

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ГЛАВНАЯ (ПУЛКОВСКАЯ) АСТРОНОМИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ

**СОЛНЕЧНАЯ
И СОЛНЕЧНО-ЗЕМНАЯ ФИЗИКА — 2011**

***ВСЕРОССИЙСКАЯ ЕЖЕГОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ФИЗИКЕ СОЛНЦА***

2 – 8 октября 2011 года

Санкт-Петербург
2011

Сборник содержит тезисы докладов, представленных на Всероссийскую ежегодную конференцию по физике Солнца «Солнечная и солнечно-земная физика – 2011» (2 – 8 октября 2011 года, ГАО РАН, Санкт-Петербург). Конференция проводится Главной (Пулковской) астрономической обсерваторией РАН при поддержке секции «Солнце» Научного совета по астрономии РАН и секции «Плазменные процессы в магнитосферах планет, атмосферах Солнца и звезд» Научного совета «Солнце-Земля». Тематика конференции включает в себя широкий круг вопросов по физике солнечной активности и солнечно-земным связям.

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ:

А.В. Степанов (*ГАО РАН, сопредседатель*),
В.В. Зайцев (*ИПФ РАН, сопредседатель*),
В.М. Богод (*САО РАН*),
В.А. Дергачёв (*ФТИ РАН*),
Л.М. Зеленый (*ИКИ РАН*),
В.Г. Лозицкий (*Украина*),
Н.Г. Макаренко (*ГАО РАН*),
Ю.А. Наговицын (*ГАО РАН*),
В.Н. Обридко (*ИЗМИРАН*),
М.И. Панасюк (*НИИЯФ*),
О.М. Распопов (*СПбФ ИЗМИРАН*),
А.А. Соловьев (*ГАО РАН*),
Д.Д. Соколов (*МГУ*),
К. Geodieva (*Болгария*),
Н. Jungner (*Финляндия*).

ISSN 0552-5829

© Главная астрономическая обсерватория РАН, 2011 год.

**Двухвековое снижение солнечной постоянной приводит
к несбалансированному тепловому бюджету Земли
и Малому ледниковому периоду**

Абдусаматов Х.И.

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН
e-mail: abduss@gao.spb.ru*

Изменение во времени мощности теплового излучения системы Земля-атмосфера в космос всегда отстает от изменения мощности поглощенного солнечного излучения вследствие медленного изменения её теплосодержания. Долговременное изменение поглощаемой Землей энергии солнечного излучения в течение времени, определяемого термической инерцией, остаётся некомпенсированным излучаемой в космос энергией. Поэтому приходные и расходные части среднегодового энергетического бюджета земного шара с его воздушной и водной оболочкой практически всегда находятся в несбалансированном состоянии, что является основным состоянием климатической системы. Среднегодовое сальдо теплового бюджета системы Земля-атмосфера за длительный период времени надежно определит ход и величину накопленной Землей избытка энергии или образовавшегося её дефицита в тепловом бюджете и с учетом прогноза вариации солнечной постоянной может достоверно определить и заблаговременно предсказать направление и глубину грядущего изменения климата с высокой надежностью. С начала 1990-х годов наблюдаются снижение солнечной постоянной и поглощаемой Землей ее энергии. Вследствие того, что Солнце входит в фазу спада двухвековой светимости, Земля как планета и в дальнейшем будет иметь отрицательное сальдо в энергетическом бюджете, что ориентировочно в 2014 г. приведёт к снижению температуры. В результате роста альбедо и падения концентрации парниковых газов в атмосфере дополнительно будут снижаться поглощаемая доля энергии солнечной постоянной и влияние парникового эффекта. Воздействия последовательной цепочки эффектов обратной связи могут привести к дополнительному снижению температуры, превосходящему влияние снижения солнечной постоянной. Наступление глубокого двухвекового минимума солнечной постоянной следует ожидать в 2042 ± 11 году, а 19-го Малого ледникового периода за последние 7500 лет – в 2055 ± 11 году.

Диагностика климата Земли на основе мониторинга альbedo Бонда из точки Лагранжа L1

***Абдусаматов Х.И.¹, Гусакова М.А.², Измайлов И.С.¹,
Карлин Л.Н.², Лаповок Е.В.¹, Нерушев А.Ф.³,
Третьяков Н.Д.³, Ханков С.И.¹, Юдин А.А.¹***

¹ ГАО РАН, С-Петербург, e-mail: abduss@gao.spb.ru, ² Российский государственный гидрометеорологический университет, С-Петербург, ³ НПО «Тайфун» Росгидромета, г. Обнинск

Альbedo Бонда и солнечная постоянная являются важнейшими определяющими факторами изменений глобального климата, что требует непрерывной информации об их вариациях. Предлагается метод глобального синоптического обзора, мониторинга долговременных вариаций облачного покрова и альbedo Бонда Земли из точки Лагранжа L1. Метод основан на измерении интегрального потока излучения Земли во всем спектральном диапазоне (от 0,2 до 100 мкм) в направлении входного зрачка телескопа. Такая проработка проводилась НАСА. Мы предлагаем использовать два оптических телескопа на базе лимбографа СЛ-200 с полем зрения 35 угл.мин, которые смотрят в диаметрально противоположные направления. При этом один телескоп СЛ-200 (Т1) будет направлен на Солнце, а другой с диаметром главного зеркала 400 мм (Т2) – на Землю. Т2 содержит матричный фотоприемник (2048x2048) и неселективные радиометры. Рабочие спектральные диапазоны 0,2 – 1 мкм, 0,2 – 4 мкм, 0,2 – 100 мкм, а также 8 – 13 мкм. Пороговая чувствительность радиометра $\sim 10^{-7}$ Вт при динамическом диапазоне четыре порядка. Погрешность регистрации вариации альbedo Бонда не более 0,1%, что соответствует изменению эффективной температуры Земли на величину 0,03 К. Предусмотрен также мониторинг поверхности и атмосферы Земли путем получения их глобальных мультиспектральных изображений. Предложенный метод обладает высокой чувствительностью и обеспечивает наибольшую достоверность исследования вариаций альbedo Бонда, поскольку из точки Лагранжа L1 видна вся подсвеченная Солнцем часть поверхности земного шара. Параллельный мониторинг формы лимба Солнца и величины солнечной постоянной позволяет вычестить из вариаций потоков отраженного Землей солнечного излучения вариации величины солнечной постоянной.

**Новая версия проекта «Астрометрия»
для мониторинга альbedo Бонда Земли
по пепельному свету Луны**

*Абдусаматов Х.И.¹, Гусакова М.А.², Измайлов И.С.¹,
Карлин Л.Н.², Лаповок Е.В.¹, Нерушев А.Ф.³,
Третьяков Н.Д.³, Ханжов С.И.¹, Юдин А.А.¹*

¹ГАО РАН, С-Петербург, e-mail: abduss@gao.spb.ru, ²Российский
государственный гидрометеорологический университет,
С-Петербург, ³НПО «Тайфун» Росгидромета, г. Обнинск

Для мониторинга альbedo Бонда, определяющего наряду с солнечной постоянной климат Земли, будет использован Солнечно-лунный телескоп СЛТ-200 на базе солнечного лимбографа СЛ-200 с минимальными доработками. Мониторинг будет осуществляться в течение суток до и после новолуния на каждом витке МКС на интервале траектории с углом на Солнце от 12° до 25° . Светозащита от внеосевой засветки Солнцем будет осуществляться за счет использования на входном зрачке специальной полуцилиндрической бленды, а от бликующих элементов конструкции станции и освещенной Земли – путем подбора соответствующего места на корпусе станции для установки СЛТ-200 и проведения наблюдений при соответствующей ориентации станции относительно Солнца. Мощность пепельного света Луны, собранного на входном зрачке СЛТ-200 с диаметром 0,2 м, составит $2,1 \cdot 10^{-9}$ Вт. При вариации альbedo Бонда на 0,1% вариации мощности принимаемого сигнала равны $0,65 \cdot 10^{-12}$ Вт. При наблюдении за Луной в пределах центральной зоны 12 угл.мин требование к пороговой чувствительности – $0,93 \cdot 10^{-13}$ Вт, а для спектрального диапазона приемника 0,2...1 мкм: $0,7 \cdot 10^{-13}$ Вт. В качестве фотоприемного устройства используется незначительно модернизированный единый многозонный ПЗС – датчик изображения $\varnothing 47$ мм, разработанный ранее в рамках проекта «Астрометрия». Большой динамический диапазон при наблюдении за формой лимба Солнца и пепельным светом Луны потребовал двух регистрирующих каналов, расположенных в разных плоскостях, а также использование значительно различающихся экспозиций и ослабляющих фильтров. Методы обеспечения термостабильности телескопа СЛТ-200 хорошо проработаны как для наблюдений за Солнцем, так и за Луной.

Факторы, определяющие термоинерционные характеристики системы Земля – атмосфера

Абдусаматов Х.И., Лаповок Е.В., Ханков С.И.

ГАО РАН, С-Петербург, e-mail: abduss@gao.spb.ru

Изменение температуры Земли (планетарной температуры) под действием вариаций солнечной постоянной или изменения средних глобальных оптических и радиационных характеристик планеты (земной поверхности и атмосферы), в том числе альbedo, степеней черноты и пропускания в спектре солнечного излучения и собственного теплового излучения земной поверхности, осуществляется с некоторым запаздыванием относительно изменения определяющих параметров. Это явление обычно объясняется термической инерцией системы океан – атмосфера. Для оценки величины постоянной термической инерции системы океан – атмосфера проведены исследования различных моделей и сценариев изменения внешних тепловых воздействий и собственных оптических и радиационных свойств океана, атмосферы и планеты в целом.

Известно, что термическая инерция любого тела определяется как величина отношения его полной теплоемкости к величине коэффициента теплоотдачи с внешней средой с учетом критерия неравномерности температурного поля тела. Обычно постоянная термической инерции является строгим и однозначным параметром для случая постоянного коэффициента теплообмена. При теплообмене излучением (а Земля обменивается тепловой энергией с космическим пространством исключительно за счет механизма излучения) процесс является принципиально нелинейным, поскольку коэффициент лучистого теплообмена определяется кубом абсолютной термодинамической температуры.

