

Отчет о собрании Секции геомагнетизма и аэрномии Национального геофизического комитета РАН 22 ноября 2012 г.

22 ноября 2012 в Национальном геофизическом комитете состоялось заседание бюро и членов Секции, на котором обсуждались предварительные итоги 2012 г. и планы на 2013 г. Председатель Секции В.Д. Кузнецов информировал о наиболее важных достижениях и перспективах, в том числе о возможности создания новой обсерватории Московского региона на новом месте вдали от источников электромагнитных помех.

Проведена Научная конференция «Базы данных, инструменты и информационные основы полярных геофизических исследований» (ПОЛАР-2012) (

<http://www.izmiran.ru/POLAR2012/>), организаторами которой выступили:

- ИЗМИРАН – Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова РАН
- ААНИИ – Арктический и Антарктический НИИ Росгидромета
- ИПГ – Институт прикладной геофизики им. академика Е.К.Федорова Росгидромета
- ГЦ РАН - Геофизический центр РАН

Подготовлена заявка на проведение Международной научно-практической конференции "Полярная геофизика Ямала: наблюдения, базы данных и информационные системы в практике освоения месторождений нефти и газа" – ПОЛАР-2013 (г. Надым, ЯНАО, 14 – 19 октября 2013 года) (см. Приложение).

Подготовлен доклад: В.Д. Кузнецов. "Прямые и косвенные угрозы космической погоды" Общественная палата РФ. 30 ноября 2012 г., слушания Комиссии Общественной палаты Российской Федерации по науке и инновациям совместно с «Российской ассоциацией содействия науке» по вопросу «Научные и инновационные подходы к решению проблемы предупреждения аварийных ситуаций на объектах ответственного назначения».

Члены секции принимали участие и представляли доклады на международных и Всероссийских научных конференциях:

Доклады на зарубежных конференциях

Starchenko S.V. Conductivity independent scaling laws for convection and magnetism in fast rotating planets (keynote talk). European Planetary Science Congress 2012, Madrid, Spain, 2 pages.

<http://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC2012/EPSC2012-154.pdf>

Starchenko S.V., Kotelnikova M.S. Almost adiabatic convection in liquid cores of terrestrial planets with small inner cores. European Planetary Science Congress 2012, Madrid, Spain, 2 pages.

<http://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC2012/EPSC2012-160.pdf>

Pushkarev Y.D., Starchenko S.V. Disintegration of the solid protocores of the terrestrial planets as a reason of magnetic field generation. European Planetary Science Congress 2012, Madrid, Spain, 2 pages. <http://meetingorganizer.copernicus.org/EPSC2012/EPSC2012-222.pdf>

Zvereva T. Motion of North and South magnetic poles in 2001-2009. European Geosciences Union General Assembly 2012, Vienna, Austria, 22-27 April 2012.

Sidorova, Filippov L.N., He⁺ Density Depletions as Indicator of the Topside Ionosphere Plasma Bubbles // **ISEA 13**, Paracas, Peru, 12–17 March 2012, Abstract, 2012-03-13-9:30

Sidorova L.N., Filippov S.V., Topside Ionosphere Plasma bubbles seen as He⁺ Density Depletions: Estimations and Comparisons// **EGU2012**, Wien, Austria, 22-27 April 2012, **poster**.

Sidorova, Filippov L.N., He⁺ Density Depletions as Indicator of the Topside Ionosphere Plasma Bubbles // **ISEA 13**, Paracas, Peru, 12–17 March 2012, Abstract, 2012-03-13-9:30, **oral**.

Sidorova L.N., Filippov S.V., Topside Ionosphere Plasma bubbles seen as He⁺ Density Depletions: Estimations and Comparisons// **EGU2012**, Wien, Austria, 22-27 April 2012.

Pueth C., A. Kuvshinov, 3-D mapping of mantle conductivity from space based on inversion of time spectra of induced coefficients, 21st EM Induction Workshop, Darwin, Australia, July 2012.

Koch S., A. Kuvshinov, Global 3-D EM inversion of ground observatory geomagnetic Sq data based on simultaneous source and conductivity determination. A concept and its validation, 21st EM Induction Workshop, Darwin, Australia, July 2012.

Samrock F., J. Bakker, S. Fisseha, A. Jackson, A. Kuvshinov, Magnetotelluric exploration of the geothermal system at Aluto volcano, Ethiopia, 21st EM Induction Workshop, Darwin, Australia, July 2012.

Bakker J., A. Kuvshinov, Towards a new 3-D magnetotellurics inverse solver, 21st EM Induction Workshop, Darwin, Australia, July 2012.

Кириakov В.Х., Любимов В.В. Цифровой малогабаритный микропотребляющий магнитометр для различного применения // *Aktualni vymozenosti vedy – 2012 / Materialy VIII Mezinarodni vedecko-prakticka konference 27 cervna-05 cervencu 2012/Fyzika. Dil 20, Praha, 2012.S.12-19.*

IGA workshop on geomagnetic observatory instruments, data acquisition and processing, Cadiz, Spain, June, 2012. Участники – 1 человек.

EM induction workshop (IGA), Darwin, Australia, July 2012. Участники – 1 человек.

Kuvshinov A., Y. Xu, H. Utada, N. Tada, Sea bottom EM field of tidal origin as a data source to probe upper mantle conductivity. Model studies and comparison with observations, 21st EM Induction Workshop, Darwin, Australia, July 2012.

Weiss C., A. Kelbert, A. Kuvshinov, J. Velinsky, J. Ribaudo, P. Tarits, Z. Marinac, T. Koyama, C. Constable, M. Uyeshima, J. Sun, Project GEMINI: The Global ElectroMagnetic INtercomparison Investigation, 21st EM Induction Workshop, Darwin, Australia, July 2012.

Samrock F., A. Kuvshinov, Tippers at coastal and island geomagnetic observatories. A useful tool to probe electrical conductivity of the Earth's crust, XVth IGA workshop on geomagnetic observatory instruments, data acquisition and processing, Cadiz, Spain, June 2012.

Velinsky J., A. Muslim, A. Jackson, A. Kuvshinov, F. Samrock, K. Arora, K.C.S. Rao, L. Pedersen, C. Finlay, J. Riddick, Geomagnetic observatory GAN, XVth IGA workshop on geomagnetic observatory instruments, data acquisition and processing, Cadiz, Spain, June 2012.

Доклады на российских конференциях

Старченко С.В. Коррекция основ магнитогидродинамики и теория динамо. Российская конференция по магнитной гидродинамике, 18-22 июня, Пермь, Россия, Тезисы докладов, С.95.

В.Д.Кузнецов Солнечные источники космической погоды «Влияние космической погоды на человека в Космосе и на Земле» Москва, ИКИ РАН, 4-8 июня 2012г

Левитин А.Е., Громова Л.И., Громов С.В., Дремухина Л.А., Новое количественное описание локальной геомагнитной активности по данным обсерваторских магнитных измерений на примере обсерватории ИЗМИРАН (обсерватория "Москва") Физика плазмы в солнечной системе, 6 - 10 февраля 2012, ИКИ РАН

5th Annual Seminar 'PHYSICS OF AURORAL PHENOMENA', Apatity, 28 February – 2 March 2012

Левитин А.Е., Громова Л.И., Громов С.В., Дремухина Л.А., Геомагнитная активность в полярной шапке при значительной северной компоненте вертикальной компоненты ММП
N.A. Barhatov, E.A. Revunova, A. E. Levitin. Geomagnetic efficiency of Solar ejection depended on relative orientation of Sun and Rotation Earth axes

Problems of Geocosmos, 9-th International Conference

Levitin, A.E., Gromova, L.I., Gromov, S.V., and Dremukhina, L. A. Extremely quiet 2009 state of geomagnetic field as a reference level of the local geomagnetic disturbances

Levitin, A.E., Gromova, L.I., Gromov, S.V., and Dremukhina, L. A. Kp index and local high-latitude geomagnetic activity

Pushkarev Y.D., Starchenko S. V. Geomagnetic field generation as result of the protocore dissolution.

Zvereva T.I., Starchenko S. V. The reliability of geomagnetic dip poles in the modern, historical and ancient models. Abstracts of the 9th Intern. Conference ``Problems of Geocosmos'', St. Petersburg. 2012. P.84-85.

T.I. Zvereva, S.V. Starchenko. The reliability of geomagnetic dip poles in the modern, historical and ancient models.

2-я научная конференции ПОЛАР 2012, 22-26 мая 2012г. ИЗМИРАН

Старченко С.В. Законы масштабирования конвекции и магнетизма в недрах Земли и планет.

Starchenko S. V. Energetically determined geomagnetic intensities, scales and periods.

Старченко С.В., Иванов В.В. Генерация, диффузия и дрейф магнитного поля Земли с 1900 по 2010гг.

Т.И.Зверева. Динамика главного магнитного поля Земли с 2001 по 2009 годы по данным спутника CHAMP.

Левитин А.Е., Громова Л.И., Громов С.В., Дремухина Л.А., Метод количественной оценки локальной геомагнитной активности, основанный на отсчете часовых значений обсерваторских данных от их уровня в период геомагнитных спокойных дней 2009 года (по данным обсерватории Москва)

Петров В.Г., Кузнецов В.Д., Канониди К.Х Развитие сети магнитных наблюдений ИЗМИРАН и участие в проекте СуперМАГ

Кузнецова Т.В., Лаптухов А.И., Петров В.Г. Новый подход в прогнозе полярной и глобальной геомагнитной активности: теоретическое и экспериментальное обоснование

Петров В.Г., Амиантов Ю.А., Бурцев Ю.А. Магнитное поле Земли и проблемы его использования для навигации и ориентации

Х Всероссийская открытая конференция "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса" . Москва, ИКИ, 12 - 16 ноября 2012 г.

Ю.П.Цветков, О.М.Брехов, С.В.Филиппов, Н.М.Цветкова. Создание технологии томографии внутреннего строения Земли по данным съемки магнитных полей на спутниковых и подспутниковых высотах. Устный доклад. Тезисы опубликованы.

Зайцев А.Н., Амиантов А.С., Петров В.Г., Исследования динамики слоя D ионосферы методом сканирующего риометра.

Цветков Ю.П., Брехов О.М. Стратосферные аэростаты как альтернатива ИСЗ. Седьмой Международный Аэрокосмический Конгресс IAC'12. Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 26 - 31 Августа, 2012 г. Устный доклад. Тезисы опубликованы. Труды конференции готовятся.

Планы на 2013 год

1. Планируется принять участие с приглашенными, устными и стендовыми докладами в 12-ой Научной ассамблее МАГА в 2013 г. (26-31 августа, г. Мерида/Юкатан, Мексика). **Веселовский И.С. - конвинер объединенной сессии «От микро-масштабов до макро-масштабов в гелиосфере и магнитосферах».** **Антонова Е.Е. - соконвинер симпозиума 3.6. «Связанная система плазменного слоя и ионосферы.**
2. Планируется организовать секцию «Planetary magnetism» на The European Planetary Science Congress (EPSC2013, University College London, 8-13 Sept. 2013, <http://www.epsc2013.eu/>) и выступить с одним приглашенным и несколькими устными докладами.

3. Планируется принять участие с устным и стендовыми докладами в European Geosciences Union General Assembly 2013 (Vienna, Austria, 07 – 12 April 2013).
4. Планируется участвовать с одним-двумя устными докладами на 10th HSTAM 2013 International Congress on Mechanics 25-27 May 2013, Chania, Crete, Greece.
5. Планируется участвовать с одним-двумя устными докладами на ICFMHTT 2013: International Conference on Fluid Mechanics, Heat Transfer and Thermodynamics, Copenhagen, Denmark, June 13-14, 2013.
6. **The 6th MagNetE Workshop on European geomagnetic repeat station survey – июнь, 2013.**
7. **The 3rd Beijing Symposium on Earth and Planetary Interior, 27-30 June 2013.**
8. 21st ESA Symposium on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research, 9-13 June 2013.
9. 2013, May - 5th International Symposium on Three-Dimensional Electromagnetics, Sapporo, Japan, May 7-9, 2013.

Приложение 1

З А Я В К А

на проведение международной научно-практической конференции
"Полярная геофизика Ямала: наблюдения, базы данных и информационные системы в практике
освоения месторождений нефти и газа" – ПОЛАР-2013
(г. Надым, ЯНАО, 14 – 19 октября 2013 года)

Тематика конференции :

- прикладные аспекты исследований физики полярных суббурь и полярных сияний
- базы данных по геофизическим полигонам и обсерваториям, проект СуперМАГ
- системы сбора реального времени и формирование открытых баз данных
- краткосрочный прогноз состояния магнитного поля, полярных сияний и космической погоды на региональном уровне
- влияние космической погоды на технологические системы
- ресурсы Ямала и геофизические методы поиска и картирования
- методы электромагнитных зондирований
- высокоточная микрогальная гравиразведка
- точность навигационных определений при наличии магнитных возмущений
- наклонное бурение с учетом состояния магнитного поля Земли
- геофизические наблюдения как основа образовательных проектов
- геофизическая информация по Ямалу в публичном доступе в сети Интернет

Организаторы: (список уточняется)

- ИЗМИРАН – Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова РАН
- ГЦ РАН - Геофизический центр РАН
- ААНИИ – Арктический и Антарктический НИИ Росгидромета
- ИПГ – Институт прикладной геофизики им. академика Е.К.Федорова Росгидромета
- Департамент международных и региональных связей ЯНАО

Научный программный комитет (предварительный состав) :

Академик А.Д.Гвишиани, чл.-корр. А.А.Петрукович, чл.-корр. А.Н.Чилингаров, д.ф.-м.н. А.Н.Зайцев, д.ф.-м.н. В.Д.Кузнецов, к.ф.-м.н.В.Г.Петров, д.ф.-м.н. Ю.А.Копытенко, д.ф.-м.н. Ю.А.Зецер, д.ф.-м.н. В.Б.Лапшин, д.ф.-м.н. О.А.Трошичев, к.т.н А.К.Арабский, д.т.н. Ю.Г.Щорс, А.В.Мажаров, А.А.Денисюк

Участники: ведущие геофизические институты Академии наук, высшие учебные заведения, компании по добыче нефти и газа, управляющие и внедренческие организации в регионе Ямала.

