазы вспышки. Предполагая модель толстой мишени для объяснения спектра нетеплового рентгеновского излучения, оценивались потоки энергии в нетепловых электронах. Используя модели вспышек RADYN и код радиационного переноса RH 1.5D и базу данных атомных линий CHIANTI, рассчитывались профили линий C II и Fe XXI, которые затем сравнивались с наблюдениями. Получены были следующие результаты. Модели RADYN предсказывают корреляцию между доплеровскими сдвигами линий и потоком энергии в нетепловых электронах. Однако такая корреляция наблюдалась только для линии C II. Также между наблюдениями и моделями обнаруживаются некоторые количественные расхождения. Доплеровские сдвиги Fe XXI в моделях существенно сильнее, чем в данных, а синие смещения C II отсутствуют в наблюдениях, но предсказываются моделями. Энергии перехода между «слабым» и «взрывным» режимами испарения, оцененные по наблюдениям  $(2 - 8) \times 10^9$  эрг  $\text{см}^{-2}\text{с}^{-1}$  и полученные из моделей  $(2.2 - 10.1) \times 10^9$  эрг  $\text{см}^{-2}\text{с}^{-1}$  сопоставимы друг с другом.

### 4. Наблюдение взрывной волны, генерируемой солнечной вспышкой, в событии с псевдо-КВМ

Выполнен анализ солнечного события SOL2014-03-06T09:23 вблизи восточного лимба, в котором прибором LASCO C2 обнаружен так называемый псевдо корональный выброс массы (псевдо-КВМ), обозначенный как “Poor Event; C2” в каталоге КВМ SOHO LASCO.

Анализ проведен с использованием трех основных методов: 1) исследование профилей разностной яркости вдоль определенных направлений в солнечной короне по данным наблюдений прибором SDO/AIA в ВУФ диапазоне; 2) исследование пространственно-разрешенных наблюдений радиовсплеска II типа с помощью радиогелиографа Нансе; 3) экстрополяция магнитного поля в корону с фотосферы в потенциальном приближении. На основании выполненного анализа сделан вывод, что наблюдаемый псевдо-КВМ мог быть взрывной волной, вызванной импульсным выделением энергии сопутствующей солнечной вспышки. Также показано, что в ограниченном диапазоне высот  $\approx 0.2-0.5R_S$  над фотосферой ( $R_S$  – радиус Солнца) в короне фронт этой взрывной волны был ударным фронтом. Полученные результаты демонстрируют, что не все события из каталога КВМ SOHO LASCO являются настоящими выбросами массы. По крайней мере, в некоторых событиях наблюдаемые псевдо-КВМ могут являться взрывными волнами.

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

Аномалии Горячего Потока (АГП) являются одним из самых известных типов форшок-транзиентов – событий, образующихся перед головными ударными волнами планет. Они представляют собой поток горячей плазмы, направленный от ударной волны в месте её пересечения с межпланетным токовым слоем (ТС). В настоящее время АГП обнаружены у всех планет солнечной системы, за исключением Урана и Нептуна, однако статистических исследований этих событий на Марсе до сих пор не проводилось. Так как головная ударная волна Марса находится на порядок ближе к планете, чем земная, то можно предположить, что форшок-транзиенты у Марса оказывают значительное влияние на среду планеты. Целями данной работы являлись проведение статистического анализа АГП у Марса и выявление особенностей их формирований у данной планеты.

В работе показано, что АГП являются распространенным типом форшок-транзиентов у Марса, и частота их появлений составляет  $0,6 \pm 0,3$  событий в день. Также показано, что  $X$  – компонента скорости (вдоль оси Марс-Солнце) АГП отрицательна почти для всех зарегистрированных событий, что позволяет оценивать время жизни отдельной аномалии в предположении её формирования вблизи подсолнечной точки.

Сравнение нижней оценки размера АГП в  $0,2$  радиуса планеты с аналогичными оценками у других планет свидетельствует в пользу того, что размер этих образований связан с размером головной ударной волны.

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

По результатам работ по моделированию вторичных частиц, выбиваемых с поверхности твердых тел потоком ионов была подана публикация в журнал «Приборы и техника эксперимента». Статья принята к публикации и будет опубликована в январе 2020 года.

Выработаны технические решения по усовершенствованию стенда для работы с ионами и нейтральными частицами. Усовершенствования включают в себя дооснащение стенда необходимыми элементами для проведения массового анализа рассеянных частиц. Работы по усовершенствованию запланированы на 2020 год.

Проработаны методики дальнейших экспериментов на установке, запланированы следующие работы:

- исследование массового состава выбиваемых вторичных частиц при бомбардировке пластины из полированного вольфрама;
- исследование массового состава выбиваемых вторичных частиц при бомбардировке пластины с покрытием из золота;

- исследование энергетических спектров выбиваемых вторичных частиц при бомбардировке пластины с химическим аналогом реголита;
- исследование угловых спектров выбиваемых вторичных частиц при бомбардировке пластины с химическим аналогом реголита;
- исследование массовых спектров выбиваемых вторичных частиц при бомбардировке пластины с химическим аналогом реголита;

## 7. Обнаружение сверхтонких вложенных токовых слоев в хвосте магнитосферы Марса

Анализ магнитной структуры 80 токовых слоев (ТС) в хвосте магнитосферы Марса с использованием измерений магнитного поля с высоким временным разрешением ( $\sim 0.5$  с) обнаружил в 43 слоях вложенные сверхтонкие токовые слои с толщиной  $L \ll \rho_p$ . Переносчиками тока в таких слоях являлись электроны. Статистически показано, что наблюдаемый пространственный скейлинг сверхтонких токовых слоев (СТС)  $L \sim (0.03 - 0.12)\rho_p$  хорошо согласуется со скейлингом предсказываемым моделью тонкого анизотропного слоя ( $L \sim \rho_p(B_n/B_0)$ ). СТС были вложены в более толстые протонные слои, которые в ряде случаев были, в свою очередь, вложены в еще более толстый слой создаваемый тяжелыми ионами. Формирование сверхтонких электронных токовых слоев не зависело от ионного состава плазмы и наблюдалось при малых значениях нормальной компоненты магнитного поля  $B_n/B_0 < 0.3$ . Во многих случаях СТС наблюдались в периоды прохождения быстрых плазменных потоков движущихся в направлении от Марса, либо к Марсу. Показано, что вложенные токовые конфигурации в СТС в центре обладают свободной энергией в несколько раз превышающей энергию слоя Харриса и могут находиться в метастабильном состоянии. Трансформация магнитной энергии в результате их разрушения может способствовать дополнительному нагреву и ускорению плазмы в токовом слое хвоста Марса.

## 8. Измерения намагниченности коры Марса за 25 лет до её открытия

Пересмотрены и объяснены данные по магнитному полю, полученные Ш.Ш. Долгиновым на спутнике Марс 3. Показано, что Марс-3 наблюдал сильное и регулярное магнитное поле точно над областью наиболее сильной намагниченности марсианской коры в южном полушарии планеты, обнаруженной Аси́а et al. (1998) по данным MGS. Направления магнитного поля по измерениям на Марсе 3 и MGS отлично соответствуют друг другу (см. рисунок 2.8.1). Таким образом, Марс 3 действительно обнаружил магнитное поле марсианской коры в 1972 году, примерно за 25 лет до MGS.

По данным Фобоса-2 ранее было показано, что есть два разных режима обтекания солнечного ветра вокруг Марса. При низких значениях динамического давления солнечного ветра  $< 0.6$  нП эффект намагниченности марсианского ядра преобладает при отклонении солнечного ветра вокруг планеты, магнитосфера становится «сжимаемой». При высоких значениях давления солнечного ветра  $> 0.6$  нП подсолнечная область марсианской магнитопаузы «застаивается»: практически не зависит от давления набегающего потока. Показано, что измерения магнитного поля на Марсе 3 проводились в условиях низкого давления солнечного ветра  $< 0.6$  нП, когда преобладает эффект намагниченности марсианского ядра при отклонении солнечного ветра вокруг планеты.

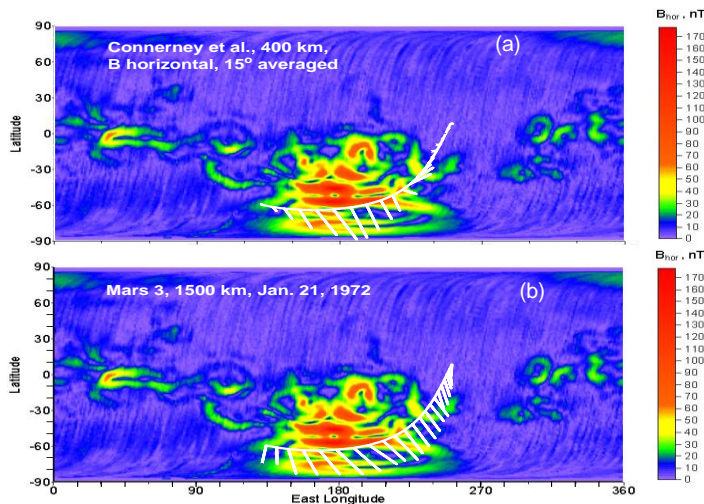


Рисунок 2.8.1 - Сравнение измерений магнитного поля на спутниках MGS (a) и Марс-3 (b) в одной и той же области над планетой.

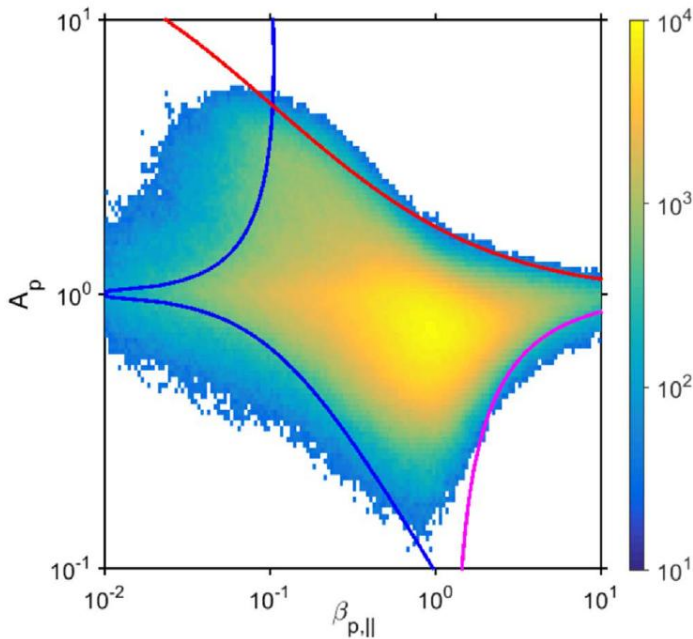
## 9. Определение эффективности ускорения и нагрева различных плазменных компонент за счет взаимодействия с электромагнитными флуктуациями в плазмоидах, наблюдаемых в хвосте магнитосферы Юпитера

Исследованы процессы трансформации электромагнитной энергии в кинетическую энергию различных сортов ионов в многокомпонентной плазме в плазмоидах наблюдаемых в хвосте магнитосферы Юпитера космическим аппаратом Galileo. Кинетическое моделирование динамики частиц в плазмоиде с наблюдаемыми характеристиками электромагнитных полей показало, что электромагнитная турбулентность играет существенную роль в ускорении ионов кислорода, серы и водорода. Наблюдения показывают уменьшение показателя энергетического спектра  $\gamma$  в диапазоне энергий от  $\sim 30$  до  $\sim 400$  кэВ/нуклон для ионов кислорода и серы, одновременно со всплесками волновой активности, причём порог волновой мощности для эффективного ускорения ионов составляет порядка  $10 \text{ нТ}^2 \text{ Гц}^{-1}$ , как и в плазмоидах наблюдаемых в магнитосфере Земли. Однако, данное явление не наблюдается для ионов водорода. Причиной этого может быть либо тот факт, что существенную роль в динамике протонов играют процессы отличные от взаимодействия волн и частиц, либо, что временное и энергетическое разрешение данных недостаточно высокое, для наблюдения рассматриваемых явлений.

## 10. Роль кулоновских столкновений в ограничении температурной анизотропии в солнечном ветре

Наблюдения солнечного ветра на 1 а.е. показывают, что анизотропия температуры протонов (а также электронов) значительно меньше, чем предсказывалось ранее в теоретических подходах. Распределение измерений в пространстве параметров  $A_a$  и  $\beta_{a\parallel}$  имеет форму ромба (где  $A_a$  - анизотропия температуры, а  $\beta_{a\parallel}$  отношение параллельной компоненты теплового давления к магнитному давлению, индекс  $a$  соответствует типу частиц  $p$  или  $e$ ). Для случаев  $\beta_{a\parallel} > 1$  границы распределения хорошо объясняются пороговыми условиями зеркальной и шланговой неустойчивостей в бимаксвелловской плазме, тогда как границы анизотропии для  $\beta_{a\parallel} < 1$  до сих пор не были объяснены. В работе обсуждается механизм ограничения анизотропии температур для  $\beta_{a\parallel} < 1$  за счет кулоновских столкновений. Получено аналитическое решение для скорости релаксации  $v_{aa}^A$  анизотропии температуры в бимаксвелловской плазме. Проведено сравнение

значений скорости релаксации вычисленных аналитически с вычисленными по измерениям со спутника WIND за 1994-2017 гг. Показано, что для  $\beta_{al} < 1$  скорость релаксации  $v_{pp}^A$  увеличивается с уменьшением плазменного параметра  $\beta_{al} < 1$ . Проведено сопоставление экспериментальной функции распределения в пространстве параметров  $A_p$  и  $\beta_{pl}$  с изолинией  $v_{pp}^A = 2.8 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$  вычисленной для типичных параметров солнечного ветра  $n_p = 6 \text{ см}^{-3}$ ,  $B = 6 \text{ нТл}$ ,  $0.1 \text{ эВ} < T_{pl} < 15 \text{ эВ}$  (см. рисунок 2.10.1), и соответствующей минимальному уровню соударений, которые могут вносить вклад. Продемонстрировано, что изолиния соответствует левой границе ромбовидного распределения экспериментальных данных в плоскости  $(A_p, \beta_{pl})$ . Таким образом показано, что кулоновские столкновения могут объяснить ограничение анизотропии температур на расстоянии  $\sim 1$  а.е. для случаев с малым плазменным параметром  $\beta_{al} < 1$ .



Изолиния скорости релаксации  $v_{pp}^A$  для типичных условий в солнечном ветре (см. текст) отображена синей линией. Пороговые условия для зеркальной и шланговой неустойчивостей показаны соответственно красной и пурпурной линиями.

Рисунок 2.10.1 - Распределение данных КА WIND в пространстве  $A_p, \beta_{pl}$

## 11. Выяснение роли кинетических эффектов при взаимодействии неадиабатических ионов с тонким токовым слоем в плазмоеде с шировой компоненты магнитного поля

Рассмотрены кинетические эффекты динамики протонов в плазмоедах с ненулевой продольной ( $B_{\parallel}$ ) компонентой магнитного поля в токовом слое геомагнитного хвоста. Представлены результаты моделирования динамики протонов и описание механизма возникновения асимметрии плотности “север–юг”. Описан возможный механизм, отвечающий за поддержание продольной компоненты магнитного поля. Проведены оценки полученных параметров и сравнение представленных результатов с наблюдениями миссии Cluster.

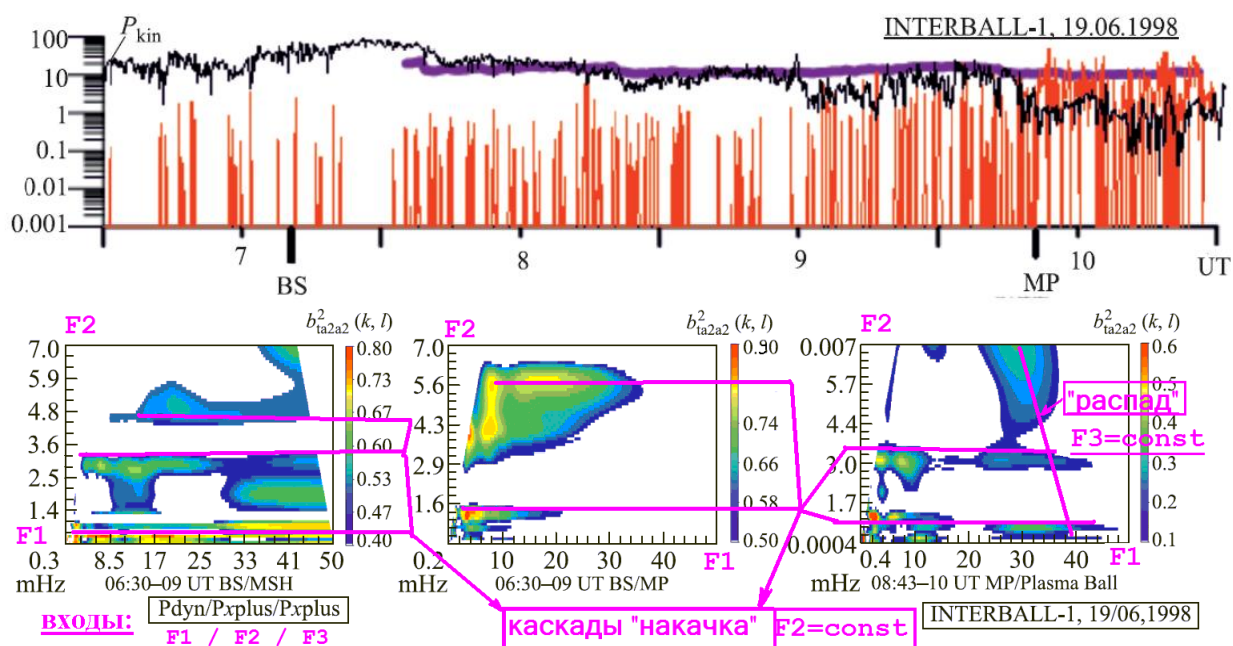
## 12. Механизм образования бесстолкновительных ударных волн

По данным спутника ИНТЕРБОЛ-1 были впервые выделены волны, разрушающие бесстолкновительный поток солнечного ветра (в нем свободный пробег – от Земли до Солнца) при взаимодействии с магнитопаузой ( $\sim$ на 50000км от головной ударной волны):

импульсы вектора Пойнтинга (длительностью 1-30 с, с промежутками ~ 1000 с, быстрый магнитный звук?) в сторону Солнца (энергетика на 2 порядка ниже окружающей). Мы применили методы обработки импульсного (квази-цифрового) сигнала, а также подтвердили открытие данными спутников DOUBLE STAR, CLUSTER и МГД-моделированием. Это природный аналог цифрового телевидения.

Импульсы вызывают необычайно сильные (би-когерентность свыше 80%) 3х-волновые каскадные процессы (их частоты  $F1 + F2 = F3$ ), которые в 3 этапа (форшок, ударная волна, магнитопауза) разрушают и отворачивают солнечный ветер.

На 0.1-10 мГц доминируют дискретные 3х-волновые каскады («нелинейный распад», «накачка») на резонансных частотах магнитопаузы, внешней магнитосферы и ударной волны. Выше по частоте, за ударной волной резонансы сливаются, образуя известный турбулентный спектр в среде с нелинейными флуктуациями, где резонансы перекрываются.



**Верхняя панель:** Черная кривая – кинетическое давление (фиолетовая – газодинамическая модель обтекания с магнитным полем из солнечного ветра); красные импульсы – вектор Пойнтинга в сторону Солнца; «BS» – окончательная ударная волна, «MP» - магнитопауза.  
**Нижняя панель:** вэйвлетная (Morlett) би- когерентность 3х-волнового процесса с частотами на осях  $F1 + F2 = F3$  (подразумевается). Слева – ударная волна, середина - перед магнитопаузой, справа – под магнитопаузой в плазменном резервуаре над каспом (PLASMA BALL). Когерентность превышает 80% (0.8 на боковых цветных шкалах). Это надежно уже для 2х -волновых процессов. Горизонтально протяженные максимумы – 3х-волновые каскады: волны на F3 вновь взаимодействуют с исходными на F2 («накачка»).

Рисунок 2.12.1 - ИНТЕРБОЛ-1, событие 19.06.1998.

### 13. Влияние характеристик турбулентности плазмы солнечного ветра на турбулентный каскад в магнитослое

Проанализировано влияние характеристик турбулентности плазмы солнечного ветра на свойства турбулентного каскада за околосолнечной ударной волной (ОЗУВ). Исследование проводилось на основе трех пересечений ОЗУВ спутником Спектр-Р. Быстрые измерения параметров плазмы прибором БМСВ позволили оценить характеристики турбулентного каскада на масштабах, соответствующих переходу от инерционной области каскада, на которых, как правило, работает магнитогидродинамическое (МГД) описание плазмы, к



диссипативной, где важную роль приобретают кинетические эффекты. Во всех рассмотренных случаях при пересечении плазмой ОЗУВ происходит выполаживание спектров флуктуаций потока ионов на МГД масштабах, что подтверждает статистические результаты, полученные ранее для флуктуаций параметров плазмы и магнитного поля в магнитослое. Таким образом, независимо от характеристик флуктуаций параметров плазмы солнечного ветра с масштабами более гирорадиуса протона, при пересечении ОЗУВ происходит инжекция дополнительной несбалансированной энергии в турбулентный каскад, что приводит к наблюдению более плоских спектров на МГД масштабах. Помимо этого показано, что на кинетических масштабах за ОЗУВ наблюдается укрупнение спектров флуктуаций потока ионов, что также согласуется с результатами статистических исследований. Однако, обнаруженная линейная связь между наклонами кинетической части спектров перед и за ОЗУВ указывает на то, что хотя за ОЗУВ наблюдается увеличенный темп диссипации энергии, механизм диссипации энергии определяется локальными свойствами плазмы, не изменяющимися при входе плазмы в магнитослой.

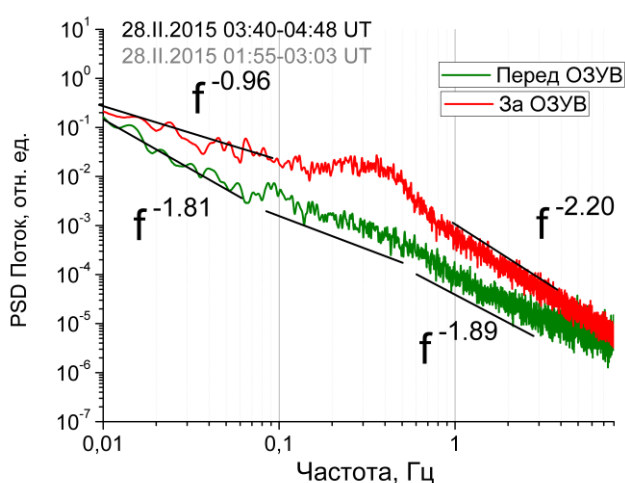


Рисунок 2.13.1 - Сравнение спектров флуктуаций потока ионов перед и за ОЗУВ в ходе пересечения 28.02.2015 г

#### 14. Определение профилей давления во время бурь, суббурь и под магнитопаузой при анализе данных многоспутниковых наблюдений

Проведен анализ данных многоспутниковых наблюдений во время большой магнитной бури 1 июня 2013 г. Анализировались данные авроральных спутников DMSP 16-18, NOAA 15-19, METOP 1–2, Van Allen Probes и THEMIS missions. Определялось давление плазмы на авроральных широтах и вблизи экваториальной плоскости. Впервые реконструирована двумерная картина распределения давления с разрешением в 6 часов во время большой бури. Получены дополнительные доказательства доминирующего вклада кольцевого тока в Dst вариацию во время бури. Показано, что давление плазмы в магнитосфере во время изученной бури коррелирует с динамическим давлением солнечного ветра с коэффициентом корреляции равным 0.9.

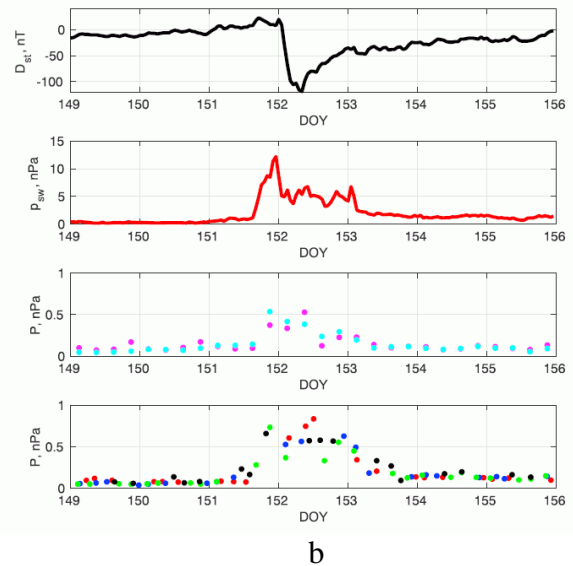
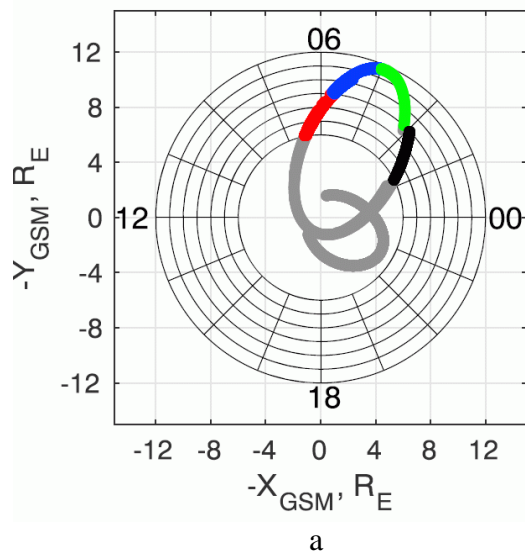


Рисунок 2.14.1 - а – участки орбит спутников миссий THEMIS и RBSP, на которых определялось значение давления. б - сверху вниз: Dst вариация во время бури 1 июня 2013 г.; динамическое давление солнечного ветра; давление плазмы с авроральных спутников DMSP (голубые точки) и POES (пурпурные точки); давление плазмы вблизи экваториальной плоскости со спутников THEMIS (красные, голубые, зеленые и черные точки. Цвет показывает участок орбиты в соответствии с рисунком 14.1а).