Тем не менее, для ряда простых сценариев изменения определяющих параметров по некоторому закону (скачком, при линейном изменении, при гармонических колебаниях) удается в рамках малых приращений исходных параметров дать определение величины термической инерции и оценить ее конкретные значения.

Ценность результатов – в приложении для практического прогнозирования длительности процессов климатических изменений.

**Особенность в спектре короткопериодических
колебаний микроволнового излучения
NOAA 10139**

Абрамов-Максимов В.Е.¹, Шибасаки К.²

¹*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
С.-Петербург, e-mail: beam@gao.spb.ru*

²*Nobeyama Solar Radio Observatory, Minamisaki, Nagano, Japan,
e-mail: shibasaki@nro.nao.ac.jp*

Представлены результаты исследования связи характера колебаний радиоизлучения солнечных пятен с периодами в несколько минут на волне 1.76 см со вспышечной активностью на примере NOAA 10139 (7 октября 2002 г.). Анализ выполнен на основе радиокарт Солнца, полученных на радиогелиографе Нобейама с двумерным пространственным разрешением 10'' – 15'' в нестандартном режиме синтеза с временным интервалом между изображениями и временем усреднения 10 секунд. Помимо различия в спектрах колебаний до и после вспышек выявлена интересная особенность, а именно, усиление мощности трёхминутных колебаний за несколько минут до всплеска. Обсуждаются возможные интерпретации и прогностическая значимость эффекта, который не является единичным. Подобный предвестник уже был ранее исследован в [1].

[1] Sych, R., Nakariakov, V.M., Karlicky, M., Anfinogentov, S. // *Astron. Astrophys.*, 2009, v. 505, p. 791.

**О создании комиссии по физическим проблемам
современного изменения климата**

Авакян С.В.

*Всероссийский научный центр «Государственный оптический
институт им. С.И. Вавилова»*

По инициативе ВНЦ ГОИ в конце 2010 года создана Комиссия по физическим проблемам современного изменения климата при Научном совете «Экология и природные ресурсы» Санкт Петербургского научного центра РАН. В состав инициативной группы вошли также представители руководства ГАО РАН, ФТИ РАН СПб филиала ИЗМИРАН и специалисты СПбГУ. Сейчас в состав Комиссии входят около 30 ученых, в том

числе из организаций Росгидромете (РГГМУ, ГГО им. А.И. Воейкова, ААНИИ и ГГИ), Российской Академии наук (ГАО, ЗИН, ИНОЗ, ИНЭНКО, НИЦЭБ, СПбФ ИЗМИРАН, СПбЭМИ и ФТИ), Минобрнауки (ВНЦ ГОИ, ГПА, СПбГУ, СПбГТУ «ЛЭТИ»), ВКА им. А.Ф. Можайского и Международного фонда «Нансен-центр».

Целью создания Комиссии является улучшение координации и расширение работ по учету космофизических и иных природных факторов в глобальных климатических и погодных проявлениях, включая потепление приземного воздуха в последние десятилетия. Основная задача на начальном этапе - введение указанного типа исследований в российские и международные программы исследований погодно-климатических изменений, особенно, в Национальную программу РФ по климату.

В цели работы Комиссии входит:

- развитие междисциплинарного подхода к климатическим исследованиям, учет триггерных, резонансных механизмов и нелинейного характера воздействий космофизических и иных природных факторов,
- определение приоритетных направлений и результатов, полученных в СПб научных учреждениях в последние годы,
- предложения в планы работ институтов новых исследований в области солнечно-погодно-климатических связей,
- предложения по учету космофизических и иных природных факторов в Национальную программу по климату, в отечественные и международные программы.

Задачами работы Комиссии являются:

- рассмотрение результатов научных исследований по профилю, выполняемых в Санкт-Петербурге и регионе в плановом и внеплановом порядке,
- разработка скоординированных предложений по планам исследовательских работ,
- разработка, обсуждение и представление плана работ в Национальную программу по климату, в отечественные и международные программы,
- подготовка и представление результатов исследований по космофизическим проявлениям погодно-климатических изменений в отечественные и международные организации, участие в обсуждении и принятии решений по межправительственным и международным соглашениям в области климата,
- проведение регулярных обсуждений на заседаниях-семинарах результатов по различным направлениям исследований причин и проявлений климатических изменений;
- содействие публикации результатов исследований в национальных и международных изданиях и сборниках трудов Комиссии,

- представление материалов работы Комиссии, в том числе докладов на заседаниях-семинарах, на «странице Комиссии» в рамках сайта Научного совета «Экология и природные ресурсы» Санкт-Петербургского научного центра Российской Академии Наук (Сайт Комиссии: <http://www.spbrc.nw.ru/?p=210>).

В результате работы Комиссии в 2011 году были заслушаны и обсуждены доклады: «О создании единой математической модели верхней атмосферы, климата и глобальной электрической цепи». (А.А. Намгаладзе, Мурманский ГТУ), «Солнечная активность - космическая погода - космический климат - климат Земли». (Ю.А. Наговицын, ГАО РАН), «Современное потепление в контексте палеоданных о глобальной температуре Земли за последние 1000 лет». (Огурцов М.Г., ФТИ им. А.Ф. Иоффе), «Пространственно-временные вариации долгопериодных эффектов солнечной активности и галактических космических лучей в циркуляции нижней атмосферы». (С.В. Веретененко, М.Г. Огурцов, ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН), «Солнечно-земные связи, погода и современное изменение климата». (С.В. Авакян, ВНИЦ «ГОИ им. С.И. Вавилова»), «Естественные причины изменения климата». (Л.Н. Карлин, М.А. Гусакова, РГГМУ), «Сравнение энергетики антропогенных и природных источников современного глобального потепления» (С.В. Авакян, ВНИЦ «ГОИ им. С.И. Вавилова»), «Климатология аэрозолей и облачности». (Л.С. Ивлев, СПбГУ).

По итогам этих заседаний разработан и представлен Сводный пакет из четырех предложений в Национальную программу по климату:

1. Влияние солнечных вспышек и геомагнитных бурь на погодноклиматические изменения с учетом воздействия микроволнового излучения ионосферы Земли на зарождение облачности (ВНИЦ ГОИ, СПбГУ),

2. Комплексные междисциплинарные исследования по физическим проблемам современного изменения климата (ФТИ РАН, ГАО РАН, СПбФ ИЗМИРАН, ИНЭНКО РАН, АНИИ),

3. Исследование естественных причин изменения климата Земли (РГГМУ, СПбГУ),

4. Исследование полей облачности, влажности, осадков, их взаимосвязей с другими метеорологическими и геофизическими полями, роли в формировании погоды и климата планеты, в том числе в формировании антропогенных источников изменения климата (ГПА).

Образование турбулентных вихревых колец в центральных областях Солнца

Акмаров К.А.¹, Акмаров А.А.²

¹ *Инженерно-физический факультет, НИУ ИТМО,
Санкт-Петербург, e-mail: akmarov@mail.ifmo.ru*

² *Удмуртский государственный университет, Ижевск,
e-mail: akmarov@gmail.com*

Используя метод регистрации нейтрино [1], в работе [2], показано, что поток нейтрино не однороден во времени и в пространстве. Установлено, что характер ядерных реакций в недрах Солнца не равномерный, а пульсирующий. Также экспериментально обнаружено, что регулярно возникают «нейтринные вспышки» — ограниченные по времени потоки нейтрино высокой интенсивности. Это свидетельствует о значительном повышении скорости ядерных реакций (фактически термоядерный взрыв) в некотором пространстве вблизи центра Солнца. Этот процесс косвенно подтверждается гелиосейсмологическими исследованиями.

Импульсное выделение энергии вызывает появление турбулентного вихревого кольца (ТВК). Оно состоит из вращающихся частиц, имеющих заряд, поэтому преобразует значительную часть кинетической энергии частиц в энергию магнитного поля. Образуется тор с неоднородным магнитным полем. Внутри витков тора магнитное поле максимально, вне его равно нулю. Если принять, что нейтрино имеет не нулевую массу покоя и, соответственно, не нулевой магнитный момент, то нейтрино может отклоняться неоднородным магнитным полем. В этом случае, солнечные нейтрино, сопровождающие энергетический импульс, находятся точно на оптической оси образовавшегося ТВК и могут на нем интерферировать. Это обнаружено экспериментально. В большинстве регистраций изображение нейтринной вспышки на ленте самописца сопровождается изображением интерференционной картины, что подтверждает существование ТВК в центральных областях Солнца. При движении к поверхности Солнца, магнитное поле сжимает ТВК в магнитную силовую трубку.

[1] Заявка на изобретение №2010135503/28(050415) от 24.08.2010.

[2] Акмаров А.А., Акмаров К.А. Угловые и временные вариации потока солнечных нейтрино. Тезисы Всеросс. конф. ССЗФ-2010, 3-9 октября 2010г. с.9., С-Петербург, 2010.

Гибридный метод восстановления радиоизображений Солнца на ССРТ

Анфиногентов С.А., Кочанов А.А., Просовецкий Д.В.

*Институт солнечно-земной физики СО РАН,
Иркутск, e-mail: anfinogentov@iszf.irk.ru*

Сибирский солнечный радиотелескоп (ССРТ) — крестообразный интерферометр, предназначенный для изучения солнечной активности в полосе частот от 5,675 до 5,787 ГГц [1]. Телескоп расположен в урочище Бадары Тункинской долины в 220 км от Иркутска. Изображение Солнца формируется на ССРТ непосредственно, без применения апертурного синтеза, но, тем не менее, имеет все инструментальные особенности, характерные для радиоинтерферометров. Поэтому, задача восстановления радиоизображений является необходимым этапом для последующего использования получаемых данных.