Число участников – 150 человек (100 приезжих, 50 местных), из них – 25 иностранцев

Место и сроки проведения: г. Надым, ЯНАО, 14 – 19 октября 2013 года

На Ямале откроют новый центр РАН по изучению Арктики

ОАО «Газпром», Сибирское отделение РАН и правительство Ямало-Ненецкого автономного округа планирует создать на Ямале новый научный центр по изучению Арктики. Это будет 10-е территориальное отделение РАН.

Научный центр будет иметь четыре подразделения в соответствии с направлениями исследований: Салехард - социально-экономические проблемы, археология, этнология.

Комплексные экологические исследования, Надым - науки о Земле (применительно к исследованию, освоению и эксплуатации месторождений углеводородов), медицина, физиология, биология, остров Белый - комплексный мониторинг природной среды, мерзлотоведение, Новый Уренгой - нефтегазохимия, новые технологии переработки углеводородного сырья.

Сибирское отделение РАН (СО РАН) считает реальным заложить первые инвестиции в новый научный центр в бюджеты 2013-2014 годов. В ближайшее время будет сформирована трехсторонняя рабочая группа с участием ведущих специалистов СО РАН, ЯНАО и «Газпрома».

«Пора понять, что настоящий фасад России, ее главный вход расположен не на Западе, а на Севере, - считает академик Александр Асеев, председатель Сибирского Отделения РАН. - Здесь идёт реализация беспрецедентных проектов, и сырьевых, и технологических, и инфраструктурных». Это же определение (впервые прозвучавшее из уст адмирала С.О.Макарова) в обиходе и у ямальского губернатора Дмитрия Кобылкина: «Северный фасад России должен быть красивым, крепким, удобным для жизни и работы людей».

Один из главных вопросов, возникающих перед организаторами, - кадровый. Правительство ЯНАО уже сегодня пытается привлечь грантами и стипендиями молодых исследователей, в том числе и из-за рубежа. Но этого пока недостаточно, пишет www.regnum.ru.

Приложение 2

Статистическая справка к отчету

1. Участие в международных проектах и программах IUGG.

World Climate Research Programme,

International Lithosphere Program,

Global Geodetic Observing System

2. Участие членов секции в международных конференциях, организованных IUGG.

Члены секции и многие другие российские ученые принимали участие в десятках крупных международных конференций и симпозиумов, связанных с тематикой секции и Международной ассоциации по геомагнетизму и аэронауке. Однако следует отметить недостаточность финансирования на эти цели, что в целом ряде случаев привело к невозможности запланированного заранее участия известных российских ученых в этих мероприятиях по всем направлениям, перечисленным ниже.

Division I: Internal Magnetic Fields

Division II: Aeronomical Phenomena

Division III: Magnetospheric Phenomena

Division IV: Solar Wind and Interplanetary Field

Division V: Geomagnetic Observatories, Surveys, and Analyses

Interdivisional Commission on History

Interdivisional Commission on Developing Countries

International Service of Geomagnetic Indices

3. Число российских ученых, принимавших участие в конференциях и получивших поддержку в IUGG. Неизвестно

4. Членство российских ученых в выборных и рабочих органах IUGG (список членов).

А.Д. Гвишиани

5. Количество докладов, устных и стендовых, представленных на международных конференциях IUGG.

26

6. Мероприятия (международные проекты, программы, симпозиумы и т.д.), проводимые IUGG по тематике секции в 2013 г.

Указаны в Научном отчете

7. Публикации по международным проектам и программам IUGG.

Указаны в Научном отчете

8. Перспективные предложения (программы, конференции, симпозиумы, рабочие группы, совместные статьи и т.д.) для обсуждения на заседаниях ассоциаций IUGG.

Планируется разработать и представить во время 12 Научной Ассамблеи МАГА.

СЕКЦИЯ ГЕОМАГНЕТИЗМА И АЭРОНОМИИ

ОТЧЕТ О РАБОТЕ СЕКЦИИ И НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЯХ В РОССИИ
(2012 ГОД)

ИЗМИРАН

ПРОДОЛЖЕНО РАЗВИТИЕ НАЗЕМНОЙ СЕТИ РЕГИСТРАЦИИ ВАРИАЦИЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

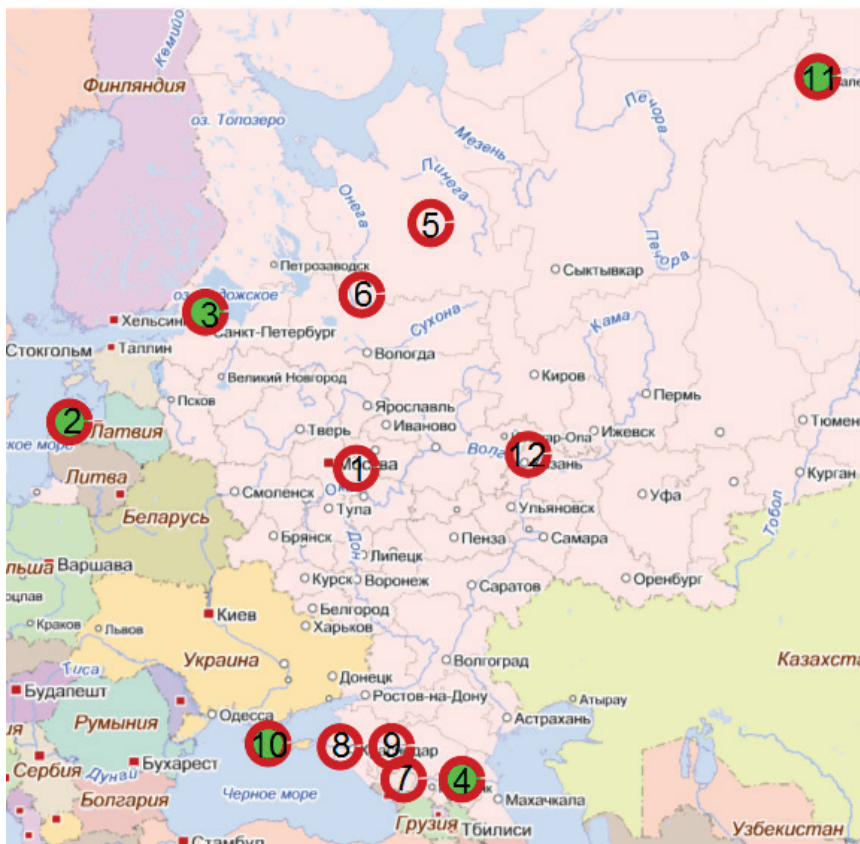


Схема размещения магнитовариационных станций. Зеленым выделены пункты, открытые в 2012 году.

http://serv.izmiran.ru/webff/magdb_izm.html

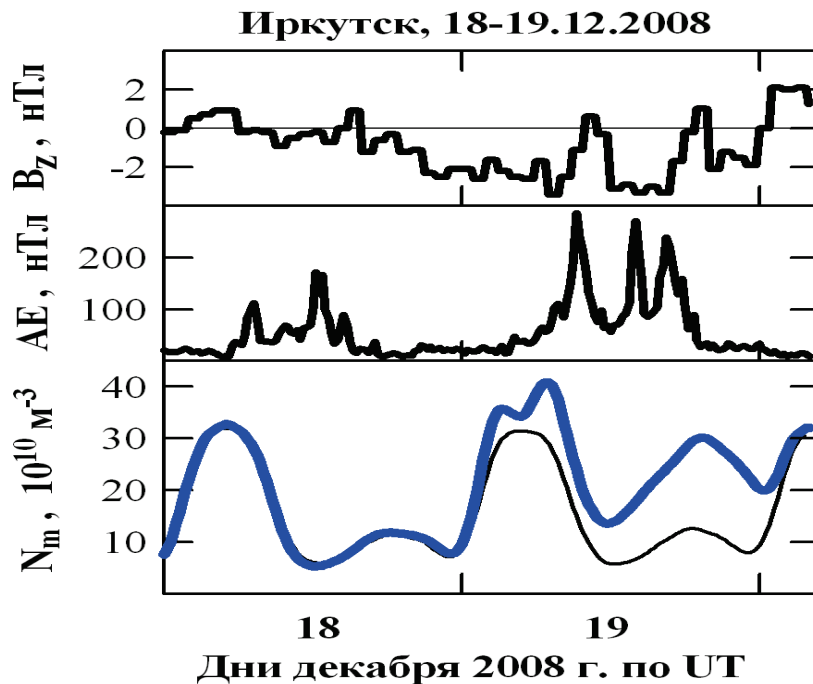
<http://forecast.izmiran.ru/links.html>

- ИЗМИРАН в сотрудничестве с рядом других организаций продолжил развитие наземной сети регистрации вариаций магнитного поля Земли. В 2012 г. были начаты наблюдения еще в 5 пунктах на территории России, а общее число пунктов наблюдения достигло 12.
- 1.Обсерватория Москва
- 2.Обсерватория Калининград.
- 3.Обсерватория Красное Озеро
- 4.Владикавказ.отд.ИЗМИРАН, г.Ардон
- 5.Научный стационар в Карпогорах.
- 6.Геобиосферный стационар «Ротковец».
- 7.Геофизическая лаборатория БНО.
- 8.Пункт наблюдений в Сочи
- 9.Геофизическая В.-Кубанская лабор..
- 10. Крым, ИГФ НАН Украины
- 11. Г. Салехард, ЯНАО
- 12. Обсерватория Казань

Глобальное электронное содержание в сферическом сегменте – характеристика ионосферы и плазмосферы

- Разработана методика и программное обеспечение для расчета глобального электронного содержания в 3-мерном сферическом сегменте в ионосфере и плазмосфере Земли на высотах от 80 км до 20200 км (орбита навигационных спутников системы GPS), по картам полного электронного содержания GPS-TEC. Изменения ГЭС во время типичных магнитно-ионосферных бурь показали, что содержание электронов в указанном сегменте увеличивается на 10-20% во время активной фазы магнитной бури (положительная фаза ионосферной бури) и отчетливо уменьшается во время восстановительной фазы магнитной бури (отрицательная фаза ионосферной бури). Исследования изменений ионосферной плазмы в магнитно-сопряженных точках свидетельствуют об изменении направления потока плазмы вдоль магнитной силовой линии на противоположное направление потока, отождествленное во время бурь космической погоды при прохождении солнечного терминатора вследствие нагрева ионосферной плазмы солнечным излучением.
-
- (Исполнители: Гуляева Т.Л. (**ИЗМИРАН**), Веселовский И.С. (**НИИЯФ МГУ**)).
-
- Публикации:
- 1. Gulyaeva T.L., Bilitza D., Towards ISO Standard Earth Ionosphere and Plasmasphere Model. In "New Developments in the Standard Model", edited by R.J. Larsen, pp. 1-39, NOVA, Hauppauge, New York, 2012
- (https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=35812)

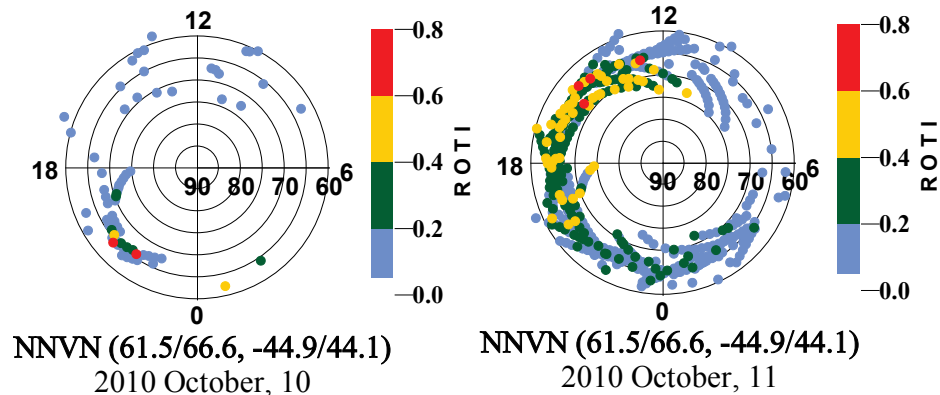
Экстремальное увеличение концентрации максимума F2-слоя



- На основе анализа данных ст. Иркутск установлено, что самое сильное (почти за всю историю работы этой станции) увеличение концентрации максимума F2-слоя N_m в ночные часы зимой наблюдалось не в период бури, а при низкой солнечной и геомагнитной активности, когда значение A_p -индекса не превышало 5 нТл и наблюдались только слабые суббури. Такое экстремальное увеличение N_m (до трех раз относительно фона), по-видимому, обусловлено наложением эффектов в ионосфере из-за планетарных волн и приливов в атмосфере на эффекты из-за изменения знака межпланетного магнитного поля.