## 15. Субавроральные потоки ионов из ионосферы в области развития поляризационного джета

Изучены и классифицированы быстропротекающие динамические процессы, возникающие в системе нейтральной атмосферы и ее ионизованной компоненты в верхней области F2 при воздействии на среду мощного электрического поля с амплитудой 50- 100 мВ/м, иногда до 150 мВ/м. Сделан статистический анализ развития восходящих потоков плазмы из ионосферы в плазмосферу для различных геофизических условий.

По данным доплеровских измерений на субавроральной ионосферной станции Якутск впервые обнаружены новые, ранее неизвестные, динамические явления во время развития поляризационного джета. Проведенное исследование горизонтальных и вертикальных скоростей дрейфов ионосферы выявило, что в периоды наблюдения поляризационного джета пик вертикальной компоненты скорости не всегда совпадает с пиком горизонтальной составляющей. Скорости горизонтального дрейфа плазмы составляют, в среднем, ~300–600 м/с (есть события со скоростями 900–1000 м/с). Скорости вертикальной составляющей дрейфа, также в среднем, составляют 30–50 м/с (есть события со скоростями 100–150 м/с). По результатам анализа наземных ионосферных данных установлено, что все события с развитием поляризационного джета над Якутском подразделены равномерно на 4 группы, где первая группа – это когда значения вертикальных скоростей в полосе поляризационного джета достигали максимума одновременно с горизонтальными скоростями. В двух других группах времена пиков вертикальных скоростей сдвинуты в обе стороны от реперного времени на  $\pm 1$  ч, а в последнем случае вертикальные скорости имеют равнозначные пики по обе стороны от пиковых значений горизонтальных скоростей.

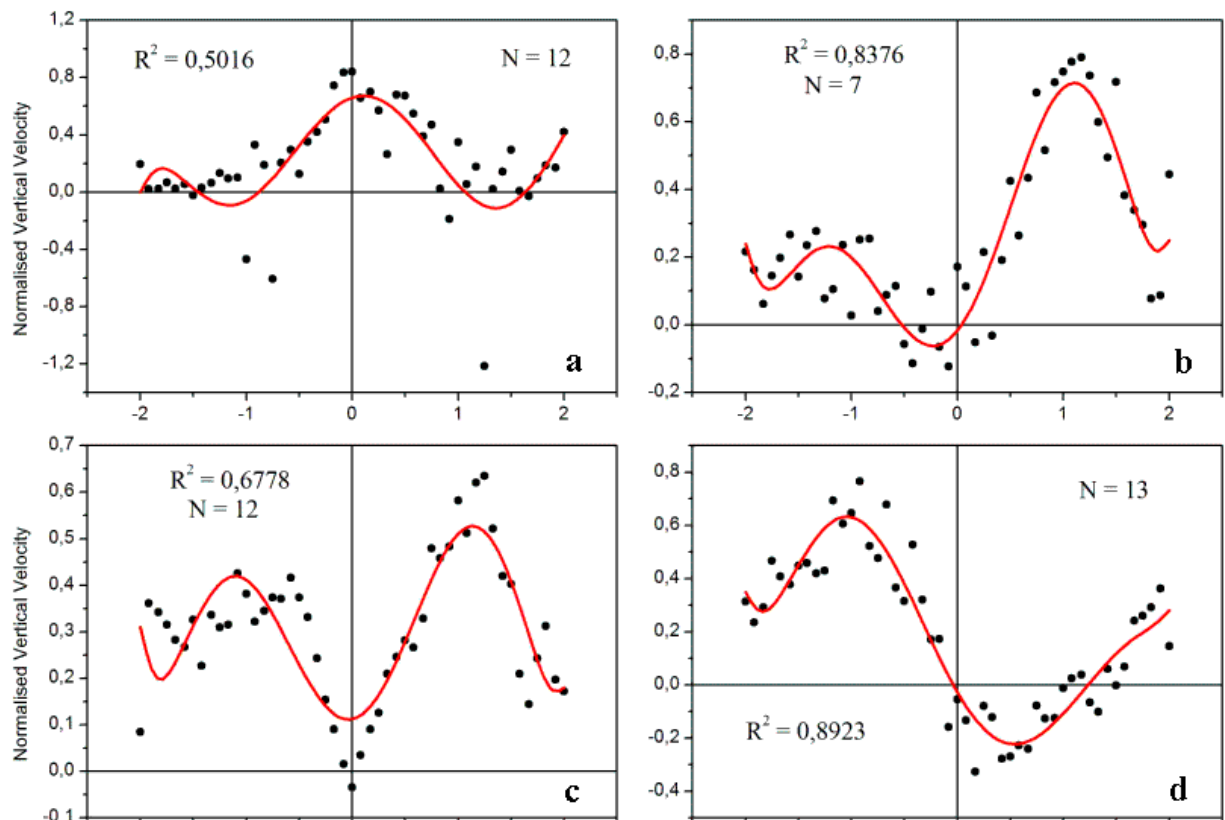
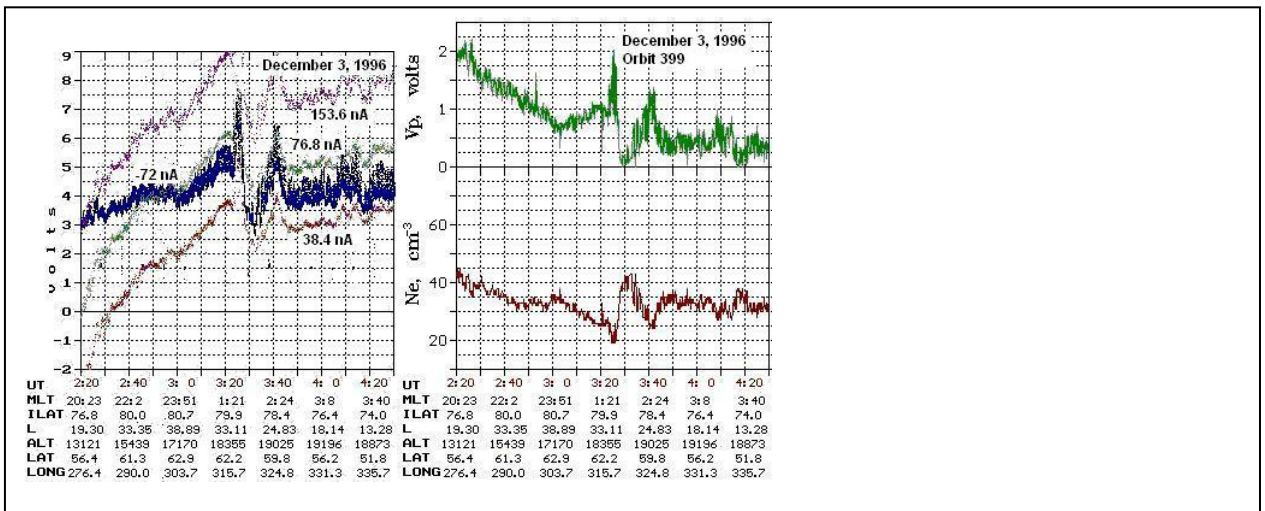


Рисунок 2.15.1 - Четыре типа событий с развитием поляризованного джета над Якутском

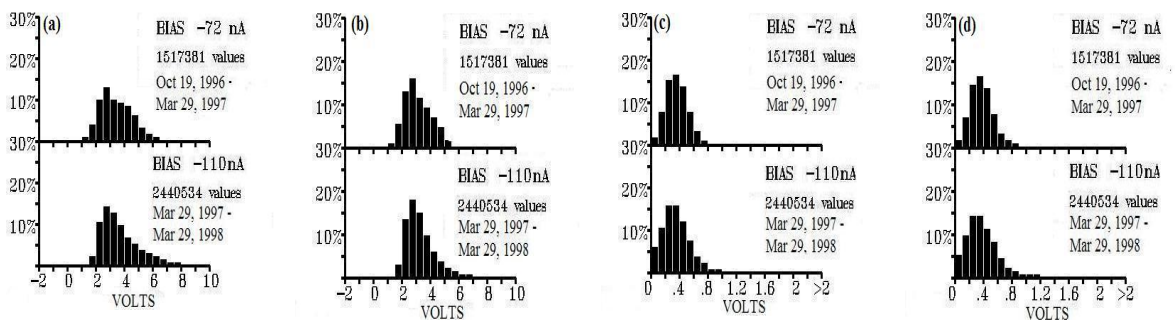
## 16. Оценка концентрации электронов при разных потенциалах спутника *ИНТЕРБОЛ-2* на основе определения фотоэмиссии

А. Педерсен и его коллеги предложили определять концентрацию окружающей плазмы в магнитосфере на основе измерений потенциала датчиками электрических полей. Этот метод был апробирован на многих космических аппаратах. Недавно опубликована работа [Graham *et al.*, 2018], в которой на основе данных миссии *MMS* показано, что при большой волновой активности потенциал космического аппарата может возрасти, и определение плотности на его основе может привести к физически неверным результатам. Согласно методу А.Педерсена потенциал измеряется только датчиком электрических полей. На спутнике *ИНТЕРБОЛ-2* потенциал ( $U_{sp}$ ) измерялся датчиком электрических полей ИЭСП-2, а также зондовым датчиком электронной температуры КМ-7. Сопоставление одновременных измерений потенциала спутника *ИНТЕРБОЛ-2*  $U_{sp}$ /ИЭСП-2 и  $U_{sp}$ /КМ-7 позволяет оценить плотность фототока, а также концентрацию электронов. Прибор ИЭСП-2 определял потенциал как среднее значение измерений разности потенциалов  $E_{y1}$  и  $E_{y2}$  между корпусом спутника и сферическими зондами  $Y1$  и  $Y2$  на концах штанги  $Y$  в плоскости вращения спутника. Для определения концентрации электронов используются только измерения, когда выполняется условие  $|E_{y1} - E_{y2}| < 0.5$  В, т.е. составляющая поперечного электрического поля  $E_y < 20 \text{ мВм}^{-1}$  (длина штанги 25 м). Если потенциал  $V_s < 6$  В, то для  $\sim 80\%$  измерений выполняется условие  $|E_{y1} - E_{y2}| < 0.5$  В.



Слева показаны для орбиты 399 измерения  $U_{sp}$ /ИЭС-2 (синий) при  $I_b = -72$  нА и  $U_{sp}$ /КМ-7 при  $I_b = 153,6$  нА,  $76,8$  нА,  $38,4$  нА. Зонд КМ-7 защищен экраном от УФ излучения, а зонды ИЭС-2 нет. ИЭС-2 измеряет  $U_{sp}$  при постоянном токе смещения ( $I_b = -72$  нА или  $-110$  нА), КМ-7 снимает вольт-амперные характеристики из 11 измерений  $U_{sp}$  при различных токах смещения  $I_b$  (от  $153$  нА до  $0,15$  нА). ИЭС-2 оперирует с корректным током смещения, если вариации  $U_{sp}$ /ИЭС-2 и  $U_{sp}$ /КМ-7 совпадают. Справа, на нижней панели, показаны результаты определения концентрации электронов, а на верхней панели – значения потенциала зонда  $V_D$  (ИЭС-2) при  $I_b = -72$

Рисунок 2.16.1.



Для построения всех гистограмм использовались только измерения с корректным током смещения  $I_b = -72$  нА или  $I_b = -110$  нА, которые составляют  $\sim 70\%$  от общего числа измерений: (а) все измерения с корректным током смещения; (б) измерения, когда выполняется условие  $|E_{y1} - E_{y2}| < 0,5$  В; (с) гистограмма  $|E_{y1} - E_{y2}|$ , когда  $V_s < 6$  В; (д) гистограмма  $|E_{y1} - E_{y2}|$  для всех результатов измерения потенциала прибором ИЭС-2, если  $|E_{y1} - E_{y2}| < 0,5$  В, то такие измерения составляют  $77\%$  ( $I_b = -72$  нА) и  $75\%$  ( $I_b = -110$  нА).

Рисунок 2.16.2 - Гистограммы результатов измерения потенциала ИНТЕРБОЛ-2 прибором ИЭС-2

## 17. Связь давления плазмы на границах авроральных высыпаний с динамическим давлением солнечного ветра во время магнитосферных суббурь

Данные спутника DMSP F7 за 1986 г. использованы для изучения поведения ионного давления на границах авроральных высыпаний. Рассмотрено 7489 пролетов спутника в ночном секторе авроральной зоны, в том числе более 5000 пролетов в секторе 21:00–24:00 MLT. Величина ионного давления рассчитывалась как среднее значение, полученное за 5

с наблюдений с внутренней по отношению к зоне высыпаний стороны границы. Полетное время в 5 с соответствует расстоянию длиной  $\sim 40$  км на участках траектории спутника, примыкающих к границам высыпаний. Показано, что широтные размеры области авроральных высыпаний значительно увеличиваются с ростом давления солнечного ветра  $P_{sw}$ . Даже при низком уровне геомагнитной активности границы высыпаний, в том числе и граница изотропизации, не являются изобарами. Давление плазмы максимально в секторе 22–24 MLT и уменьшается как в утреннюю, так и в вечернюю стороны. Значительное увеличение давления на границах высыпаний наблюдается уже в период фазы зарождения суббури. Результаты исследования могут быть использованы для анализа влияния плазмы солнечного ветра на структуру магнитосферы и характеристики магнитосферно-ионосферного взаимодействия

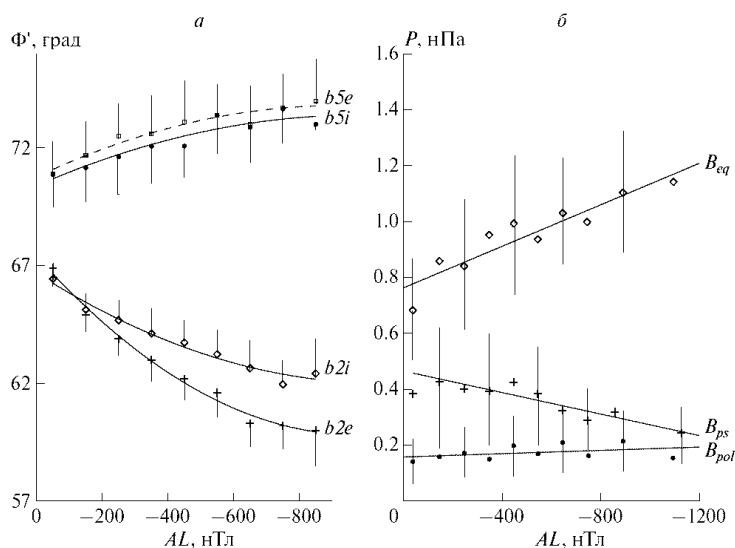


Рисунок 2.17.1 - Широтное положение границ авроральных высыпаний (а) и величина ионного давления на границах (б) в секторе 21:00–24:00 MLT в зависимости от  $AL$ -индекса магнитной активности

### 18. Дневные высокоширотные геомагнитные вариации и пульсации в магнитную бурю 25-26 августа 2018

Установлены особенности дневных высокоширотных геомагнитных возмущений и геомагнитных пульсаций во время недавней сильной магнитной бури 25-26 августа 2018 г., произошедшей в конце фазы спада 24-го цикла солнечной активности (СА). Как правило, в эту фазу цикла СА магнитные бури вызываются высокоскоростными потоками солнечного ветра из коронарных дыр, однако данная магнитная буря была вызвана корональными выбросами массы (СМЕ). Показано, что, несмотря на очень слабые возмущения на Солнце и низкую скорость солнечного ветра (ниже  $\sim 400$  км/с), в магнитосфере Земли произошла достаточно сильная магнитная буря ( $Dst = -171$  нТл). Внезапное начало бури (SC) с незначительным ( $\sim 25$  нТл) скачком в  $Dst$ -индексе вызвало возбуждение интенсивных дневных геомагнитных пульсаций  $ipcl$  (периоды несколько минут) на широтах возможного положения дневного полярного каспа. Особенностью восстановительной фазы этой бури было отсутствие типичных для этой фазы бури геомагнитных пульсаций  $Pc5$  в утреннем секторе Земли. Другим необычным явлением было развитие интенсивной магнитосферной суббури в глобальном масштабе, т.е. появление отрицательной магнитной бухты, зарегистрированной синхронно в авроральном ночном секторе и в полярных широтах дневного сектора. По-видимому, развитие глобальной электроструи связано с неоднократным появлением больших (до -10

нТл) отрицательных значений  $B_z$  ММП, что привело к большому поступлению энергии в хвост магнитосферы.

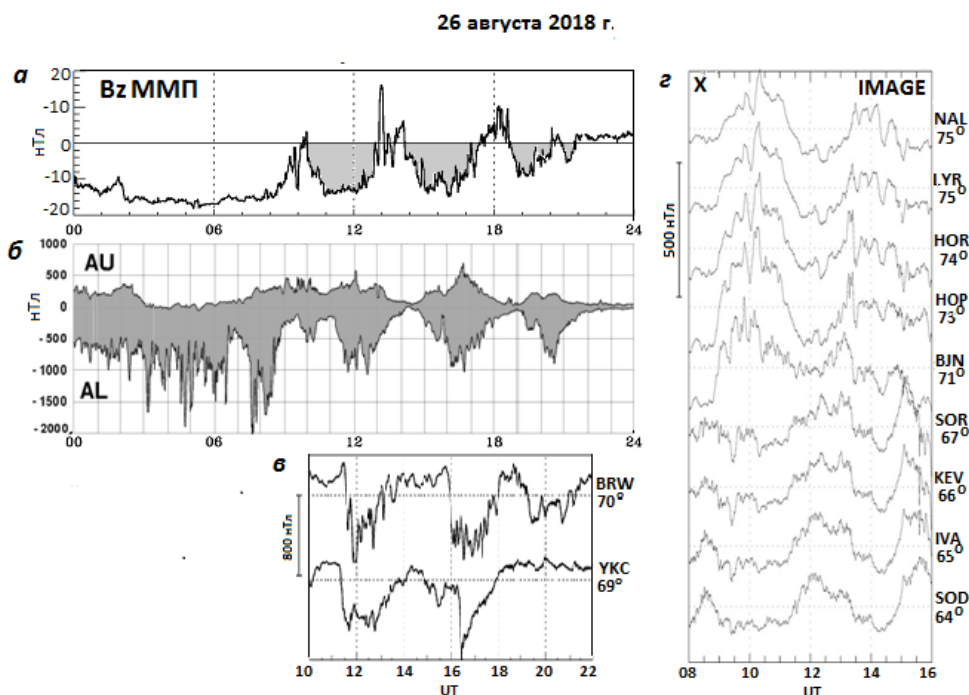


Рисунок 2.18.1 - Вариации  $B_z$  ММП (а) и индексов авроральной активности AU и AL (б), а также магнитограммы obs. BRW и YKC в ночном секторе (в) и высокоширотных станций профиля IMAGE, находящихся в дневном секторе. Видна глобальная суббуря в 12 UT

## 19. Электромагнитные поля магнитосферных возмущений в ионосфере: Дихотомия генератор тока или напряжения?

На языке теории электрических контуров, источники магнитосферно-ионосферных токовых систем можно представлять как суперпозицию двух крайних ситуаций: «генератор напряжения» (ионосферные электрические поля / напряжения постоянны, а меняется ток и создаваемое им магнитное поле) и «генератор тока» (ток и магнитное возмущение постоянны, а электрическое поле меняется). Нами было показано, что есть другой аспект магнитосферно-ионосферного взаимодействия, который следует учитывать при рассмотрении дихотомии генератор тока/напряжения. Теоретическая модель показала, что нестационарные продольные токи взаимодействуют с ионосферой по-разному в зависимости от вынужденного возбуждения или резонансного возбуждения. Согласно полученному решению, квази-постоянный источник продольного тока соответствует генератору напряжения, когда наземный магнитный отклик пропорционален Холловской проводимости ионосферы. Возбуждение же резонансных колебаний силовых линий соответствует генератору тока, когда наземный магнитный отклик слабо зависит от ионосферной проводимости. Согласно предложенной концепции, квази-постоянные нерезонансные возмущения (магнитные бухты) соответствуют генератору напряжения. Такие же ультра-низкочастотные (УНЧ) явления, как конвективные ионосферные вихри (traveling convection vortices) и волны Pc5 следует рассматривать как резонансный отклик магнитосферных силовых линий, и они соответствуют генератору тока. Хотя существует довольно много факторов, которые могут затенить определение дихотомии ток / напряжение, сопоставление теоретических предсказаний со свойствами этих типов возмущений в геомагнитно-сопряженных точках дает хорошее согласие.

## **20. 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**

Рассмотрено влияние крупных атмосферных процессов на ионосферу на примере тропического тайфуна Vongfong 2014 г. с использованием данных трехспутниковой миссии Swarm (высота 450–500 км). Обсуждаются два возможных механизма передачи возмущения на ионосферные высоты — генерация акустико-гравитационных волн (АГВ) и возбуждение электрических полей в атмосфере. Предложены новые методики выделения ионосферного отклика на АГВ по данным низкоорбитальных спутников. Первая основана на определении относительных вариаций электронной плотности в полосе частот от 15 до 150–180 с, соответствующих определенным масштабам АГВ. Вторая базируется на оценке пространственно-временных производных электронной концентрации, измеренной на двух спутниках Swarm, находящихся на близких орбитах. Оценены характерные величины эффектов ионосферного отклика, и определены их пространственно-временные характеристики для рассмотренного крупного тропического циклона.

Имеющиеся спутниковые данные в целом позволяют выделить отклик ионосферы на крупные атмосферные события, такие как тропические циклоны. Между тем однозначно определить причину модуляции электронной концентрации в ионосфере, т. е. указать механизм такого воздействия (движение нейтральной компоненты, воздействие электрического поля или перенос плазмы из-за продольных токов), в настоящее время не представляется возможным, и для интерпретации полученных результатов нами рассмотрен волновой механизм модуляции. Несколько иной подход использован во второй части нашей статьи, посвященной возмущениям магнитного поля в области ТЦ.

## **21. Продольные токи и искусственные плазменные неоднородности в среднеширотной F-области ионосферы, вызванные высокочастотным нагревом стенда SURA, по измерениям спутников Swarm**

В экспериментах по искусственной модификации среднеширотной ионосферы с помощью мощных высокочастотных радиоволн, излучаемых нагревным стендом «Сура» (Нижний Новгород) впервые показано, что на высотах 400–500 км возбуждается локальная система продольных (текущих вдоль силовых линий геомагнитного поля) электрических токов. В координированных экспериментах во время пролетов низкоорбитальных спутников Swarm (Европейское космическое агенство) были обнаружены вариации магнитного поля и параметров плазмы, которые свидетельствовали о том, что токи обусловлены униполярной (характеризующейся большой скоростью) диффузией, развивающейся в нагретой области. Продольные токи представляют собой замкнутую вихревую систему, в которой центральный, втекающий ток совпадает с областью стратификации/обеднения электронной концентрации и увеличения температуры электронов, а вытекающие токи расположены на периферии втекающего тока. Токи замыкаются за счет горизонтального дрейфа зарядов. Процессы униполярной диффузии воспроизводились в лабораторных экспериментах, но наши результаты являются пионерными в их наблюдении в космической плазме. Полученные результаты важны для разработки способов и оценки последствий антропогенного воздействия на околоземное пространство.

## **22. Использование сверхмалых космических аппаратов для изучения околоземной плазмы радиофизическими методами**

Показана возможность проводить измерения плотности плазмы и ее флуктуаций в ионосфере на сверхмалых космических аппаратах с применением радиофизических

методов, позволяющих по свойствам принимаемого излучения определять характеристики среды через которую проходило излучение. Получены оценки измеряемой разности фаз для различных частот при характерных ионосферных параметрах в зависимости от дистанции между спутниками.

Разработан и изготовлен действующий макет прибора для измерения параметров ионосферной плазмы методом радиопросвечивания с борта сверхмалого космического аппарата типа КУБСАТ формата 3U.

### **23. Определению уровней амплитуды и частотных полос ожидаемых на поверхности Марса возмущений магнитных и электрических полей для прибора МЭГРЭ**

В 2019 завершено изготовление прибора МЭГРЭ для проекта ЭкзоМарс2020. Прибор МЭГРЭ предназначен для проведения измерений магнитных полей на поверхности Марса в составе комплекса научной аппаратуры КНА-ЭМ посадочной платформы проекта «Экзомарс».