В докладе рассмотрен гибридный метод восстановления радиоизображений Солнца, позволяющий восстанавливать распределение радиояркости в активных областях при сохранении слабоконтрастных деталей изображения. Предлагаемый метод основан на современной модификации нелинейного алгоритма деконволюции CLEAN [2, 3], приспособленного для работы с данными ССРТ, а также адаптивной фильтрации получаемых радиокарт.

На примере данных ССРТ показаны возможности, преимущества и недостатки метода. Разработанные алгоритмы могут использоваться как для конвейерной обработки данных ССРТ в автоматическом режиме, так и для восстановления изображений Солнца нового многоволнового радиогелиографа 4–8 ГГц, а также других радиотелескопов высокого разрешения.

- [1] Grechnev V.V. et al. //Solar Physics. 2003 V.216, P.239–272.
- [2] Lesovoy S.V. //Radiophysics & Quantum Electronics/ 2002. V.45, N.11, P. 865–871
- [3] Rich J.V. et al. //Astronomical Journal. 2008. V.136, P. 2897–2920

**Пространственная структура волновых фронтов
трехминутных колебаний на разных уровнях
атмосферы солнечных пятен**

Анфиногентов С.А., Сыч Р.А.

*Институт солнечно-земной физики СО РАН,
Иркутск, e-mail: anfinogentov@iszf.irk.ru*

Представлены наблюдения волновых и колебательных процессов в атмосфере солнечного пятна AO NOAA 11131 8 декабря 2010 года в линиях крайнего ультрафиолета по данным SDO/AIA. Впервые определена пространственная структура источников колебаний на 10 длинах волн. На уровне фотосферы источники колебаний с 3 минутным периодом имеет круговую форму с заполнением тени пятна. В переходной области эти колебания наблюдаются как волны со спиралевидной формой фронтов, радиально распространяющиеся к границе тень/полутень. В короне формируются вытянутые структуры, совпадающих с основаниями корональных петель, вдоль которых распространяются волны. Источники колебаний с более длинными периодами имеют форму кольца, радиус которого зависит от периода колебаний. Частота колебаний уменьшается с расстоянием от центра пятна: от ~ 5.6 мГц в тени пятна до ~ 0.8 мГц в полутени.

Мы связываем наблюдаемую форму источников колебаний на разных высотах с распространением медленных МГД волн в стратифицированной атмосфере солнечных пятен. Пространственное распределение частоты колебаний и форма волновых фронтов могут быть объяснены зависимостью эффективной частоты акустической отсечки от угла наклона магнитного поля и пространственно-высотной неоднородностью магнитного поля.

**Изучение высокоэнергичных динамических процессов
на Солнце и во внутренней гелиосфере методом
мюонной диагностики**

*Астапов И.И., Барбашина Н.С., Борог В.В.,
Дмитриева А.Н., Кокоулин Р.П., Компаниец К.Г.,
Кузовкова А.Ю., Петрухин А.А., Туфанов Д.А.,
Шутенко В.В., Яковлева Е.И., Яшин И.И.*

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
e-mail: VVBorog@meph.i.ru*

В настоящее время наземный мониторинг высокоэнергичных процессов, связанных с мощной солнечной активностью, проводится с помощью традиционной космофизической аппаратуры. Однако ее возможности ограничены характером измерений потока космических лучей: интегральным (нейтронные мониторы) или с нескольких направлений гелиосферы (мюонные телескопы).

В данной работе представлен новый метод исследования солнечных и гелиосферных процессов методом мюонной диагностики. Этот метод сопоставим с рентгенографией, при которой проникающее излучение формирует двумерную «тень» структуры мишени на пути гамма-квантов. Аналогично, поток протонов первичных космических лучей оказывается чувствительным к локальным неоднородностям межпланетного магнитного поля солнечной плазмы, распространяющейся по направлению к Земле. Проходя через возмущенную область ММП, поток ПКЛ перестает быть однородным и изотропным. Приобретенную модуляцию и анизотропию релятивистских частиц ПКЛ можно наблюдать задолго до приближения возмущения к орбите Земли (1-3 суток). Время опережения определяется скоростью распространения солнечного ветра. В атмосфере Земли протоны ПКЛ рождают пионы, которые быстро распадаются с образованием проникающих мюонов. При высокой энергии все три поколения частиц (протон, пион, мюон) практически распространяются по одной траектории, донося информацию о возмущениях до поверхности.

Одновременная регистрация потока мюонов с нескольких тысяч направлений в широком диапазоне зенитных и азимутальных углов (с разрешением порядка одного градуса) в виде последовательности одномоментных снимков-матриц позволяет проследить динамику процессов как в пространстве, так и во времени. Высокая грануляция аппаратуры также дает возможность регистрировать узкие пучки высокоэнергичных (несколько ГэВ) СКЛ: протонов и нейтронов, рожденных во время мощных вспышек.

Такой метод исследования, представляющий собой мюонографию внутренней гелиосферы, реализован в НИЯУ МИФИ с помощью широкоапертурной наземной установки УРАГАН. В работе приводятся примеры на-

блюдения солнечных и гелиосферных процессов, включая регистрацию событий типа корональных выбросов массы, за последние несколько лет.

Работа выполнена в Научно-образовательном центре НЕВОД НИЯУ МИФИ в рамках ведущей научной школы (НШ-5712.2010.2) при поддержке ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" и гранта РФФИ (10-02-01460а).

Скорость вращения Солнца как звезды на большом временном интервале

Бадалян О.Г.

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН им.Н.В. Пушкова, Троицк Московской обл.,
e-mail: badalyan@izmiran.ru*

Вращение Солнца как звезды исследуется на временном интервале 1874-2010 гг. Используется индекс, рассчитанный D. Hathaway по данным Гринвичского каталога и его продолжения NOAA-USEF. Индекс является суммарной площадью всех пятен, наблюдавшихся на видимой полусфере Солнца в данный день.

Для нахождения вращения Солнца использован периодограммный анализ. В результате анализа получено, что период вращения Солнца изменяется со временем. Наиболее выраженными являются уменьшение периода вращения Солнца (т.е. увеличение скорости) в 1930-1950 гг. В интервалах 1900, 1960 и 1980 гг. наблюдалось увеличение периода вращения. Индекс свечения Ca (KII) Солнца как звезды также показывает увеличение скорости вращения Солнца в 1930-1940 гг. Схожие изменения скорости вращения Солнца отмечались ранее в [1] по линии Ca (KII) в приэкваторальных широтах. Подобное изменение скорости вращения найдено в [2] по магнитным полям на поверхности источника. В это же время обнаружено увеличение доли тени в общей площади группы пятен [3].

Дифференциальное вращение Солнца является необходимым условием работы механизма динамо. Изменение скорости вращения Солнца, несомненно, влияет на эти процессы. Изменение со временем доли тени в пятнах также, возможно, свидетельствует об изменениях в процессах генерации магнитных полей на Солнце.

- [1] Тлатов А.Г. // Труды конференции “Солнечная активность и космические лучи после смены знака полярного магнитного поля Солнца”, С.-Петербург, 2002, с. 511.
- [2] Obridko V.N., Shelting B.D. // Solar phys. 2001, **201**, 1.
- [3] Блудова Н.Г., Обридко В.Н. // Труды XI Пулковской международной конференции “Физическая природа солнечной активности и прогнозирование ее геофизических проявлений”, С. Петербург, ГАО РАН, 2007, с. 55.

**О распространении короткопериодических быстрых
магнитозвуковых волн через область
температурного скачка**

Бадушев С.О., Бембитов Д.Б., Михалев Б.Б.

*Калмыцкий государственный университет, Элиста,
e-mail: bbmikh@mail.ru*

Короткопериодические (с периодом около 10 с) альвеновские волны считаются вероятным источником волнового нагрева верхней атмосферы Солнца ([1]). Могут ли в этом процессе участвовать короткопериодические быстрые магнитозвуковые волны?

В коротковолновом приближении рассматриваются МГД-волны, распространяющиеся через границу «средняя хромосфера-верхняя хромосфера» и «хромосфера-корона». Используется распределение температуры и плотности плазмы согласно Гарвардско-Смитсоновской модели солнечной атмосферы, однородное магнитное поле. Изучается влияние температурного скачка на распространение волн в верхние слои атмосферы. Используется метод геометрической акустики, где картина лучей демонстрирует свойства распространения волн.

Из полученных результатов следует, что короткопериодические быстрые магнитозвуковые волны могут преодолевать область температурного скачка только в том случае, если начальное направление распространения волны составляет с вертикалью угол, не превышающий нескольких градусов. В предположении изотропного распределения генерируемых в нижних слоях быстрых магнитозвуковых волн можно сделать вывод, что только небольшая часть волновой энергии, переносимой данными волнами, способна достигать верхних слоев атмосферы.

- [1] Прист Э. Р. Солнечная магнитогидродинамика. -М.: Мир, 1985, с. 265.

Использование адаптивных моделей временных рядов для краткосрочного прогноза мощных солнечных вспышек

Бакунина И.А.^{1,2}

¹ НИУ «Высшая Школа Экономики», Нижний Новгород

² ФБГНУ «Научно-исследовательский радиофизический институт», Нижний Новгород, e-mail: rinbak@mail.ru

В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений исследования и прогнозирования одномерных временных рядов считается применение адаптивных методов, которые позволяют учесть различную информационную ценность уровней временного ряда, степень «устаревания» данных.

Различную «ценность» уровней ряда в зависимости от их возраста можно учесть с помощью системы весов, придаваемых этим уровням. Самокорректирующаяся адаптивная модель временного ряда способна учитывать результат прогноза, сделанного на предыдущем шаге. Адаптация осуществляется итеративно с получением каждой новой фактической точки ряда. Модель постоянно «впитывает» новую информацию, приспосабливается к ней и поэтому отражает тенденцию развития, существующую в данный момент.

На примере предвспышечной динамики потоковых значений I (интенсивности), V (круговой поляризации), P (степени круговой поляризации) нескольких долгоживущих пекулярных радиоисточников (данные – карты в интенсивности и поляризации с каденцией 10 минут, NoRH, Нобеяма) показана возможность использования адаптивных полиномиальных моделей для прогноза мощных солнечных вспышек.