M.G. Deminov, G.F. Deminova, G.A. Zhrebtsov, N.M. Polekh, Statistical properties of variability of the quiet ionosphere F2-layer maximum parameters over Irkutsk under low solar activity, J. Adv. Space Res. (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.asr.2012.09.037>

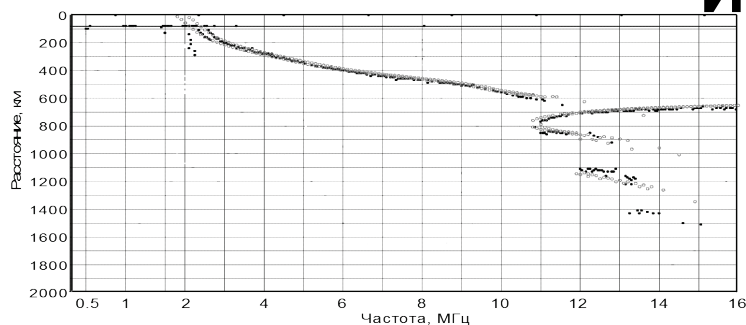
Флуктуации полного электронного содержания – индикатор состояния космической погоды



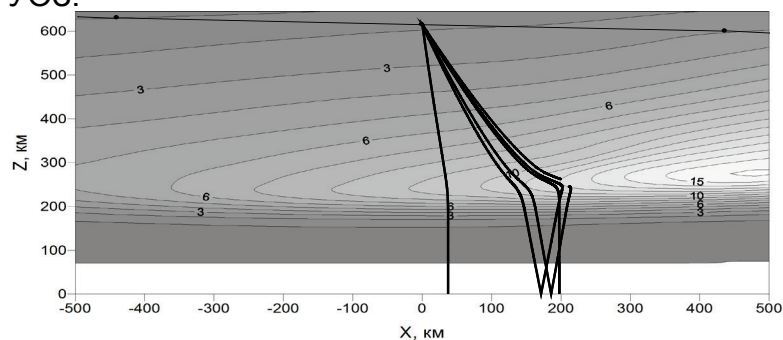
- Флуктуаций GPS/ГЛОНАСС сигналов, измеренные на высокоширотной станции при низкой (слева) и высокой (справа) геомагнитной активности
- European Geosciences Union General Assembly 2012, Vienna, April 2012. The response of GPS TEC to the sequence of September 2011 geomagnetic storms. I. Shagimuratov, A. Krankowski, Iu. Cherniak, I. Zakharenkova, G. Yakimova, L. Koltunen. Book of abstracts

- GPS наблюдения использованы для анализа проявления TEC флуктуаций в субавроральной и авроральной ионосфере. Получены новые данные о динамике проявления TEC флуктуаций во время магнитной бури. Во время геомагнитно возмущённых условий увеличивается как вероятность проявления флуктуаций, так и их интенсивность. Показано, что пространственно-временная структура проявления TEC флуктуаций тесно связана с динамикой аврорального овала. Полученные результаты свидетельствуют, что измерения флуктуаций GPS/ГЛОНАСС сигналов могут использоваться в качестве индикатора состояния космической погоды, при этом регулярный мониторинг состояния космической погоды может осуществляться по GPS/ГЛОНАСС наблюдениям по станциям, находящимся в высоких широтах.

Удаленные земные отражения на ионограммах ИСЗ “Интеркосмос-19”



Экваториальная ионограмма с многократными следами УОЗ.



Траектории лучей, образующих УОЗ на экваториальной ионограмме

Карпачев А.Т., Жбанков Г.А., Телегин В.А.
Волноводное распространение радиоволн в
экваториальной ионосфере по данным ИСЗ
Интеркосмос-19 // Геомагнетизм и аэрнономия
(сдано в печать)

- Рассмотрены сложные ионограммы со спутника “Интеркосмос-19” с сильно задержанными, иногда многократными земными отражениями (рис.1). Анализ показывает, что эти отражения, как правило, связаны с резкими горизонтальными градиентами ионосферной плазмы. Такие градиенты формируются на стенках провала ионизации, на пиках электронной концентрации, на внутреннем и особенно часто на внешнем склоне гребня экваториальной аномалии (ЭА). В одном случае удаленные отражения от Земли (УОЗ) образовались вблизи экватора, когда спутник в перигее оказался ниже максимума слоя F_2 . На основе траекторных расчетов показано, как формируются УОЗ. Для этого строилась модель ионосферы под спутником, рассчитывались лучевые траектории и формировались модельные ионограммы. Показано, что УОЗ образуются (многократными) переотражениями земного луча от нижней ионосферы (рис.2).

Роль возмущенного электрического динамо поля в изменениях параметров термосфера-ионосфера в период геомагнитной бури

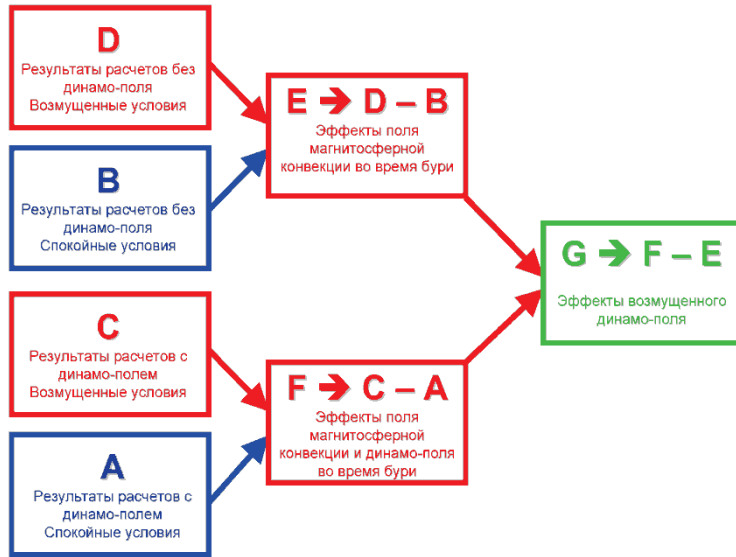
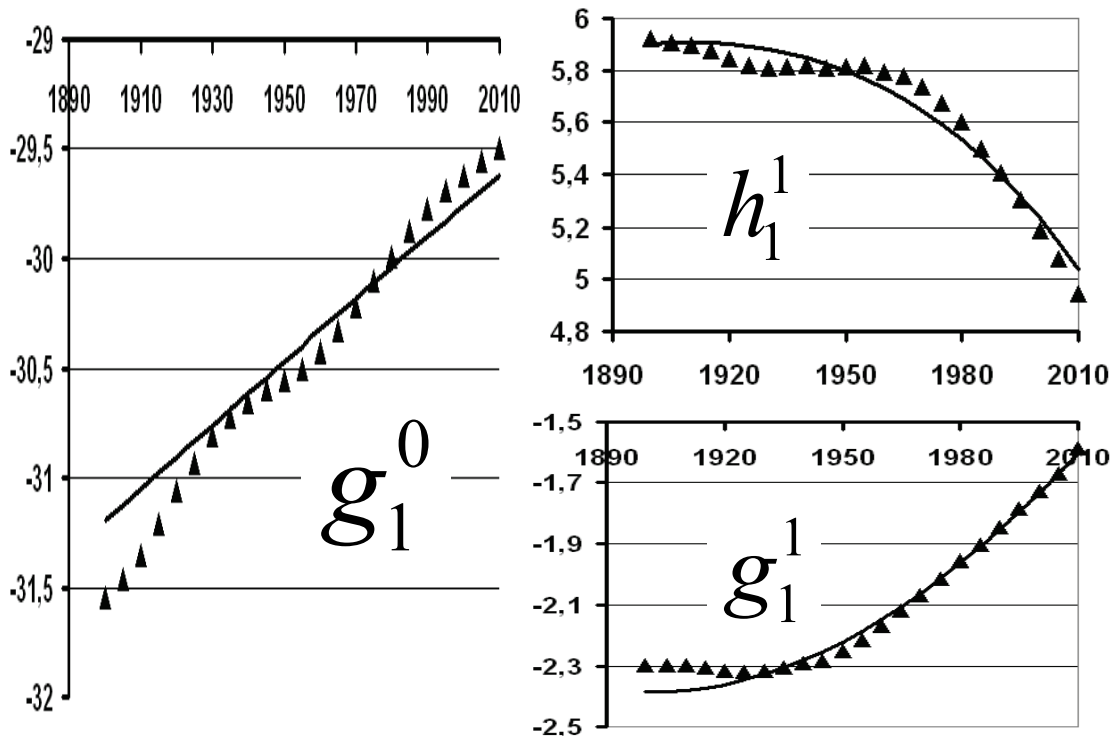


Схема расчета эффектов бури и возмущенного динамо поля

M.V. Klimenko, V.V. Klimenko, Disturbance dynamo, prompt penetration electric field and overshielding in the Earth's ionosphere during geomagnetic storm, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics 90–91, 146–155, 2012, doi:10.1016/j.jastp.2012.02.018

- Впервые выявлена роль возмущенного электрического динамо поля в изменениях параметров системы термосфера-ионосфера в период геомагнитной бури. Схема модельных расчетов, впервые была предложена и использована нами для определения возмущенного динамо поля и его термосферно-ионосферных эффектов.
- Исследования проводились с использованием Глобальной Самосогласованной Модели Термосфера, Ионосфера, Протоносфера (ГСМ ТИП) для условий геомагнитной бури 14–15 декабря 2006 года.
- Показано, что возмущенное динамо поле приводит к усилению экваториальной аномалии

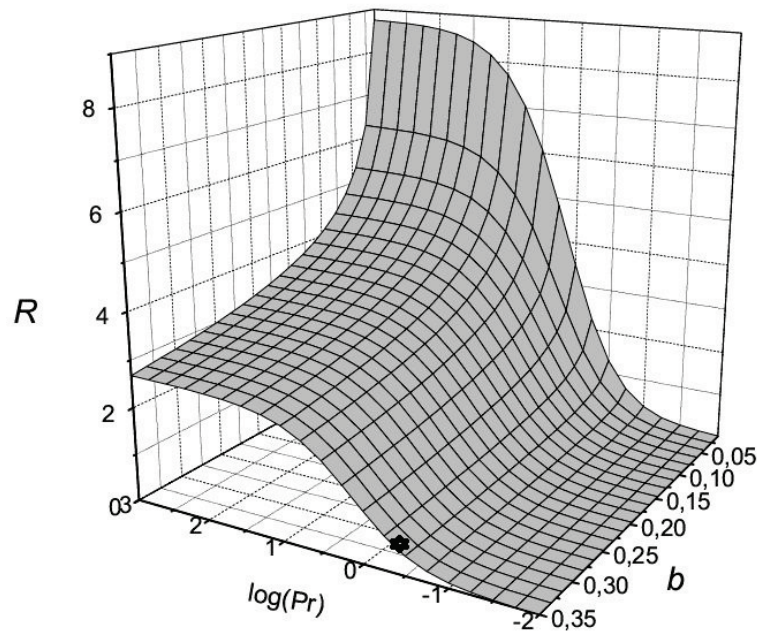
ПРОСТЕЙШИЕ ДИНАМО-ИСТОЧНИКИ ДИФфуЗИИ, ГЕНЕРАЦИИ И ДРЕЙФА IGRF ДИПОЛЯ В ЯДРЕ ЗЕМЛИ



Исходя из IGRF моделей геомагнитного поля, методом SOMPI выявлены простейшие экспоненциальные и гармонические зависимости, которые определяют МГД динамо-источники диполя в ядре, описывая диффузию, генерацию и дрейф компонент наблюдаемого геомагнитного диполя. На рисунке дипольные коэффициенты Гаусса (в мкТл) модели IGRF изображены треугольниками, которые аппроксимируют полученные SOMPI динамо-зависимости (непрерывные кривые).