Проделана научно-методическая работа по определению уровней амплитуды и частотных полос ожидаемых на поверхности Марса возмущений магнитных и электрических полей для выработки алгоритмов работы прибора и выбора диапазонов измерений.

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

Был проведен анализ данных DMSP. Показано, что для анализа событий нужна объемная локальная картинка эмиссий, которые могут отразить распределение Ne, а чтобы получить объемную картинку, нужно несколько ракурсов, т.е. по меньшей мере 2 космических аппарата над одним и тем же авроральным фрагментом протыкаемом сигналом.

Показано, что для решения задач, связанных с пространственной корреляцией фазовых сцинтилляций трансполярных сигналов, проходящих через авроральные структуры в овале (E-область) и полярной шапке (F-область) лучше использовать авроральные имаджеры с пространственным разрешением ~км.

### **25. Формирование долгосрочной программы фундаментальных космических исследований**

Продолжено формирование, в международной кооперации долгосрочной программы фундаментальных космических исследований. Рассмотрены варианты участия в программах других космических агентств. Основное внимание в 2019 г уделено проблемам определения приоритетов на горизонте 2030 года, включая прикладные исследования и развитие технологий освоения дальнего космоса



### 3. КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА

Руководитель чл.-корр. А.А. Петрукович

#### 1. Концепция малого спутника-монитора солнечного ветра и обзор современных подходов к прогнозу космической погоды по солнечному ветру

Проведен обзор современных методов и проблем прогноза космической погоды по солнечному ветру. Сформулированы две основные задачи, требующие решения. Первая задача – надежный прогноз возмущений полярной авроральной зоны (при рядовых условиях вне магнитных бурь) в интересах технологий освоения и обороны арктических территорий. Вторая задача – увеличение заблаговременности прогноза на несколько часов. Решение обеих проблем тесно связано с необходимостью обеспечения достаточной точности знания текущего состояния солнечного ветра с учетом его естественной вариабельности. В этой связи предложена концепция малого спутника-монитора солнечного ветра, решающего задачу обеспечения независимых наблюдений в интересах потребителей РФ и, в совокупности с аналогичными спутниками других стран, задачу достоверности измерений сетью пространственно разнесенных КА. Показано, что минимальный набор целевой научной аппаратуры и служебных систем может быть реализован на базе КА микро-класса массой до 100 кг.

#### 2. Наземный геомагнитный отклик на поверхностные колебания магнитопаузы

Пульсации в Pc5-6 диапазоне (периоды 3-20 мин) являются постоянным компонентом УНЧ активности на высоких широтах. В качестве потенциального источника высокоширотных УНЧ волн с частотами менее 2 мГц были предложены поверхностные волны на магнитопаузе. Наземный отклик на эти колебания, как ожидается, должен быть под ионосферной проекцией границы открытых и замкнутых силовых линий (Open-Closed Boundary - ОСВ).

Используя данные приборов, расположенных на Шпицбергене, изучен переходный геомагнитный отклик на импульсное «проникновение» плазмы магнитослоя в дневную зону магнитосфера. Широта ОСВ была идентифицирована по данным меридионального сканирующего фотометра. Широтный максимум переходного геомагнитного отклика, как правило, находится вблизи ОСВ, в пределах погрешности  $\sim 1^\circ-2^\circ$  в фотометрических и магнитометрических наблюдениях. Зарегистрированные переходные пульсации могут быть связаны с наземным откликом гармоника поверхностной моды магнитопаузы.

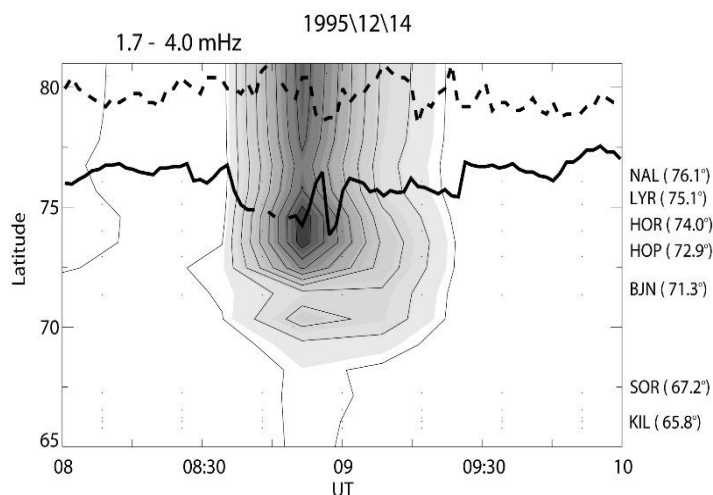


Рисунок 3.2.1 - Сопоставление кеограмм аврорального излучения по данным сканирующего фотометра, геомагнитных пульсаций на сети станций IMAGE, и положения оптического прокси ОСВ в дневные часы – границ аврорального овала.

### **3. Источники и периодические вариации солнечной и геомагнитной активности**

Показана связь динамики геомагнитной активности в солнечном цикле с годовым распределением числа высокоскоростных потоков и числа событий, вызванных корональными выбросами (корональной масс-эжекцией). На фазе роста и в максимуме солнечной активности основными источниками умеренных геомагнитных бурь (>50%) являются структуры, сформированные в солнечном ветре при корональной масс-эжекции (ICME + shock), на фазе спада и в минимуме солнечной активности структуры, сформированные при воздействии высокоскоростных потоков (CIR + HSS).

Анализ 17-23 солнечных циклов показал, что суммарная геомагнитная активность не зависит от полного числа солнечных пятен в цикле, максимальная геомагнитная активность не зависит от солнечного цикла. Показана связь рекуррентного периода геомагнитной активности (на примере событий 2006-2010 г.) с гелиоширотой источников высокоскоростных потоков солнечного ветра.

Показано, что значительное снижение потоков электронов внешнего радиационного пояса и увеличение потоков галактических космических лучей в 24 цикле вызвано снижением ~ на 30% основных параметров солнечного ветра в 24 цикле. На примере динамики солнечной активности в 24 цикле рассматриваются вероятности развития возможных сценариев солнечной активности в будущем.

### **4. Классификация биотропных атмосферных условий и космической погоды на основе мультидерева с параллельным ветвлением**

Исследовалось влияние земной и космической погоды на 15 здоровых добровольцев и 12 пациентов, страдающих артериальной гипертензией (АГ). Мониторинг ЭКГ проводился с 23/11/2016 по 29/3/2017 года. В противоположность широко распространенным методикам, таким как дисперсионный, корреляционный и спектральный анализ, был использован специально разработанный алгоритм мультиклассификации, основанный на дереве решений с параллельным ветвлением. Впервые исследовалась одновременно связь физиологических параметров ЭКГ с девятью параметрами окружающей среды. (Ратм, Татм, влажность, осадки, ветер, облачность, магнитное поле, день/ночь, больной/здоровый). Половина всех параметров являлись категориальными, что облегчает сравнение с устным описанием, широко используемым в традиционной медицине. Результатом применяемого метода является импликация типа <Если> → <То>, т.е. описание причинно-следственной связи, которое врачи могут использовать в повседневной практике. Ошибка оценки прогноза этим методом была 16% по сравнению с ошибкой стандартного метода дерева решений sklearn.tree из библиотеки на Python – 38%. Результаты исследования закладывают основы методов оценки индивидуальной чувствительности к условиям окружающей среды и определения путей его уменьшения.

### **5. Долгосрочные исследования психофизиологических показателей детей и подростков-пользователей мобильной связью**

Космическая погода как фактор среды обитания человека имеет циклические и квазипериодические изменения, в то время как излучение мобильных телефонов является неконтролируемым и постоянно действующим фактором с выраженным накопительным эффектом. В наших предыдущих работах мы выявили влияние низкоинтенсивных магнитных полей космической погоды на психофизиологические показатели детей

подростков. В данных работах представлены результаты единственного в мире исследования психофизиологических показателей и простой слуха-моторной реакции детей и подростков-пользователей мобильной связью, проводимое в России с 2006 года по настоящее время (обследовано 600 детей и подростков). Установлено увеличение числа нарушений фонематического восприятия и, как следствие – увеличение числа ошибок в речи и на письме, влияние на зрительную систему (увеличение показателей в 36% случаев) и снижение работоспособности (в 50% наблюдений), а также на параметры внимания и памяти (в первую очередь увеличение времени выполнения задания). Преимуществом данных исследований является наличие контрольной группы. Доказано, что безопасный режим пользования мобильным телефоном улучшает ВСЕ психофизиологические показатели при спокойных условиях геомагнитной активности.

#### 6. Реакция биоэлектрической активности мозга на вариации геомагнитного поля

Обнаружено, что показатель степени повреждений ДНК лейкоцитов крови мышей (%TDNA) у животных контрольной группы (не подвергавшихся никаким воздействиям) в разные дни испытывал значительные вариации (до 500% от среднего значения). Показано, что повышенные значения %TDNA располагались в окрестности нуля атмосферной температуры и парциального содержания кислорода воздуха 298-304 мг/л. Можно полагать, что обнаруженный эффект обусловлен воздействием активных форм кислорода, формирующихся в окружающей среде при температурах фазовых переходов воды. Ранее нами была многократно показана зависимость уровня артериального давления здоровых людей от значения атмосферной температуры. В отличие от человека, лабораторные животные находятся в стандартных стационарных условиях и не подвергаются воздействиям факторов, связанных с разнообразием питания, передвижением и самовнушением. Тем не менее, их биологические показатели также обнаруживают зависимость от атмосферных факторов, что подтверждает объективность метеотропных эффектов, наблюдаемых для людей.

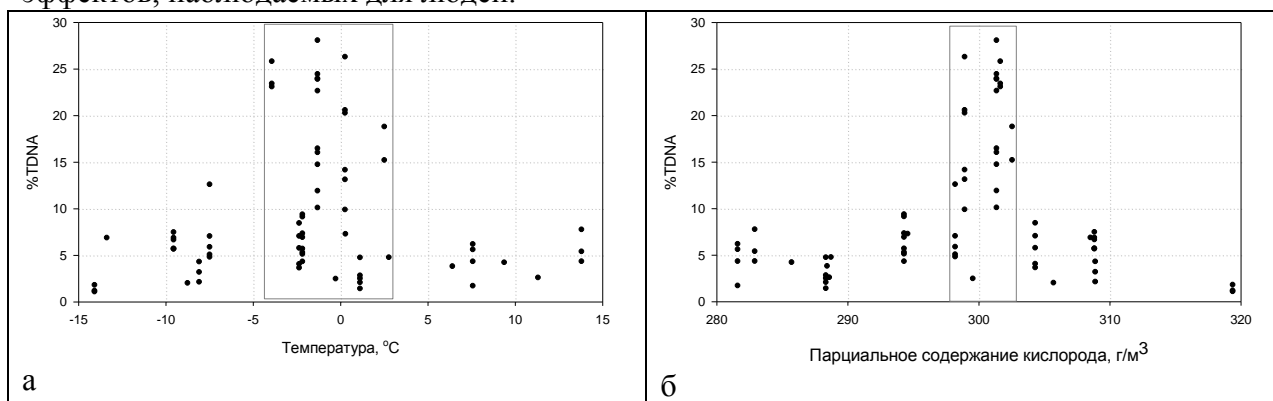


Рисунок 3.6.1 - Распределение значений %TDNA лейкоцитов крови интактных мышей по синхронным значениям температуры воздуха (а) и парциального содержания кислорода (б)

#### 7. Сердечно-сосудистая реакция как маркер стресса окружающей среды, вызванного изменениями в геомагнитном поле и местной погоде

Проводились исследования физиологических показателей, полученных при Холтерском мониторинге ЭКГ, таких как изменчивость интервалов RR, вариабельность сердечного ритма ВСР, а также измерения систолического и диастолического артериального давлений и параметров микроциркуляции крови здоровых добровольцев и больных с ишемической болезнью сердца и стенокардией (всего 69 человек обоего пола). Использовались специально разработанные и построенные устройства: 1) установка

«Фарадей»- экранированная комната с кольцами Гельмгольца, позволяющая записывать и впоследствии воспроизводить естественную магнитную бурю, 2) установка «Арфа» с креслом для исследователей, имеющая те же возможности, что и «Фарадей», а также 3) экранированная палата (ЭП) при общем ослаблении составляющих естественного магнитного поля Земли в 4,5 -5 раз по сравнению с внешним полем. Оказалось, что 1) усредненные коэффициенты корреляции интервалов RR с компонентами Vx и Vy в первом эксперименте значительно выше ( $p < 0,001$ ) в режиме экспозиции магнитной бури, чем в спокойной геомагнитной обстановке. 2) Показатели ВСР в переменном геомагнитном поле увеличиваются на 5–30% от уровня до экспозиции. Показано, что всего 1 часовое пребывание человека в изменяющемся магнитном поле от естественных до нулевых значений ведет к активации регуляторных механизмов сердечного ритма вплоть до неудовлетворительной адаптации по отдельным показателям. ВСР. 3) В ЭП пациенты находились от 1 до 4 суток в зависимости от длительности геомагнитного возмущения. Приступы стенокардии, ощущение сердечного дискомфорта, потребность в дополнительном приеме антиангинальных средств вне ЭП в дни геомагнитных возмущений отмечены у 85,3% пациентов и были более выражены в группе больных со стенокардией. К окончанию периода экранирования в группе пациентов со стенокардией болевые приступы исчезли, у пациентов, перенесших инфаркт миокарда, значительно уменьшились. Такие изменения параметров микроциркуляции как появление стойких агрегатов (сладж-феномен), замедление скорости кровотока вплоть до полной его остановки во время геомагнитных возмущений в условиях пассивного экранирования в ЭП уже к концу первых суток претерпевали обратное развитие. Возрастала скорость кровотока в микрососудах, уменьшался периваскулярный отек тканей. Таким образом, впервые экспериментально показано, что геомагнитная буря может вызывать заметный отклик сердечно-сосудистой системы.

#### **8. Общие закономерности циркадианной организации кровообращения, свертывающей системы крови и особенности фармакологии легочного кровообращения и обеспечивающих их регуляторных механизмов**

Опубликованы три монографии, посвященные указанным темам. В первой монографии представлены оригинальные исследования, посвященные эффективности мелатонина в виде монотерапии и в комплексном лечении мелатонином с антигипертензивными и антиишемическими препаратами больных артериальной гипертонией и ишемической болезнью сердца. Вторая монография посвящена мало изученным аспектам временной организации гемокоагуляции у здоровых лиц разных возрастных категорий и больных с сердечно-сосудистой патологией. Установлен двухфазный суточный профиль процесса гемокоагуляции с тенденцией к гиперкоагуляции в дневные часы и гипокоагуляции в ночное время у здоровых лиц разного возраста. Третья монография посвящена актуальной проблеме, касающейся исследований различных аспектов патогенеза гипертонии малого круга кровообращения и вопросов фармакологии лёгочного кровообращения. В ней рассматриваются особенности механизмов воздействия препаратов различных фармакологических групп. Полученные данные могут быть полезными в космической медицине при необходимости борьбы с гипоксией и стрессом в условиях подготовки и в полётах в космос. Это положение доказано корректирующим воздействием на суточные ритмы физиологических функций при полётах в широтном направлении у работающих в авиации. В условиях полета в космос факторы гипоксии и стресса могут усилить свёртывающий потенциал крови и привести к угнетению противосвёртывающих механизмов крови.

#### 4. ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕЛИОСФЕРЫ д.ф.-м.н. Измоленов В.В.

##### 1. Необычное поведение потока массы солнечного ветра в период максимума солнечной активности

Работа посвящена исследованию широтных вариаций потока массы солнечного ветра в различные фазы солнечного цикла. На основании анализа данных SOHO/SWAN по рассеянному солнечному Лайман-альфа излучению получена зависимость потока массы от времени и гелиошироты в период с 1996 по 2018 гг. (см. рисунок 4.1.1). Показано, что в периоды солнечных максимумов 2001-20013 и 2014-2016 гг. наблюдались характерные максимумы потока массы на средних гелиоширотах. Проведено сравнение результатов анализа данных SOHO/SWAN с результатами численного моделирования параметров солнечного ветра в рамках модели Enlil-WSA. Показано, что результаты модели качественно подтверждают наличие максимумов, обнаруженных по данным SWAN. Обсуждаются возможные физические причины образования этих максимумов, а также их связь с распределением корональных дыр на Солнце.

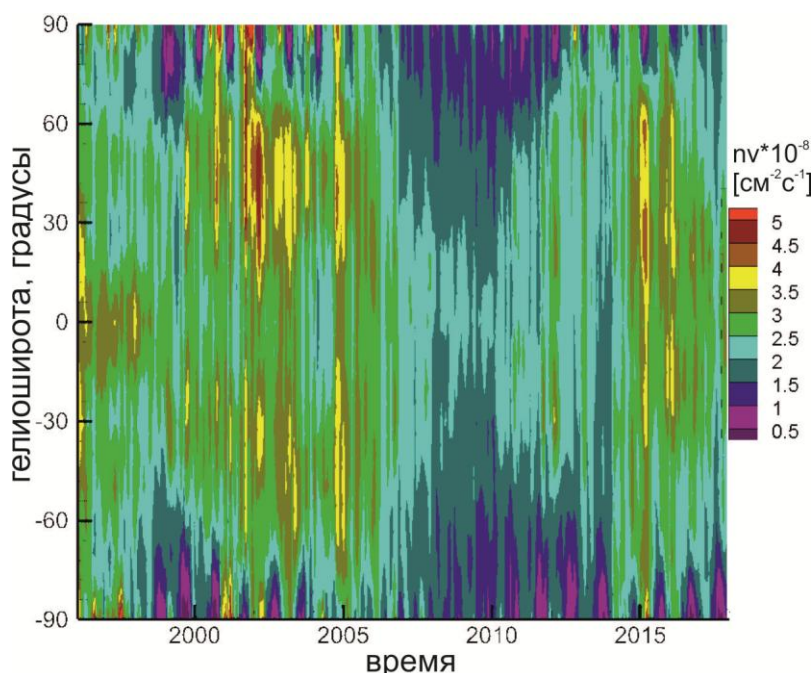


Рисунок 4.1.1 - Зависимость потока массы солнечного ветра на 1 а.е. от времени и гелиошироты. Результат анализа данных SOHO/SWAN

##### 2. Моделирование распределения межзвездной пыли в гелиосфере методом Осипцова-Лагранжа и методом Монте-Карло

Межзвездная пыль проникает в гелиосферу вследствие движения Солнца относительно Локального межзвездного облака. Основное действие на движение пылевых частиц оказывают силы гравитационного притяжения, радиационного отталкивания, а также электромагнитные силы. Были построены модели для исследования распределения межзвездной пыли в гелиосфере. Метод Осипцова-Лагранжа связан с вычислением якобиана преобразования координат вдоль траектории каждой частицы. С его помощью можно за сравнительно короткое вычислительное время находить сингулярные

особенности в распределении межзвездной пыли *вдоль траекторий* пылевых частиц. В рамках данной модели были найдены “каустики” - линии, на которых концентрация межзвездной пыли неограниченно возрастает из-за действия магнитного поля Солнца. С помощью метода Монте-Карло можно исследовать распределение межзвездной пыли *во всей области течения*. Найденные каустики методом Осипцова-Лагранжа подтверждаются результатами, полученными методом Монте-Карло. Данные модели содержат несколько упрощений относительно нестационарного действия магнитного поля, изменения заряда частиц внутри гелиосферы и возможного вращения частиц вокруг межзвездного магнитного поля. В дальнейшем планируется включить в модели указанные эффекты.

### **3. Аналитическая модель неустойчивости Кельвина-Гельмгольца на границе осциллирующей магнитной трубки**

Численное моделирование показало, что поперечные колебания корональных магнитных петель приводят к развитию неустойчивости Кельвина-Гельмгольца на их границах. Представлена первая аналитическая модель этой неустойчивости. В этой модели граница петли моделируется плоским тангенциальным разрывом с осциллирующей скоростью. Эволюция границы разрыва описывается уравнением Матье. Показано, что присутствие магнитного поля не может стабилизировать разрыв. Исследована так называемая  $\sigma$ -устойчивость разрыва, впервые введенная при исследовании управляемого термояда.

### **4. Резонансное затухание изгибных распространяющихся волн в нестационарной расширяющейся магнитной трубке**

Распространяющиеся изгибные волны постоянно наблюдаются в таких магнитных структурах в солнечной атмосфере как корональные магнитные петли, спикулы и нити в протуберацах. Как правило эти волны быстро затухают с расстоянием от источника их возбуждения. В настоящее время наиболее вероятным механизмом этого затухания считается так называемое резонансное поглощение. В первых исследованиях затухающих изгибных волн использовалась простейшая модель в виде прямой магнитной трубки с постоянным круговым сечением и плотностью монотонно убывающей в тонком приграничном слое от значения внутри трубки до значения в окружающей плазме. В более поздних работах использовались более сложные модели. В частности, учитывалось изменение плотности вдоль магнитной трубки. Было показано, что вариация амплитуды волны вдоль трубки определяется комбинированным эффектом изменения плотности вдоль трубки и резонансного поглощения. В нашей статье мы рассмотрели более общую модель с трубкой переменного сечения и температурой плазмы, изменяющейся со временем, на пример за счёт охлаждения вызванного излучением и теплопроводностью. В частности, было показано, что в некоторых случаях охлаждение трубки может приводить к увеличению амплитуды волны при её распространении вдоль трубки.

### **5. Влияние течения на резонансное затухание изгибных колебаний магнитной трубки**

Исследовалось влияние течения внутри магнитной трубки на резонансное затухание её изгибных колебаний. Использована простейшая модель с прямой магнитной трубкой и плотностью, убывающей в радиальном направлении от значения внутри трубки до значения в окружающей плазме в узком пограничном слое. В этом слое скорость течения также монотонно убывает от постоянного значения внутри трубки до нуля. Получено общее выражение для декремента. В общем случае это выражение является весьма сложным, так что исследование зависимости декремента от различных параметров крайне

затруднительно. Поэтому были рассмотрены два частных случая. В первом случае резонансная поверхность находилась в области переходного слоя где течение отсутствовало. Во втором случае предполагается, что плотность плазмы в трубке много больше плотности в окружающей плазме. Показано, что в обоих случаях отношение декремента к частоте колебаний является возрастающей функцией скорости течения. Таким образом, присутствие течения увеличивает эффективность резонансного затухания. Обсуждается применение полученных результатов в сейсмологии протуберанцев.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном отчете использованы результаты исследований, проведенных в 2019г. по теме ПЛАЗМА. Проведение фундаментальных исследований в области физики космической плазмы, солнечно-земных связей и физики магнитосферы.

Результаты:

**Обнаружение сверхтонких электронных вложенных токовых слоев в хвосте магнитосферы Марса**

и

**Необычное поведение потока массы солнечного ветра в период максимума солнечной активности**

были признаны наиболее значимыми результатами ИКИ РАН.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Список опубликованных работ в 2019 по теме «ПЛАЗМА»:

Всего научных публикаций в 2019г (включая те, что будут опубликованы в 2020г.) **342**

статьи в зарубежных изданиях: **79**

статьи в отечественных научных рецензируемых журналах: **37**

в печати: **22**

статьи в сборниках материалов конференций: **11**

доклады, тезисы, циркуляры: **188**

статьи в научно-популярных изданиях: **1**

статьи в нерцензируемых изданиях: **0**

монографии: **4**

публикации, подготовленные в соавторстве с зарубежными учёными: **49**

число публикаций работников научной организации в базе Web of Science и Scopus: **97**

статьи со ссылками на РНФ: **14**

статьи со ссылками на РФФИ: **26**

Всего должно быть статей по теме "ПЛАЗМА" за 2019 г согласно плану НИР - 51.

Фактически опубликовано в 2019 г (не считая, статей поддержанных грантами РНФ, программами Президиума и пр) - 56.

Из них (WoS): Q1 – 19, Q2 – 17, Q3 – 2, Q4 – 8, без кватили 10.