Дендроиндикация солнечной активности в Восточной Сибири

Балыбина А.С.¹, ***Караханян А.А.***²

¹ Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,
Иркутск, e-mail: balybina@irigs.irk.ru

² Институт солнечно-земной физики СО РАН,
Иркутск, e-mail: asha@iszf.irk.ru

Вопрос о роле солнечной активности в наблюдаемых изменениях климата на планете в последние годы широко обсуждается в научных кругах.

В области солнечно-земных связей ведется активный поиск новых методов и подходов для выявления солнечного сигнала в окружающей среде. В связи с этим, успешно применяется дендрохронологический метод. Годичные кольца деревьев одновременно являются комплексными характеристиками климатических условий и выступают как интеграторы влияния внешних факторов, в частности Солнца. В работе рассмотрена линейная зависимость между радиальным приростом хвойных Восточной Сибири и характеристиками солнечного цикла. Корреляционный анализ дендрохронологических данных, усредненных по 11-летнему циклу солнечной активности, и длительности солнечного цикла показал, что радиальный прирост хвойных пород деревьев в регионе тем выше, чем продолжительнее и менее интенсивен 11-летний цикл солнечной активности. В среднем для региона 25 % годового прироста сосны формируется солнечной активностью. Рассмотрена динамика ширины годичных колец хвойных в регионе на ветвях роста и спада основного цикла солнечной активности. Полученные результаты показали, что прирост деревьев зависит от длины ветви роста 11-летнего цикла. Чем длиннее ветвь его роста, тем больше радиальный прирост сосны. Разделение дендрохронологических данных согласно цюрихской нумерации 11-летних циклов позволило выявить увеличение годового прироста хвойных пород деревьев в регионе на ветвях роста четных циклов. Анализ линейной связи между значениями индекса геомагнитной активности A_a и шириной годичных колец деревьев, усредненных по 11-летнему циклу солнечной активности, показал, что динамика годового прироста хвойных деревьев обратно связана с магнитными возмущениями в основном цикле солнечной активности.

Некоторые особенности поведения экстремумов профилей Стокса магнитоактивных линий в фотосфере Солнца

Баранов А.В.

УАФО ДВО РАН. Владивосток, e-mail: baranov@utl.ru

Из формул Унно получен ряд простых соотношений, полезных при анализе профилей круговой rV и линейной rQ поляризации магнитоактивных линий. Величины rV и rQ в слабом магнитном поле имеют экстремумы, положение которых определяется из достаточно простых трансцендентного уравнений. Уравнением для rV определяется и положение экстремумов величины dr_i/dv (r_i — параметр Стокса интенсивности).

При больших расщеплениях сильные линии имеют экстремумы gV -профилей, смещенные от центров линий относительно положения компонентов расщепления на величину u , которую, для случаев продольного и поперечного полей, можно оценить из довольно простых выражений. Получено, что есть явная зависимость величин u от силы линий.

У линий в сильном поперечном магнитном поле экстремумы g -профиля Стокса смещены от центров линий на величину, которую можно оценить из условия $gQ=0$.

Работа выполнена при поддержке Программы № 16 Президиума РАН и грантов ДВО РАН 09-I-П7-01, 09-II-СО_2-002, 09-III-A-02-49.

Инверсии наблюдаемых профилей круговой поляризации в спектральных магнитоактивных линиях различных элементов

Баранов А.В., Лазарева Л.Ф., Можаровский С.Г.

УАФО ДВО РАН. Владивосток, e-mail: baranov@utl.ru

Для 4 спектральных линий железа, 2 линий кальция, 1 линии титана и 1 линии ванадия в диапазоне длин волн 605.0–618.0 нм выполнены решения системы уравнений переноса излучения с учетом аномальной дисперсии. Использована модель солнечного пятна Книра. Расчет велся для значения напряженности магнитного поля H от 2500 до 3500 Э, углы наклона силовых линий полагались равными 30, 40, 50, 60, 70, 80 градусов.

Проведенные расчеты показали, что профили круговой поляризации gV триплетных и квазитриплетных линий со значительными эффективными факторами Ланде ($g \sim 2$) и компактными группами компонент имеют инверсии вблизи центров линий, независимо от того, какому элементу с каким атомным весом они принадлежат.

Не обнаружено инверсий gV -профиля у линии со значительным расщеплением — FeI 608.27 нм. Нет явных признаков инверсий gV -профиля у линий FeI 621.3 и 633.7 нм. Все они имеют большой эффективный фактор Ланде ($g = 2$), но структура расщепления линий — $((2), 3, 5)/2$ — такова, что их компоненты находятся далеко от центра линий и заметный эффект показывать не могут. Однако они дают заметные характерные искажения gV -профиля в местах, близких к положению компонент.

Экспериментальный материал в основном подтверждает приведенные выше расчеты. Следует отметить, что указания на инверсию профилей круговой поляризации показывают наблюдения в линии CaI 612.22 нм, не имеющей центрального компонента расщепления.

Работа выполнена при поддержке Программы № 16 Президиума РАН и грантов ДВО РАН 09-I-П7-01, 09-II-СО_2-002, 09-III-A-02-49.

Особенности долговременных изменений теплообмена в системе океан-атмосфера в низкоширотных областях

Белоусова Е.П., Молодых С.И., Коваленко В.А.

*Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск,
e-mail: elenapbel@iszf.irk.ru*

Процессы крупномасштабного энергообмена в системе океан-атмосфера связаны в первую очередь с термическими контрастами водной и воздушной оболочек. Тропики являются генератором энергии и формируют перенос тепла воздушными и океаническими течениями из этой области в более высокие широты.

В долговременных температурных вариациях выявлены две волны увеличения контрастов в системе океан-атмосфера. В течение первой волны разность температур увеличивается в Северном полушарии, при второй волне - в Южном полушарии.

Показано, что как в Северном, так и в Южном полушарии, с середины 60-х годов, происходит уменьшение турбулентного теплообмена между атмосферой и океаном. Начиная с 1974 года, в Южном полушарии наблюдается увеличение теплообмена, который превышает по значениям теплообмен в низкоширотной зоне Северного полушария. Изменения температуры воздуха и поверхности океана приводят к аномалиям в поле баланса тепла, которые за длительный период времени могут привести к устойчивому или повторяющемуся аномальному режиму атмосферной циркуляции.

Об определении величины частоты отсечки звуковых волн для классической модели солнечной атмосферы

Бембитов Д.Б., Михалев Б.Б., Бадушев С.О.

*Калмыцкий государственный университет, Элиста,
e-mail: bbtikh@mail.ru*

Одной из актуальных задач в решении проблемы волнового нагрева верхней атмосферы Солнца является определение условий, при которых возможно распространение вверх волн, генерируемых в плотных слоях атмосферы. В этом вопросе обычно ориентируются на величину частоты отсечки ν_c звуковых волн в гравитационно-стратифицированной атмосфере. Модель изотермической атмосферы дает применительно к фотосфере величину $\nu_c \approx 5,7$ мГц. Наблюдения, проведенные в последние годы, показывают, тем не менее, присутствие в верхней фотосфере волн с частотой

меньше этого значения ([1], [2]). Предполагается, что на понижение величины частоты отсечки оказывает влияние магнитное поле ([3]-[5]). Представляет интерес вопрос об аналогичном условии распространения волн в нижней хромосфере.

Нами проведено численное моделирование процесса распространения звуковых волн в нижней хромосфере с использованием классической Гарвардско-Смитсоновской модели солнечной атмосферы. Результаты показывают, что в хромосфере распространяются волны с частотой $\nu > \nu_{\text{chr}} \approx 4,3$ мГц. Можно предположить, что волны, прошедшие через фотосферу, могут далее беспрепятственно распространяться в нижней хромосфере.

- [1] Finsterle W., Jefferies S.M., Cacciani A., Rapex P., Giebink C., Knox A., Dimartino V. // *Solar Phys.*, 2004, v. 220, p. 317.
- [2] McIntosh S.W., Jefferies S.M. // *Astrophys. J.*, 2006, v. 647, p. L77.
- [3] Bel N., Mein P. // *Astron. Astrophys.*, 1971, v. 11, p. 234.
- [4] Bel N., Leroy B. // *Astron. Astrophys.*, 1977, v. 55, p. 239.
- [5] Schunker H., Cally P.S. // *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 2006, v. 372, p. 551.

Polar magnetic flux evolution inside and outside a coronal hole inferred from the Solar Dynamics Observatory (SDO)

Benevolenskaya E.¹, Slater G.², Lemen J.²

¹ *Pulkovo Astronomical Observatory, 196140, Saint Petersburg, Russia*

² *Lockheed Martin Advanced Technology Center, Solar & Astrophysics Laboratory, Palo Alto, CA 94304, USA*

In this presentation we consider magnetic flux evolution both inside and outside the boundary of a polar coronal hole (PCH) during the period August 1-2, 2010. The location of the PCH is determined from Extreme Ultraviolet (EUV) imagery in the 193 Å line, taken by the Atmospheric Imager Assembly (AIA) of the Solar Dynamics Observatory (SDO). Magnetic data are represented by the line-of-sight (LOS) component of the magnetic field derived from imagery taken by the Helioseismic and Magnetic Imager (HMI). Both data sets are sampled at a cadence of 720 sec and are re-mapped on to a Carrington coordinate grid for the analysis.

We have derived magnetic fluxes (unsigned, signed, positive and negative) for the period of observation. This period is especially interesting because it includes a prominence eruption which is accompanied by a shift in the border

of the PCH. Preliminary results show magnetic flux of the new cycle polarity appearing inside the coronal hole on a time scale of several hours. Moreover, the emergence of both polarities more close related the region outside the coronal holes.

We discuss the mechanism of polar coronal hole formation and its relationship to solar magnetic flux evolution.

The solar-wind high-speed streams and Dst index variations in 19-23 solar cycles

Biktash L.Z.

*Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation, Troitsk, Moscow Region, 142190, Russia,
e-mail: lsizova@izmiran.ru*

We have studied of long-term variations of equatorial Dst index in 19-23 solar cycles to display favorable conditions in interplanetary space which can have an influence on climate change. The Dst index is in common practice in the solar wind-magnetosphere-ionosphere interaction studies as well as in different Sun-Earth relationships up to medicine. Statistical study of the solar wind parameters and evolution of Dst-variations in solar cycles allow us to predict the Dst behavior in future. In this connection the solar wind and interplanetary magnetic field parameters obtained from the OMNI and Ulysses databases. Geomagnetic activity represented by Dst index from beginning 1957 to end 2010 were used in our study. Monthly and 27-day average variations of Dst index and the solar wind parameters were calculated and compared with sunspot numbers for 19-23 solar cycles. Superposed epoch results show Dst variations were the most intensive in 19 and 22 solar cycles. During these unique solar epochs the solar-wind high-speed streams occurred frequently and were the primary contributor to the recurrent Dst variations. It signifies that corotating interaction regions (CIRs) had been responded for high-speed solar wind streams and the resultant geomagnetic storms in Dst had been associated with large, long-lived low latitude solar coronal holes during declining phases of solar cycles. These structures were observed on the Ulysses in the interval of heliocentric distances 1.4–4.2 AU. The maximum in monthly Dst variations was observed in 19th solar cycle in spite of the fact that this solar cycle was the most strong among the latest five cycles. In general, Dst-variations in these solar cycles were going after sunspot numbers and only CIRs had broken this relation. We discusse Climate change in connection with evolution of Dst variations. Since Forbush observed decreases (Forbush decreases-FDs) in the cosmic rays (CR) count rate, scientists tried to understand their origin and

influence on the Earth. It was shown good correlation between CR and Dst –index. Many authors have considered the influence of galactic and solar cosmic rays on the Earth’s climate and cosmic ray activity as possible mechanism of climate change is the subject of wide speculation now. Recent researches have shown that the Earth’s cloud coverage is strongly influenced by cosmic ray intensity. Clouds influence the irradiative properties of the atmosphere by both cooling through reflection of incoming short wave solar radiation, and heating through trapping of outgoing long wave radiation. It was found out that cosmic radiation is the main source of air ionization below 40-35 km. Reexamination made by some authors of the severe Dst events for their relationships with Forbush decreases and interplanetary parameters for SC19-23 shows that the time evolutions of Dst and FDs were very different and negative Dst and FDs had been uncorrelated sometimes. In number of the papers a good correlation between CR and sunspot numbers was shown. For example, a significant time lag near 26 months between the temporal variations of the CR amplitude and the sunspot number (SSN) was used by the authors to obtain the best correlation coefficient. It should be noted that to push ahead on this question the authors try to find good correlation with SSN at any price, whereas we have to use SSN for orientation mostly. Obviously, cosmic rays intensity and its duration will depend on the solar activity as CMIs, CIRs, solar wind and magnetospheric currents intensity and more detail investigations of these relationships are required.

Закономерности формирования корональных выбросов массы в цикле солнечной активности

Биленко И. А.

*Государственный астрономический институт им. П.К.
Штернберга, Москва e-mail: bilenko@sai.msu.ru*

Корональные выбросы массы (КВМ) являются крупномасштабным явлением, охватывающим все слои солнечной атмосферы и оказывающим большое влияние на космическую погоду на орбите Земли. Различают КВМ связанные со вспышечными процессами в активных областях, КВМ связанные с эрупцией волокон, ряд наблюдений выявляют КВМ связанные с динамикой корональных петель, имеются также свидетельства о связи КВМ с корональными дырами. Различные типы КВМ имеют различные параметры и структуру, и являются следствием различных физических процессов происходящих в атмосфере Солнца.

В данной работе рассматривается влияние изменения структуры и напряженности глобального магнитного поля Солнца на формирование различных типов КВМ. Выделены и анализируются как периоды стабильного, устойчивого состояния глобального магнитного поля, так и его резкие изменения, приводящие к нестабильности коронального магнитного поля и инициации КВМ различных типов. Также проводится сопоставление с динамикой активных областей разного типа по магнитной классификации. Оценивается влияние различных параметров активных областей на параметры КВМ на всех фазах солнечной активности.

Показано, что изменения структуры и напряженности глобального магнитного поля Солнца в цикле солнечной активности определяют характер протекающих активных процессов, включающих и процессы формирования КВМ, а, следовательно, и космическую погоду на орбите Земли и геомагнитную активность. Знание закономерностей изменения как глобального, так и локальных магнитных полей с развитием циклов солнечной активности позволит улучшить прогнозирование и КВМ, и околоземной обстановки.

Долговременные изменения относительной доли тени пятен в зависимости от площади и конфигурации группы

Блудова Н.Г.

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения
радиоволн РАН им.Н.В. Пушкова, Троицк Московской обл.,
e-mail: natasha_bludova@mail.ru*

На основе Гринвичского ряда данных за 1874-1976 гг продолжено изучение временного поведения отношения $q(t)$ площади тени солнечного пятна (группы пятен) к его полной площади. Получено, что среднегодовое значение q изменяется со временем в пределах от 0.15 до 0.28. Наибольших значений этот параметр достигает в начале 30-х годов прошлого века [1]. Сходный результат получен в [2]. Изучена связь величины q от площади группы пятен. Показано, что наибольший вклад в изменение q со временем вносят самые малые пятна площадью до 100 миллионных долей полусферы. Детально рассмотрены свойства q для пятен десяти различных классов по гринвичской классификации. Для классов, имеющих наиболее простую конфигурацию групп пятен с малой суммарной площадью, форма $q(t)$ наилучшим образом согласуется с найденной в [1] для совокупности всех пятен, т.е. с максимумом в области 30-х годов XX века. С увеличением средней площади и усложнением структуры группы пятен

форма $q(t)$ изменяется, выраженный максимум постепенно исчезает и для групп пятен с наибольшей площадью среднее значение q приближается к 0.18, найденному Вальдмайером [3]. Полученные результаты показывают, что генерации магнитных полей в активной области на Солнце по-разному происходит на разных стадиях развития пятен, что необходимо учитывать в теоретических исследованиях.

- [1] Блудова Н.Г., Обридко В.Н. // Труды XI Пулковской международной конференции "Физическая природа солнечной активности и прогнозирование ее геофизических проявлений С. Петербург, ГАО РАН, 2007, с. 55-58.
- [2] Hathaway David H., Wilson R. M., Campbell A. // American Astronomical Society Meeting 210, 92.03; Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 38, p.209
- [3] Waldmeier M. // Mitt. Zürich 1939, 14, 439.

Индексы солнечной активности в 21, 22 и 23 циклах

Бруевич Е.А., Якунина Г.В.

*Государственный астрономический институт
им. П.К.Штернберга, Москва, e-mail: yakunina@sai.msu.ru*

Индексы солнечной активности в 21, 22 и 23 циклах

Бруевич Е.А., Якунина Г.В.

*Государственный астрономический институт
им. П.К.Штернберга, Москва, e-mail: yakunina@sai.msu.ru*

Исследованы ежемесячные усредненные величины основных глобальных индексов солнечной активности для 21, 22 и 23 цикла. Это числа Вольфа W , УФ-поток в линии $Mg II$, полный поток излучения (Total Solar Irradiance), поток в рентгеновском диапазоне $1-8\text{\AA}$. В 23 цикле солнечной активности правило Гневешева-Оля нарушается. За период с 1945 до 2007 гг. все индексы показывают снижение глобальной солнечной активности. Возможно, что это связано с суперпозицией 11-летнего и векового солнечного цикла. Обнаружены циклические изменения с периодом равным половине 11-летнего цикла солнечной активности величины коэффициентов корреляции для всех рассмотренных индексов по сравнению с потоком радиоизлучения на волне $10,7$ см.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 09-02-01010 и № 11-02-00843-а.

Тысячелетняя реконструкция глобального климата Земли: новые подходы к имеющимся данным

Варламов А.А., Наговицын Ю.А., Макаренко Н.Г.

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
Санкт-Петербург, e-mail: snakepit@inbox.ru*

Несмотря на большое число работ, посвященных солнечно-земным связям, до сих пор нет единого взгляда на то, какой из нескольких климатических реконструкций следует отдать предпочтение. Так, для 1000-летней временной шкалы имеется 6 реконструкций глобальной температуры, принадлежащих разным авторам. В нашей работе показано, что разумный выбор между ними или составление композитного ряда представляют собой нетривиальную задачу. Предлагается несколько подходов к ее решению, включающих «принцип свидетелей» и символический анализ.

С помощью первого подхода отбирались те годы, значения глобальной температуры в которых наиболее близки друг к другу. Таким образом, определялось, какие из реконструкций согласованы, а какие — нет. В результате, были получены различные наборы точек в зависимости от выбора порога, которые можно принять за опорные и в дальнейшем построить общую кривую композитного ряда с использованием методов аппроксимации.

В основе второго подхода лежит идея кодирования рядов в символические последовательности на основе отношения строгого порядка. Для «слов» выбранной длины можно определить меру близости, основанную на группе подстановок: различие между словами измеряется числом перестановок символов для перевода одного из них в другое. Определялось наличие (отсутствие) линейных и нелинейных связей каждой из реконструкций как с инструментальным рядом, так и между собой. В результате сравнения с инструментальным рядом температуры был выбран в качестве опорного один из шести рядов. Далее определялись наиболее близкие к опорному ряды, где в качестве меры использовался порядок транскриптора. В итоге была получена усредненная кривая, полученная с введением весовой поправки, обратно пропорциональной мере близости.