- Старченко С.В., Иванов В.В. Природа диффузии, генерации и дрейфа геомагнитного диполя с 1900 по 2010гг. ДАН. Т.448. № 1. 2013. DOI: 10.7868/S0869565213010246
- ИЗМИРАН, ФГБОУ ВПО АЧГАА

КРИТИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КОНВЕКЦИИ В ЯДРАХ ПЛАНЕТ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ

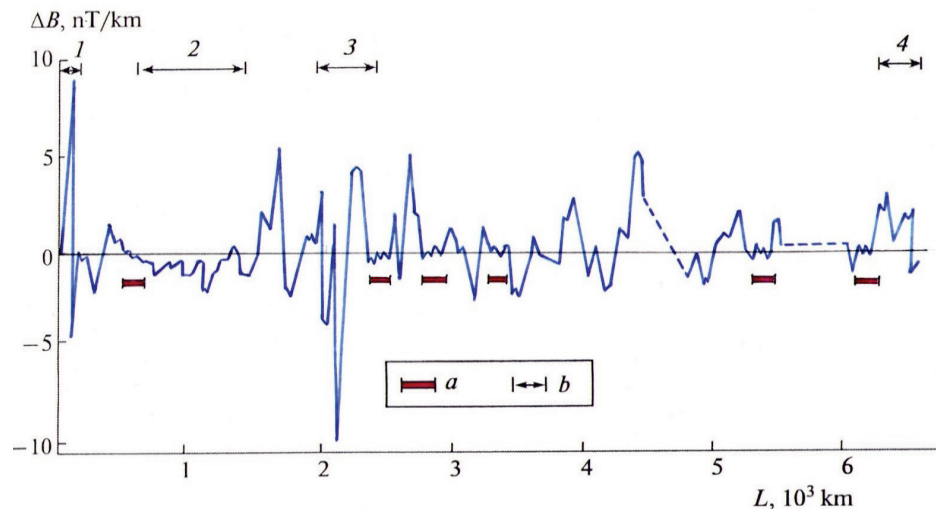


- В планетах Земной группы асимптотически и численно определены критически устойчивые структуры, частоты и числа Рэлея (R в примере на рисунке) для композиционной и/или тепловой конвекции порождающей магнитное поле. Впервые получено аналитическое решение в пределе, когда радиус твердой части ядра (b на рис.) мал по сравнению с радиусом всего ядра.

Старченко С.В., Котельникова М.С. Критическая устойчивость почти адиабатической конвекции во вращающемся быстро и широком сферическом слое. ЖЭТФ. Т.143. вып.2. 2013.

ИЗМИРАН, ИГиЛ СО РАН

Способ выделения составляющих аномального магнитного поля Земли.



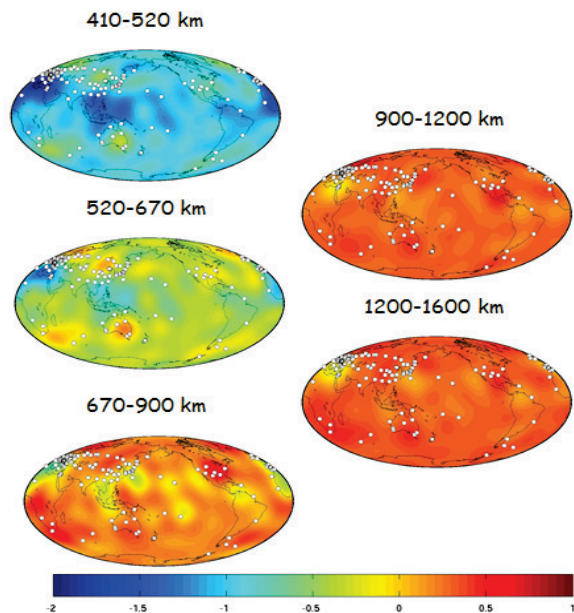
Вертикальный градиент аномального МПЗ для высоты 30 км (аэростатный эксперимент ИЗМИРАН). а) «места нулевого аномального поля»

Цветков Ю.П., Головков В.П., Кузнецов В.Д., Брехов О.М., Пелле В.А. Способ выделения составляющих аномального магнитного поля Земли.

Патент РФ на изобретение №2437125 от 20.12.2011 г.

1. По измерениям градиента магнитного поля Земли на стратосферном аэростате определяются места на исследуемом профиле, где градиент близок к нулю – «места нулевого градиента». Раз градиент близок к нулю, то в этих местах нет значимого аномального поля, т.е. это «места нулевого аномального поля».
2. Из измеренных значений магнитного поля вычитается аналитическая модель главного магнитного поля (как правило IGRF). Получается «предварительное» аномальное магнитное поле вдоль профиля.
3. Анализируя «предварительное» аномальное поле, находим ошибки выделения: ошибки равны величине «предварительного» аномального поля в «местах нулевого аномального поля», т.е. там где поле должно быть нулевым.
4. Внеся поправки на полученные выше ошибки, получаем «истинный» профиль аномального магнитного поля.
Один из способов внесения поправок - соединить прямой линией «места нулевого аномального поля» на профиле, затем эту линию совместить с осью абсцисс (с нулём), т.о. ошибки выделения магнитных аномалий будут скорректированы.

ГЛОБАЛЬНАЯ ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ МАНТИЙНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПОСТРОЕННАЯ НА ОСНОВЕ ИНВЕРСИИ ОБСЕРВАТОРСКИХ ДАННЫХ



Распределение электропроводности в мантии (логарифмическая шкала – \log (сим/м))

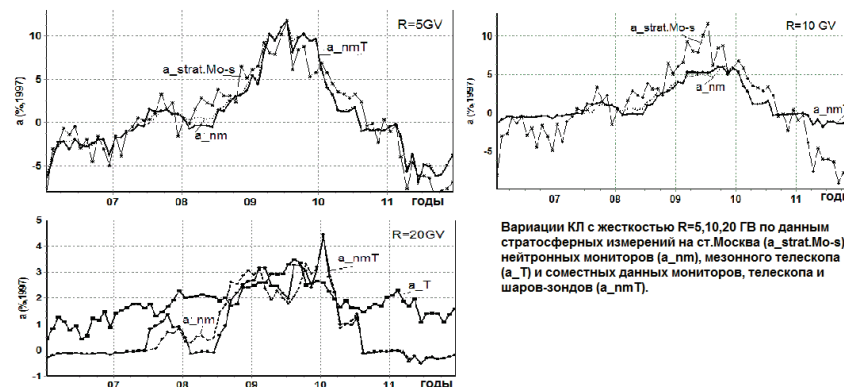
Kuvshinov, A, A. Semenov, 2012, Global 3-D imaging of mantle electrical conductivity based on inversion of observatory C-responses – I. An approach and its verification, *Geophys. J. Int.*, 189, 1335–1352, doi:10.1111/j.1365-246X.2011.05349.x .

- 1. **Исходные данные:** вариации трех компонент геомагнитного поля на сети обсерваторий (119)
- 2. **Источник вариаций:** кольцевой ток в магнитосфере
- 3. **Фурье анализ данных:** получение функций отклика
- 4. **Инверсия полученных функций отклика:** нелинейный метод наименьших квадратов, градиентный метод оптимизации, регуляризация решения, метод интегральных уравнений для расчета прямой задачи, и т. д.

Диагностика состояния межпланетного магнитного поля по вариациям
космических лучей

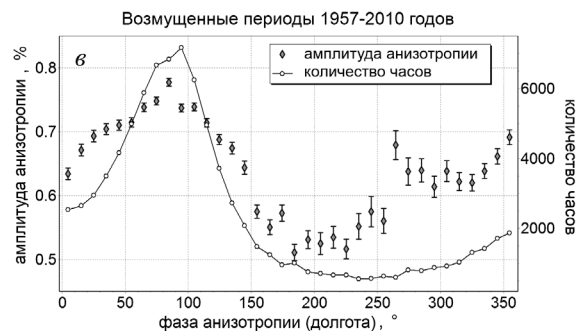
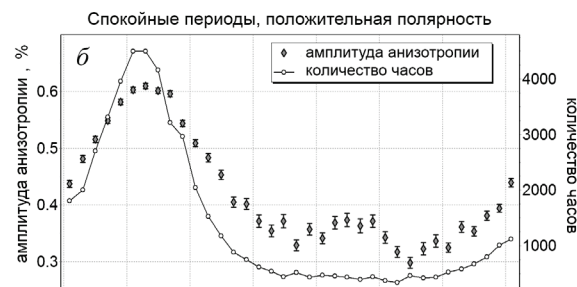
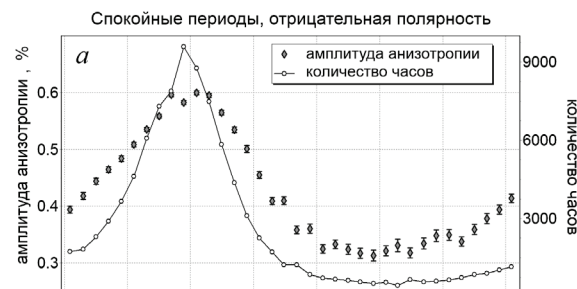
Начало 24 цикла

- Начало нового 24-го цикла солнечной активности характеризуется различным достижением максимума в потоках космических лучей разной энергии, регистрируемых наземными методами. Новый цикл солнечной модуляции КЛ проявляется раньше на частицах меньшей энергии. Особенности достижения максимума восстановленного потока КЛ на примере минимумов СА в 1987 и 2009 частицами разной энергии можно объяснить началом нового цикла в КЛ. Данное заключение подтверждается резкими изменениями наклона токового слоя, основного модулирующего параметра СА в сравнительно спокойные периоды. Кроме того, характеристиками СА, приводящими к необычайно большой плотности КЛ между 23-им и 24-ым циклами, можно считать среднюю величину поля на Солнце и величину полярного поля. Их совместное (с наклоном гелиосферного токового слоя) воздействие привело к восстановленному потоку КЛ в 2009, превосходящему все более ранние наблюдения (рис.1).
- Е. Paouris, H. Mavromichalaki, A. Belov, R. Gushchina, V. Yanke, "Galactic Cosmic Ray Modulation and the Last Solar Minimum", Solar Phys. vol. 280
- issue1 Sept.2012. p.255-271. DOI 10.1007/s11207-012-0051-4. ISSN: 0038-0938.
Гущина Р.Т., Белов А.В., Обридко В.Н., Шельтинг Б.Д.
"Экстремумы долговременной модуляции интенсивности космических лучей в пяти последних солнечных циклах", Геомагнетизм и аэрономия, 2012, том 52, № 4, с. 1–7.



Получены фазовое распределение и амплитудно-фазовая зависимость экваториальной составляющей анизотропии космических лучей (10 ГВ) для каждого года в период 1957-2011 гг.

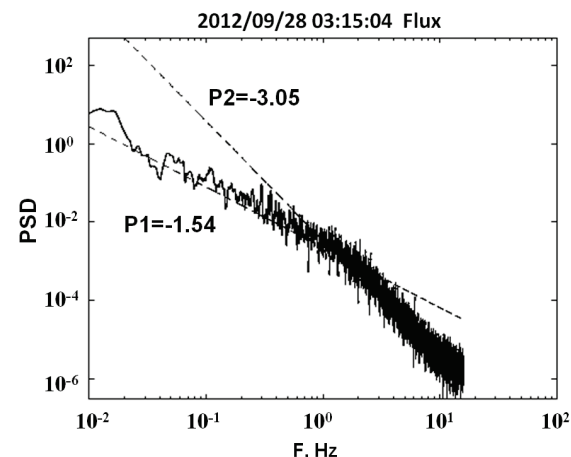
- Амплитудно-фазовая взаимозависимость солнечно-суточной анизотропии и её фазовое распределение: а) в спокойные периоды при отрицательной полярности (1960-1969, 1982-1989, 2001-2010 годы); б) в спокойные периоды при положительной полярности (1971-1978, 1992-1999 годы); в) в возмущенные периоды 1957-2010 гг.
- Такие же распределения получены для различных выборок, различающихся уровнем солнечной активности, полярностью общего магнитного поля Солнца и характеристиками солнечного ветра (примеры на рисунке). Временные изменения полученных распределений согласуются с ранее полученными долгопериодными изменениями 1-ой гармоники анизотропии КЛ и в главных чертах объясняются в рамках конвективно-диффузионной модели анизотропии.
- M Abunina, A Abunin, A Belov, E Eroshenko, V Oleneva, V Yanke, "Long term variations of the amplitude-phase interrelation of the cosmic ray anisotropy first harmonic", Journal of Physics: Conference Series (JPCS), 2012 (in press).



ИКИ РАН, МГУ НИИЯФ

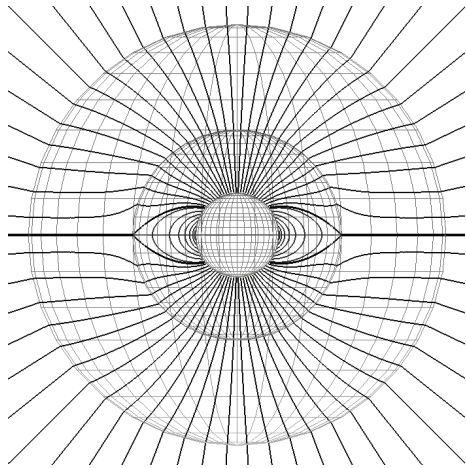
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ИЗЛОМА ЧАСТОТНОГО СПЕКТРА ВАРИАЦИЙ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА, ИНТЕРПРЕТИРУЕМОГО КАК ГРАНИЦА МЕЖДУ ЕГО ИНЕРЦИАЛЬНОЙ И ДИССИПАТИВНОЙ ВЕТВЯМИ

- С помощью спектрометра плазмы БМСВ на борту высокоапогейного спутника Спектр-Р проведены систематические измерения в солнечном ветре с рекордно высоким временным разрешением (до 0.03 с). По этим данным построены частотные спектры вариаций потока ионов в диапазоне от 0.01 Гц до 10 Гц, ранее недоступном прямым измерениям. Типичный пример такого спектра приведен на Рис.1. Важнейшей характеристикой этого спектра является очевидное разделение частотной зависимости на две ветви - низкочастотную (от 10⁻² Гц и примерно до 1 Гц) и высокочастотную (от примерно 1 Гц и до 10 Гц), что соответствует предсказанию на основе фрактальных особенностей солнечной короны, но впервые подтверждено по данным прямых измерений плазмы. Частотная граница между этими ветвями, определяемая из точки пересечения двух линейных аппроксимаций спектров (см. Рис.1), и равная по нашим данным 1.40 +/- 0.63 Гц и является границей между инерциальным (низкочастотным) и диссипативным (высокочастотным) диапазонами вариаций потока ионов солнечного ветра. Аналогичные спектральные характеристики получены и для вариаций других параметров солнечного ветра – направления вектора потока, скорости и плотности ионов.