### Статьи в зарубежных рецензируемых изданиях:

1. Artemyev, A. V., Angelopoulos, V., Runov, A., & Petrukovich, A. A. Global view of current sheet thinning: Plasma pressure gradients and large-scale currents. // *Journal of Geophysical Research*, 2019, 124, 264–278. doi:10.1029/2018JA026113
2. Artemyev, A. V., Angelopoulos, V., & Vasko, I. Y. Kinetic properties of solar wind discontinuities at 1 AU observed by ARTEMIS.// *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 3858–3870. doi:10.1029/2019JA026597
3. Artemyev, A. V., Angelopoulos, V., Vasko, I. Y., Runov, A., Avanov, L. A., Giles, B. L., et al On the kinetic nature of solar wind discontinuities. // *Geophysical Research Letters*, 2019, 46, 1185–1194. doi:10.1029/2018GL079906
4. Artemyev, A. V., Angelopoulos, V., Vasko, I. Y., Zhang, X.-J., Runov, A., & Zelenyi, L. M., Ion anisotropy in Earth's magnetotail current sheet: Multicomponent ion population // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 2019, 124, 3454–3467. doi:10.1029/2019JA026604
5. Artemyev A.V., Neishtadt A., Vasiliev A. Kinetic equation for nonlinear wave-particle interaction: solution properties and asymptotic dynamic // *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 2019, Vol. 393, p. 1-8. Doi: 10.1016/j.physd.2018.12.007 (WoS, Scopus, Q1)
6. Artemyev A.V., Vasiliev A., Neishtadt A. Charged particle nonlinear resonance with localized electrostatic wave-packets // *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 2019, Vol. 72, p. 392-406. <https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2019.01.011> (WoS, Scopus, Q1). (благодарность РНФ 14-12-00824)
7. Baliukin I.I., Bertaux J.-L., Quémerais E., Izmodenov V. V., Schmidt W., “SWAN/SOHOLyman- $\alpha$  mapping: the Hydrogen Geocorona Extends Well Beyond The

- Moon” // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 2019, 124(2), 861 – 885, DOI: 10.1029/2018JA026136, (мегагрант 14.W03.31.001, РФФИ16-52-16008)
8. Bao J., Neishtadt A., Separatrix crossing in rotation of a body with changing geometry of masses // *SIAM Journal on Applied Dynamical Systems*, 2019, Vol. 18(1), p. 150-171. Doi: 10.1137/18M119687X (WoS, Scopus, Q2)
  9. Baranov, V. B.; Alexashov, D. B.; Lebedev, M. G. ,MHD simulation of the solar wind flow around the coma of comet Churyumov-Gerasimenko during Rosetta's flyby, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2019, Volume 482, Issue 4, p.5642-5650, doi: 10.1093/mnras/sty3080 (РФФИ16-01-00305), impact factor 5.23
  10. Barbulescu, M., Ruderman, M.S., Van Doorselaere, T. & Erdelyi, R. "An analytical model of the Kelvin-Helmholtz instability of transverse coronal loop oscillations", *Astrophys. J.*, 870, article no. 108, 2019. DOI: 10.3847/1538-4357/aaf506
  11. Berezhnoy A.A., Velikodsky Y.I., Zubko E., Iten M., Lena R., Sposetti S., Tereshchenko A.A., Popel S.I., Feoktistova E.A., Golub' A.P. Detection of impact-produced dust clouds near the lunar terminator // *Planetary and Space Science*. 2019. V. 177. P. 104689-1 - 104689-15
  12. Borodkova N.L., Eselevich V.G., Zastenker G.N., Sapunova O.V., Yermolaev Yu.I., Šafránková J., Němeček Z., Přech L., Fine Structure of Interplanetary Shock Front—Results from BMSW Experiment with High Time Resolution, *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, <https://doi.org/10.1029/2018JA026255>, 2019. (PHΦ 16-12-10062)
  13. Book Chapter «Mixed Diffusive-Convective Relaxation of a Warm Beam of Energetic Particles in Cold Plasma», by Nakia Carlevaro, Alexander V. Milovanov, Matteo V. Falessi, Giovanni Montani, Davide Terzani, and Fulvio Zonca. In: e.book «Top 5 Contributions in Entropy», published by AVID Science Ltd. on 02.09.2019 open access: <https://avidscience.com/wp-content/uploads/2017/10/Mixed-Diffusive-Convective-Relaxation-of-a-Warm-Beam-of-Energetic-Particles-in-Cold-Plasma.pdf>
  14. E. Dubinin, R. Modolo, M. Fraenz, M. Patzold, J. Woch, L. Chai, Y. Wei, J.E.P. Connerney, J. McFadden, G. DiBraccion, J. Epsley, E. Grigorenko, L. Zelenyi (2019), The induced magnetosphere of Mars. Asymmetrical topology of the magnetic field lines, *Geophys. Res. Lett.*, doi: 10.1029/2019GL084387, 2019.
  15. Dumin Yu.V., Somov B.V. Topological model of the anemone microflares in the solar chromosphere // *Astronomy and Astrophysics*. 2019. V. 623. P. L4-1 – L4-6
  16. Eselevich V.G., Eselevich M.V., Zimovets I.V. Observations of a Flare-Generated Blast Wave in a Pseudo Coronal Mass Ejection Event // *Solar Physics*, Volume 294, Issue 6, article id. 73, 20 pp DOI: 10.1007/s11207-019-1467-x
  17. S. Fadanelli, B. Lavraud, F. Califano, Ch. Jacquy, Y. Vernisse, I. Kacem, E. Penou, D. Gershman, J. Dorelli, C. pollock, B. Giles, L. Avanov, J. Burch, M. Chandler, V. Coffey, J. Eastwood, R. Ergun, Ch. Farrugia, S. Fuselier, V. Genot, E. Grigorenko, H. Hasegawa. Yu. Khotyaintsev, O. Le Contel, A. Marchaudon, T. Moore, R. Nalamura, W. Paterson, T.-D. Phan, A. Rager, Ch. Russell, Y. Saito, J.-A. Sauvaud, C. Schiff, S. Smith, S. Toledo-Redondo, R. Torbert, S. Wang, S. Yokota, Four-spacecraft measurements of the shape and dimensionality of magnetic structures in the near-Earth plasma environment, *J. Geophys. Res.*, 124, 6850 – 6868, doi: 10.1029/2019JA0267472019
  18. Grigorenko, E. E., Runov, A., Angelopoulos, V., Zelenyi, L. M. (2019). Particle beams in the vicinity of magnetic separatrix according to near- lunar ARTEMIS observations.

- Journal of Geophysical Research: Space Physics, 124, 1883-1903, <https://doi.org/10.1029/2018JA026160> (PHФ № 18-47-05001, Программа П-12)
19. Grigorenko, E. E., Zelenyi, L. M., DiBraccio, G., Ermakov, V. N., Shuvalov, S. D., Malova, H. V., et al. Thin current sheets of sub-ion scales observed by MAVEN in the Martian magnetotail. // *Geophysical Research Letters*, 2019, 46, doi: 10.1029/2019GL082709
  20. Yury G. Grigoriev and Natalia I. Khorseva Chapter 10. A Longitudinal Study of Psychophysiological Indicators in Pupils Users of Mobile Communications in Russia (2006–2017): Children Are in the Group of Risk . *Mobile Communications and Public Health* Edited by Marko Markov CRC Press Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, FL 33487-2742 © 2019 by Taylor & Francis Group, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business, p 237-253
  21. Haaland, S., Runov, A., Artemyev, A., & Angelopoulos, V., Characteristics of the flank magnetopause: THEMIS observations // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 2019, 124, 3421–3435. doi:10.1029/2019JA026459 (РФФИ 18-02-00218)
  22. Izhovkina N.I., Artekha S.N., Erokhin N.S., Mikhailovskaya L.A. Influence of Cosmic Ray Invasions and Aerosol Plasma on Powerful Atmospheric Vortices // *Physical Science International Journal*, 2019, Vol. 23(2), p. 1-13. Doi: 10.9734/psij/2019/v23i230152
  23. Katushkina O., Izmodenov V., Koutroumpa D., Quemerais E., Jian L., “Unexpected behavior of the solar wind mass flux during solar maxima: two peaks at middle heliolatitudes” // *Solar Physics*, Volume 294, Issue 2, article id. 17, 2019, doi: 10.1007/s11207-018-1391-5 (РФФИ частично)
  24. A.A. Kiselyov and V.L. Krasovsky, A numerical study on charging of an absorbing sphere in plasmas with different ion compositions, *Plasma Research Express*, 1, 025002 (2019). Doi: 10.1088/2516-1067/ab1226 (ОФН III-2, которого уже нет?)
  25. Klimenko M.V., Zakharenkova I.E., Klimenko V.V., Lukianova R.Y., Cherniak I.V. Simulation and observations of the polar tongue of ionization at different heights during the 2015 St. Patrick's Day storm // *Space Weather*, 17, doi: 10.1029/2018SW002143. 2019 (PHФ)
  26. Kozyreva, O., V. Pilipenko, D. Lorentzen, L. Baddeley, M. Hartinger (2019), Transient oscillations near the dayside open-closed boundary: evidence of magnetopause surface mode? // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124. doi:10.1029/2018JA025684
  27. C. Krafft, Volokitin A.S., Electromagnetic radiation from upper-hybrid wave turbulence in inhomogeneous solar plasmas // *Plasma Physics and Controlled Fusion*, 2019, doi:10.1088/1361-6587/ab569d
  28. C. Krafft, Volokitin A.S. and Gauthier G., Turbulence and Microprocesses in Inhomogeneous Solar Wind Plasmas, *Fluids*, 2019, 4, 2, doi:10.3390/fluids4020069 (РФФИ)
  29. E.A. Kronberg, E.E. Grigorenko, A.Yu. Malykhin, L. Kozak, B. Petrenko, M. Vogt, E. Roussos, P. Kollmann, C. Jackman, S. Kasahara, H. Malova, C. Tao, A. Radioti, A. Masters, Acceleration of ions in Jovian plasmoids: does turbulence play a role?, *J. Geophys. Res., Space Physics*, 124, 5056–5069. <https://doi.org/10.1029/2019JA026553> 2019. (x/д 1644)

30. Kuzichev I.V., A.R. Soto-Chavez, J. Park, A. Gerrard, and A. Spitkovsky, Magnetospheric chorus wave simulation with the TRISTAN-MP PIC code // *Phys Plasmas*, 2019, 26, 072901, doi: 10.1063/1.5096537
31. Kuzichev I.V., I. Yu. Vasko, A.R. Soto-Chavez, Y. Tong, A. V. Artemyev, S.D. Bale, and A. Spitkovsky, Nonlinear evolution of the whistler heat flux instability, // *ApJ*, 882 81, doi: 10.3847/1538-4357/ab3290
32. Laribi Elias, Shun Ogawa, Guilhem Dif-Pradalier, Alexei Vasiliev, Xavier Garbet and Xavier Leoncini, Influence of Toroidal Flow on Stationary Density of Collisionless Plasmas // *Fluids* 2019, Vol. 4, 172. Doi: 10.3390/fluids4030172
33. Lastufka E., Krucker S., Zimovets I., Nizamov B., White S., Masuda S., Golovin D., Litvak M., Mitrofanov I., Sanin A. Multiwavelength stereoscopic observation of the 2013 May 1 solar flare and CME // *Astrophysical Journal*, 886:9, 12pp (11/2019). IF(JCR2017/2018) 5.551. Q1. DOI 10.3847/1538-4357/ab4a0a
34. Lu San, V. Angelopoulos, A. V. Artemyev, P. L. Pritchett, J. Liu, A. Runov, A. Tenerani, C. Shi, and M. Velli. Turbulence and Particle Acceleration in Collisionless Magnetic Reconnection: Effects of Temperature Inhomogeneity across Pre-reconnection Current Sheet. // *The Astrophysical Journal*, 2019, 878:109 (16pp), doi:10.3847/1538-4357/ab1f6
35. Lu, S., Artemyev, A. V., Angelopoulos, V., Lin, Y., Zhang, X.- J., Liu, J., et al. The Hall electric field in Earth's magnetotail thin current sheet. // *Journal of Geophysical Research*, 2019, 124, 1052–1062, doi:10.1029/2018JA026202
36. Lu, S., Artemyev, A. V., Angelopoulos, V., Pritchett, P. L., & Runov, A. Effects of cross-sheet density and temperature inhomogeneities on magnetotail reconnection. // *Geophysical Research Letters*, 2019, 46, 28–36. doi: 10.1029/2018GL081420
37. Lukianova, R., Frolov V., Ryabov First SWARM observations of the artificial ionospheric plasma disturbances and field-aligned currents induced by the SURA power HF heating // *Geophysical Research Letters*, 46. <https://doi.org/10.1029/2019GL085833>. 2019. (PФФИ)
38. Lukin, A. S., Artemyev, A. V., Petrukovich, A. A., Angelopoulos, V., Runov, A., Wang, C.-P., & Yushkov, E., Spatial scales and plasma properties of the distant magnetopause: Evidence for selective ion and electron transport // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 5027–5041. doi:10.1029/2019JA026638 (PФФИ 18-02-00218)
39. Malandraki Olga, Olga Khabarova, Roberto Bruno, Gary P. Zank, Gang Li, Bernard Jackson, Mario M. Bisi, Antonella Greco, Oreste Pezzi, William Matthaeus, Alexandros Chasapis Giannakopoulos, Sergio Servidio, Helmi Malova, Roman Kislov, Frederic Effenberger, Jakobus le Roux, Yu Chen, Qiang Hu, and N. Eugene Engelbrecht, Current Sheets, Magnetic Islands, and Associated Particle Acceleration in the Solar Wind as Observed by Ulysses near the Ecliptic Plane, the *Astrophysical Journal*, 881:116 (20pp), 2019 August 20 <https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab289a>, 2019
40. Malykhin, E. Grigorenko, E. Kronberg, P. Daly, and L. Kozak, Acceleration of protons and heavy ions to suprathermal energies during dipolarizations in the near-Earth magnetotail, *Ann. Geophys.*, 37, 549–559, doi:10.5194/angeo-37-549-2019, 2019. (PHФ № 18-47-05001)
41. Milovanov, Alexander V. and Alexander Iomin, Subdiffusive Levy flights in quantum nonlinear Schrodinger lattices with algebraic power nonlinearity, *Phys. Rev. E* 99, 052223 (2019) 16pp. (published 30 May 2019)
42. Mishchenko A.V., Godenko E.A., Izmodenov V.V., Lagrangian fluid approach for the modeling of peculiarities of the interstellar dust distribution in the

- astrospheres/heliosphere, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2019, doi: 10.1093/mnras/stz3193 (Базис)
43. Nechaeva A., Zimovets I.V., Nakariakov V.M., Goddard C.R. Catalog of Decaying Kink Oscillations of Coronal Loops in the 24th Solar Cycle // *The Astrophys. J. Suppl. S.*, 241, 2 (04/2019). IF(JCR2017/2018) 8.561. DOI: 10.3847/1538-4365/ab0e86. (РФФИ)
  44. Neishtadt A., On mechanisms of destruction of adiabatic invariance in slow-fast Hamiltonian systems // *Nonlinearity*, 2019, Vol. 32. No. 11, doi: 10.1088/1361-6544/ab2a2c (WoS, Scopus, Q1)
  45. Neishtadt A., Artemyev A.V., Turaev D., Remarkable charged particle dynamics near magnetic field null lines // *Chaos*, Vol. 29(5), 051104. Doi: 10.1063/1.5097838 (WoS, Scopus, Q1)
  46. Ogawa Shun, Xavier Leoncini, Alexei Vasiliev, Xavier Garbet, Tailoring steep density profile with unstable points // *Physics Letters A*, 2019, Vol. 383, Iss. 1, p. 35–39. Doi: 10.1016/j.physleta.2018.09.014 (WoS, Scopus, Q2)
  47. Parkhomenko Elena I., Malova Helmi V., Grigorenko Elena E., Popov Victor Yu., Petrukovich Anatoly A., Delcourt Dominique C., Kronberg Elena A., Daly Patrick W., Zelenyi Lev M., Acceleration of plasma in current sheet during substorm dipolarizations in the Earth's magnetotail: Comparison of different mechanisms, 2019, *Physics of Plasmas*, Volume 26, Issue 4, id.042901, DOI:10.1063/1.5082715 (x/d 1644, РФФИ)
  48. Parrot, M., Pincon, J.-L., and Shklyar, D. (2019). Short-fractional hop whistler rate observed by the low-altitude satellite DEMETER at the end of the solar cycle 23. // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Vol. 124, pp. 3522-3531. doi: 10.1029/2018JA026176 (РФФИ)
  49. Petrukovich, A. A., Chugunova, O. M., and Shustov, P. I.: Low-frequency magnetic variations at the high-beta Earth bow shock, *Ann. Geophys.*, 37, 877–889, doi: 10.5194/angeo-37-877-2019, 2019. (PHФ)
  50. Pilipenko, V.A., Fedorov, E.N., Hartinger, M.D., Engebretson, M.J. (2019). Electromagnetic fields of magnetospheric ULF disturbances in the ionosphere: Current/voltage dichotomy. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124, 109–121. Doi: /10.1029/2018JA026030
  51. Pilipenko, V.A., E.N. Fedorov, Z. Xu, M.D. Hartinger, M.J. Engebretson, T.R. Edwards (2019), Incidence of Alfvénic SC pulse onto the conjugate ionospheres, *J. Geophysical Research: Space Physics*, doi:10.1029/2019JA027397
  52. Pilipenko V.A., M. Parrot, E.N. Fedorov, N.G. Mazur (2019) Electromagnetic field in the upper ionosphere from ELF ground-based transmitter, *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124., doi: 10.1029/2019JA026929. (РФФИ)
  53. Pishchalnikov R.Y., Y.I. Gurfinkel, R.M. Sarimov, A.L. Vasin, M.L. Sasonko, T.A. Matveeva, V.N. Binhi, M.V. Baranov. Cardiovascular response as a marker of environmental stress caused by variations in geomagnetic field and local weather. *Biomedical Signal Processing and Control* 51 (2019) 401–410. Imp Fac 2.973. РФФИ
  54. Pulinets S.A., Hegai V.V., Legenka A.D., Korsunova L.P., Effects in the Ionosphere After the Chilean Earthquake on 27.02.2010, According to Data of Ground-based Ionosondes // *Geomagnetism and Aeronomy*, Vol. 59(5), p. 628-637, 2019. (WoS, Scopus, Q3). Doi: 10.1134/S0016793219050104
  55. Rapoport Y., Grimalsky V., Krankowski A., Pulinets S., Fedorenko A., Petrishchevskii S., Algorithm for modeling electromagnetic channel of seismo-ionospheric coupling

- (SIC) and the variations in the electron concentration // *Acta Geophysica*, 2019, doi: 10.1007/s11600-019-00385-0 (WoS, Scopus, Q4)
56. Ruderman, M.S. & Petrukhin, N.S. "Effect of siphon flow on resonant damping of kink oscillations in magnetic flux tubes", *Astron. Astrophys.*, 631, A31, 2019. DOI: 10.1051/0004-6361/201936198 (РФФИ не ИКИ)
  57. Ruderman, M.S., Shukhobodskaya, A.A. & Shukhobodskiy, A.A. "Resonant damping of propagating kink waves in non-stationary, longitudinally stratified, and expanding solar wave guides", *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 6, Article Number 10, 2019. DOI: 10.3389/fspas.2019.00010
  58. Sadykov V.M., A.G. Kosovichev, I.N. Sharykin, G.S. Kerr. Statistical Study of Chromospheric Evaporation in Impulsive Phase of Solar Flares // *The Astrophysical Journal*, Volume 871, Issue 1, article id. 2, 13 pp. 2019
  59. Safrankova J., Nemecek Z., Frantisek N., Verscharen D., Chen C.H.K., Durovcova T., Riazantseva M., Scale-dependent polarization of solar wind velocity fluctuations at the inertial and kinetic scales , *The Astrophysical Journal*, 870:40 , 2019, DOI:10.3847/1538-4357/aaf239
  60. Sasonko M.L., Ozheredov V.A., Breus T.K., Ishkov V.N., Klochikhina O.A., Gurfinkel Y.I., Combined influence of the local atmosphere conditions and space weather on three parameters of 24-hours electrocardiogram monitoring, *International journal of biometeorology*, *International Journal of biometeorology*, V63, N 1, P 93-105, 2019. Imp Fac 2.377
  61. Shustov, P., Zhang, X.-J., Pritchett, P., Artemyev, A. V., Angelopoulos, V., Yushkov, E., et al. Statistical properties of sub-ion magnetic holes in the dipolarized magnetotail: Formation, structure, and dynamics. // *Journal of Geophysical Research*, 2019, 124, 342–359. (РФФИ 18-32-00054)
  62. Shuvalov, S. D., Ermakov, V. N., Zorina, V. O., Kim, K. I. (2019). Propagation properties of Hot Flow Anomalies at Mars: MAVEN observations // *Planetary and Space Science*, 179, 104717. Doi: 10.1016/j.pss.2019.104717
  63. Shvartsburg A.B., S. Jimenes, N.S. Erokhin, L. Vazquez, Tunneling and Filtering of Degenerate Microwave Modes in a Polarization – Dependent Waveguide, Containing Index Gradient Barriers, // *Phys. Rev. Applied*, 11, 044056 (2019), (WoS, Scopus, Q1). Doi: 10.1103/PhysRevApplied.11.044056
  64. Stepanova M., E.E. Antonova, P.S. Moya, V.A. Pinto, J.A. Valdivia, Multisatellite Analysis of Plasma Pressure in the Inner Magnetosphere During the 1 June 2013 Geomagnetic Storm, *Journal of Geophysical Research*, V. 124, Issue 2, pp. 1187-1202, 2019, doi:10.1029/2018JA025965 (РФФИ 18-05-00362)
  65. Struminsky A. and Sadovskii A. Astrospheres and Cosmic Rays // *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 1181, Issue 1, article id. 012002 (2019). DOI:10.1088/1742-6596/1181/1/012002 (РФФИ 16-02-00328)
  66. Tong Yuguang, Ivan Y. Vasko , Anton V. Artemyev , Stuart D. Bale , and Forrest S. Mozer, Statistical Study of Whistler Waves in the Solar Wind at 1 au // *The Astrophysical Journal*, 2019, 878:41 (13pp), doi:10.3847/1538-4357/ab1f05
  67. Tong Yuguang, Vasko Ivan Y., Pulupa Marc, Mozer Forrest S., Bale Stuart D., Artemyev Anton V. and Krasnoselskikh Vladimir, Whistler Wave Generation by Halo Electrons in the Solar Wind // *The Astrophysical Journal Letters*, 2019, Volume 870, Issue 1, article id. L6, 7 pp., doi: 10.3847/2041-8213/aaf734

68. Tsareva, O. O. Generalization of Stormer Theory for an Axisymmetric Superposition of Dipole and Quadrupole Fields, *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, Volume 124, Issue 4, pp. 2844-2853, 2019, DOI: 10.1029/2018JA026164
69. Tsareva, O.; Fruit, G.; Louarn, P.; Tur, A. Electromagnetic drift instability in a two-dimensional magnetotail - the addition of bouncing electrons, *Journal of Plasma Physics*, Access Volume 85, Issue 2905850212, p.1-21, DOI: 10.1017/S002237781900028X
70. Vafin S. , Riazantseva M. , and Pohl M., Coulomb Collisions as a Candidate for Temperature Anisotropy Constraints in the Solar Wind // *The Astrophysical Journal Letters*, 871:L11 , 2019, DOI: 10.3847/2041-8213/aafb11
71. Vasko Ivan Y., Krasnoselskikh Vladimir, Tong Yuguang, Bale Stuart D., Bonnell John W. and Mozer Forrest S., Whistler Fan Instability Driven by Strahl Electrons in the Solar Wind // *The Astrophysical Journal Letters*, 2019, Volume 871, Issue 2, article id. L29, 7 pp., doi: 10.3847/2041-8213/ab01bd
72. Wu Fan, Dmitri Vainchtein, and Anton Artemyev, Nonlinear resonances generate large-scale convection cells in phase space, // *Physical Review E*, 2019, 99, 020201(R) doi: 10.1103/PhysRevE.99.020201
73. Xia, Z., Chen, L., Artemyev, A. V., Zhu, H., Jordanova, V. K., & Zheng, L., The effects of localized thermal pressure on equilibrium magnetic fields and particle drifts in the inner magnetosphere // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 2019, 124, 5129–5142. doi:10.1029/2018JA026043
74. Zakharov V.I., Pilipenko V.A., Grushin V.A., Khamidullin A.F. Impact of typhoon Vongfong 2014 on the ionosphere and geomagnetic field according to SWARM satellite data: 1. Wave disturbances of ionospheric plasma. *Solar-Terrestrial Physics*. 2019, 5, N2. 101-108. doi: 10.12737/szf-43201809. (РФФИ).
75. L. Zelenyi, H. Malova, E. Grigorenko, V. Popov, D. Delcourt, Current Sheets in planetary magnetospheres, *Plasma Phys. Control. Fusion*, V. 61, №5, 054002 <https://doi.org/10.1088/1361-6587/aafbbf>, 2019 (РФФИ № 16-52-16009, x/д 1644)
76. Zelenyi M.E., Stadnichuk E.M., Nozik A.A., Zimovec I.V., Kudinov A.G., Reznikov I.K. Designing Proton and Electron Detector for Monitoring Solar Cosmic Rays // *Bull. Of the Lebedev Phys. Inst.*, 46, 1, 23-25 (2019). DOI: 10.3103/S106833561901007X РФФИ
77. Zhang, X.-J., Mourenas, D., Artemyev, A. V., Angelopoulos, V., Bortnik, J., Thorne, R. M., et al. Nonlinear electron interaction with intense chorus waves: Statistics of occurrence rates // *Geophysical Research Letters*, 2019, 46, 7182–7190. doi:10.1029/2019GL083833
78. Vladimir I Zhuravlev, Yu I Yermolaev, A S Andrianov Probing the ionosphere by the pulsar B0950+08 with help of RadioAstron ground-space baselines, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, <https://doi.org/10.1093/mnras/stz3370> (РФФИ 16-12-10062)
79. Zimovets I., Wu S., Zhang R., Kocaman B., Xu Y., Xu M., Li D., Ding Z., Gu C., Honari Jafarpour M., Hu H., Hu Q., Liu R., Wang R., Zhou Y. Study of some aspects of the solar energetic events of September 2017: active region magnetic field, solar flare, coronal mass ejection, interplanetary shock and solar energetic particles // *TAIKONG, ISSI-BJ Magazine*, No. 12 pp. 6-31 (03/2019)