**Рентгеновское излучение солнечных вспышек,
сопровождающихся радиоизлучением
на частотах 200, 400 ГГц**

***Ватагин П.¹, Кудрявцев И.В.², Степанов А.В.¹,
Чариков Ю.Е.²***

¹ГАО Пулково РАН, С.-Петербург, e-mail: stepanov@gao.spb.ru

²ФТИ им. Иоффе А.Ф. РАН, С.-Петербург,
e-mail: y.charikov@mail.ioffe.ru

Рассчитан поток рентгеновского/гамма излучения релятивистских электронов во время солнечных вспышек, сопровождающихся радиоизлучением на частотах 200 и 400 ГГц. Рассматриваются две возможности генерации этого излучения – плазменный, в результате слияния ленгмюровских плазмонов и синхротронный механизмы. Возникновение ленгмюровских волн происходит в результате пучковой неустойчивости ускоренных электронов, а синхротронное излучение на частотах 200, 400 ГГц обязано своим происхождением наличию в источнике релятивистских электронов. Значение радиопотока на этих частотах 10^4 с.е.п. предполагает значительную величину концентрации ускоренных электронов в диапазоне энергий выше 20 кэВ. Учет трансформации спектра плазмонов производится решением системы нелинейных уравнений. Плотность энергии плазмонов определяется концентрацией электронов, которые генерируют рентгеновское излучение. Интенсивность синхротронного излучения также зависит от концентрации релятивистских электронов, тормозное излучение которых дает вклад в рентгеновский диапазон.

**Стратосферный циркумполярный вихрь
как связующее звено между солнечной активностью
и циркуляцией нижней атмосферы**

Веретененко С.В., Огурцов М.Г.

*Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, С.-Петербург,
e-mail: s.veretenenko@mail.ioffe.ru*

Продолжено исследование пространственно-временной изменчивости долговременных эффектов солнечной активности (СА) и вариаций галактических космических лучей (ГКЛ) в тропосферной циркуляции с использованием метеорологических архивов 'реанализа' NCEP/NCAR (1948–2005 гг.) и MSLP (1873–2000 гг.). Наиболее статистически значимые эффекты СА/ГКЛ обнаружены в высоких широтах северного полушария в области формирования стратосферного циркумполярного вихря. Показано, что выявленные ранее долговременные (~60 лет) вариации амплитуды и знака эффектов СА/ГКЛ в тропосферной циркуляции [1] тесно связаны с эволюцией вихря. Предполагается, что механизм влияния СА/ГКЛ на крупномасштабную циркуляцию нижней атмосферы включает изменения состояния циркумполярного вихря в стратосфере высоких широт.

[1] Веретененко С.В., Огурцов М.Г. // Геомагнетизм и аэрономия, 2011, в печати

**Дисбаланс фотосферных магнитных полей
положительной и отрицательной полярностей**

Вернова Е.С.¹, Тясто М.И.¹, Баранов Д.Г.²

¹ *СПбФ ИЗМИРАН, С.-Петербург, e-mail: helena@ev13934.spb.edu*

² *Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, С.-Петербург,
e-mail: d.baranov@mail.ioffe.ru*

Проведено исследование фотосферного магнитного поля, связанного с активными областями на Солнце (данные Китт Пик, 1976–2003 гг.). Учитывались только сильные магнитные поля ($|B| > 100$ Гс) приэкваториальных областей (от -40° до $+40^\circ$ гелиодолготы).

Если рассмотреть отдельно одно из полушарий Солнца, то окажется, что разность положительного и отрицательного потоков изменяется не случайным образом, а обнаруживает систематические изменения, тесно

связанные с 22-летним магнитным циклом. Разность достигает экстремумов в максимумах солнечной активности и переходит через ноль в минимумах, сохраняя знак от одного минимума до другого. Знак разности совпадает со знаком ведущего пятна в данной полусфере, что указывает на доминирование потока от ведущих пятен по сравнению с ведомыми.

Если рассмотреть приэкваториальную область как единое целое, то ее магнитный поток следует за ходом 11-летнего цикла. В разбалансировке положительного и отрицательного потоков наблюдается 22-летняя периодичность, однако в отличие от отдельно взятой полусферы, знак разности меняется в период инверсии общего магнитного поля Солнца (ОМПС). Разность потоков сохраняет знак от одной инверсии до другой в течение 11 лет. Примечательно, что знак разности, всегда совпадает со знаком ОМПС в северном полушарии. При этом, если до инверсии знак разности совпадает со знаком ОМПС в северном полушарии и со знаком ведущего пятна в северном полушарии, то после инверсии знак разности совпадает со знаком ОМПС в северном полушарии и со знаком ведущего пятна в южном полушарии. Можно предположить, что до инверсии основной вклад в магнитный поток вносят ведущие пятна северного полушария, а после инверсии — южного. Таким образом, всегда доминируют те ведущие пятна, полярность которых совпадает с полярностью ОМПС северного полушария.

Алгоритм идентификации нейтральной линии по магнетограммам SDO

Волобуев Д.М.

ГАО РАН, Санкт-Петербург, e-mail: dmitry.volobuev@mail.ru

Характеристики нейтральной линии часто рассматривают как наиболее перспективные предикторы сильных (M и X- классов) солнечных вспышек и корональных выбросов массы. Тем не менее алгоритмическая идентификация нейтральной линии остается довольно сложной задачей и требует, как правило, многоступенчатых итерационных алгоритмов, которые в настоящее время реализуются параллельным вычислением на вычислительных кластерах. В настоящей работе мы показываем, что на магнетограммах Solar Dynamic Observatory (SDO) Helioseismic and Magnetic Imager нейтральная линия может быть идентифицирована одноступенчатым алгоритмом, основанным на подходе «клеточных автоматов». На примере активной области 11158 мы показываем, что эволюция идентифицированной сильной нейтральной линии перед вспышкой класса X имеет характерные особенности, выявленные ранее по магнетограммам SOHO

более сложными алгоритмами. Кроме того, мы вычисляем функцию среднего изменения магнитного поля с удалением от нейтральной линии, и показываем, что эта функция мало изменяется перед вспышкой.

**Солнечная активность в «мире маргариток»:
двумерная модель с учетом влажности**

Волобуев Д.М.

ГАО РАН, Санкт-Петербург, e-mail: dmitry.volobuev@mail.ru

Концепция «мира маргариток» представляет собой набор интерпретационных моделей, которые позволяют моделировать существенно нелинейную систему изменения климата растениями. Как было показано нами ранее, эта нелинейность может приводить к локальному, но существенному усилению малых изменений инсоляции в области экваториальных полупустынь. При этом в основе классической одномерной модели лежит изменение альbedo планеты «черными» и «белыми» маргаритками, конкурирующими за свободную площадь. Известно, однако, что основным фактором изменения микроклимата при переходе от леса к пустыне является влажность. В данной работе мы анализируем двумерную модель «влажные-сухие маргаритки», построенную на основе «клеточных автоматов» и ее отклик на малые изменения инсоляции.

Спиральность конвективных течений во вращающейся жидкости

Гетлинг А.В.

Научно-исследовательский институт ядерной физики, МГУ имени
М.В. Ломоносова, Москва, e-mail: A.Getling@mail.ru

Величина α -эффекта — определяющего параметра в теории турбулентного МГД динамо — зависит от среднего значения спиральности поля скоростей $h = \mathbf{u} \cdot \text{rot } \mathbf{u}$. Оценки средней спиральности $\langle h \rangle$ основываются на гипотезах о структуре турбулентности и поэтому варьируют в очень широких пределах для одних и тех же условий. Между тем, солнечная конвекция далеко не беспорядочна, и можно надеяться внести большую определенность в оценки спиральности, выполняя численное моделирование ячейечной конвекции. Ненулевая средняя спиральность может возникать, в частности, благодаря действию силы Кориолиса во вращающемся и подогреваемого снизу слое сжимаемого газа, находящемся в поле тяжести. Сжимаемость обеспечивает асимметрию между верхней и нижней частями слоя — она необходима для того, чтобы спиральность не обращалась в ноль при усреднении по слою.

Работа посвящена численному моделированию конвекции в слое с политропной плотностной стратификацией, вращающемся вокруг вертикального направления с угловой скоростью Ω . В начальный момент задается такое тепловое возмущение, которое приводит к развитию системы шести-угольных конвективных ячеек с восходящими течениями в их центрах и нисходящими на периферии. На боковых границах расчетной области ставятся условия периодичности всех физических величин по горизонтальным координатам. Верхняя и нижняя границы слоя считаются жесткими. Варьируются Ω и индекс политропы m , причем для каждого m подбираются такие значения вязкости и температуропроводности, чтобы получить заданное число Рэлея (в большинстве расчетов $R = 20050.6$). Задается также число Прандтля $P = 1$.

Показано, что усредненная по слою спиральность имеет максимум при некотором значении Ω (с увеличением скорости вращения слоя всё лучше воспроизводятся условия теоремы Тейлора – Праудмана). Таким образом, эффект подавления спиральности при достаточно больших Ω следует учитывать при построении моделей МГД динамо методами электродинамики средних полей. Структура конвективных течений обсуждается в сопоставлении с результатами линейного анализа [1].

- [1] Chandrasekhar S., *Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability*, Oxford: Oxford Univ. Press, 1961; New York: Dover Publications, Inc., 1981.

Проявление солнечной активности в структуре рядов параметров вращения Земли

Горшков В.Л., Миллер Н.О., Воротков М.В.

*ГАО РАН, Санкт-Петербург, e-mail: vigor@gao.spb.ru,
natm@gao.spb.ru*

Задачей данной работы является поиск взаимосвязей между различными солнечными процессами и их отклика в поведении структурных особенностей параметров вращения Земли (ПВЗ). В данной работе были использованы следующие ряды солнечной активности – числа Вольфа, геомагнитные индексы, а также ряд солнечных вспышек.

С помощью многомерного спектрального анализа ряды ПВЗ сопоставляются с различными рядами солнечной активности. Сингулярный спектральный анализ позволяет выделить компоненты с последующим выявлением структурных особенностей и закономерностей в их поведении. В движении полюса присутствуют три главные составляющие – тренд, чандлеровская и годовая компонента. В спектре чандлеровского движения полюса (ЧДП) имеются два близко лежащих пика с максимальными амплитудами и несколько слабых всплесков в этом частотном диапазоне. Двум максимальным пикам соответствует компонент, имеющий регулярную структуру с периодом около 80 лет. В результате данной работы была выявлена взаимосвязь между солнечной активностью и годовым движением полюса, а также со слабыми компонентами ЧДП.