- Рис.1 Спектр мощности вариаций потока ионов солнечного ветра. Видны две ветви частотной зависимости соответствующие инерциальному и диссипативному диапазонам вариаций.*
- По результатам этой работы подготовлена статья для европейского журнала Annales Geophysicae.
- Г.Н. Застенкер (ИКИ РАН), М.О. Рязанцева (ИКИ РАН, НИИЯФ МГУ)

ПОСТРОЕНА НОВАЯ МОДЕЛЬ МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ТОКОВЫМИ СЛОЯМИ ВО ВНУТРЕННЕЙ ГЕЛИОСФЕРЕ



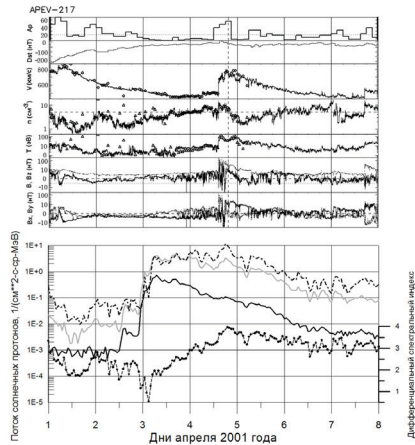
- И.С. Веселовский, А.Т. Лукашенко. Модель магнитного поля во внутренней гелиосфере с учетом выравнивания радиальной напряженности в короне Солнца. *Астрономический Вестник* 2012. Т.46. №2. С.162-172.

- DOI: [10.1134/S003809461201008X](https://doi.org/10.1134/S003809461201008X)

НИИЯФ МГУ, ИКИ РАН

- Новая модель отличается от известных ранее моделей «потенциального поля с поверхностью источника» (PFSS) тем, что в дополнение к фотосферным граничным условиям и условиям на поверхности источника солнечного ветра в ней учтен вклад гелиосферных токовых слоев. Получены общие аналитические формулы для потенциала и вектора напряженности поля в рамках данной модели. Подробные расчеты выполнены на примере дипольных и квадрупольных гармоник в короне. В отличие от прежних моделей удалось правильно описать результаты, полученные на КА “Улисс”, и тот факт, что радиальная составляющая в секторах магнитного поля практически не зависит от угловых координат. На рисунке показаны результаты трехмерной визуализации расчетных линий магнитного поля в случае аксиального диполя на Солнце.

ИССЛЕДОВАНА ДИНАМИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ СОЛНЕЧНЫХ ПРОТОННЫХ СОБЫТИЙ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ В 23-М СОЛНЕЧНОМ ЦИКЛЕ



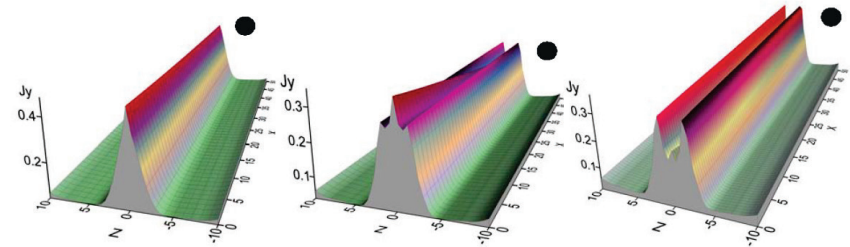
- Рис. 1. Поток солнечных протонов и их дифференциальный спектральный индекс в интервале энергий 9-165 МэВ в зависимости от времени (нижняя часть). Геомагнитные индексы A_p и D_{st} , скорость, плотность и температура солнечного ветра, напряженность межпланетного магнитного поля B , B_z , B_x , B_y с 1 по 7 апреля 2001 г. (верхняя часть) – событие 1.

- I. S. Veselovsky, I. N. Myagkova, and O. S. Yakovchuk, Dynamics of the Energy Spectra of Solar Proton Events Observed in Solar Cycle 23, Solar System Research, 2012, Vol. 46, No. 3, pp. 220–242.
- DOI: [10.1134/S0038094612030033](https://doi.org/10.1134/S0038094612030033)

- Выявлена и проанализирована зависимость от времени энергетических спектров $I(E,t)$ протонов в области десятков мегаэлектронвольт по наблюдениям на ИСЗ GOES в период протонных возрастных в 23-м цикле солнечной активности для всех событий, отвечающих определенному порогу по интенсивности в канале с энергией более 100 МэВ. Построена аппроксимация энергетических спектров степенными функциями и найдено большое разнообразие функций $I(E,t)$ для всех 26 исследованных событий. Один из примеров показан на рисунке. Какая-либо универсальная зависимость спектров от времени отсутствует, однако некоторые общие черты обнаруживаются для трех групп протонных событий, что позволяет приблизиться к их эмпирической классификации в будущем с использованием ряда безразмерных масштабных параметров. Вклад в формирование этих закономерностей вносят динамические процессы на Солнце, в гелиосфере и магнитосфере.

Новая модель многомасштабного токового слоя хвоста магнитосферы Земли с учетом радиальной неоднородности магнитного поля

- Построена новая аналитическая гибридная модель тонкого (толщиной порядка ионного гирорадиуса) токового слоя в хвосте магнитосферы Земли, в которой учтена роль продольной неоднородности нормального компонента магнитного поля B_z . Показано, что токовый слой представляет собой вложенную конфигурацию, структура которой определяется нелинейной динамикой разных плазменных популяций: так, пролетные ионы поддерживают почти одномерную структуру тока, захваченные – способствуют бифуркации профиля плотности тока, электроны создают узкий интенсивный ток малой толщины. Захваченные протоны концентрируются на ближнем к Земле крае токового слоя, электроны доминируют на дальнем крае токового слоя.



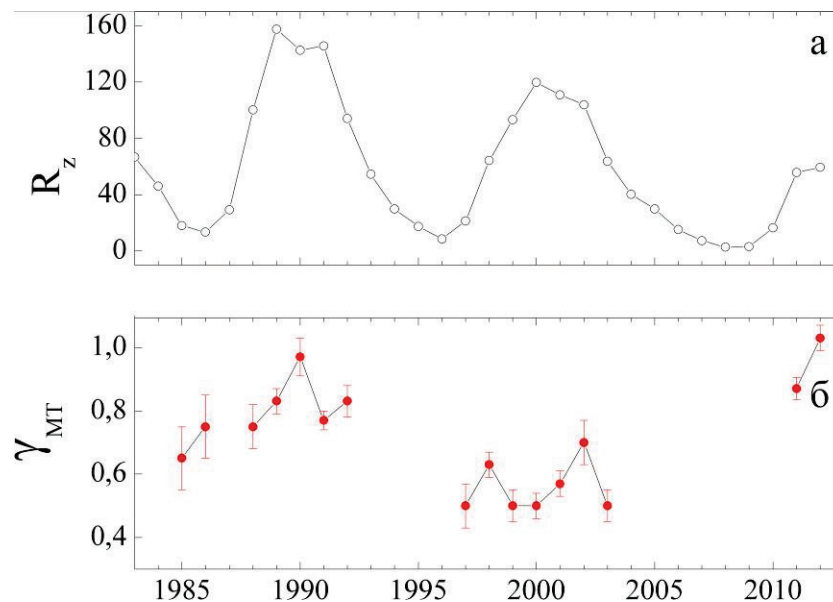
- Zelenyi L.M., H.V. Malova, V.Yu. Popov, D.C. Delcourt, A.A. Petrukovich, *Radial evolution of thin current sheets in the Earth's magnetotail*, подготовлена для J. Geophys. Res., 2013.
- Зеленый Л.М. , В.Ю. Попов и Х.В. Малова, *О влиянии продольной неоднородности магнитного поля на структуру тонких токовых слоев в космической плазме*, Ученые Записки Физического факультета МГУ, №1, с. 120104-1 - 120104-8, 2012.

ИКФИА

- Контакты:
- Стародубцев С.А., зав. лаб. космических лучей высоких энергий, к.ф.-м.н.
- Эл.адрес: starodub@ikfia.ysn.ru
- Тел.: (4112) 39 04 55
- Петухов С.И., зав. лаб. теории космической плазмы, д.ф.-м.н.
- Эл.адрес: petukhov@ikfia.ysn.ru
- Тел.: (4112) 39 04 52

Турбулентность ММП

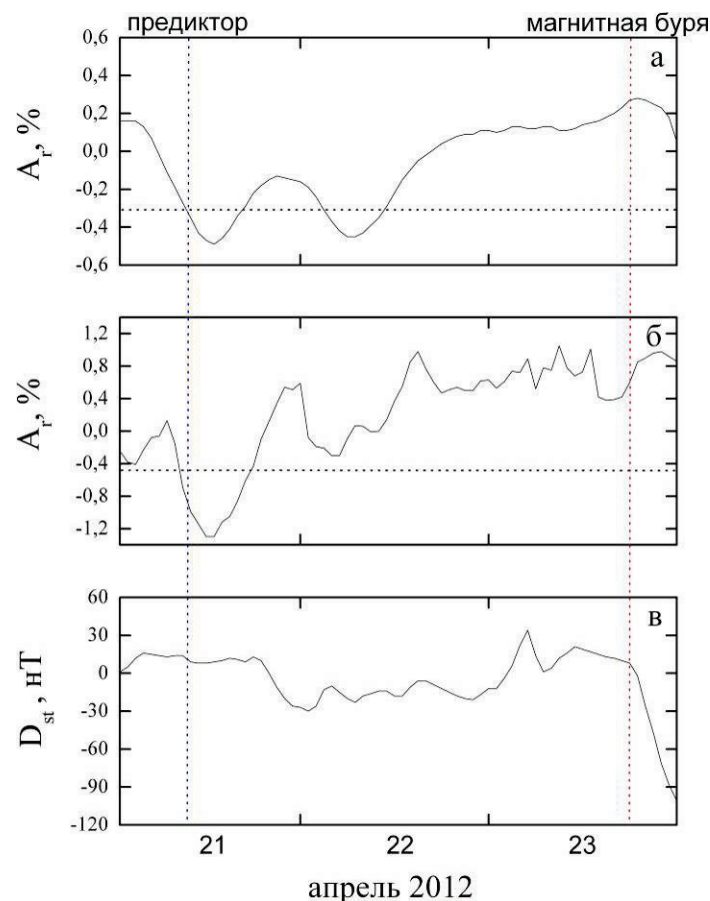
- По данным спектрографа космических лучей им. А.И. Кузьмина исследовались форбуш-понижения интенсивности космических лучей зарегистрированных в 2011-2012 гг. Установлено, что на фазе роста текущего 24-го цикла солнечной активности (с 2009 г.) наблюдается более мягкий энергетический спектр по сравнению с предыдущим циклом (Рис. 1). Сделан вывод, что это является указанием на то, что в текущем солнечном цикле межпланетное магнитное поле является более турбулентным чем в 23-м цикле, и в формировании эффектов Форбуша должна преобладать роль диффузионного механизма.
- Рис. 1.** Зависимость среднегодовых чисел солнечных пятен (а) и показателя энергетического спектра форбуш-понижений по данным спектрографа космических лучей им. А.И. Кузьмина (б) от времени. Указаны ошибки измерений показателя энергетического спектра форбуш-понижений (Григорьев и др., Тез. докл. на Всероссийской конф. «Космические лучи и гелиосфера», Якутск, 17-18 сентября, 2012, С.10).



Прогноз прихода КВМ

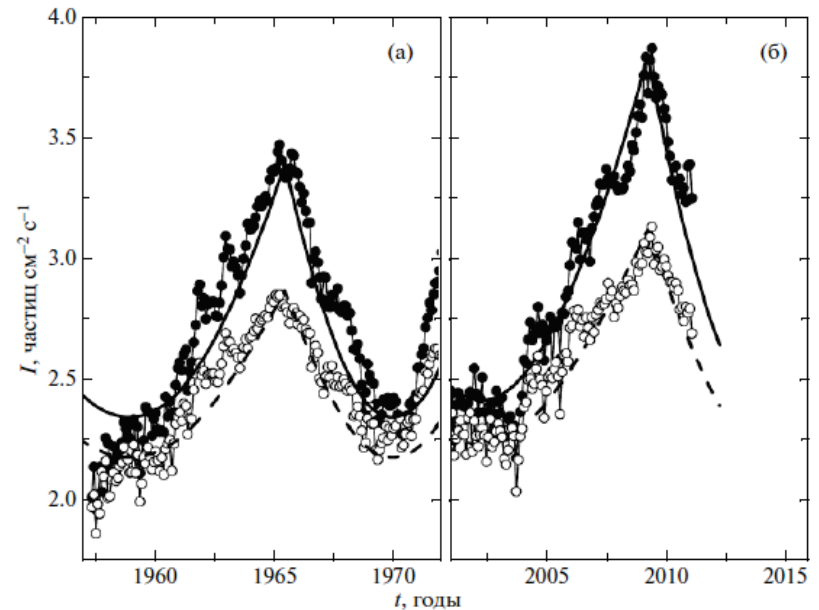
- На основе 1-час измерений базы данных сети нейтронных мониторов в режиме реального времени реализован метод глобальной съемки. Показано, что его совместное использование с ранее реализованным методом гармонического анализа значительно увеличивает достоверность (до 70%) и заблаговременность (до 2 суток) прогноза прихода к Земле крупномасштабных возмущений солнечного ветра, способных вызвать геомагнитные бури (Рис. 2.).