Статьи в отечественных научных рецензируемых журналах:

1. Безродных И. П., Е. И. Морозова, А. А. Петрукович, М. В. Кожухов Динамика солнечной и геомагнитной активности. I Источники геомагнитной активности, корональная масс-эжекция, высокоскоростные потоки солнечного ветра // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ, М.: АО «Корпорация ВНИИЭМ».-2019. Том 170 №3, с.13-27
2. И. П. Безродных, Е. И. Морозова, А. А. Петрукович, М. В. Кожухов Динамика солнечной и геомагнитной активности. II. Периодические вариации солнечной и геомагнитной активности // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ, М.: АО «Корпорация ВНИИЭМ».-2019. Том 171 №4, с. 24-38
3. 3. Безродных И.П., Морозова Е.И., Петрукович А.А., Кожухов М.В., Динамика солнечной и геомагнитной активности. III. солнечная и геомагнитная активность в 24-м цикле. реконструкция динамики солнечной и геомагнитной активности, Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. 2019. Т. 172. № 5. С. 10-24.
4. Борисов Н.Д., Копнин С.И., Морозова Т.И., Попель С.И. О роли соударений с нейтралами в процессе модуляционного возбуждения пылевых звуковых возмущений в запыленной ионосфере // Физика плазмы. 2019. Т. 45. № 4. С. 346-352
5. Веселовский И.С., Капорцева К.Б., Роль усреднения при статистическом анализе солнечного ветра по данным космического аппарата DSCOVR за первый год работы, Геомагнетизм и аэрономия, Т.59, №3, С.275-283, 2019, DOI: 10.1134/S0016793219030149 (РНФ 16-12-10062)
6. Веселовский И.С., Капорцева К.Б., Лукашенко А.Т., Гидродинамическая классификация потоков солнечного ветра, Астрономический вестник. Исследования солнечной системы, Т. 53, №1, с. 61-73, 2019, DOI: 10.1134/S0038094619010088 (программа П-7 РАН)
7. Воробьев В. Г., О. И. Ягодкина, Е. Е. Антонова, Ионное давление на границах авроральных высыпаний и его связь с динамическим давлением солнечного ветра, Геомагнетизм и Аэрономия, Т. 59, № 5, с. 582–593, doi:10.1134/S0016794019050146
8. Дремухина Л. А., Ермолаев Ю. И., Лодкина И. Г., Динамика межпланетных параметров и геомагнитных индексов в периоды магнитных бурь, инициированных разными типами солнечного ветра // Геомагнетизм и аэрономия, 2019, том 59, № 6, С.683-695, DOI: 10.1134/S0016794019060063 (РФФИ № 19-02-00177а)
9. Дубинский А.Ю., Резниченко Ю.С., Попель С.И. К вопросу о формировании и эволюции плазменно-пылевых структур в ионосферах Земли и Марса // Физика плазмы. 2019. Т. 45. № 10. С. 913-921 (РФФИ 18-02-00341-а, Программа РАН КП19-270)
10. Ермолаев Ю. И., Оценка размера электрического тока с повышенным содержанием гелия внутри магнитного облака // Космические исследования, 2019, том 57, № 6, DOI: 10.1134/S0023420619060049 (РНФ 16-12-10062)
11. Ерохин Н.С., Артеха С.Н., Артеха Н.С. Резонансное туннелирование электромагнитных волн через градиентные барьеры в неоднородной плазме, Инженерная физика, 2019, № 8, С. 3-9. (РИНЦ). doi: 10.25791/infizik.08.2019.806



12. Захаров В.И., В.А. Пилипенко, В.А. Грушин, А.Ф. Хамидуллин Влияние тайфуна Vongfong 2014 на ионосферу и геомагнитное поле по данным спутников SWARM: 1. Волновые возмущения ионосферной плазмы. // Солнечно-земная физика. 2019. Т. 5. № 2, с. 114-123. РФФИ не ИКИ
13. Н.Г. Клейменова, Л.И. Громова, С.В. Громов, Л.М. Малышева. Магнитная буря 25-26 августа 2018: дневные высокоширотные геомагнитные вариации и пульсации. //Геомагнетизм и Аэрономия, Т. 59, №6, 706-713, 2019. Doi: 10.1134/S0016794019060075
14. Копнин С.И., Попель С.И. Пылевые звуковые солитоны в запыленной ионосферной плазме, содержащей адиабатически захваченные электроны // Письма в ЖТФ. 2019. Т. 45. № 20. С. 26-29
15. Копнин С.И., Морозова Т.И., Попель С.И. Волновые процессы в пылевой плазме над Фобосом и Деймосом // Физика плазмы. 2019. Т. 45. № 9. С. 831-838 (РФФИ 18-02-00341, Программа РАН 28, «Базис»)
16. Кузнецова Е.А., Сирота Н.П., Зенченко Т.А. «Изменение уровней повреждений ДНК клеток мышей в зависимости от атмосферных факторов». Биофизика. 2019. Т. 64, № 3, С. 457-467.
17. Кузьмин А.К., Вайсберг О.Л., Шувалов С.Д., Шестаков А.Ю., Крученицкий Г.М., Баньщикова М.А., Методика диагностики распределений интенсивности авроральных эмиссий с орбит одновременно с измерениями характеристик плазмы и ее роль в исследованиях и контроле условий распространения сигналов навигационных систем в полярной ионосфере, Вопросы электромеханики, том 169, №2, стр.9-25, 2019.
18. Кузьмин А.К., Мерзлый А.М., Дистанционная оптическая диагностика состояния полярной ионосферы в различных диапазонах спектра на основе данных наблюдений орбитального аврорального имаджинга. Часть 2. (видимый и ВУФ-диапазон) Вопросы электромеханики, том 168, №1, стр.19-43, 2019.
19. Малыхин А.Ю., Григоренко Е.Е., Малова Х.В., Исследование влияния продольной компоненты магнитного поля на динамику протонов внутри плазмоида // Космические исследования, 2019, Т.57, №4, С.243-252, 2019
20. Мартинес-Беденко В.А., Пилипенко В.А., Захаров В.И., Грушин В.А., Влияние тайфуна VongFong 2014 г. на ионосферу и геомагнитное поле по данным спутников SWARM: 2. Геомагнитные возмущения // Солнечно-земная физика, 2019. DOI: 10.12737/szf-54201910 (РФФИ 18-05-00108)
21. Могилевский М.М., Романцова Т.В., "Построение группировки малоразмерных спутников для получения двумерного поля параметров ионосферы", Космические исследования, том 57, № 2, с. 1-4, 2019.DOI: 10.1134/S0023420619020067.
22. Моисеенко Д.А., Вайсберг О.Л., Митюрин М.В., Моисеев П.П. Масс-анализатор ионов солнечного ветра для проекта «Интергелиозонд» // Приборы и техника эксперимента 2019. №5. С.96-99. doi: 10.1134/S0032816219050227
23. Моисеенко Д.А., Вайсберг О.Л., Шестаков А.Ю. и др. Аппаратно-программный комплекс для настроек и калибровок ионных масс-спектрометров для космических миссий // Приборы и техника эксперимента. 2019. № 3. С.52–62. doi: 10.1134/S0032816219020265, (РНФ №17-72-20134)
24. Моисеенко Д.А., Вайсберг О.Л., Глазкин Д.Н. Лабораторный прототип пылеударного масс-анализатора ПИПЛС-А для проекта «Интергелиозонд» //

- Приборы и техника эксперимента. 2019. № 1. С.75–78. doi: 10.1134/S0032816218060113
25. Пархоменко Е.И., Попов В.Ю., Малова Х.В., Зеленый Л.М., Моделирование взаимодействия ионов кислорода  $o^{+}$ –  $o^{+2}$  с диполизационными фронтами в сопровождении электромагнитной турбулентности в хвосте магнитосферы земли, *Океанологические Исследования*, 2019, Том 47, № 1, С. 94-96, DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2019.47(1).28
  26. Рахманова Л.С., Рязанцева М.О., Застенкер Г.Н., Ермолаев Ю.И., Лодкина И.Г., Чесалин Л.С., Влияние характеристик турбулентности плазмы солнечного ветра на свойства турбулентного каскада в магнитослое // *Космические исследования*, 2019, том 57, № 6, С. 461-468, DOI: 10.1134/S0023420619060074
  27. Родькин Д.Г., Капорцева К.Б., Лукашенко А.Т., Веселовский И.С., Слемзин В.А., Шугай Ю.С., Крупномасштабная и мелкомасштабная структура солнечного ветра, формирующаяся при взаимодействии потоков в гелиосфере, *Космические исследования*, Т. 57, №1, с. 21-31, 2019, DOI: 10.1134/S0010952519010088
  28. Рязанцева М.О., Рахманова Л.С., Застенкер Г.Н., Ермолаев Ю.И., Лодкина И.Г. Особенности спектральных характеристик плазменных флуктуаций в различных крупномасштабных потоках солнечного ветра, *Геомагнетизм и аэрномия*, Т.59, №2, С.139-147, 2019, DOI: 10.1134/S0016794019020111 (РНФ 16-12-10062)
  29. Рязанцева М.О., Рахманова Л.С., Застенкер Г.Н., Ермолаев Ю.И., Лодкина И.Г., Чесали Л.С., Мелкомасштабные флуктуации плазмы солнечного ветра в быстрых и медленных потоках // *Космические исследования*, 2019, том 57, № 6, С. 451-460, DOI: 10.1134/S0023420619060086 (РНФ 16-12-10062)
  30. Сиразов РА, Петросян АС. Нелинейные преобразования кинетической и магнитной энергий во вращающихся магнитогидродинамических турбулентных течениях. // *Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики*. 2019;110(5):314-22. (РФФИ 19-02-00016, Программа РАН КП19-270, «Базис»)
  31. Сотников Н. В., Е. Е. Антонова, М. О. Рязанцева, В. О. Баринаова, И. А. Рубинштейн, С. К. Мить, Положение границы захвата энергичных электронов относительно границ аврорального овала во время магнитной бури 19-22 декабря 2015 г., *Геомагнетизм и Аэрномия*, Т. 59, № 2, с. 148-159, 2019, doi:10.1134/S0016794019020147 (РФФИ 18-05-00362)
  32. Сотников Н. В., Е. Е. Антонова, М. О. Рязанцева, И.Л. Овчинников, И. А. Рубинштейн, В. О. Баринаова, С. К. Мить, Спектры и питч-угловые распределения релятивистских электронов вблизи максимума внешнего радиационного пояса во время магнитной бури 19-22 декабря 2015 г., *Геомагнетизм и Аэрномия*, Т. 59, № 6, doi:10.1134/S0016794019060129 (РФФИ 18-05-00362)
  33. А. Е. Степанов, В. Л. Халипов, С. Е. Кобякова, Г. А. Котова, Результаты наблюдений дрейфов ионосферной плазмы в области поляризованного джета, *Геомагнетизм и аэрномия*, 59, N 5, 578-581, 2019, doi: 10134/50016794019050134.
  34. Струминский А.Б. Солнечные протонные события 6 и 10 сентября 2017 г.: момент первого прихода протонов и электронов. // *Известия РАН. серия физическая*, 2019, том 83, № 5, с. 597–601. DOI: 10.1134/S0367676519050351

35. Шалимов С., Козловский А. О режимах диффузионного расплывания ионизованных метеорных следов // Физика плазмы, 2019, Т. 45, С.922-926. doi: 10.1134/S0367292119090063
36. Царева О.О., Попов В.Ю., Малова Х.В., Попова Е.П., Подзолко М.В.4, Зеленый Л.М., Радиационная опасность на земле и в околоземном пространстве в процессе инверсии магнитного поля, Океанологические Исследования, 2019, Том 47, № 1, С. 129–131, DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2019.47(1).40
37. Д. В. Чугунин, А. А. Чернышов, М. М. Могилевский, И.Л. Моисеенко, А. А. Петрукович "Использование сверхмалых космических аппаратов для изучения околоземной плазмы радиофизическими методами", Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение, Т. 18, № 1, С.154-162. DOI: 10.18287/2541-7533-2019-18-1-154-162, 2019

Приняты в печать:

1. David R. Shklyar, Sergey A. Prokhorenko. Reflection from the ionosphere and exit to the ground of whistler wave packets: a dynamical model // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics
2. H. S. Fu, E. Grigorenko, C. Gabrielse, C. M. Liu, S. Lu, K.-J. Hwang, X.-Z. Zhou, Z. Wang, F. Chen, Particle acceleration around magnetotail dipolarization fronts: A review, SCIENCE CHINA, Earth Sciences, accepted for publication in 2019 (Программа П-12)
3. Reznichenko Yu.S., Dubinskii A.Yu., Popel S.I. On dusty plasma formation in Martian ionosphere // Journal of Physics: Conference Series.
4. Tsareva O. O., Dubinin E. M., Malova H. V., Popov V. Yu. and Zelenyi L. M. 2019 Atmospheric escape from the Earth during geomagnetic reversal. Annals of Geophysics
5. Баньщикова М.А., Авдюшев В.А., А.К. Кузьмин А.К., Методика проведения космического эксперимента с авроральными имаджерами на спутниковых орбитах. Журнал Космические исследования.
6. И. П. Безродных, Е. И. Морозова, А. А. Петрукович, М. В. Кожухов Динамика солнечной и геомагнитной активности. ІІІ. Солнечная и геомагнитная активность в 24 цикле. Реконструкция динамики солнечной и геомагнитной активности/ "Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ", М.: АО «Корпорация ВНИИЭМ».- 2019. Том 172 №5, в печати
7. Васин А.Л., Шафиркин А.В., Гурфинкель Ю.И. Влияние искусственного пкриодического геомагнитного поля миллигерцового диапазона на показатели variability сердечного ритма. Статья принята к публикации в журнал «Авиакосмическая и экологическая медицина»
8. Домрин В.И., Х.В. Малова, В.Ю. Попов, Е.Е. Григоренко, А.А. Петрукович, Влияние ионов кислорода на структуру тонкого токового слоя в хвосте земной магнитосферы, Геомагнетизм и Аэрономия
9. Р.М.Заславская «Циркадианная организация гемокоагуляции в норме и при сердечно-сосудистой патологии. Принята к печати в 2019г. Издательством «Медпрактика», 180 стр.
10. Кузьмин А.К., Вайсберг О.Л., Мерзлый А.М., Петрукович А.А., Крученицкий Г.М., Баньщикова М.А., Орбитальная оптическая авроральная диагностика

состояния полярной ионосферы, как часть системного контроля космической погоды. Электронный журнал «Гелиогеофизические исследования» ИПГ Росгидромет.

11. Р.А. Ковражкин, А.Л. Глазунов, Г.А. Владимирова, Аномальный скейлинг энергии ионных пучков в токовом слое, Письма в ЖЭТФ, (Без поддержки грантов, в печати).
12. З. Р.А. Ковражкин, Д.Г.Баишев, А.Л. Глазунов, Г.А. Владимирова, Ж.-А. Сого, М. Филинджим, Стимулированные геомагнитные  $Pi3-Pi3$  пульсации при инъекциях частиц в плазменном слое, Физика плазмы.
13. Г.А. Котова, М.И. Веригин, Т. Гомбоши, К. Кабин, В.В. Безруких, Аналитическое описание околопланетной ударной волны на основе ГД и МГД моделирования для магнитного поля параллельного и перпендикулярного потоку плазмы. Геомагнетизм и аэрономия. 2019
14. Д. С. Котова, И. Е. Захаренкова, М. В. Клименко, В. Б. Оводенко, И. В. Тютин, Д. В. Чугунин, А. А. Чернышов, К. Г. Ратовский, Н. В. Чирик, М. В. Успенский, В. В. Клименко, Р. А. Рахматулин, А. Ю. Пашин, А. В. Дмитриев, А. В. Суворова "Формирование ионосферных неоднородностей в восточно-сибирском регионе во время геомагнитной бури 27-28 мая 2017 года", Химическая Физика, (благодарность РФФИ, руководитель Клименко)
15. Лукьянова Р.Ю. Экстремальные продольные токи во время магнитных бурь 24-го солнечного цикла: март 2015 г. и сентябрь 2017 г. // Космические исследования, 2019.
16. Мартинес-Беденко В.А., В.А. Пилипенко, Е.Н. Федоров, Э. Нахайо, Э. Яйзенгау, Низкоширотные  $Pi2$  волны по наблюдениям на спутниках SWARM и наземных станциях. Космические Исследования, 2019.
17. Мингалев О.В., И.В. Мингалев, Х.В. Малова, А.М. Мерзлый, В.С. Мингалев, О.В. Хабарова, Описание крупномасштабных процессов в околоземной космической плазме // Физика Плазмы
18. Д. А. Моисеенко, А. Ю. Шестаков, О. Л. Вайсберг, Р. Н. Журавлев, С. Д. Шувалов, М. В. Митюрин, И. И. Нечушкин, П. П. Моисеев, Исследование процессов рассеяния ионов и нейтральных атомов с использованием стенда нейтральных частиц, Приборы и техника эксперимента Принята к публикации 16.11.2019 г.
19. S. Savin S., E. Amata, L. Zelenyi<sup>a</sup>, C. Wang, H. Li, B. Tang, G. Pallocchi, J. Safrankova, Z. Nemecek, A. S. Sharma, F. Marcucci, L. Kozak, J.L. Rauch, V. Budaev, J. Blecki<sup>1</sup>, L. Legen, M. Nozdrachev. Collisionless Plasma Processes at Magnetospheric Boundaries: Role of Strong Nonlinear Wave Interactions. Pis'ma v ZhETF, vol. 110, iss. 5, pp. 323 – 324, 2019. JETP Letters, 101, DOI: 10.1134/S0021364019170028 (2019)
20. А. Б. Струминский, И. Ю. Григорьева, Ю. И. Логачев, А. М. Садовский // Солнечные электроны и протоны в событиях 4-10 сентября 2017 года и сопутствующие явления. ФИЗИКА ПЛАЗМЫ, 2020, том 46, № 2, с. 1–16 (принята к публикации 22.09.2019) DOI: 10.1134/S0367292120020134
21. А. Ю. Шестаков, Д. А. Моисеенко, С. Д. Шувалов, О. Л. Вайсберга, Р. Н. Журавлев Прототип миниатюрного анализатора солнечного ветра для малых космических аппаратов, Приборы и техника эксперимента, DOI: 10.1134/S0032816219060144 (поддержана РФФИ, грант №17-72-20134)

22. С. Д. Шувалов, А. Ю. Шестаков, А. В. Носов, М. В. Митюрин, Д. А. Моисеенко, Р. Н. Журавлёв (2020). Электронный компактный спектрометр ЭКОС для спутников CubeSat. Приборы и техника эксперимента. Подписана в печать 30.11.2019 (поддержана РФФ, грант №17-72-20134)

Монографии:

1. Sergey Pulinets and Dimitar Ouzounov, The possibility of earthquake forecasting. Learning from Nature, IOP Publishing, Bristol, December 2018, 167p. doi: 10.1088/978-0-7503-1248-6
2. А. Д. Гвишиани, Р. Ю. Лукьянова, А. А. Соловьёв, «Геомагнетизм: от ядра Земли до Солнца», издание РАН, 234 с. 2019
3. Р.М.Заславская, Э.А.Щербань, М.М.Тейблум. «Мелатонин в кардиологии и хрономедицине». Издательство «Медпрактика». 2019 ;168 стр.
4. Р.М. Заславская. Фармакология лёгочного кровообращения. Издательство «Медпрактика». 2019. 136 стр.

Статьи в научно-популярных изданиях:

1. Веселовский И.С., Капорцева К.Б., Лукашенко А.Т., Проект “Дискавер”: наблюдение Земли и изучение космической погоды, Земля и вселенная, Т.869, № 2 (326), с. 15-28, 2019, DOI: 10.7868/S0044394819020026

Статьи в сборниках материалов конференций:

1. Artemyev A.V., Vasiliev A., Neishtadt A. (2019) Kinetic equation for systems with resonant captures and scatterings, In: “Discontinuity, Nonlinearity, and Complexity” (in memoriam: Valentin Afraimovich), HEP & Springer.
2. Jann-Yenq G. Liu, F.U. Yuan Chang, Dimitar Ouzounov, Sergey A. Pulinets, Valerio Tramutoli, Katsumi Hattori, Xuhui Shen, Da-Pung Liu, Rui Yan, Seismo-ionospheric Precursors of the 5 August 2018 M6.9 Loloan Earthquake Observed by CSES and Ground-based GNSS Receivers. AGU 2019. <https://agu.confex.com/agu/fm19/meetingapp.cgi/Paper/571009>
3. Dimitar Ouzounov, Menas Kafatos, Giampaolo Giuliani, Sergey A. Pulinets, Jann Yenq Liu, Katsumi Hattori, Manuel Hernandez-Pajares, Alberto Garcia-Rigo, Alexander Rozhnoi, Mariya Solovieva, Viktor Fedun, Andrew Papilion, Patrick T. Taylor, Observing of pre-earthquake transients features in the Earth atmosphere-ionosphere environment associated with M6.4 and M7.1 Ridgecrest, California, Earthquakes of July 2019. AGU 2019. <https://agu.confex.com/agu/fm19/meetingapp.cgi/Paper/511425>
4. Dimitar Ouzounov, Sergey Pulinets, Tiger Liu, Katsumi Hattori, Spatial clustering of pre-earthquake anomalies as an indicator of the preparation/activation zone, Japan Geoscience Union Meeting 2019, May 26-30, Makuhari Messe, Chiba, Japan. <https://confit.atlas.jp/guide/event/jpgu2019/subject/MIS04-09/advanced>
5. Sergey Pershin, V.V Kuzminov, M.Ya. Grishin, V.S. Makarov, G.I. Dolgikh, A.A. Plotnikov, N. Agafonova, E. Dobrynina, O.G. Ryazhskaya, V.B. Petkov, Sergey A. Pulinets, Dimitar Ouzounov, NH53C-0820 - Anti-correlation of seasonal variations of

- tectonic aerosols and radon emanation in a closed tunnel, AGU 2019.  
<https://agu.confex.com/agu/fm19/meetingapp.cgi/Paper/512780>
6. Popel S.I., Golub' A.P., Zelenyi L.M. Dusty Plasmas in the System of Mars: Review of Recent Theoretical Research at the Space Research Institute RAS // 2019 Russian Open Conference on Radio Wave Propagation (RWP), Kazan, Russia / IEEE Xplore digital library. 2019. P. 31-35 (doi: 10.1109/RWP.2019.8810398)
  7. R. Shkevov, N.S. Erokhin, V.M. Loznikov, N.N. Zolnikova, L.A. Mikhailovskaya, Alpha particle energy gain analysis for resonant wave-particle interactions in the heliosphere periphery. AIP Conference Proceedings 2075, 110007 (2019).  
<https://doi.org/10.1063/1.5091258>
  8. Маевский Е.В., Кислов Р.А., Малова Х.В., Хабарова О.В., Попов В.Ю., Петрукович А.А., Зеленый Л.М., Структура солнечного ветра в гелиосфере в зависимости от фазы солнечного цикла: крупномасштабная динамика гелиосферного токового слоя, Океанологические исследования. 2019. Т. 47. № 1. С. 85-87.
  9. Попель С.И., Копнин С.И., Дубинский А.Ю. Пылевая плазма над участками лунной поверхности, обогащенными водородом // Распространение радиоволн: труды XXVI Всероссийской открытой научной конференции (Казань, 1-6 июля 2019 г.): в 2 т. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2019. - Т. II. - С. 517-520.
  10. Туганов В.Ф. Первые принципы и линеаризация интегралов столкновений в кинетических уравнениях плазмы, LV Всероссийская конференция по проблемам динамики, физики частиц, физики плазмы и оптоэлектроники, г. Москва, 13-17 мая 2019 г. Тезисы докладов. Издательство РУДН, 2019, С. 164-169.
  11. Туганов В.Ф. Флуктуационный подход к линеаризации кинетических уравнений атомов в плазме и зависимость их интегралов столкновений (радиационных «констант») от частоты поля, LV Всероссийская конференция по проблемам динамики, физики частиц, физики плазмы и оптоэлектроники, г. Москва, 13-17 мая 2019 г. Тезисы докладов. Издательство РУДН, 2019, С. 170-173.