Возможно ли ударное возмущение планетарной магнитосферы из-за влияния стационарного тангенциального разрыва солнечного ветра?

Гриб С.А.

*Учреждение Российской академии наук Главная (Пулковская)
астрономическая обсерватория РАН, Пулково, 196140, СПб, Россия*

Рассматривается столкновение сильного магнитогидродинамического (МГД) тангенциального разрыва (ТР), характерного для структуры с постоянным давлением, с носовой ударной волной в рамках решения МГД проблемы Римана-Кочина при набегании ТР со стороны солнечного ветра. Поток плазмы за стационарным ТР описывается с помощью интегральных инвариантов. Демонстрируется возникновение преломлённой в магнитослой быстрой ударной волны при увеличении концентрации протонов при переходе через ТР и быстрой МГД волны разрежения при уменьшении

концентрации на ТР. Указывается на трансформацию во втором случае носовой быстрой ударной волны в медленную МГД ударную волну, что подтверждается некоторыми данными наблюдений на космических аппаратах. Анализируются измерения, осуществлённые на аппаратах IMP3 и ACE. Теоретически рассчитанное ударное возмущение магнитослоя и магнитосферы Земли непосредственно связывается с геомагнитным возмущением типа внезапного положительного импульса, возникающего при приходе ТР с увеличением плотности, и более плавного понижения величины геомагнитного поля для ТР с уменьшением плотности. Подчёркивается влияние изменения плотности заряженных частиц при переходе через ТР, как частного случая разрыва направления, на возмущение системы магнитосфера – носовая ударная волна и на поведение геомагнитного поля. Работа частично осуществлялась в рамках программы ОФН-15 и по гранту РФФИ 08-01-00-191.

**Сравнительный анализ характеристик и эволюции
активных областей NOAA 10030 (июль, 2002)
и NOAA 11158 (февраль, 2011) перед вспышками
класса X (GOES)**

Григорьева И.Ю., Боровик В.Н.

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
Санкт-Петербург, e-mail: irina19752004@mail.ru*

На основе магнитограмм, полученным с космических аппаратов SOHO/MDI и SDO/HMI, проводится сопоставление развития магнитных полей в активных областях NOAA 10030 и NOAA 11158 перед вспышками класса X3.0 и X2.2 (GOES), произошедшими в этих областях 15 июля 2002 года с максимумом в 19:59 UT и 15 февраля 2011 года с максимумом в 01:44 UT соответственно. Сравняется эволюция характеристик микроволнового излучения указанных активных областей перед вспышками по результатам многоволновых спектрально-поляризационных наблюдений Солнца на радиотелескопе РАТАН-600.

Характеристики выбросов корональной массы на Солнце и сопутствующие им явления

*Григорьева И.Ю.¹, Боровик В.Н.¹, Делоне А.Б.²,
Порфирьева Г.А.², Якунина Г.В.²*

¹ Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
С.-Петербург, e-mail: irina19752004@mail.ru

² Государственный астрономический институт
им. П.К. Штернберга, Москва, e-mail: yakunina@sai.msu.ru,
galina-porfirieva@yandex.ru

Представлен краткий обзор результатов наблюдений выбросов корональной массы (СМЕs) и связанных с ними явлений, таких как вспышки, выбросы, димминги и радиовсплески. Используются данные, полученные за последние десятилетия с борта SOHO и STEREO. Обсуждаются критерии связи СМЕs и сопутствующих явлений на Солнце на основе наблюдений в разных участках спектра (УФ, H-альфа и радиодиапазоне). Анализируется связь структуры СМЕ с топологией магнитного поля области на Солнце, в которой возникает СМЕ.

Рассматривается корреляция характеристик СМЕ и связанных с ними явлений, вытекающая из наблюдений. Статистически СМЕs, сопровождающиеся вспышками, имеют большие скорости по сравнению с СМЕs, не связанными со вспышками. Наиболее быстрые, массивные и широкие СМЕs связаны с наиболее энергичными вспышками. Используются результаты научных публикаций и данные из Интернета.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 11-2-00843-а.

Рекуррентные графики индексов солнечной активности и метеоданных на коротких шкалах времени

Давыдов В.В.

*Пулковская обсерватория, Горная Астрономическая станция,
Кисловодск, e-mail: davale@rambler.ru*

Возможные проявления солнечных вариаций на Земле могут быть обусловлены различными причинами. VAI-мера завихренности атмосферы в Северном полушарии сопоставляется с данными по числам Вольфа и площадям солнечных пятен. С другой стороны метеопараметры для локальных точек Земли также сравниваются с индексами солнечных пятен. Месячные данные охватывают период с 1946 по 1978 годы.

Применяемый метод кросс рекуррентных графиков, видимо, уже показал свою значимость для анализа солнечно-земных связей на длинных шкалах времени в условиях нестабильности проявляемых взаимодействий.

**Непрямое солнечное воздействие на климат:
геомагнитное поле, галактические космические лучи**

*Дергачев В.А.¹, Васильев С.С.¹, Распопов О.М.²,
Юнгнер Х.³*

¹ *Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, С.-Петербург,
Россия, e-mail: v.dergachev@mail.ioffe.ru*

² *СПбФ ИЗМИРАН, С.-Петербург, Россия*

³ *Хельсинкский Университет, Финляндия*

В настоящее время имеются убедительные доказательства солнечного воздействия на земной климат как в доиндустриальную, так и в постиндустриальную эпохи. В течение последних нескольких лет получены детальные реконструкции изменения климата на масштабах от десятков до сотен лет. Эти реконструкции ясно выявляют ассоциации с изменениями космических лучей, представленных космогенными нуклидами ^{14}C , ^{10}Be , которые зафиксированы в природных архивах (кольца деревьев, слои льда), что свидетельствует о влиянии на климат двух факторов: космических лучей и солнечной активности. Недавние исследования показывают, что на временных шкалах различной продолжительности также прослеживается связь между изменениями различных элементов геомагнитного поля и климата.

В работе проведён анализ и сравнение данных высокого разрешения характеристик земного магнитного поля, интенсивности космических лучей и климата на временной шкале, охватывающей последние примерно 10 тысяч лет.

Корональные выбросы масс 30 июля 2005 года

Дивлекеев М.И.

*Государственный астрономический институт им.
П.К.Штернберга, МГУ, Москва, e-mail: div@sai.msu.ru*

В активной области 10792 (N12E60) 30 июля 2005 г. наблюдались три корональные выброса масс (КВМ), связанные со вспышками баллов C9.4, X1.3 и C8.9. Первая вспышка C9.4 произошла по данным GOES с 05:03 UT до 05:36 UT с максимумом в 05:19 UT. По наблюдениям в области линии CaII 8498 Å установлено, что сразу после начала вспышки сформировался КВМ с нулевой начальной лучевой скоростью. Это событие описано в работах [1] и [2]. Вторая вспышка X1.3 по GOES началась в 06:17 UT, имела максимум в 06:35 UT и завершилась в 07:01 UT. В линии CaII она наблюдалась до 07:30 UT. КВМ, связанный с этой вспышкой, рассмотрен в работах [3] и [4]. Обе вспышки в линии CaII 8498 Å регистрировались практически в одном и том же месте токового жгута, именно, около основания, где плазма преимущественно поднималась. Первая вспышка и связанный с ней КВМ произошли около этого места, причём КВМ закрыл поле зрения телескопа и излучение в линии CaII 8498 Å не принималось. По изображениям в вакуумном ультрафиолете видно, что КВМ выходит ниже области образования линии 195 Å, но выше слоя, где формируется линия кальция. Вторая вспышка произошла достаточно далеко от первой, но в линии кальция она регистрировалась в том же месте, что и первая, но при этом второй КВМ не попал в поле зрения телескопа. Это указывает, что во вспышках участвует одна и та же структура, излучающая в линии CaII 8498 Å, а КВМ исходили из разных мест. Третье событие нами не наблюдалось.

Таким образом, обе вспышки связаны одним токовым жгутом магнитных трубок, а КВМ начинается выше этого жгута, но ниже области формирования излучения в линии 195 Å.

- [1] Chifor C., Tripathi D., Mason H.E., Dennis B.R. // *Astronomy and Astrophys.*, 2007, v. 472, p. 967.
- [2] Дивлекеев М.И. // *Солнечно-Земная физика*, 2008, т.12, 1, стр.34.
- [3] Wang Y., Zhang J. // *Astrophys. J.*, 2008, v. 680, p. 1516.
- [4] Ramesh R., Kathiravan C., Kartha S.S., Gopalswamy N. // *Astrophys. J.*, 2010, v. 712, p. 188.

**Исследование корональных выбросов массы
нового солнечного цикла
с использованием данных КА PROBA2**

Егоров Я.И., Файнштейн В.Г.

ИСЗФ СО РАН, 664033, г. Иркутск, а/я-291, e-mail: diegon@ya.ru

Показано, что новые инструменты SWAP и LYRA, установленные на космическом аппарате PROBA2 могут эффективно использоваться для изучения начальной стадии движения лимбовых корональных выбросов массы (КВМ). Совместное использование этих инструментов и коронографов SOHO/LASCO позволило исследовать основное ускорение шести лимбовых КВМ, зарегистрированных в период октябрь 2010 г. – март 2011 г. Исследованы изменения со временем положения, скорости, ускорения фронта, а также геометрии этих КВМ. Кроме этого, определены в зависимости от времени следующие характеристики КВМ: угловой размер; направление движения; отношение поперечного к продольному размеру КВМ. Изменения со временем скорости $V(t)$ КВМ сопоставлено с временным ходом интенсивности мягкого рентгеновского излучения $I_X(t)$ из области связанной с КВМ вспышки по данным LYRA. Установлено, что для 5 из 6 рассмотренных событий основное ускорение КВМ начинается на несколько минут позже начала t_f связанной с КВМ рентгеновской вспышки, в одном случае ускорение КВМ началось раньше или одновременно с t_f . Показано, что ускорение $a_M = V_{max}/t_{acc}$, измеренная длительность основного ускорения t_{acc} , длительность, нарастания интенсивности мягкого рентгеновского излучения из области связанной с КВМ вспышки t_{FL} , а также ускорение, определяемое из соотношения V_{max}/t_{FL} (здесь V_{max} — максимальная скорость КВМ), связаны соотношениями, близкими к соотношениям, полученным в работе [1]. Подтвердилась также обратная пропорциональная связь между a_M и t_{acc} (t_{FL}), обнаруженная в цитируемой работе. Показано, что на начальной стадии движение 5 из 6 рассмотренных КВМ не является прямолинейным. Отклонения направлений движения КВМ в период их основного ускорения от первоначального оказались в диапазоне 2° - 12° . Установлено, что угловой размер 5 из 6 рассмотренных КВМ растёт со временем, увеличиваясь в 2-5 раз в течение времени основного ускорения.