- **Рис. 2.** Зависимость радиальной анизотропии космических лучей (A_r), определенных с помощью гармонического анализа (а) и метода глобальной съемки (б), а также Dst-индекса геомагнитной возмущенности (в) от времени. Горизонтальные штриховые линии указывают значение A_r , превышение величины которого в направлении от Солнца является предиктором прихода крупномасштабного возмущения солнечного ветра к Земле. Вертикальными точечными линиями отмечены предиктор и начало геомагнитной бури 23 апреля 2012г. (Grigoryev et al., 2012, 23rd European Cosmic Ray Symposium (and 32nd Russian Cosmic Ray Conference) Moscow, Russia, July, 3 – 7, 2012, ecrs_sh_493).



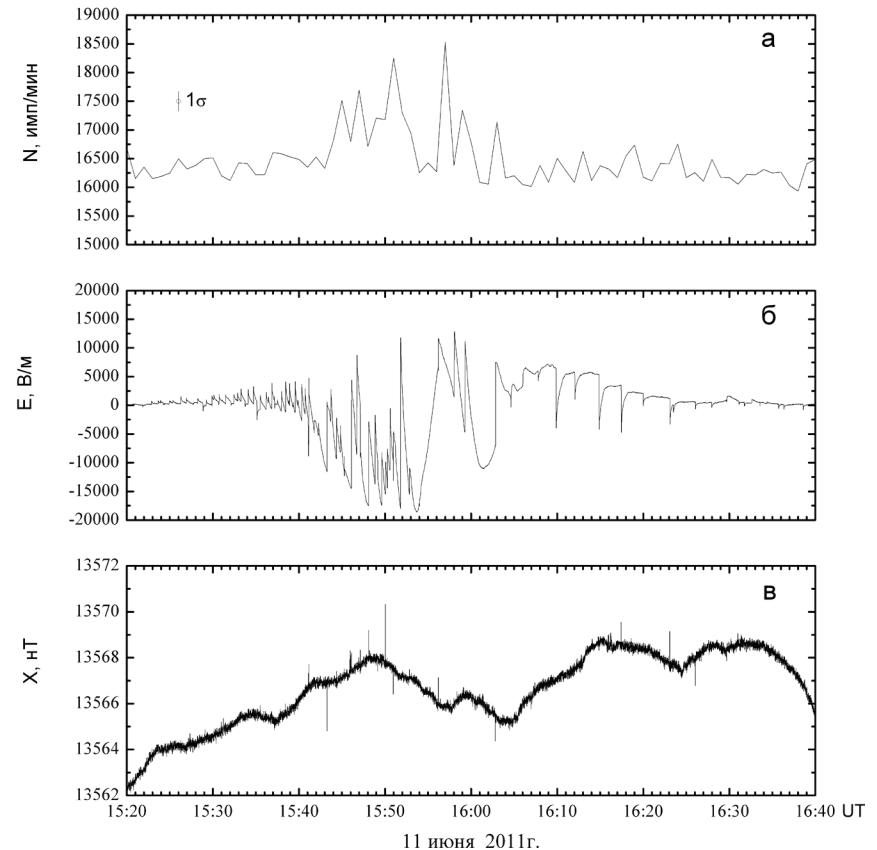
Низкая степень нерегулярности ММП в 23-м цикле

- Разработанная ранее базовая модель модуляции галактических космических лучей обобщена на область частиц более низких энергий (Крымский и др., 2012). Установлено, что anomальное поведение интенсивности галактических космических лучей в 23-м цикле солнечной активности объясняется низкой степенью нерегулярности межпланетного магнитного поля. Сравнение теории с результатами многолетних наблюдений космических лучей в стратосфере показывает удовлетворительное согласие (Рис. 3).
- Рис. 3.** Зависимость от времени долговременных вариаций потока космических лучей по данным стратосферных измерений на станциях Мурманск (геомагнитный порог обрезания $R_c = 0.6$ ГВ, сплошные кружки) и Москва ($R_c = 2.4$ ГВ, открытые кружки) для 21-го (а) и 23-го (б) солнечных циклов. Показаны ожидаемые вариации на станциях Мурманск (сплошная кривая) и Москва (штриховая кривая) при $k_0 = 5$ для 21-го цикла и $k_0 = 15$ для 23-го цикла, где k_0 - свободный параметр модели, определяющий степень регулярности межпланетного магнитного поля (Крымский и др., 2012, Письма в АЖ, Т.38, С.677-680.).



Молнии и нейтроны

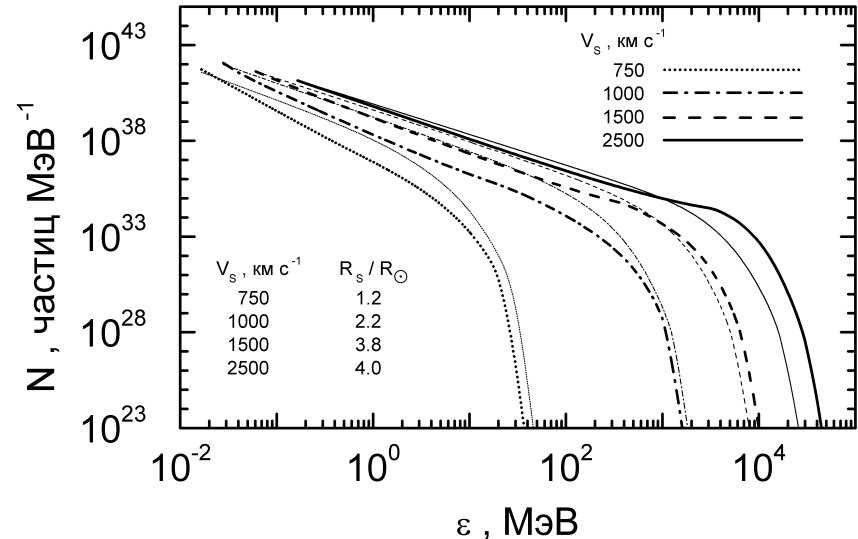
- Продолжено исследование связи всплесков потоков нейтронов с молниевыми разрядами. По данным нейтронного монитора, электростатического флюксметра и магнитометра, установленных в Якутске, обнаружено, что кратковременные статистически значимые всплески потоков нейтронов регистрируются во время молниевых разрядов (Рис. 4). Обнаружено, что длительность всплесков нейтронов не превосходит 4 мин, скачков электрического поля 2 мин, а геомагнитного — несколько секунд. При этом, расстояние от нижней кромки облачности составляет 1-3 км, удаление от грозового очага до 7 км, порог напряженности электрического поля в среднем не превосходит -16 кВ/м.
- **Рис. 4.** Зависимость от времени счета нейтронного монитора (а), атмосферного электрического поля (б) и северной компоненты геомагнитного поля в Якутске (в) для грозы 11 июня 2011г. (*Стародубцев и др, 2012, Письма в ЖЭТФ, Т.96, Вып.3, С.201-104.*).



Спектр ускоренных протонов

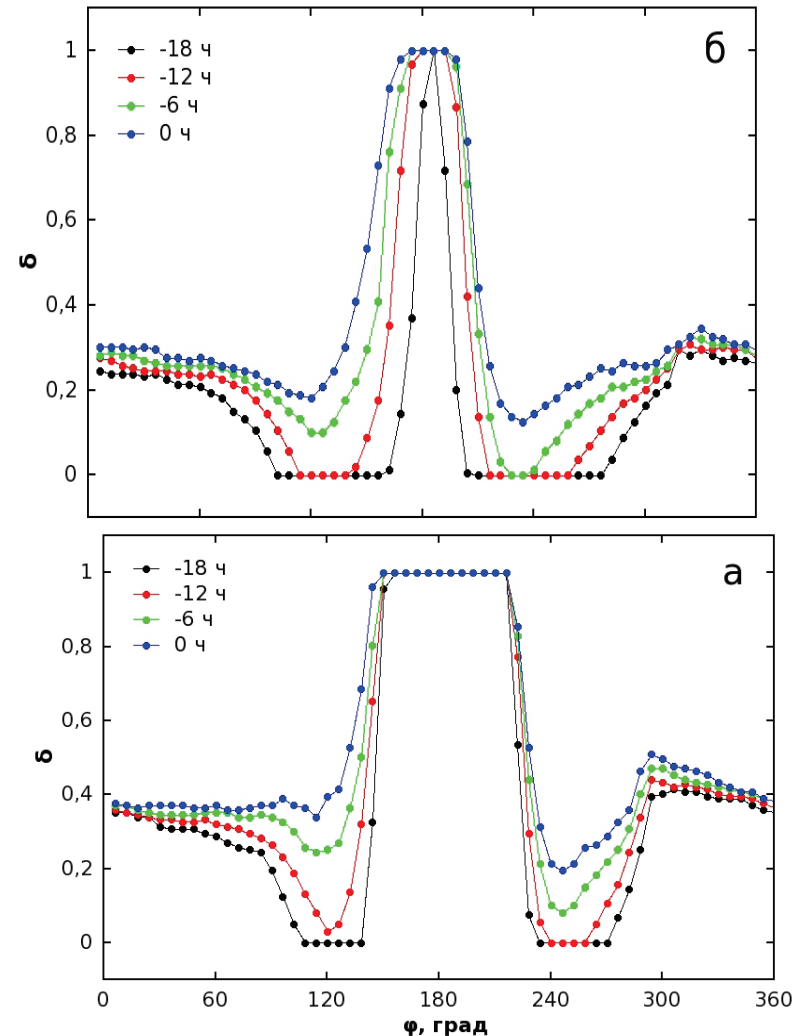
■ Исследован процесс ускорения солнечных космических лучей (СКЛ) ударными волнами, порождаемыми корональными выбросами вещества, с учетом генерации альвеновских волн ускоренными частицами. Выполнены детальные численные расчеты спектров СКЛ, формируемых при распространении ударных волн в короне Солнца в рамках квазилинейного подхода с использованием реалистического набора физических параметров короны (Рис. 5). Показано, что результирующий энергетический спектр СКЛ включает в себя падающий с ростом энергии степенной участок с показателем в диапазоне от 1.7 до 3.5, заканчивающийся экспоненциальным хвостом. Максимальная энергия СКЛ лежит в пределах от 0.1 до 1 ГэВ в зависимости от величины скорости ударной волны, меняющейся от 750 до 2500 км/с. Снижение величины альвеновского числа Маха ударной волны, обусловленное ростом альвеновской скорости с гелиоцентрическим расстоянием, приводит к тому, что эффективное ускорение СКЛ заканчивается при достижении ударной волной размера до 4 радиусов Солнца. При этом скорость диффузионного распространения СКЛ начинает превышать скорость ударной волны, вследствие чего частицы СКЛ интенсивно покидают окрестность ударной волны. Самосогласованная генерация альвеновских волн ускоренными частицами сопровождается смягчением спектра частиц и ростом их предельной энергии.

• **Рис. 5.** Суммарный спектр протонов, ускоренных в солнечной короне как функция кинетической энергии для четырех значений скорости ударной волны $V_S = 750, 1000, 1500$ и 2500 км/с. Приведенные спектры рассчитаны при соответствующих значениях радиуса ударной волны $R_S = 1.2, 2.2, 3.8$ и $4 R_\odot$ при которых заканчивается эффективное ускорение частиц в короне Солнца (R_\odot – радиус Солнца). Толстые и тонкие линии отвечают линейному и квазилинейному приближению, соответственно.



Проникновение КЛ внутрь магнитного тора

- Разработана кинематическая модель магнитного облака, представленного в виде тора, расположенным внутри межпланетного выброса корональной массы, распространяющегося в межпланетном пространстве. В приближении идеальной проводимости определено магнитное поле в торе. Посредством расчета множества траекторий частиц определена доля космических лучей, приходящих во внутрь тора из внешней области (Рис. 6). Установлено, что показатель спектра космических лучей, приходящих в магнитное облако, больше, чем в межпланетном пространстве.
- Рис. 6.** Доля космических лучей (ϕ) с энергиями 10 ГэВ (а) и 30 ГэВ (б), проходящих через границу «магнитное облако - солнечный ветер» для четырех моментов времени (за 18, 12, 6 и 0 часов до прихода магнитного облака на Землю). Ось тора расположена в плоскости солнечного экватора. Расположение источника космических лучей, приходящих во внутрь тора, задается углом ϕ , который отсчитывается от линии Земля — Солнце в сечении, перпендикулярном оси тора.