Статьи в сборниках материалов конференций:

1. Gromova L.I., Kleimenova N.G., Gromov S.V., Malysheva L. M. High-latitude geomagnetic response to the of abrupt IMF changes during the 22 July 2009 magnetic storm Proc. 41-th Annual Seminar Physics of auroral phenomena', Apatity, 11–15 March 2019, p. <http://pgia.ru/seminar/archive/>
2. I.P. Kirpichev, E.E. Antonova, V.G. Vorobjev, O.I. Yagodkina, M.V. Stepanova, I.L. Ovchinnikov, M.S. Pulinets, S.S. Znatkova, N.V. Sotnikov, S.K. Mit', P.S. Kazarian Ion kappa distribution parameters in the equatorial plane at geocentric distances smaller than 20 RE and auroral oval mapping to the equatorial plane, "Physics of auroral phenomena" Proc. XLI Annual Seminar, Apatity 2019 DOI: 10.25702/KSC.2588-0039.2019.42.61-64 (РФФИ не ИКИ)
3. Rakhmanova L., Riazantseva M., Zastenker G., Yermolaev Yu., Lodkina I., Evolution of ion-scale turbulence during plasma crossing of the Earth's bow shock, Proceedings of the 42nd Annual Seminar «Physics of auroral phenomena» (11-15 March, 2019, Apatity, Russia), P. 100-103, DOI: 10.25702/KSC.2588-0039.2019.42.100-103. (РФФИ № 19-02-00177a)

4. Sapunova O.V., Borodkova N.L., Zastenker G.N., Yermolaev Yu. I., Analysis of the interplanetary shock front fine structure, observed by BMSW experiment, Proceedings of the 42nd Annual Seminar «Physics of auroral phenomena» (11-15 March, 2019, Apatity, Russia), P. 104-107, DOI: 10.25702/KSC.2588-0039.2019.42.104-106 (РФФИ № 19-02-00177a)
5. M.I. Verigin, G.A. Kotova, J.A. Slavin, Measurements of the Martian crust magnetization 25 years before its discovery. The Tenth Moscow Solar System Symposium (10M-S3), Oct. 7 - 11, 2019. ИКИ РАН, Москва, стр. 54-57, 2019.
6. В.Г. Воробьев, О.И. Ягодкина, Е.Е. Антонова Ионное давление на границах авроральных высыпаний в спокойные периоды и в периоды суббурь, "Physics of auroral phenomena" Proc. XLI Annual Seminar, Apatity 2019 DOI: 10.25702/KSC.2588-0039.2019.42.40-43
7. Антонова Е.Е., Кирпичев И.П., Воробьев В.Г., Ягодкина О.И., Овчинников И.Л., Пулинец М.С., Знаткова С.С., Сотников Н.В., Мить С.К., Казарян П.С., Параметры каппа распределений ионов в экваториальной плоскости на геоцентрических расстояниях менее  $15 R_E$  и проецирование аврорального овала на экваториальную плоскость, The 42th annual seminar "Physics of auroral phenomena", 11-15 March 2019, Apatity, Book of abstracts, p. 26.
8. Григорьева И.Ю., Струминский А.Б., Шаховская А.Н. Протонные вспышки с невыраженной импульсной фазой. //Труды XXIII всероссийской ежегодной конференции «Солнечная и солнечно-земная физика-2019», ГАО РАН 2019, стр. 123-126 DOI: 10.31725/0552-5829-2019-123-126
9. Дремухина Л.А., Ермолаев Ю.И., Лодкина И.Г., Анализ развития магнитных бурь, инициированных различными структурами солнечного ветра, Proceedings of the 42nd Annual Seminar «Physics of auroral phenomena» (11-15 March, 2019, Apatity, Russia), P. 44-47, DOI: 10.25702/KSC.2588-0039.2019.42.44-47 (РФФИ № 19-02-00177a)
10. Лукьянова Р.Ю., Фролов В. Л. Генерация электрического тока в ионосфере при модификации её F2-области мощными КВ радиоволнами Труды 26-й конференции по распространению радиоволн (РРВ–26), Казань, 1–6 июля 2019 г., с. 56-59. (РФФИ)
11. А. Е. Степанов, С. Е. Кобякова, Ю.Р. Дмитриев, В. Л. Халипов, Исследования быстрых субавроральных дрейфов ионосферной плазмы по данным наземного радиозондирования, Труды конференции РРВ–26, 1–6 июля 2019, Казань, Том I, с. 332–336, 2019.
12. Струминский А.Б., Садовский А.М., Логачев Ю.И., Григорьева И.Ю. // Два типа длительных вспышек - солнечные протоны и релятивистские электроны. Труды XXIII всероссийской ежегодной конференции «Солнечная и солнечно-земная физика-2019», ГАО РАН 2019, стр. 377-380 DOI: 10.31725/0552-5829-2019-377-380
13. Хорсева Н.И. Аль-Курди О.Р., Григорьев П.Е., Марахова В.А. ."Латеральные профили" простой слухо-моторной реакции и режим пользования мобильным телефоном Международный междисциплинарный конгресс «Нейронаука для медицины и психологии». 30 мая - 10 июня 2019, Труды Конгресса / Под ред. Е.В. Лосевой, А.В. Крючковой, Н.А. Логиновой. – Москва: МАКС Пресс, 2019. DOI:10.29003/m286.sudak.ns2019-15 e-ISBN 978-5-317-06140-1 print-ISBN 978-5-317-06141- с 442-443

Доклады, тезисы и циркуляры:

1. Antonova E.E., M.V. Stepanova, I.P. Kirpichev, C.C. Espinoza, J.-A.Valdivia, M.O. Riazantseva, V.G.Vorobjev, O.I. Yagodkina, I.L. Ovchinnikov, N.A. Sotnikov, Main features of magnetospheric dynamics in the conditions of pressure balance. Приглашенный доклад на The Plasma Physics of the Magnetosphere, Bra-Pollenzo, Italy, 2-7 June 2019.
2. Antonova E.E., M.V. Stepanova, M.O. Riazantseva, I.P. Kirpichev, I.L. Ovchinnikov, N.A. Sotnikov, V.G. Vorobjev, O.I. Yagodkina, J. A.Valdivia, P.S. Moya, V.A. Pinto, Magnetospheric substorms and large-scale magnetospheric dynamics, 14th International Conference on Substorms (ICS14), Tromsø, Norway, September 30th - October 4th, 2019. (<http://ics14.no/>)
3. Artemyev A. and I. Vasko, Nonlinear wave-particle interaction in application to bow shock, GEM (Geophysical Modelling) Summer Workshop. June 24-June 28 (2019), Santa Fe, New Mexico, USA.
4. Artemyev A., MMS, Artemis and optic observations of the magnetotail reconnection, GEM (Geophysical Modelling) Summer Workshop. June 24-June 28 (2019), Santa Fe, New Mexico, USA.
5. Artemyev A., V. Angelopoulos, I. Vasko, L. Zelenyi Multicomponent ion population in the magnetotail, GEM (Geophysical Modelling) Summer Workshop. June 24-June 28 (2019), Santa Fe, New Mexico, USA
6. Borodkova N., Eselevich V., Sapunova O., Yermolaev Yu., Zastenker G., Structure of the Interplanetary Shock Front from the Solar Wind Plasma Measurements, Conference: AOGS 16th Annual Meeting 28 Jul to 2 Aug, 2019, Singapore, Abstract ST27-D3-AM1-309-004 (устный доклад)
7. Borodkova N., Eselevich V., Sapunova O., Zastenker G., Yermolaev Yu., Fine structure of the interplanetary shock from the solar wind plasma measurements with high-time resolution, , Conference: EGU General Assembly 2019, Volume 21, abstract EGU2019-9770, Publisher <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-9770.pdf> (стендовый доклад).
8. Dmitry Chugunin, Alexander Chernyshov, Mikhail Mogilevsky, The Possibility to Measure the Plasma Density and its Fluctuations in the Ionosphere on Cubsats using Radiophysical Techniques The 4th COSPAR Symposium Small satellites for sustainable Science And Development 4-8 November, 2019, Hotel Daniel, Herzliya, Israel
9. Dmitry Chugunin, Victor I. Zakharov, Vyacheslav A. Pilipenko, Valerii A. Grushin. Using SWARM Satellite Mission to Study the Effects of Large Tropical Cyclones on the Ionosphere. The 4th COSPAR Symposium, November 4-8, 2019, Daniel Hotel, Herzliya, Session A.1 (2), p. 17.
10. Dremukhina L., Yermolaev Yu., Lodkina I., Variations of the interplanetary parameters and geomagnetic indices during magnetic storms induced by different types of solar wind, Conference: EGU General Assembly 2019, Volume 21, abstract EGU2019- 16886, Publisher <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-16886.pdf> (стендовый доклад).
11. Grigorenko E.E., G DiBraccio, L.M. Zelenyi, , S.D. Shuvalov, V. Ermakov, H.V. Malova, E.Dubin, Thin current sheets observed by MAVEN in the Martian magnetotail, AGU Fall Meeting, 2019, 9-13 December, San Francisco, USA [https://agu.confex.com/agu/fm19/meetingapp.cgi/Session/88137\(Invited](https://agu.confex.com/agu/fm19/meetingapp.cgi/Session/88137(Invited) Приглашенные доклады)



12. Grigorenko E.E., Malykhin A. Yu., Kronberg E.A., Daly P.W., Electron and ion acceleration during dipolarizations in the near-Earth magnetotail: RAPID observations, 29th Cluster workshop, 7-11 October 2019, Lanzarote, Canary Island, Spain (Invited Приглашенные доклады  
[https://caa.esac.esa.int/images/cluster\\_workshops/29/Cluster29\\_programme4.pdf](https://caa.esac.esa.int/images/cluster_workshops/29/Cluster29_programme4.pdf))
13. Gromova L.I., Kleimenova N.G., Gromov S.V., Malysheva L. M. High-latitude geomagnetic response to the of abrupt IMF changes during the 22 July 2009 magnetic storm // *Physics of auroral phenomena*, 42-th Annual Seminar 11 – 15 March, 2019, Abstracts, PGI-19-01-139, p.15, Apatity, 2019. [http://pgia.ru/seminar/abstracts\\_book2019.pdf](http://pgia.ru/seminar/abstracts_book2019.pdf) .
14. Izvekova Y. N. and S. I. Popel, Electric field influence on dust particle dynamics in dust vortices, XXXIV International Conference on Interaction of Intense Energy Fluxes with Matter (Elbrus, Russia, 2019). Book of Abstracts, Moscow, Chernogolovka, Nalchik, 2019, P. 310.
15. Izvekova Y. and S. Popel, “Dust vortices at Earth and Mars: similarity, gas and dust dynamics, electrification”, Abstracts General Assembly of the European Geosciences Union (Vienna, Austria, 2019), Geophysical Research Abstracts, Volume 21, EGU2019-10401, 2019.
16. Izvekova Yu. N, S. I. Popel, and O. Ya. Izvekov, “Dynamics of Dust Particles in Convective Vortices at the Surface of the Earth: Analogies with Mars”, 5th International Conference Trigger Effects in Geosystems. Abstracts (Moscow, Russia, 2019), IDG RAS, p. 84-85.
17. V.L. Khalipov, V.V. Afonin, R.Yu. Lukyanova, I.B. Ievenko, A.E. Stepanov, G.A. Kotova, V.A. Panchenko. The variation of ionospheric plasma parameters in upper F-region during magnetic storm and substorm activities. В сб. «Physics of Auroral Phenomena», 42-й Ежегодный семинар, 11-15 марта 2019 г., Апатиты. Абстракты. с.16. 2019.
18. Kislov R.A., Khabarova O.V., Malova H.V., Quasi-stationary current sheets of the solar origin in the heliosphere. The multiple approaches to plasma physics from laboratory to astrophysics, Les Ouches, Франция, 13-24 мая 2019, <https://plasmas2019.sciencesconf.org/>. Устный
19. Stanislav I Klimov, Oleg Vaisberg, Alexander Galka, Vladimir Gotlib, Valery Grushin, Maxim Dolgonosov, Lev Zelenyi, Valery Korepanov, Alexander Kostrov, Janos Lichtenberger, Dmitry Moiseenko, Janos Nagy, Denis Novikov, Peter Szegedi, Nathan Eismont. Spatial - Temporal Study of Plasma-Waves and Ionospheric Parameters using Microsatellites. The 4th COSPAR Symposium, November 4-8, 2019, Daniel Hotel, Herzliya, Program, 368, D.1 (3), p. 34.
20. Kosovichev A.G., Sharykin, I.N. Helioseismic Effects of Solar Flares in Cycle 24. (Устный доклад) Solar Atmospheric and Interplanetary Environment (SHINE 2019), held 5-9 August, 2019 in Boulder, Colorado. id.204. <https://shinecon.org/CurrentMeeting.php>
21. Alexander Kostrov, Alexander Galka, Dmitry Yanin, Mikhail Malyshev, Stanislav Klimov, Denis Novikov. New diagnostics to measure the density and wave processes in the ionospheric plasma on board of microsatellite «TRABANT». The 4th COSPAR Symposium, November 4-8, 2019, Daniel Hotel, Herzliya, Posters, A1, p. 52.
22. Kozlovsky A., Lukianova R. «Thermal and dynamic regimes of the auroral mesosphere inferred from the meteor radar and ionozonde observations» Генеральная ассамблея

Европейского геофизического союза - EGU General Assembly, Вена, Австрия, 7–12 апреля 2019 г.

23. Kronberg Elena, Elena Grigorenko, Andrey Malykhin, Liudmyla Kozak, Bogdan Petrenko, Marissa Vogt, Elias Roussos, Peter Kollmann, Caitriona Jackman, Satoshi Kasahara, Helmi Malova, Chihiro Tao, Aikaterini Radioti, Adam Masters, Acceleration of Ions in Jovian Plasmoids: Does Electromagnetic Turbulence Play a Role?, AGU Fall meeting, 2019, Abstract ID#: 505651, 9 – 13 December 2019 in San Francisco.
24. Kuzichev I.V., A.R. Soto-Chavez, J. Park, A. Gerrard, and A. Spitkovsky, PIC simulations of magnetospheric chorus wave generation with 2D TRISTAN-MP code, Sherwood Fusion Theory Conference, Princeton, NJ, USA, April 15-17, 2019
25. Kuzichev I.V., I. Yu. Vasko, A.R. Soto-Chavez, Y. Tong, A. V. Artemyev, S.D. Bale, and A. Spitkovsky, Nonlinear evolution of the whistler heat flux instability and comparison to whistler waves observed at 1 AU, Parker Solar Probe SWG telecon, September 6, 2019
26. Kuzichev I.V., A.R. Soto-Chavez, A. Gerrard, 2D Simulations of Magnetospheric Chorus Wave Generation with TRISTAN-MP PIC Code, General Assembly of European Geoscience Union, Vienna, Austria, April 7–12, 2019
27. Liu Jann-Yenq G., F.U. Yuan Chang, Dimitar Ouzounov, Sergey A. Pulinetz, Valerio Tramutoli, Katsumi Hattori, Xuhui Shen, Da-Pung Liu, Rui Yan, Seismo-ionospheric Precursors of the 5 August 2018 M6.9 Loloan Earthquake Observed by CSES and Ground-based GNSS Receivers. AGU 2019. (устный доклад). <https://agu.confex.com/agu/fm19/meetingapp.cgi/Paper/571009>
28. Lukianova R. «SWARM field-aligned currents during the September 2017 severe magnetic storm» Генеральная ассамблея Европейского геофизического союза - EGU General Assembly, Вена, Австрия, 7–12 апреля 2019 г.
29. R. Lukianova «Swarm field-aligned currents during the severe magnetic storms of March 2015 and September 2017» 27 Генеральная ассамблея Международного союза геодезии и геофизики -27th IUGG General Assembly, Монреаль, Канада, 8-18 июля 2019 г.
30. Lukianova R., Kozlovsky A. «Recognition of Meteor Showers From the Heights of Ionization Trails» Международная конференция «Метеороиды 2019» - Meteoroids-2019, Братислава, Словакия, 17 – 21 июня, 2019 г.
31. R. Lukianova, D. Peregudov, B. Dzeboev, A. Soloviev «Early soviet satellite magnetic field measurements and their application for the global geomagnetic field modeling» 27 Генеральная ассамблея Международного союза геодезии и геофизики -27th IUGG General Assembly, Монреаль, Канада, 8-18 июля 2019 г.
32. Lukin A.S., A.V. Artemyev, E.V. Panov, A.A. Petrukovich, E.V. Yushkov. “Spatial structure of night-side magnetopause: simultaneous observations of ARTEMIS and MMS missions” (Устный). 42th Annual Seminar "Physics of Auroral Phenomena", Апатиты, Россия, 11-15 марта 2019. [http://pgia.ru:81/seminar/archive/2019/abstracts\\_book2019.pdf](http://pgia.ru:81/seminar/archive/2019/abstracts_book2019.pdf)
33. Lukin Alexander , Anton Artemyev, Evgeny Panov, Anatoly Petrukovich, and Egor Yushkov. “Night-side magnetopause: simultaneous observations of ARTEMIS and MMS” (Стендовый). European Geosciences Union General Assembly 2018, Vienna, Австрия, 7-12 апреля. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-3664.pdf>

34. Lukin Alexander, Anton Artemyev, Evgeny Panov, Anatoly Petrukovich, Egor Yushkov. "Comparison of near-Earth and distant night-side magnetopause: MMS and ARTEMIS simultaneous observations" (Стендовый). 29th Cluster workshop, 7-11 October 2019, Lanzarote, Spain. [https://caa.esac.esa.int/images/cluster\\_workshops/29/Cluster29\\_abstract\\_book2c.pdf](https://caa.esac.esa.int/images/cluster_workshops/29/Cluster29_abstract_book2c.pdf)
35. Malova Helmi, Victor Popov, Evgenyi Maiewski, Elena Grigorenko, Anatoly Petrukovich, Dominique Delcourt, and Lev Zelenyi, Comparison of current sheets in solar wind and planetary magnetospheres" EGU General Assembly 2019, taking place in Vienna (Austria) on 7–12 April 2019, EGU2019, EGU2019-4478
36. Mingalev Oleg, Igor Mingalev, and Helmi Malova, Particle acceleration in magnetic islands by the resonance pumping occurring in the ripple of the heliospheric current sheet, EGU General Assembly 2019, Vienna (Austria) on 7–12 April 2019, EGU2019, EGU2019-18922.
37. Morozova T. I., S. I. Kopnin, and S. I. Popel, Wave Processes in Dusty Plasmas at Martian Satellites, 17th International Workshop "Complex Systems of Charged Particles and their Interactions with Electromagnetic Radiation" (Moscow, Russia, 2019), p. 30.
38. Nemecek Z., Safrankova J., Nemecek F., Durovcova T., Verscharen D., Chen C.H.K., Riazantseva M.O., Velocity and Magnetic Field Variations in the Minimum Variance Frame, Conference: 27th IUGG General Assembly July 8-18, 2019, Montreal, Canada, Abstract A15p-255 (стендовый доклад).
39. Ouzounov Dimitar, Menas Kafatos, Giampaolo Guiliani, Sergey A. Pulinets, Jann Yenq Liu, Katsumi Hattori, Manuel Hernandez-Pajares, Alberto Garcia-Rigo, Alexander Rozhnoi, Mariya Solovieva, Viktor Fedun, Andrew Papilion, Patrick T. Taylor, Observing of pre-earthquake transients features in the Earth atmosphere-ionosphere environment associated with M6.4 and M7.1 Ridgecrest, California, Earthquakes of July 2019. AGU 2019. (устный доклад). <https://agu.confex.com/agu/fm19/meetingapp.cgi/Paper/511425>
40. Ouzounov Dimitar, Sergey Pulinets, Tiger Liu, Katsumi Hattori, Spatial clustering of pre-earthquake anomalies as an indicator of the preparation/activation zone, Japan Geoscience Union Meeting 2019, May 26-30, Makuhari Messe, Chiba, Japan. (устный доклад). <https://confit.atlas.jp/guide/event/jpgu2019/subject/MIS04-09/advanced>
41. Parkhomenko Elena et al., "Acceleration of plasma in current sheet during substorm dipolarizations in the Earth's magnetotail: comparison of different mechanisms" EGU General Assembly 2019, Vienna (Austria) on 7–12 April 2019, EGU2019, EGU2019-10391
42. Parkhomenko, Elena; Malova, Helmi; Popov, Victor; Grigorenko, Elena; Delcourt, Dominique; Daly, Patrick; Kronberg, Elena; Petrukovich, Anatoly; Zelenyi, Lev Acceleration of plasma in current sheet during substorm dipolarizations in the Earth's magnetotail: comparison of different mechanisms 21st EGU General Assembly, EGU2019, Proceedings from the conference held 7-12 April, 2019 in Vienna, Austria, id.10391
43. Pershin Sergey, V.V Kuzminov, M.Ya. Grishin, V.S. Makarov, G.I. Dolgikh, A.A. Plotnikov, N. Agafonova, E. Dobrynina, O.G. Ryazhskaya, V.B. Petkov, Sergey A. Pulinets, Dimitar Ouzounov, NH53C-0820 - Anti-correlation of seasonal variations of tectonic

aerosols and radon emanation in a closed tunnel, AGU 2019. (устный доклад).  
<https://agu.confex.com/agu/fm19/meetingapp.cgi/Paper/512780>

44. Roundtable discussion of Space Agency Leaders Anatoli Petrukovich - Director of the Russian Institute of Space Research (IKI) The 4th COSPAR Symposium Small satellites for sustainable Science And Development 4-8 November, 2019, Hotel Daniel, Herzliya, Israel
45. Petrukovich Anatoly, Natan Eismont, Maria Ryazantseva, Ivan Zimovets A Microsatellite for Solar Wind Monitoring The 4th COSPAR Symposium Small satellites for sustainable Science And Development 4-8 November, 2019, Hotel Daniel, Herzliya, Israel
46. A.A.Petrukovich Beyond Earth in 21 century. The Moon INNOVATE KOREA 2019 2019.07.10. <http://itforum.heraldcorp.com/2019/program.html>
47. Petrukovich Anatoly Science Program Planning in Russia, 2nd Strategic Forum on Space Science 4-5, September, 2019 Huairou, Beijing
48. Popel S. I., A. P. Golub', and L. M. Zelenyi, Dusty Plasmas at Phobos and Deimos: Effects of Meteoroids, 17th International Workshop "Complex Systems of Charged Particles and their Interactions with Electromagnetic Radiation" (Moscow, Russia, 2019), p. 24.
49. Popel S. I., A. P. Golub', and L. M. Zelenyi, Dusty Plasmas in the System of Mars, XXVI Russian Open Conference "Radio Waves Propagation" (Kazan, Russia, 2019).
50. Popel S. I., S. I. Kopnin, and A. Yu. Dubinskii, "Dusty Plasmas over Hydrogen-Rich Areas of Lunar Surface", XXVI Russian Open Conference "Radio Waves Propagation" (Kazan, Russia, 2019).
51. Popel S.I. International Space Science Institute (Bern, Switzerland). Team Meeting "Electrostatic Manipulation of Nano-Scale Objects of Lunar Regolith" (January 29 - February 1, 2019). "Two Dusty Plasma Cloud Formation as a Result of a Meteoroid Impact onto the Moon". January 31, 2019 (приглашённый доклад) <http://www.issibern.ch/teams/nanoscaleobj/index.php/second-meeting/>
- 52.
53. Prech L., Safrankova J., Nemecek Z., Durovcova T., Cermak I., Riazantseva M., Faraday cup fast plasma instruments for ESA F-class mission proposals, Conference: EGU General Assembly 2019, Volume 21, abstract EGU2019-9688, Publisher <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-9688.pdf> (стендовый доклад).
54. Rakhmanova L., Riazantseva M., Zastenker G., Ion scale plasma turbulence affected by the Earth's bow shock, Conference: 27th IUGG General Assembly July 8-18, 2019, Montreal, Canada, Abstract IUGG19-2936 (устный доклад)
55. Rakhmanova L., Riazantseva M., Zastenker G., Verigin M., Modification of kinetic-scale plasma turbulence at the Earth's bow shock, Conference: EGU General Assembly 2019, Volume 21, abstract EGU2019-938, Publisher <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-938.pdf> (стендовый доклад).
56. Rakhmanova L., Riazantseva M., Zastenker G., Yermolaev Yu I., Ion Scale Plasma Turbulence Upstream and Downstream of the Earth's Bow Shock, Conference: AOGS 16th

Annual Meeting 28 Jul to 2 Aug, 2019, Singapore, Abstract ST25-D5-AM2-309-002, DOI: 10.13140/RG.2.2.14588.08327 (устный доклад)

57. Riazantseva M. , Rakhmanova L., Budaev V., Zastenker G., Yermolaev Yu., Lodkina I., Safrankova J., Nemecek Z., Prech L., The Peculiar Properties of Plasma Turbulence in Fast Solar Wind Streams of Different Nature, Conference: AOGS 16th Annual Meeting 28 Jul to 2 Aug, 2019, Singapore, Abstract ST25-D2-PM1-P-332, DOI: 10.13140/RG.2.2.28848.71684 (приглашенный доклад)
58. Reznichenko Yu. S., A. Yu. Dubinskii, and S. I. Popel, On dusty plasma formation in Martian ionosphere, XXXIV International Conference on Interaction of Intense Energy Fluxes with Matter (Elbrus, Russia, 2019). Book of Abstracts, Moscow, Chernogolovka, Nalchik, 2019, P. 311.
59. Reznichenko Yu. S., A. Yu. Dubinskii, and S. I. Popel, “Condensation Processes and Dusty Plasma Formation in Martian Ionosphere”, 17th International Workshop “Complex Systems of Charged Particles and their Interactions with Electromagnetic Radiation” (Moscow, Russia, 2019), p. 31.
60. Riazantseva M., Rakhmanova L., Zastenker G., Yermolaev Yu., Lodkina I., Chesalin L., Safrankova J., Nemecek Z., Prech L., Frequency spectra of ion flux fluctuations in solar wind compression regions, Conference: 27th IUGG General Assembly July 8-18, 2019, Montreal, Canada, Abstract IUGG19-4377, DOI: 10.13140/RG.2.2.12910.36167 (устный доклад)
61. Riazantseva M., Rakhmanova L., Zastenker G., Yermolaev Yu., Lodkina I., Safrankova J., Nemecek Z., Prech L., The turbulent properties of solar wind streams associated with magnetic clouds, Conference: EGU General Assembly 2019, Volume 21, abstract EGU2019-12933, Publisher <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-12933.pdf>, DOI: 10.13140/RG.2.2.33043.02083 (стендовый доклад).
62. Rojas-Gamarra M., M. Stepanova, J. Gonzalez, E.E. Antonova, Behavior of plasma pressure in the inner magnetosphere during isolated substorms, 14th International Conference on Substorms (ICS14), Tromsø, Norway, September 30th - October 4th, 2019. (<http://ics14.no/>)
63. Safrankova J., Nemecek Z., Nemecek F., Verscharen D., Chen C.H.K., Durovcova T., Riazantseva M.O., Solar wind fluctuations at the inertial and kinetic scales: Ion beta dependence, Conference: EGU General Assembly 2019, Volume 21, abstract EGU2019-4355, Publisher <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-4355.pdf> (стендовый доклад).
64. Santolik Ondrej, Kolmasova Ivana, Lan Radek, Uhlir Ludek, Soucek Jan, Vlcek Ivan, Lukacevic Jan, Skalsky Alexandre A., Preparations for measurements of electromagnetic signals on the surface of Mars, EPSC-DPS Joint Meeting, Jan, 9, held 15-20 September 2019 in Geneva, Switzerland, id. EPSC-DPS2019-1530.
65. Santolik Ondrej, Kolmasova Ivana, Lan Radek, Uhlir Ludek, Soucek Jan, Vlcek Ivan, Lukacevic Jan, Skalsky Alexandre A., Electromagnetic wave analyzer module for the ExoMars 2020 surface platform, 21st EGU General Assembly, EGU2019, Proceedings from the conference held 7-12 April, 2019 in Vienna, Austria, id.11096.

66. Savin S., Pallocchia G., Wang C., Legen L., Collisionless interactions: magnetopause communicates with bow shock? XXVII Научная сессия Совета РАН по нелинейной динамике, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (Океанологические исследования, том 47, № 1, (2019), <https://jor.ocean.ru/index.php/jor>).
67. S. Savin, V. Budaev, L. Zelenyi, Turbulence, nonlinear structures and cascades as seen in spacecraft and fusion, Sixtieth Annual Meeting of the American Physical Society Division of Plasma Physics (APS DPP, November 5-9, 2018 in Portland, Oregon, U.S.A).
68. S. SAVIN, A. DMITRIEV, A. SUVOROVA, Collisionless Plasmas' Processes at Magnetospheric Boundaries: Strong Nonlinear Interactions, AOGS Session ST16, 28 Jul to 2 Aug, 2019, Singapore
69. Sharykin, I.N., Kosovichev A.G. A Statistical Study of Seismically Active Solar Flares During 24th Solar Cycle. (Стендовый доклад) Hinode-13/IPELS 2019 Fundamental Plasma Processes in the Sun, Interplanetary Space, and in the Laboratory, 2-6 September 2019, The University of Tokyo, Tokyo, Japan. <https://hinode.nao.ac.jp/meeting/hinode-13/>
70. Sharykin I.N., Zimovets I.V. Fast Restructuring of The Magnetic Field in the Polarity Inversion Line During M9.3 Solar Flare of 2011 July 30. (Стендовый доклад) Hinode-13/IPELS 2019 Fundamental Plasma Processes in the Sun, Interplanetary Space, and in the Laboratory, 2-6 September 2019, The University of Tokyo, Tokyo, Japan. <https://hinode.nao.ac.jp/meeting/hinode-13/>
71. Sharykin I.N., Zimovets I.V., Myshyakov I.I. Flare Energy Release at the Magnetic Field Polarity Inversion Line During M1.2 Solar Flare of 2015 March 15. II. Investigation of Photospheric Electric Current and Magnetic Field Variations Using HMI 135-second Vector Magnetograms. (Стендовый доклад) Hinode-13/IPELS 2019 Fundamental Plasma Processes in the Sun, Interplanetary Space, and in the Laboratory, 2-6 September 2019, The University of Tokyo, Tokyo, Japan. <https://hinode.nao.ac.jp/meeting/hinode-13/>
72. Sharykin I.N., Zimovets I.V., Myshyakov I.I., Meshalkina N.S. Flare Energy Release at the Magnetic Field Polarity Inversion Line During the M1.2 Solar Flare of 2015 March 15. I. Onset of Plasma Heating and Electron Acceleration. (Стендовый доклад) Hinode-13/IPELS 2019 Fundamental Plasma Processes in the Sun, Interplanetary Space, and in the Laboratory, 2-6 September 2019, The University of Tokyo, Tokyo, Japan. <https://hinode.nao.ac.jp/meeting/hinode-13/>
73. A.Yu. Shestakov<sup>1</sup>, S.D. Shuvalov<sup>1</sup>, I.V. Zimovets<sup>1</sup>, D.A. Moiseenko, O.L. Vaisberg, R.N. Zhuravlev, A.A. Nozik, E.M. Stadnichuk, M.E. Zelenyi COMPLEX OF LOW-WEIGHT MINIATURE INSTRUMENTS FOR SPACE WEATHER MONITORING. 2019 г. Москва, 10M-S3
74. Shkevov R., N.S. Erokhin, V.M. Loznikov, N.N. Zolnikova, L.A. Mikhailovskaya, Alpha particle energy gain analysis for resonant wave-particle interactions in the heliosphere periphery, 10th Jubilee International Conference of the Balkan Physical Union, 26–30 August 2018, Sofia, Bulgaria. (стендовый доклад). [https://bpu10.balkanphysicalunion.com/wp-content/uploads/2018/07/BPU10\\_Detailed\\_Program\\_Tentative.pdf](https://bpu10.balkanphysicalunion.com/wp-content/uploads/2018/07/BPU10_Detailed_Program_Tentative.pdf)
75. Shustov Pavel, Anton Artemyev, Xiaojia Zhang, Egor Yushkov, Anatoly Petrukovich, "Thermal electron population in the magnetotail: convection heating and scattering induced

- losses", European Geosciences Union General Assembly 2019, Vienna, Австрия, 7-12 апреля 2019, <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-15353.pdf>
76. Shustov P.I., Nishimura Y., Artemyev A.V., Zhang X.J., Angelopoulos V., Petrukovich A.A., "In-situ and optical observations of sub-ion magnetic holes", 29th Cluster workshop, Lanzarote, Canary Island, Spain, Испания, 7-11 октября 2019, стр 15. [https://caa.esac.esa.int/images/cluster\\_workshops/29/Cluster29\\_abstract\\_book2c.pdf](https://caa.esac.esa.int/images/cluster_workshops/29/Cluster29_abstract_book2c.pdf)
  77. Shustov P.I., Zhang X.J., Artemyev A.V., Nishimura Y., "Sub-ion magnetic holes: In-situ observations and possible connection to optical data", 42-й ежегодный Апатитский семинар "Физика авроральных явлений", Апатиты, Россия, 11-15 марта 2019, стр 25, [http://pgia.ru:81/seminar/archive/2019/abstracts\\_book2019.pdf](http://pgia.ru:81/seminar/archive/2019/abstracts_book2019.pdf)
  78. A. Struminsky, Electron and proton acceleration in stellar (solar) flares, конференция «Physics of stars and planets: atmospheres, activity and magnetic fields» 16-20 сентября 2019, Шемахинская обсерватория, Азербайджан <http://shao.az/en/news/239>
  79. Oleg Vaisberg, Sergey Shuvalov, Vladimir Ermakov, Aybar Ramazan, Ivan Leonov, Ion pick-up: the Source of Dayside Magnetosphere of Mars and New Energy Input to Mars's Ionosphere and Upper Atmosphere, постерный доклад. 2019 г. Moscow Solar System Symposium
  80. Oleg Vaisberg, Aibar Ramazan, Vladimir Ermakov, Sergey Shuvalov, Ivan Leonov, постерный доклад. Complicated and Strongly Variable Subsolar Magnetosphere of Mars, 2019 г. San Francisco, AGU fall meeting
  81. Oleg Vaisberg, Ramazan Aybar, Ermakov Vladimir, Shuvalov Sergey, Leonov Ivan, устный доклад Magnetospheric dynamics at the terrestrial planets, Dayside Martian Magnetosphere at the flank and in subsolar region. 2019 г. Женева, EPSC-DPS Joint Meeting
  82. Vasko I., O. Agapitov, F. Mozer, J. Bonnell, A. Artemyev, V. Krasnoselskikh and Y. Tong, Electrostatic steepening of whistler waves in the radiation belts. GEM (Geophysical Modelling) Summer Workshop. June 24-June 28 (2019), Santa Fe, New Mexico, USA.
  83. Vasko I.Y., Electron thermalisation in collisionless shocks, International Space Science Institute (ISSI), March 17-23 (2019), Bern, Switzerland
  84. Vasko I., O. Agapitov, F. Mozer, J. Bonnell, A. Artemyev, V. Krasnoselskikh and Y. Tong, Electrostatic wave activity and its effects in the quasi-perpendicular earth's bow shock. GEM (Geophysical Modelling) Summer Workshop. June 24-June 28 (2019), Santa Fe, New Mexico, USA
  85. A. Vinogradov, I. Vasko, A. Artemyev, E. Yushkov, A. Petrukovich "MMS observations of thin current sheets in solar wind", EGU General Assembly 2019, Вена, Австрия, 7–12 April 2019, <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-18416.pdf>
  86. Yuri I Yermolaev, Elena E. Grigorenko, Irina G Lodkina, Mikhail Yu. Yermolaev, Natalia L. Borodkova, Maria Riazantseva, Liudmila Rakhmanova, Evaluation of the thickness of the helium current in the magnetic clouds, Fall AGU, 2019, <https://agu.confex.com/agu/fm19/meetingapp.cgi/Paper/500932> (стендовый доклад).
  87. Yu. I. Yermolaev, I. G. Lodkina, M. Yu. Yermolaev, N. L. Borodkova, M. O. Riazantseva, Properties of interplanetary drivers of magnetospheric disturbances, Conference: VarSITI

Closing Symposium, June 10–14, 2019, Sofia, Bulgaria DOI: 10.13140/RG.2.2.11361.35682 (приглашенный доклад)

88. Yuri Yermolaev, Irina Lodkina, Michael Yermolaev, Natalia Borodkova, Maria Riazantseva, Liudmila Rakhmanova, Magnetospheric Responses to Interplanetary Phenomena, Conference: AOGS 16th Annual Meeting 28 Jul to 2 Aug, 2019, Singapore, Abstract ST02-D2-PM1-P-204 DOI: 10.13140/RG.2.2.12569.98402 (стендовый доклад).
89. Yuri Yermolaev, Irina Lodkina, Michael Yermolaev, Natalia Borodkova, Maria Riazantseva, Liudmila Rakhmanova, Contribution of Helium Ions in Electric Current of Magnetic Cloud, Conference: AOGS 16th Annual Meeting 28 Jul to 2 Aug, 2019, Singapore, Abstract ST08-D2-PM1-P-242 DOI: 10.13140/RG.2.2.10892.26242 (стендовый доклад).
90. Yuri Yermolaev, Irina Lodkina, Michael Yermolaev, Maria Riazantseva, Liudmila Rakhmanova, Natalia Borodkova, Elena Grigorenko, Igor Veselovsky, Yulia Shugay, Vladimir Slemzin, Denis Rodkin, Do the current sheets in the magnetic clouds contain elevated helium abundance? Conference: EGU General Assembly 2019, Volume 21, abstract EGU2019-5208 Publisher <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-5208.pdf> DOI: 10.13140/RG.2.2.17290.31689 (стендовый доклад).
91. E. Yushkov, A. Artemyev, A. Petrukovich, "Magnetopause current sheet model with strong plasma flow gradients", EGU General Assembly, Вена, Австрия, 7-12 апреля 2019, <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-16676.pdf>
92. Zimovets I.V. Vision of Chapter 5: "Quasi-periodic pulsations in solar and stellar flares". (Устный доклад, конвинеер) Workshop "Oscillatory Processes in Solar and Stellar Coroneae", 14-18 октября 2019, ISSI-BJ, Beijing, China. [http://www.issibj.ac.cn/Program/Workshops/Oscillatory/201903/t20190314\\_206856.html](http://www.issibj.ac.cn/Program/Workshops/Oscillatory/201903/t20190314_206856.html)
93. Zimovets I.V., Sharykin I.N., Gan. W.Q. Relationships between photospheric vertical electric currents and hard X-ray footpoints in solar flares: statistical study for the 24<sup>th</sup> solar cycle. (Стендовый доклад) Hinode-13/IPELS 2019 Fundamental Plasma Processes in the Sun, Interplanetary Space, and in the Laboratory, 2-6 September 2019, The University of Tokyo, Tokyo, Japan. <https://hinode.nao.ac.jp/meeting/hinode-13/registration.html>
94. И. П. Безродных, Е. И. Морозова, А. А. Петрукович ДИНАМИКА НИЗКОЧАСТОТНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КР ИНДЕКСА ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ ДЛЯ 8 СОЛНЕЧНЫХ ЦИКЛОВ (1932-2018 Г.). 15 конференция «Физика плазмы в солнечной системе»
95. Безруких В.В., Котова Г.А., Веригин М.И. Характеристики потоков холодной плазмы вдоль силовых трубок плазмосферы Земли. в сб. Четырнадцатая ежегодная конференция Физика плазмы в солнечной системе, 11-15 февраля 2019 г., М., ИКИ РАН, с. 184, 2019.
96. Бородкова Н.Л., Еселевич В.Г., Сапунова О.В., Застенкер Г.Н., Ермолаев Ю.И., Шафранкова Я., Немечек З., Прех Л., Влияние отраженных ионов на формирование структуры фронта межпланетной ударной волны с малыми числами Маха и параметром бета, 14-ая конференция "Физика плазмы в солнечной системе", 11 - 15 февраля 2019 г. ИКИ РАН, Москва, Сборник тезисов, С.103 (стендовый доклад).



97. Веригин М.И., Котова Г.А., Безруких В.В. Обоснование выбора параметров солнечного ветра и межпланетного поля для количественного моделирования околоземной магнитопаузы на основе 3D МГД и аналитических расчетов. в сб. Четырнадцатая ежегодная конференция Физика плазмы в солнечной системе, 11-15 февраля 2019 г., М., ИКИ РАН, с. 176, 2019.
98. Виноградов А.А., Васько И.Ю., Артемьев А.В., Юшков Е.В. "ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКИХ ТОКОВЫХ СЛОЕВ В СОЛНЕЧНОМ ВЕТРЕ ПО ДАННЫМ МИССИИ MMS" , Физика плазмы в Солнечной системе, ИКИ РАН, Москва, Россия, 11-15 февраля 2019, стр. 216 [https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book\\_1102.pdf](https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book_1102.pdf)
99. Виноградов А.А. "Наблюдения интенсивных токовых слоев в солнечном ветре при помощи спутниковой миссии MMS", 62 Всероссийская научная конференция МФТИ, Москва, Россия, 18-24 ноября 2019, стр. 35 <https://mipt.ru/science/5top100/education/courseproposal/ProgV7.pdf>
100. Воченко И.В., Зимовец И.В. О потенциальной и бессиловой экстраполяции магнитного поля. (Устный доклад) XVI Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования", 15-17 апреля 2019, ИКИ РАН, Москва, Россия. <https://kmu.cosmos.ru/about>
101. Вовченко И.В., Зимовец И.В., Кузанын К.М., Накаряков В.М. Локальная экстраполяция магнитного поля в солнечную корону из фотосферы в бессиловом приближении магнитофрикционным методом. (Стендовый доклад) 14ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", 11-15 февраля 2019, ИКИ РАН, Москва, Россия. <https://plasma2019.cosmos.ru/>
102. Григорьева И.Ю., Струминский А.Б., Шаховская А.Н. Протонные вспышки с невыраженной импульсной фазой. XXIII Всероссийская ежегодная конференция «Солнечная и солнечно-земная физика-2019», 7-11 октября 2019, ГАО РАН, Санкт-Петербург, Россия. <http://www.gaoran.ru/russian/solphys/2019/>
103. Григорьев П.Е., Хорсева Н.И. Математическая обработка результатов лонгитюдных исследований. VI Съезд биофизиков России, Сочи, с 16 по 21 сентября 2019 г. Сборник научных трудов VI съезда биофизиков России: в 2 томах, том 2 – Краснодар: Полиграфическое объединение «Плехановец», 2019, с 83-84; DOI: 10.31429/SbR6.2019.001 ISBN 978-5-8209-1644-1
104. Громова Л.И., Клейменова Н.Г., Громов С.В., Малышева Л.М. Особенности глобальной полярной суббури в минимуме солнечной активности. 14 Ежегодная конференция 'Физика плазмы в солнечной системе', 11-15 февраля 2019, ИКИ РАН, Сборник тезисов, с. 189, [https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book\\_1102.pdf](https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book_1102.pdf), 2019.
105. Гурфинкель Ю.И. Активность Солнца и риск сердечно-сосудистых заболеваний. Экспериментальные исследования. Материалы II Международной научно-практической Конференции посвященной А.Л.Чижевскому, 20-21 ноября 2019 г. Калуга. Стр. 12 -15 <http://conf-ch.gmik.ru>
106. Домрин В.И, Малова Х.В., Попов В.Ю., Григоренко Е.Е., Влияние ионов кислорода на структуру токовых слоев в космической плазме, Сб. тезисов 14-ой Конфер.

«ФИЗИКА ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ», 11-15 февраля 2019, Москва, ИКИ РАН, с. 219

107. Дорохов В.Б., Арсеньев Г.Н., Ткаченко О.Н., Блохин И.С., Зенченко Т.А. Индивидуальная чувствительность показателей цикла сон- бодрствование у мышей к метеорологическим и геомагнитным факторам. Сборник научных трудов VI съезда биофизиков России (16-21.09. 2019, г. Сочи) в 2-х томах, Краснодар: Полиграфическое объединение «Плехановец» 2019, Том 2. Стр. 344-345. DOI: 10.31429/SbR6.2019.001; ISBN 978-5-8209-1644-1
108. Дремухина Л.А., Ермолаев Ю.И., Лодкина И.Г., Динамика межпланетных параметров и геомагнитных индексов в периоды магнитных бурь, инициированных разными типами солнечного ветра, 14-ая конференция "Физика плазмы в солнечной системе", 11 - 15 февраля 2019 г. ИКИ РАН, Москва, Сборник тезисов, С.188. (стендовый доклад).
109. Евдокимова М.А., Петрукович А.А. Анализ моделей восстановления ионосферных токов по данным меридиональной цепочки магнитометров 14-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", 11-15 февраля 2019 г. сборник тезисов, 2019, с. 249
110. Ю. И. Ермолаев, И. Г. Лодкина, М. Ю. Ермолаев, М. О. Рязанцева, Л. С. Рахманова, Н. Л. Бородкова, Е. Е. Григоренко, И. С. Веселовский, Ю. С. Шугай, В. А. Слемзин, Д. Г. Родькин, ПОВЫШЕННОЕ СОДЕРЖАНИЕ ГЕЛИЯ В МАГНИТНЫХ ОБЛАКАХ, 14-ая конференция "Физика плазмы в солнечной системе", 11 - 15 февраля 2019 г. ИКИ РАН, Москва, Сборник тезисов, С.83. DOI: 10.13140/RG.2.2.27527.85929 (устный доклад)
111. Зайцев А.Н., Петров В.Г., Гамза Е.И., Петрукович А.А. Реновация проекта «Геомагнитный меридиан 145». 14-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", 11-15 февраля 2019 г. сборник тезисов, 2019, с. 178
112. Захаров В.И., Пилипенко В.А., Грушин В.А. Особенности ионосферных проявлений крупных тропических циклонов 2014 года по данным спутников Swarm. Физика плазмы в солнечной системе, 11-15 февраля 2019, ИКИ РАН, с. 137.
113. Т.А. Зенченко, Т.К.Бреус. Характеристики адаптивной реакции сердечно-сосудистой системы здорового человека на изменение состояния геомагнитного поля в разных частотно-временных диапазонах. Сборник научных трудов VI съезда биофизиков России (16-21.09. 2019, г. Сочи) в 2-х томах, Краснодар: Полиграфическое объединение «Плехановец» 2019, Том 2.... Стр 32-33
114. Т.А. Зенченко, Т.К.Бреус. Чувствительность организма человека к вариациям геомагнитной активности зависит от фазы солнечного цикла. // Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной сохранению творческого наследия и развитию идей А.Л. Чижевского. Калуга 20-21 ноября 2019, стр.72-74
115. Зимовец И.В. Комплекс малогабаритной аппаратуры для диагностики космической плазмы и мониторинга корпускулярного излучения Солнца. (Устный доклад) III Международная конференция «Наука будущего» и IV Всероссийский форум «Наука будущего – наука молодых», 14-17 мая 2019, Сириус, Сочи, Россия. <https://www.sfy-conf.ru/>

116. Зимовец И.В., Еселевич В.Г., Еселевич М.В. Наблюдение взрывной волны от солнечной вспышки в событии с псевдо КВМ. (Устный доклад) 14ая ежегодная конференция “Физика плазмы в солнечной системе”, 11-15 февраля 2019, ИКИ РАН, Москва, Россия. <https://plasma2019.cosmos.ru/>
117. Зимовец И.В., Журавлев Р.Н., Моисеенко Д.А., Шестаков А.Ю., Шувалов С.Д., Вайсберг О.Л., Зеленый М.Е., Нозик А.А., Стадничук Е.М. Разработка комплекса малогабаритной аппаратуры для диагностики космической плазмы и мониторинга корпускулярного излучения Солнца: текущее состояние. (Устный доклад) Традиционная всероссийская конференция “Физика Солнца - 2019”, 2-8 июня 2019, КрАО РАН, Научный, Крым, Россия. <http://sun.crao.ru/konferentsii/fizika-solntsa-2019>
118. Зимовец И.В., Шарыкин И.Н., Gan W.Q. Вертикальные электрические токи на фотосфере и вспышечные источники жесткого рентгеновского излучения: статистика за 24 солнечный цикл. (Стендовый доклад) Традиционная всероссийская конференция “Физика Солнца - 2019”, 2-8 июня 2019, КрАО РАН, Научный, Крым, Россия. <http://sun.crao.ru/konferentsii/fizika-solntsa-2019>
119. Знаткова С.С., Е.Е. Антонова, И.П. Кирпичев, М.С. Пулинец, Давление плазмы под магнитопаузой и токи внутри магнитосферы, Четырнадцатая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе" 11-15 февраля 2018 г., ИКИ РАН. Тезисы докладов. С. 198.
120. Ильичев С.Д., Д.Р. Шкляр. Обмен энергией между протонами и электронами при резонансном взаимодействии с нижнегибридными волнами. 62 Научная конференция МФТИ. Москва, 18-23 ноября 2020
121. Кирпичев И.П., Е.Е. Антонова, Распределение параметров каппа-аппроксимаций ионных спектров в экваториальной плоскости магнитосферы Земли для спокойного периода, Четырнадцатая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе" 11-15 февраля 2018 г., ИКИ РАН. Тезисы докладов. С. 173.
122. Кислов Р.А., О.В. Хабарова, Х.В. Малова, Квазистационарные токовые слои в гелиосфере, Сб. тезисов 14-ой Конфер. «ФИЗИКА ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ», 11-15 февраля 2019, Москва, ИКИ РАН, С. 217
123. Клейменова Н.Г., Маннинен Ю., Федоренко Ю.В., Громова Л.И., Турунен Т. Авроральный хисс и магнитосферные суббури в авроральных широтах. 14 Ежегодная конференция ‘Физика плазмы в солнечной системе’, 11-15 февраля 2019, ИКИ РАН, Сборник тезисов, с. 261. [https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book\\_1102.pdf](https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book_1102.pdf), 2019.
124. Климов, С. И., О.Л. Вайсберг, В.М. Готлиб, В.А. Грушин, М.С. Долгонос, Л.М. Зелёный, В.Н. Ангаров, И.В. Козлов, В.В. Летуновский, В.Н. Назаров, Д.И. Новиков, А.А. Петрукович, В.Г. Родин, Н.А. Эйсмонт, В.Е. Корепанов, А.В. Костров, Я. Лихтенбергер, Ч. Ференц, Я. Надь, П. Сегеди, Я. Шоймоши. Результаты и перспективы фундаментальных космических исследований на микроспутниках, реализуемых в инфраструктуре Международной космической станции. ПЕРВАЯ Всероссийская конференция по космическому образованию «ДОРОГА В КОСМОС» 1–4 октября 2019 года. Москва 2019, ИКИ РАН, с. 190-194.