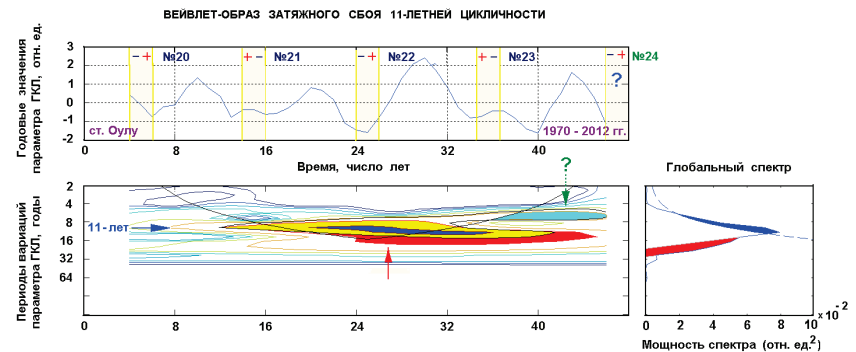


Длительность циклов

- По изучению флуктуаций интенсивности галактических космических лучей методом вейвлет-анализа за 4 последних солнечных цикла показано, что имеется увеличение длительности 22-23-го циклов солнечной активности (Рис. 7, <http://www.forshock.ru/predvlong.html>).

-

- Рис. 7.** Зависимость параметра галактических космических лучей, рассчитанного по данным станции Оулу (вверху), и периода его вариаций (внизу) от времени. В правой части приведен глобальный спектр. Знаками «+» и «-» показаны периоды смены знака межпланетного магнитного поля. 11-летняя вариация отмечена горизонтальной стрелкой слева. Начало изменения периода с 22-го цикла показано вертикальной стрелкой.



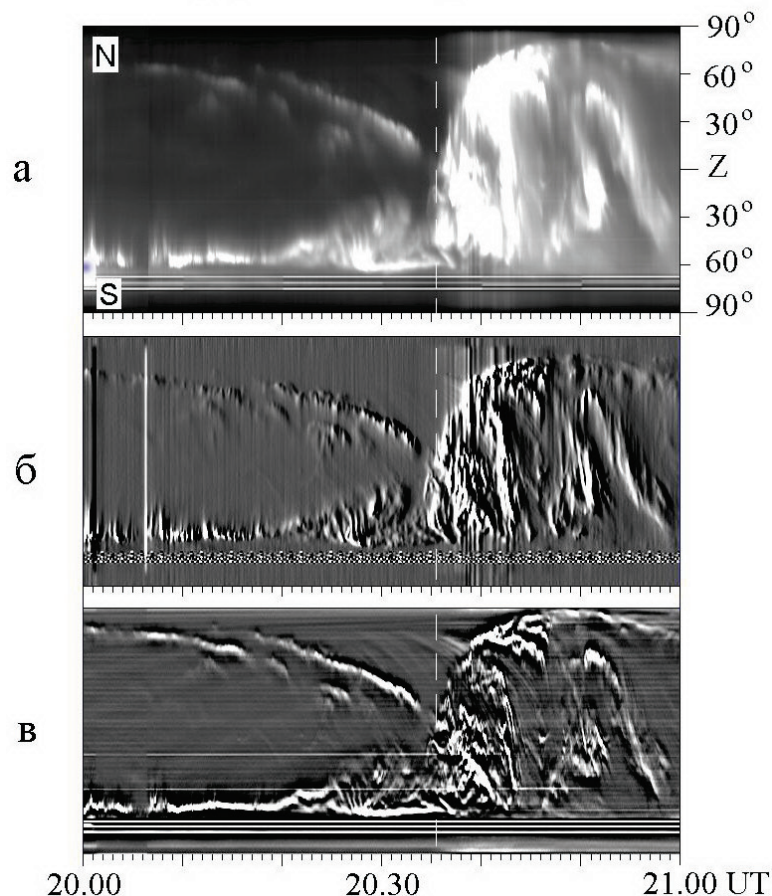
ПГИ КНЦ РАН

Обнаружение встречных движений дуг полярных сияний как проявление независимости процессов накопления и сброса свободной энергии в хвосте магнитосферы

- По данным телевизионных наблюдений в авроральной зоне исследована динамика полярных сияний в ходе геомагнитной суббури. Обнаружено новое явление: дрейфующая к экватору спокойная дуга сияний, связанная с накоплением энергии в хвосте магнитосферы перед суббурей, может проникать внутрь распространяющейся к полюсу зоны мощных дискретных сияний, возникающей во время взрывной фазы суббури. Приходящая с севера дуга продолжает дрейфовать к экватору и может активизировать новые интенсификации. Наличие такого эффекта означает, что свечения на разных фазах суббури имеют различные источники в хвосте магнитосферы и процессы накопления энергии в хвосте развиваются в значительной мере независимо от процессов сброса энергии.

- Kornilova T.A. and Kornilov I.A. Counterstreaming auroral structures during substorm expansion // J. Geophys. Res. V. 117. A05328. 6 PP. 2012
doi:10.1029/2011JA017309*

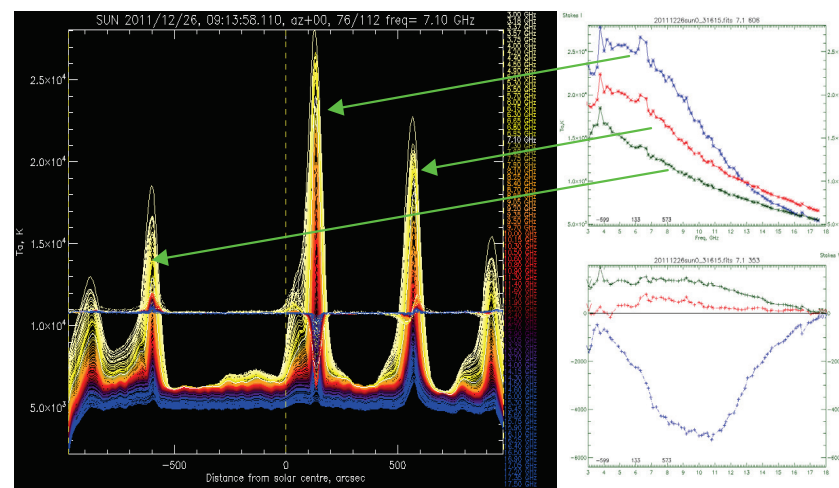
Ловозеро, 03.01.2003 г., 20.00-21.00 UT



СПбФ САО РАН

Развитие метода регулярного прогнозирования протонных событий по спектрально-поляризационным наблюдениям на РАТАН-600

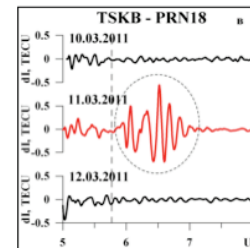
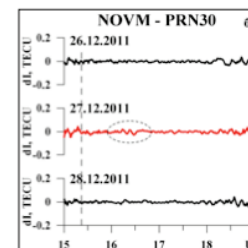
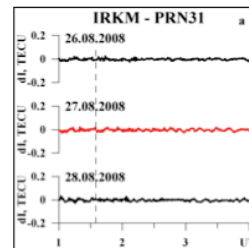
- Начата работа по статистическому исследованию предвспышечных признаков в радиодиапазоне (критерий Танаки-Эноме и его развитие), и реализации автоматического прогноза мощных (протонных) солнечных вспышек. В базу данных ИС "Прогноз", предоставляющей доступ к данным наблюдений Солнца на РАТАН-600, и веб-приложениям для их визуализации и онлайн анализа, добавлены таблицы с параметрами активных областей как по наблюдениям на РАТАН-600, так и по радио- и оптическим наблюдениям с других инструментов. Разработано ПО для автоматического заполнения указанных таблиц, автоматического отождествления локальных источников на сканах с АО из каталога NOAA, и реализована первая версия автоматического прогноза, который представлен на странице **Поиск** в базе данных (<http://www.spbf.sao.ru/prognoz/db.html> (по пиктограмме в колонке Plot lev2, см таблицы под графиком) и он же на странице **Анализ данных** (http://www.spbf.sao.ru/cgi-bin/ion-p?page=rat_search.ion, по кнопке Plot)
- Рис. Примеры одновременных радиосканиров Солнца по данным РАТАН-600 в диапазоне 0.75 ГГц -18.2 ГГц в интенсивности и круговой поляризации (слева) и анализ спектров всех радиоисточников на Солнце в режиме скоростной обработки и анализа данных (справа).
- Авторы Тохчукова С.Х.1, Богод В.М 1, Курочкин Е.А., 1 Шендрик А.В. 1
- 1- СПбФ САО РАН, г. Санкт-Петербург, Россия, stokh@mail.ru



ИСЗФ

Экспериментальные исследования ионосферно-атмосферно-литосферных процессов в зонах высокой сейсмической активности

- В результате проведения исследований установлено, что после землетрясений с
- магнитудами $M_w \leq 6.5$ волновые возмущения в вариациях ПЭС не наблюдаются.
- Отклики на землетрясения с $6.5 \leq M_w \leq 7.0$ регистрируются на отдельных лучах
- "приемник-спутник", имеют небольшую амплитуду; их трудно выделять на уровне
- фоновых колебаний. Возмущения ПЭС, вызванные сильными землетрясениями с
- магнитудами $7.0 \leq M_w \leq 9.0$, в целом, регистрируются уверенно, что позволяет
- определять их характеристики и рассчитывать параметры движения. Полученные
- результаты подтверждаются данными других исследователей. Т.е. величину $M_w = 6.5$
- можно считать пороговым значением магнитуды, ниже которого заметных волновых
- возмущений ПЭС, вызванных землетрясением, не наблюдается.. Для землетрясений
- с $M_w > 6.5$ заметное влияние на формирование и интенсивность волновых возмущений
- в ионосфере оказывает также механизм очага землетрясения.

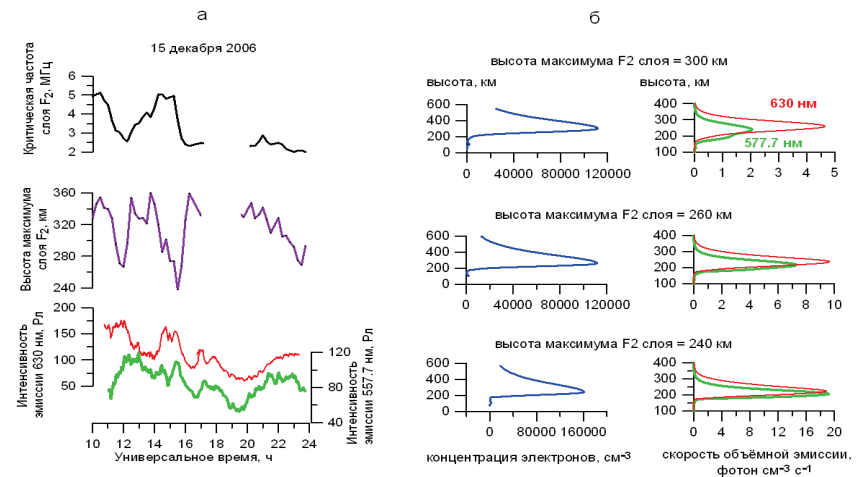


- Вариации ПЭС для
- землетрясений различной
- интенсивности: 27.08.2008 на
- Байкале с $M_w = 6.3$, (станция
- IRKM, спутник GPS PRN31) (а);
- 27.12.2011 в Туве с $M_w = 6.7$
- (станция NOVМ, спутник PRN30)
- (б); 11.03.2011 в Японии с $M_w = 9.0$
- (станция TSKB, спутник PRN18)
- (в). Показаны вариации ПЭС в
- день землетрясения и в
- контрольные дни.

Резкое возрастание эмиссии атомарного кислорода в периоды геомагнитных бурь

- По многолетним наблюдениям в ГФО ИСЗФ СО РАН выявлено резкое возрастание эмиссии [OI] 557.7 нм для периодов геомагнитных бурь, которое происходит при понижении максимума ионосферного слоя F2 до высот 240 – 270 км. Проведенное численное моделирование показало, что наиболее вероятным механизмом возбуждения возмущений этих эмиссий может быть реакция диссоциативной рекомбинации на высотах F-области ионосферы.
- Вариации интенсивности эмиссий 557.7 нм (зеленые линии) и 630 нм (красные линии) во время понижения высоты максимума ионосферного слоя F2 во время магнитной бури 15.12.2006 г (а). Результаты моделирования высотных профилей электронной концентрации и соответствующих им высотных профилей скоростей объемных эмиссий [OI] 630 нм и [OI] 577.7 нм (б).

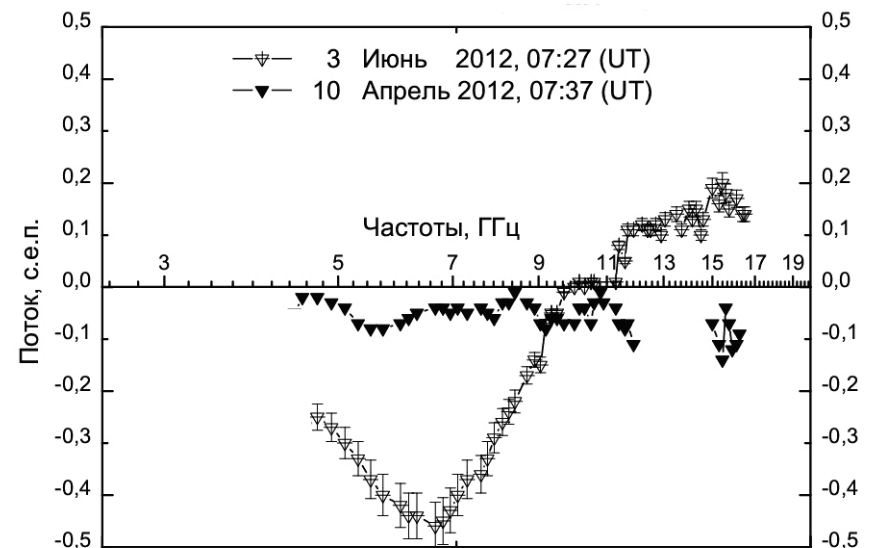
- L.A. Leonovich, A.V. Mikhalev, V.A. Leonovich. Covariations in atomic oxygen emissions and ionospheric total electron content during geomagnetic storms // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 80(5), 247–251, 2012.
- Л.А. Леонович, А.В. Михалев, А.В. Тащилин, Р.А. Рахматуллин, В.А. Леонович, А.Ю. Пашинин. Отклик параметров среднеширотной верхней атмосферы на геомагнитную бурю 21 января 2005 г по данным оптических, магнитных и радиофизических измерений // *Оптика атмосферы и океана*, Т. 26, № 1, 2013 ([в печати](#)).



Спектральные характеристики крупномасштабных областей

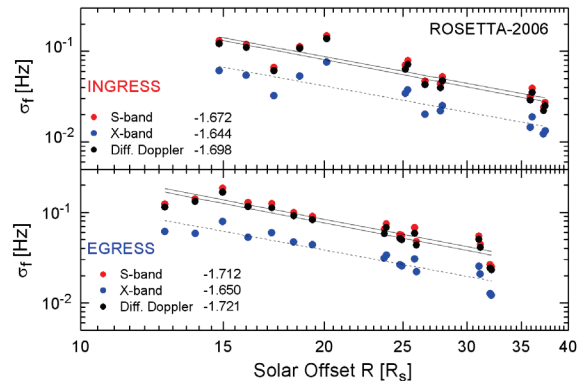
радиоизлучения в корональных дырах.

- Проведенное исследование радиоспектра и пространственного распределения радиоизлучения корональных дыр, наблюдавшихся на различных стадиях 23 и начала 24 циклов солнечной активности радиотелескопами РАТАН-600 в диапазоне 4-16.5 ГГц, ССРТ (5.7 ГГц) и радиогелиографом в Нобееме (17 ГГц) показало, что в зависимости от степени контраста проявления корональных дыр на диске спокойного Солнца скорость высокоскоростного потока солнечного ветра, выше на ~200 км/с в тех случаях, когда спектральный индекс радиоизлучения был >1.2 в диапазоне 6.5-16.5 ГГц. Полученные результаты могут быть использованы при построении реалистичной модели атмосферы над «спокойным» Солнцем.
- Рисунок 1. Пример спектров относительных потоков радиоизлучения участков КД 10 апреля и 3 июня 2012 г. Отрицательные значения соответствуют депрессии радиоизлучения КД относительно «спокойного» Солнца, положительные – повышенной радиояркости.
- Автор: Просовецкий Д.В., 1- Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия, proso@iszf.irk.ru
- Публикации
- Просовецкий Д.В., Григорьева Е.Ю., Кочанов А.А. Спектральные характеристики крупномасштабных областей радиоизлучения в корональных дырах // Труды конференции «Солнечная и солнечно-земная физика», 2012, Санкт-Петербург, с. 323-326.
- Prosovetsky, D. V., Myagkova, I. N. The Connection of Solar Wind Parameters with Radio and UV Emission from Coronal Holes // in «Energy Storage and Release through the Solar Activity Cycle» by Marqué, Christophe & Nindos, Alexander. Springer, New York, 2012, p. 219-230 (ISBN 978-1-4614-4402-2)



ПРАО, ИРЭ

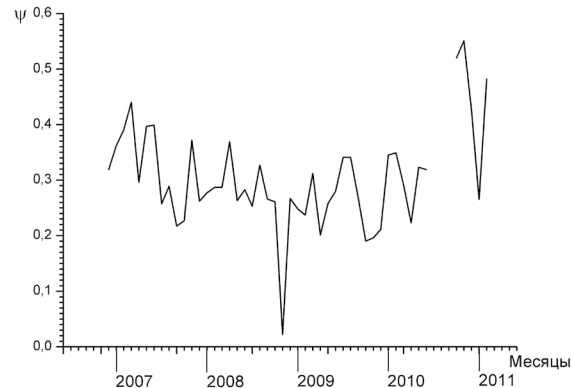
1. Частотные флуктуации когерентных сигналов космических аппаратов, наблюдавшиеся при двухчастотном радиозондировании околосолнечной плазмы



- А.И. Ефимов, Л.А. Луканина, В.К. Рудаш, Л.Н. Самознаев, И.В. Чашей, М.К.Бёрд, М. Петцольд. Частотные флуктуации когерентных сигналов космических аппаратов, наблюдавшиеся при двухчастотном радиозондировании околосолнечной плазмы в 2004-2008 гг. // Космич. Исслед.
- A.I. Efimov, L.A. Lukanina, L.N. Samoznaev, V.K. Rudash, I.V. Chashei, M.K.Bird, M. Pätzold and the MEX, VEX, ROS Radio Science Team. Two-way frequency fluctuations observed during coronal radio sounding experiments// Solar Phys.

- Выполнена спектральная обработка данных экспериментов по радиозондированию околосолнечной плазмы когерентными сигналами S- и X-диапазонов космических аппаратов (КА) *Ulysses*, *Mars Express*, *Rosetta*, *Venus Express*, проведенных в период с 1991г. по 2009г. Эксперименты были осуществлены в режиме когерентного ответа, когда стабилизированный водородным стандартом сигнал направляется с наземного пункта в сторону космического аппарата, принимается его бортовыми системами и ретранслируется на Землю с сохранением его когерентности. Таким образом, зондирующий плазму сигнал дважды проходит через среду: по пути наземный пункт—космический аппарат и по той же трассе в обратном направлении. Получены спектры флуктуаций частоты в обоих диапазонах и по ним найдены радиальные зависимости интенсивности флуктуаций, которые могут быть аппроксимированы степенным законом. Показано, что отношение интенсивностей флуктуаций частоты в S- и X-диапазонах сравнимо с теоретическим значением и характеризует степень корреляции неоднородностей электронной концентрации на пути наземный пункт—космический аппарат и обратно. Анализ корреляции флуктуаций частоты на двух трассах позволяет дать нижнюю оценку внешнего масштаба турбулентности околосолнечной плазмы. Для гелиоцентрических расстояний $R=10$ солнечных радиусов RS внешний масштаб больше $0.25RS$.

2. Межпланетные мерцания ансамбля радиоисточников в период минимума 23/24 цикла солнечной активности.



- *Временная динамика среднемесячных значений уровня мерцаний ансамбля радиоисточников по наблюдениям на радиотелескопе БСА ФИАН.*

- В течение 2012 г. на радиотелескопе БСА ФИАН проводились наблюдения межпланетных мерцаний ансамбля компактных радиоисточников в режиме мониторинга. Проведен анализ данных наблюдений, выполненных в период 2007-2011 гг. Статистический ансамбль радиоисточников характеризуется средней дисперсией мерцающего потока излучения, которая пропорциональна квадрату индекса мерцаний. Из полученных данных следует, что радиальная зависимость среднего индекса мерцаний в период глубокого минимума солнечной активности 2008-2009 гг. оказывается более слабой, чем ожидаемая в случае сферически симметричной геометрии солнечного ветра. Подавление радиальной зависимости среднего индекса мерцаний объясняется влиянием гелиосферного токового слоя, который проявляется в сильной концентрации турбулентной плазмы солнечного ветра к плоскости гелиоэкватора. Показано, что усредненный по месячным сериям наблюдений уровень мерцаний менялся синхронно с уровнем солнечной активности.

- V.I. Shishov, I.V. Chashei, S.A. Tyul'bashev, I.A. Subaev, V.V. Oreshko. Results of IPS Observations in the Period Near Solar Activity Minimum // Solar Phys. // DOI 10.1007/s10509-012-9952-5
- И.В. Чашей, В.И. Шишов, С.А. Тюльбашев, А.В. Глянцев, И.А. Субаев. Межпланетные мерцания ансамбля радиоисточников в период минимума 23/24 цикла солнечной активности // Космич. Исслед.

Альвеновские волны в короне

- Проведен анализ данных радиопросвечивания внутреннего солнечного ветра поляризованными сигналами космического аппарата Messenger. На гелиоцентрических расстояниях от 5 до 10 радиусов Солнца обнаружены квазипериодические флуктуации угла фарадеевского вращения в диапазоне 4 – 8 мГц, соответствующие распространяющимся от Солнца альвеновским волнам с периодами 5-минутного диапазона.
- *E.A. Jensen, M.M. Bisi, I. Chashej, F. Vilas. MESSENGER Observations of Magnetohydrodynamic Waves in the Solar Corona from Faraday Rotation // Solar. Phys.*

Граница гелиосферы

- Рассмотрена бесстолкновительная ударная волна в многокомпонентной плазме. Прохождение частиц через ударный фронт описывается введением эффективного электрического поля. Показано, что в случае протонно-электронной плазмы температура электронов за ударным фронтом существенно превышает температуру протонов. Результаты использованы для объяснения данных КА Voyager 2, пересекшего границу гелиосферы.

-

- *H.-J. Fahr, M. Siewert, I. Chashei. Phasespace transport of a quasi-neutral multi-fluid plasma over the solar wind MHD termination shock //Astrophys. Space Sci. // DOI 10.1007/s10509-012-1126-2*

Показатель спектра межпланетной турбулентности

- Разработана методика одновременного определения углового размера источника и показателя степени спектра турбулентности по временным спектрам слабых мерцаний. Методика применена к выполненным в 2007-2009 гг. наблюдениям мерцающего радиоисточника 3C 48; получены оценки углового размера источника, $\theta = 0.33 \pm 0.06$ угловой секунды, и трехмерного показателя степени, $n = 3.7 \pm 0.2$.
- *Glubokova S.K., Chashei I.V., Tyul'bashev S.A. Solar wind small scale density turbulence spectrum as deduced from interplanetary scintillation observations //Advances in Astronomy and Space Physics*

ИДГ

Модель фотолиза и фотоионизации атмосферы под воздействием солнечной вспышки

- Создана новая расчетная модель и программные средства для вычисления пространственно-временного распределения ионизации нейтральной атмосферы потоками рентгеновского и УФ излучения во время солнечных вспышек. Выявлена сильная изменчивость нижней ионосферы при динамическом развитии вспышки (рис.1). Показано, что изменения скоростей фотолиза малых нейтральных компонент с учетом вспышечного УФ могут достигать порядка величины (рис.2).

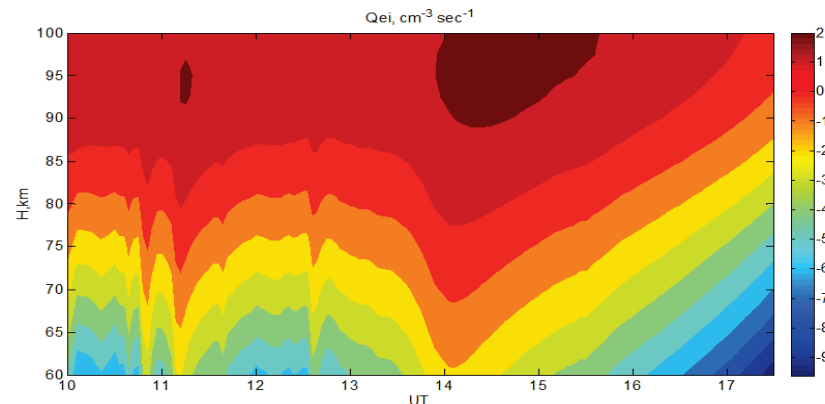


Рис.1. Высотно-временное распределение скорости ионизации над геофизической обсерваторией "Михнево" (54,94 с.ш.; 37,73 в.д.) во время вспышки на Солнце 14.06.2012

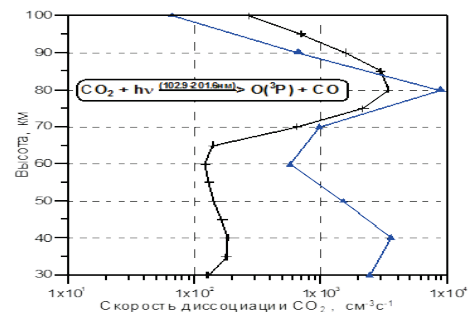


Рис.2. Высотный профиль скорости фотолиза CO2 при учете вспышки в УФ диапазоне спектра