125. Р.А. Ковражкин, А.Л. Глазунов, Г.А. Владимирова, Инжекции пучков частиц в авроральной магнитосфере в суббурю, Сборник тезисов 14-ой конференции «Физика плазмы в Солнечной системе», ИКИ РАН, Москва, стр. 97 (2019).
126. Котова Г.А., Веригин М.И., Безруких В.В. Аналитическое описание околопланетной ударной волны на основе МГД- и ГД-моделирования. в сб. Четырнадцатая ежегодная конференция Физика плазмы в солнечной системе, 11-15 февраля 2019 г., М., ИКИ РАН, с. 174, 2019.
127. Кузнецова Е.А., Сирота Н.П., Зенченко Т.А. «Влияние атмосферных факторов на базальные и индуцированные активными формами кислорода уровни повреждений ДНК клеток мышей (Influence of atmospheric factors on the basal and induced by active forms of oxygen DNA damage level of mice cells)». Сборник научных трудов VI съезда биофизиков России (16-21.09. 2019, г. Сочи) в 2-х томах, Краснодар: Полиграфическое объединение «Плехановец» 2019, Том 2. Стр. 44-45. DOI: 10.31429/SbR6.2019.001; ISBN 978-5-8209-1644-1
128. Кузьмин А.К., Вайсберг О.Л., Шувалов С.Д., Шестаков А.Ю., Крученицкий Г.М., Потанин Ю.Н., Моисеев П.П., Баньщикова М.А., Методика диагностики распределений интенсивности авроральных эмиссий с орбит одновременно с измерениями характеристик плазмы и ее роль в исследованиях и контроле условий распространения сигналов навигационных систем в полярной ионосфере, 14-я конф. Физика плазмы в Солнечной системе, февраль 2019, ИКИ РАН.
129. Кузьмин А.К., Вайсберг О.Л., Шувалов С.Д., Шестаков А.Ю., Крученицкий Г.М., Потанин Ю.Н., Моисеев П.П., Баньщикова М.А., Методика диагностики распределений интенсивности авроральных эмиссий с орбит одновременно с измерениями характеристик плазмы и ее роль в исследованиях и контроле условий распространения сигналов навигационных систем в полярной ионосфере, 7-я конф. Актуальные проблемы создания космических систем дистанционного зондирования Земли, май 2019, АО Корпорации ВНИИЭМ.
130. Лодкина И.Г., Ермолаев Ю.И., Каталог крупномасштабных явлений солнечного ветра. Анализ поведения параметров солнечного ветра в 21-24 солнечных циклах для различных типов солнечного ветра, 14-ая конференция "Физика плазмы в солнечной системе", 11 - 15 февраля 2019 г. ИКИ РАН, Москва, Сборник тезисов, С.105 (стендовый доклад).
131. Лукин А.С., Артемьев А.В., Петрукович А.А., Юшков Е.В. “Кинетическая структура ночной магнитопаузы земли” (Устный). Четырнадцатая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", ИКИ РАН, Москва, Россия, 11-15 февраля 2019. [https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book\\_1102.pdf](https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book_1102.pdf)
132. Лукьянова Р.Ю. «Экстремальные продольные токи во время магнитной бури сентября 2017 г.» 14-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе" 11-15 февраля 2019 г., Москва, ИКИ РАН
133. Лукин А.С., Артемьев А.В., Панов Е.В., Петрукович А.А., Юшков Е.В. “Структура ночной магнитопаузы Земли” (Устный). Международная Байкальская молодежная научная школа по фундаментальной физике "ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КОСМОСЕ И ОКОЛОЗЕМНОЙ СРЕДЕ", XVI Конференция молодых ученых,

"Взаимодействие полей и излучения с веществом" Иркутск, 16-21 сентября 2019 г.  
<http://bsfp.iszf.irk.ru/sites/default/files/school/2019/materials/175-177.pdf>

134. Лукьянова Р.Ю., Фролов В. Л. «Генерация электрического тока в ионосфере при модификации её F2-области мощными КВ радиоволнами». XXVI Всероссийская открытая научной конференция «Распространение радиоволн» (РРВ-26) 1-6 июля 2019 г., КФУ, Казань
135. Лукьянова Р.Ю., Фролов В.Л., Рябов А.О. «Генерация электрического тока и плазменных возмущений в F2-области среднеширотной ионосферы при модификации её мощными КВ-радиоволнами» 14-ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе" 11-15 февраля 2019 г., Москва, ИКИ РАН
136. Малыхин А.Ю., Григоренко Е.Е., Кронберг Е.А., Дали П., Ускорение ионов разных масс ( $H^+$ ,  $He^+$ ,  $O^+$ ) во время диполизаций в ближнем геомагнитном хвосте по наблюдениям Cluster/RAPID, Физика Плазмы в Солнечной Системе 11-15 февраля 2019, ИКИ РАН, г Москва, Россия, [https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book\\_1102.pdf](https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book_1102.pdf)
137. Малыхин А.Ю., Григоренко Е.Е., Кронберг Е.А., Дали П., Вариации давления ионных компонент плазменного слоя во время диполизаций в ближнем хвосте магнитосферы Земли, Международной Байкальской молодежной научной школы по фундаментальной физике (БШФФ–2019) «Физические процессы в космосе и околоземной среде». XVI Конференции молодых ученых «Взаимодействие полей и излучения с веществом», 16-21 сентября 2019 г., Иркутск, Россия, [http://bsfp.iszf.irk.ru/sites/default/files/school/2019/programm/program\\_2019\\_oral.pdf](http://bsfp.iszf.irk.ru/sites/default/files/school/2019/programm/program_2019_oral.pdf)
138. Малыхин А.Ю., Григоренко Е.Е., Кронберг Е.А., Дали П., Исследование ускорения ионов разных масс ( $H^+$ ,  $He^+$ ,  $O^+$ ) во время диполизаций в ближнем геомагнитном хвосте, XVI Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования" 15-17 апреля 2019 г., ИКИ РАН, г Москва, Россия, [https://kmu.cosmos.ru/docs/2019/Tezisy\\_KMU\\_2019\\_2.pdf](https://kmu.cosmos.ru/docs/2019/Tezisy_KMU_2019_2.pdf)
139. Мингалев О.В., И.В. Мингалев, Х.В. Малова, А.М. Мерзлый, В.С. Мингалев, О.В. Хабарова, Корректное кинетическое и газодинамическое описание замагниченной бесстолкновительной плазмы с учетом продольного силового равновесия электронов и исправление ошибки в системе уравнений Чу-Гольдбергера-Лоу, Сб. тезисов 14-ой Конфер. «ФИЗИКА ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ», 11-15 февраля 2019, Москва, ИКИ РАН, с. 203
140. Нагорский П.М., Зенченко Т.А., Яковлева В.С., Дюкарев Е.А., Пустовалов К.Н., Смирнов С.В., Яковлев Г.А. Геофизические поля в антропогенных геосферах, Материалы II Международной научно-практической Конференции посвященной А.Л.Чижевскому, 20-21 ноября 2019 г. Калуга, Стр. 103-105 <http://conf-ch.gmik.ru>
141. Нечаева А.Б., Зимовец И.В., Накаряков В.М., Goddard C.R. Статистическое исследование затухающих осцилляций корональных петель по данным AIA/SDO за 24 солнечный цикл. (Стендовый доклад) 14ая ежегодная конференция “Физика плазмы в солнечной системе”, 11-15 февраля 2019, ИКИ РАН, Москва, Россия. <https://plasma2019.cosmos.ru/>
142. Нечаева А.Б., Зимовец И.В., Накаряков В.М., Goddard C. Статистическое исследование затухающих осцилляций корональных петель по данным AIA/SDO за 24 солнечный цикл. (Устный доклад) XVI Конференция молодых ученых

“Фундаментальные и прикладные космические исследования”, 15-17 апреля 2019, ИКИ РАН, Москва, Россия. <https://kmu.cosmos.ru/about>

143. Нечаева А.Б., Зимовец И.В., Накаряков В.М., Goddard С. Исследование корреляции между параметрами осциллирующих корональных петель и характеристиками солнечной активности за 24-ый цикл. (Устный доклад) XXIII всероссийская ежегодная конференция “Солнечная и солнечно-земная физика - 2019”, 7-11 октября 2019, ГАО РАН, Санкт-Петербург, Россия. <http://www.gaoran.ru/russian/solphys/2019/>
144. Ожередов В.А. Оптимальные стратегии управления рисками в замкнутых бизнес процессах. Всероссийская научная конференция «Информационные технологии современного этапа развития цифрового общества, 12 ноября 2019года, Институт информационных технологий, Университета «Синергия»
145. Ожередов В.А., Бреус Т.К. Связь интеллектуальной возбудимости пользователей сети Интернет с повышением солнечной активности, II Международная научно-практическая конференция, посвященная сохранению творческого наследия и развитию идей А.Л.Чижевского, Калуга 20-21 ноября 2019г <http://conf-ch.gmik.ru>. Стр.85-87
146. Панченко В.А., Степанов А.Е., Халипов В.Л. Наблюдение поляризационного джета на ионосферных станциях Якутск (L=3.4) и Москва (L=3). В сб. «Physics of Auroral Phenomena», 42-й Ежегодный семинар, 11-15 марта 2019 г., Апатиты. Абстракты. с.19. 2019.
147. Пархоменко Е.И., Малова Х.В., Попов В.Ю., Панасюк М. И., Власова Н.А., Калегаяев В.В., Зеленый Л.М., Моделирование взаимодействия ионов кислорода  $o^+ - o^{+8}$  с диполизационными фронтами в сопровождении турбулентности как механизма пополнения радиационных поясов магнитосферы земли, Сб. тезисов 14-ой Конфер. «ФИЗИКА ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ», 11-15 февраля 2019, Москва, ИКИ РАН, с.162
148. Пархоменко Е.И., Попов В.Ю., Малова Х.В., Зеленый Л.М., 2019, Моделирование магнитных диполизаций в хвосте магнитосферы Земли как факторов ускорения и переноса плазмы. в сборнике Научная конференция "Ломоносовские чтения". Секция физики. 15-25 апреля 2019. Сборник тезисов докладов, место издания М., Физический факультет МГУ, тезисы, с. 121-123
149. Пархомов В.А., Яхнин А.Г., Довбня Б.В., Бородкова Н.Л., Хомутов С.Ю., Т. Райта, Рахматулин Р.А., Чиликин В.Э., Предвестник внезапных начал геомагнитных бурь в частотном диапазоне геомагнитных пульсаций 0.2-11 ГЦ, , 14-ая конференция "Физика плазмы в солнечной системе", 11 - 15 февраля 2019 г. ИКИ РАН, Москва, Сборник тезисов, С.192 (стендовый доклад).
150. А.А.Петрукович, М.О.Рязанцева, Х.В.Малова (ИКИ РАН, Москва), Современный взгляд на солнечный ветер, от микро- до макро-масштабов, «ЗЕМЛЯ В ОБЪЯТИЯХ СОЛНЦА: ГЕЛИОФИЗИКА и КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА», Научная сессия Отделения физических наук РАН , 5 июня 2019
151. Петрукович А. А. (ИКИ) Проблематика оперативного прогноза по солнечному ветру, 5-й расширенный семинар «Астрофизика космических лучей и физика космоса» «Прогноз космической погоды: необходимость и возможности». 10 сентября 2019 МГУ

152. А.А.Петрукович, М.О. Рязанцева, (со-доклад)О результатах, полученных с помощью КА «Спектр-Р» в части эксперимента «Плазма-Ф», Совет РАН по космосу, 2 апреля 2019 г
153. А.А.Петрукович, О перспективных задачах и фундаментальных основах спутникового мониторинга космической погоды, Совет РАН по космосу, 29 мая 2019
154. А.А.Петрукович (со-доклад о космическом мониторинге космической погоды) О роли российской науки в изучении и парировании космических угроз, Президиум РАН, 15 января 2019
155. Попов В.Ю., Домрин В.И., Малова Х.В., Григоренко Е.Е. , 2019, Моделирование влияния ионов кислорода на структуру токовых слоев в космической плазме «Ломоносовские чтения - 2019». Секция «Физика», Москва, МГУ, Россия, 15-25 апреля 2019 , Сборник тезисов докладов, место издания М., Физический факультет МГУ,, тезисы, с. 124-126
156. Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В., Зенченко Т.А. Дёмин Д.Б. Особенности синхронизации показателей variability сердечного ритма и локальных вариаций компонент геомагнитного поля у лиц с различным уровнем артериального давления. Сборник научных трудов VI съезда биофизиков России (16-21.09. 2019, г. Сочи) в 2-х томах, Краснодар: Полиграфическое объединение «Плехановец» 2019, Том 2. Стр 364
157. Прохоренко С.А., Д.Р. Шкляр. Двумерная динамика проникновения поперечных электромагнитных волн из околоземной плазмы на поверхность Земли. 62 Научная конференция МФТИ. Москва, 18-23 ноября 2019 г
158. Рахманова Л.С., Рязанцева М.О. , Застенкер Г.Н., Я. Шафранкова, З. Немечек, Л. Прех, Влияние характеристик турбулентности плазмы солнечного ветра на свойства турбулентного каскада в магнитослое, , 14-ая конференция "Физика плазмы в солнечной системе", 11 - 15 февраля 2019 г. ИКИ РАН, Москва, Сборник тезисов, С.94. ( устный доклад)
159. Рязанцева М.О., Рахманова Л.С., Будаев В.П., Ермолаев Ю.И., Лодкина И.Г., Застенкер Г.Н., Чесалин Л.С., Шафранкова Я., Немечек З., Прех Л., Мелкомасштабные флуктуации потока ионов в быстрых потоках плазмы ассоциированных с различными крупномасштабными структурами солнечного ветра, 14-ая конференция "Физика плазмы в солнечной системе", 11 - 15 февраля 2019 г. ИКИ РАН, Москва, Сборник тезисов, С.95. (устный доклад)
160. Сапунова О. В., Бородкова Н. Л., Застенкер Г. Н., Исследование тонкой структуры фронтов межпланетных ударных волн, 14-ая конференция "Физика плазмы в солнечной системе", 11 - 15 февраля 2019 г. ИКИ РАН, Москва, Сборник тезисов, С.96. (РФФИ № 16-02-00669 А и № 16-02-00125 А.) (устный доклад).
161. Смирнова Н.Ф., Станев Г. Оценка концентрации электронов при разных потенциалах спутника Интербол-2 на основе определения фотоэмиссии. в сб. Четырнадцатая ежегодная конференция Физика плазмы в солнечной системе, 11-15 февраля 2019 г., М., ИКИ РАН, с. 194, 2019.
162. Сотников Н.В., Е.Е. Антонова, М.О. Рязанцева, И.Л. Овчинников, И.А. Рубинштейн, В.О. Барина, С.К. Мить, Вариации спектров релятивистских электронов во время магнитной бури 19-22 декабря 2015 г., Четырнадцатая ежегодная

- конференция "Физика плазмы в солнечной системе" 11-15 февраля 2018 г., ИКИ РАН. Тезисы докладов. С. 196.
163. А.Б. Струминский, Две фазы солнечных вспышек: ускоренные электроны и протоны, 14ая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", 11-15 февраля 2019, ИКИ РАН, Москва, Россия. <https://plasma2019.cosmos.ru/>
164. А. Струминский, Два типа длительных вспышек - солнечные протоны и релятивистские электроны, XXIII Всероссийская ежегодная конференция «Солнечная и солнечно-земная физика-2019», 7-11 октября 2019, ГАО РАН, Санкт-Петербург, Россия. <http://www.gaoran.ru/russian/solphys/2019/>
165. Струминский А.Б., Григорьева И.Ю., Логачев Ю.И. и Садовский А.М. Две фазы солнечных вспышек и стохастический механизм ускорения электронов и протонов, Всероссийская конференция «Физика Солнца - 2019», 2-8 июня 2019, КрАО РАН, пос. Научный, Крым, Россия. <http://sun.crao.ru/konferentsii/fizika-solntsa-2019>
166. Титова Е.Е., А.Г. Демехов, А.А. Любич, Ю. Маннинен, А.Г. Яхнин, Т.А. Яхнина. Характеристики циклотронного взаимодействия во время поджатий магнитосферы по данным спутников Van Allen Probes. 14-я Ежегодная конференция «Физика плазмы в Солнечной системе». Москва, 11-15 февраля 2019
167. Хабарова О.В. , О.Е. Маландраки, Х.В. Малова, Р.А. Кислов, В.Н. Обридко, В.Д. Кузнецов, Л.М. Зелёный, Конические токовые слои внутри полярных корональных дыр - основные характеристики в атмосфере солнца и в гелиосфере, Сб. тезисов 14-ой Конфер. «ФИЗИКА ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ», 11-15 февраля 2019, Москва, ИКИ РАН, С. 78
168. Халипов В.Л., Афонин В.В., Лукьянова Р.Ю., Иевенко И.Б., Степанов А.Е., Панченко В.А. Среднеширотные и субавроральные красные дуги. в сб. Четырнадцатая ежегодная конференция Физика плазмы в солнечной системе, 11-15 февраля 2019 г., М., ИКИ РАН, с. 171, 2019.
169. Халипов В.Л., Степанов А.Е., Кобякова С.Е. Измерения дрейфов ионосферной плазмы в области поляризационного джета. в сб. Четырнадцатая ежегодная конференция Физика плазмы в солнечной системе, 11-15 февраля 2019 г., М., ИКИ РАН, с. 148, 2019.
170. Хорсева Н.И. Аль-Курди О.Р., Григорьев П.Е., Марахова В.А. ."Латеральные профили" простой слухо-моторной реакции и режим пользования мобильным телефоном Международный междисциплинарный конгресс «Нейронаука для медицины и психологии». 30 мая - 10 июня 2019, Труды Конгресса / Под ред. Е.В. Лосевой, А.В. Крючковой, Н.А. Логиновой. – Москва: МАКС Пресс, 2019. DOI:10.29003/m286.sudak.ns2019-15 e-ISBN 978-5-317-06140-1 print-ISBN 978-5-317-06141- с 442-443
171. Хорсева Н.И. , Григорьев П.Е. Компьютерная программа «локальный универсальный мониторинг» (LUM): возможности для исследования воздействия факторов внешней среды на центральную нервную систему человека VI Съезд биофизиков России, Сочи, с 16 по 21 сентября 2019 г. Сборник научных трудов VI съезда биофизиков России: в 2 томах, том 2 – Краснодар: Полиграфическое объединение «Плехановец», 2019, с 84-85; DOI: 10.31429/SbR6.2019.001 ISBN 978-5-8209-1644-1 VI



172. Хорсева Н.И., Григорьев Ю.Г., Григорьев П.Е. Природные и техногенные низкоинтенсивные электромагнитные поля: оценка воздействия на организм человека и животных (основные исследования, обзоры литературы). Материалы Международной научной конференции «Радиобиология: современные проблемы» 26-27 сентября, 2019 г., Гомель, Беларусь с. 182-185 Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации» Свид. О огс. Рег № 1/138 от 08 01 2014. Просп. Октября, 50, 246029 Гомель ISBN 978-985-540-514-7
173. Хорсева Н.И., Григорьев Ю.Г., Григорьев П.Е. Оценка опасности ЭМП мобильных телефонов для детей и подростков. итоги единственного в мире 14 – летнего психофизиологического исследования Актуальные проблемы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений Всероссийская конференция 12-13 ноября 2019 года (ПЛЕНАРНЫЙ доклад) Сборник докладов. Москва, 2019 с 22-25
174. Хорсева Н.И., Григорьев Ю.Г., Григорьев П.Е. Природные и техногенные низкоинтенсивные электромагнитные поля: оценка воздействия на организм человека и животных (основные исследования, обзоры литературы). Международная научная конференция «Радиобиология: современные проблемы» 26-27 сентября, Гомель, Беларусь
175. Хорсева Н.И., Григорьев П.Е., Скиданова А.А., Марахова В.А. Вопросы обработки рядов данных лонгитюдных исследований. Нейронаука для медицины и психологии: XV Международный междисциплинарный конгресс. Судак, Крым, Россия; 30 мая – 10 июня 2019 г.: Труды Конгресса / Под ред. Е.В. Лосевой, А.В. Крючковой, Н.А. Логиновой. – Москва: МАКС Пресс, 2019. DOI:10.29003/m286.sudak.ns2019-15 e-ISBN 978-5-317-06140-1 print-ISBN 978-5-317-06141- с 441-442
176. Царева О.О., Попова Е.П., Попов В.Ю., Малова Х.В., Зеленый Л.М., 2019, Оценка радиационной обстановки спутника Юпитера Европы в сборнике Научная конференция "Ломоносовские чтения". Секция физики. 15-25 апреля 2019. Сборник тезисов докладов, место издания М., Физический факультет МГУ, тезисы, с. 180-184
177. Царева О.О., Попов В.Ю., Малова Х.В., Зеленый Л.М., Радиационная обстановка Европы, Сб. тезисов 14-ой Конфер. «ФИЗИКА ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ», 11-15 февраля 2019, Москва, ИКИ РАН, с.161
178. Шарыкин И.Н., Зимовец И.В., Анфиногентов С.А., Мышьяков И.И. Исследование вариаций магнитного поля и электрического тока вблизи нейтральной линии во время солнечной вспышки по 135-секундным векторным магнитограммам НМІ. (Устный доклад) 14ая ежегодная конференция “Физика плазмы в солнечной системе”, 11-15 февраля 2019, ИКИ РАН, Москва, Россия. <https://plasma2019.cosmos.ru/>
179. Шарыкин И.Н., Зимовец И.В. Быстрая перестройка магнитного поля вблизи нейтральной линии во время солнечной вспышки. (Стендовый доклад) 14ая ежегодная конференция “Физика плазмы в солнечной системе”, 11-15 февраля 2019, ИКИ РАН, Москва, Россия. <https://plasma2019.cosmos.ru/>
180. Шарыкин И.Н., Косовичев А.Г. Каталог гелиосейсмически-активных солнечных вспышек 24 цикла. (Стендовый доклад) 14ая ежегодная конференция “Физика плазмы в солнечной системе”, 11-15 февраля 2019, ИКИ РАН, Москва, Россия. <https://plasma2019.cosmos.ru/>

181. Шарыкин И.Н., Косовичев А.Г. Статистическое исследование гелиосейсмически активных солнечных вспышек. (Стендовый доклад) XXIII Всероссийская ежегодная конференция «Солнечная и солнечно-земная физика-2019», 7-11 октября 2019, ГАО РАН, Санкт-Петербург, Россия. <http://www.gaoran.ru/russian/solphys/2019/>
182. Шарыкин И.Н., Косовичев А.Г. Каталог гелиосейсмически активных солнечных вспышек 24-го цикла солнечной активности. (Устный доклад) Всероссийская конференция «Физика Солнца - 2019», 2-8 июня 2019, КрАО РАН, пос. Научный, Крым, Россия. <http://sun.crao.ru/konferentsii/fizika-solntsa-2019>
183. Шевелёв М.М., Буринская Т.М. Влияние длинноволновых возмущений магнитного поля на генерацию аврорального километрового излучения, 14я ежегодная конференция «Физика плазмы в Солнечной системе», 2019, с. 208 [https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book\\_1102.pdf](https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book_1102.pdf)
184. Шкляр Д.Р., Е.Е. Титова. Оценка инкремента свистовых волн в экваториальной области магнитосферы по измерениям потоков энергичных электронов на спутнике Van Allen Probe. 14-я Ежегодная конференция «Физика плазмы в Солнечной системе». Москва, 11-15 февраля 2019
185. Шувалов С.Д., Ермаков В.Н., Вайсберг О.Л., Ким К.И., Характеристики распространения аномалий горячего потока у Марса, устный доклад 2019 г. Москва, XVI конференция молодых ученых "фундаментальные и прикладные космические исследования", секция «Физика Солнечной Системы»
186. Шустов П.И., Артемьев А.В., Васько И.Ю., Петрукович А.А., Юшков Е.В., "Формирование энергетических спектров электронов в хвосте магнитосферы: конвективный нагрев и потери", Международная Байкальская молодежная научная школа по фундаментальной физике (БШФФ-2019) "Физические процессы в космосе и околоземной среде", Иркутск, ИСЗФ СО РАН, Россия, 16-20 сентября 2019, (стр. 234–237) <http://bsfp.iszf.irk.ru/sites/default/files/school/2019/materials/234-237.pdf>
187. Шустов П.И., Артемьев А.В., Васько И.Ю., Петрукович А.А., Юшков Е.В., "Формирование энергетических спектров электронов в хвосте магнитосферы", Четырнадцатая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе", ИКИ РАН, Россия, 11-15 февраля 2019, стр. 197, [https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book\\_1102.pdf](https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book_1102.pdf)
188. Юшков Е.В., А.В. Артемьев, А.А. Петрукович, "Мгд-модель токового слоя магнитопаузы с наклонным к полю потоком плазмы солнечного ветра", Физика плазмы в солнечной системе, ИКИ РАН, Москва, Россия, 11-15 февраля 2019, стр. 221 [https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book\\_1102.pdf](https://plasma2019.cosmos.ru/docs/plasma2019-abstract-book_1102.pdf)