[1] Zhang J. and Dere K.P.// Astrophys. J., 2006, v. 649, p. 1100-1109.

Симметрия флуктуаций магнитного поля и скорости в солнечном ветре

Ерофеев Д.В.

*Уссурийская астрофизическая обсерватория ДВО РАН, Уссурийск,
e-mail: dve_08@mail.ru*

Для исследования анизотропии флуктуаций плазмы солнечного ветра использованы данные каталога OMNI-2 с часовым разрешением за 1965-2010 гг. Флуктуации векторов магнитного поля и скорости выделены как разности значений этих параметров в последовательные моменты времени. Методом главных компонент найдены векторы D_B и D_V , соответствующие преимущественной ориентации флуктуаций магнитного поля и скорости. Эти величины определены как функции направления вектора магнитного поля B . Учитывая результаты [1], исследование проведено отдельно для периодов времени с разной ориентацией глобального солнечного диполя.

Найдено, что главные компоненты флуктуаций D_B и D_V ориентированы касательно к поверхности координатной сферы (это в частности означает, что флуктуации магнитного поля преимущественно несжимаемы). В периоды высокой солнечной активности (большой наклон солнечного диполя к оси вращения Солнца) флуктуации магнитного поля имеют цилиндрическую симметрию, так что вектор D_B ортогонален одновременно к магнитному полю B и к оси симметрии A_1 . Последняя имеет направление, близкое к радиальному, однако отклоняется от него на 15° по азимуту в сторону, противоположную направлению спирали Паркера. Ось A_1 является также направлением минимума мощности магнитных флуктуаций. Ориентация флуктуаций скорости также имеет цилиндрическую симметрию с той же осью A_1 . Однако знак корреляции между флуктуациями скорости и магнитного поля (т.е. их взаимная ориентация) определяется знаком проекции магнитного поля на другую ось A_2 , которая приблизительно совпадает с направлением спирали Паркера. В периоды, когда ось солнечного диполя почти параллельна оси вращения Солнца (минимумы активности), векторные поля D_B и D_V имеют более сложную структуру, которая к тому же зависит от знака проекции солнечного диполя на ось вращения (т.е. обнаруживает 22-летнюю периодичность). Эту структуру можно интерпретировать как результат периодических отклонений оси A_1 к северу или к югу от плоскости гелиоэкватора с амплитудой $\approx 30^\circ$, причем отклонения имеют разный знак в положительном и отрицательном магнитных секторах. Таким образом, флуктуации плазмы в плоскости эклиптики имеют в общем случае три неортогональные оси симметрии, взаимная ориентация которых изменяется в ходе 22-летнего цикла.

- [1] Lyatsky W., Tan A., and Lyatskaya S. // Geophys. Res. Lett., 2003, v. 30. p. L2258.

Низкочастотные колебания в динамически развивающейся активной области 11263 по магнитограммам HMI (SDO)

Ефремов В.И., Парфиненко Л.Д., Соловьев А.А.

ГАО РАН, С.-Петербург, e-mail: maklimur@gmail.com

Исследованы низкочастотные колебания в динамически развивающейся сложной активной области NOAA 11263. Как и в одиночных пятнах в спектре мощности колебаний магнитного поля уверенно выявляется предельная собственная мода 13-22ч. При этом колебания ведущего и хвостового пятен синхронны.

Синхронность низкочастотных колебаний в тени солнечного пятна по данным HMI(SDO)

Ефремов В.И., Парфиненко Л.Д., Соловьев А.А.

ГАО РАН, С.-Петербург, e-mail: parfinenko@mail.ru

Используя данные космического аппарата HMI(SDO), исследована синхронность долгопериодических колебаний продольного магнитного поля в отдельных участках тени солнечного пятна. Показано, что тень пятна участвует в колебательном процессе как единое, целостное физическое образование, несмотря на наличие в ней тонкой и сложной внутренней структуры магнитного поля.

**Исследование начальной стадии движения
корональных выбросов массы типа гало
по данным GOES/SXI**

Загайнова Ю.С., Файнштейн В.Г.

*Институт солнечно-земной физики СО РАН, 664033, г. Иркутск,
Россия, а/я-291, e-mail: yuliazagaynova@mail.ru*

По данным *GOES/SXI* исследована начальная стадия движения шести быстрых корональных выбросов массы типа гало (ГКВМ), связанных с вспышками рентгеновского класса «X», и прослежено движение этих ГКВМ в поле зрения *SOHO/LASCO* C2 и C3. Показано, что основное ускорение 5 из 6 рассмотренных ГКВМ начинается до начала связанной с ГКВМ вспышки; одного ГКВМ, либо в момент начала вспышки, либо спустя ~ 30 секунд после ее начала.

Все изученные ГКВМ либо с самого начала их регистрации, либо спустя несколько минут после начала поступательного движения представляют собой петлеобразные структуры. Обнаружено, что движение ГКВМ от 29.10.03 начинается по данным разных инструментов в виде поступательного движения аркады петель или, по данным *SXI*, трех петлеобразных структур, а затем эта аркада преобразуется в одну петлеобразную структуру с широким фронтом и большими угловыми размерами.

Установлено, что характер изменения скорости $V(t)$ и ускорения $a(t)$ для ГКВМ, возникающих в одной АО, оказывается подобным. Так, для ГКВМ 15.01.2005 (2 ГКВМ) и 17.01.2005, скорость $V(t)$ достигает максимального значения, затем, резко падает в течение короткого времени, и, далее, уменьшается по закону, характерному для автомоделного движения. Выход на автомоделное движение происходит примерно посередине временного интервала, в течение которого регистрируется жесткое рентгеновское излучение. Показано, что время основного ускорения ГКВМ близко ко времени нарастания интенсивности мягкого рентгеновского излучения из связанной с ГКВМ вспышки. Подтвержден вывод работы [1] о существовании обратной корреляции между амплитудой ускорения ГКВМ и длительностью ускорения. В нашей работе эта зависимость получена для значений максимальной скорости и ускорения, которые существенно больше, чем в работе [1].

Установлено, что на начальном этапе траектории ГКВМ являются криволинейными и отклоняются от экватора; причем, ГКВМ, возникшие в северном полушарии Солнца, отклоняются к северному полюсу, ГКВМ, возникшие в южном полушарии – к южному. Исследовано изменение углового размера ГКВМ со временем. При этом вершина угла, определяющего размер выброса, помещается в центр солнечного диска. Показано, что угловой размер всех рассмотренных ГКВМ резко в несколько раз увеличи-

вается со временем в первые минуты движения, а в поле зрения LASCO C2 и C3 изменяется слабо. Показано, что в первые минуты движения ГКВМ отношение его продольного размера к поперечному заметно изменяется со временем, а после выхода ГКВМ в поле зрения коронографа LASCO C2 это отношение изменяется слабо, что, возможно, указывает на установление автомодельного режима расширения ГКВМ.

[1] Zhang J., Dere K.P. // Ap. J., 2006, v. 649, p. 1100.

Свойства коронального источника нетепловых электронов эруптивной вспышки 3 ноября 2010 года

Зимовец И.В.

*Институт космических исследований, Москва,
e-mail: ivanzim@iki.rssi.ru*

Представлены результаты совместного анализа коронального источника нетепловых электронов и эруптивной плазмы частично залимбовой солнечной вспышки 3 ноября 2010 г. Установлено, что импульсная фаза события сопровождалась началом эрупции горячего плазмойда (магнитного жгута) с $T \approx 10$ МК (*AIA/SDO*) и формированием двойного коронального источника жесткого рентгеновского излучения (*RHESSI*). Нижний источник располагался в области низколежащих вспышечных петель ($H_l < 6 \times 10^3$ км), верхний – внутри всплывающего плазмойда ($H_u > 10^4$ км). Детально изучена динамика плазмойда и окружающей его более холодной “обмотки” с $T < 3$ МК. Представлены свидетельства формирования квазивертикального токового слоя в пространстве между парными источниками коронального жесткого рентгеновского излучения. С помощью спектрального анализа рентгеновского (*RHESSI*) и микроволнового (*RSTN*) излучения оценен энергетический спектр и полное количество нетепловых электронов внутри плазмойда, а также величина его магнитного поля. Установлено, что полная кинетическая энергия нетепловых электронов, находящихся внутри плазмойда, была сопоставима с его полной энергией. Обсуждаются возможные причинно-следственные связи между корональным ускорением электронов и эрупцией магнитоплазменной структуры.

**Закон Джоя и его особенности
по данным трёх каталогов солнечных пятен**

Иванов В.Г.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

Работа посвящена исследованию носящей название «закона Джоя» тенденции к увеличению наклона групп солнечных пятен с ростом широты и связи характеристик этого закона с параметрами солнечной активности. При этом для анализа, помимо известных данных обсерваторий Маунт-Вилсон и Кодайканал, используется новый материал — пулковская база данных по солнечной активности, что позволяет оценить достоверность выводов, полученных ранее другими авторами с помощью первых двух каталогов.

Показано, что закон Джоя проявляется во всех трёх рядах данных и обладает рядом общих особенностей. Вместе с тем некоторые черты этого закона, отмеченные ранее по данным первых двух обсерваторий — в частности, уменьшение его выраженности с ростом мощности цикла — не подтверждаются нашим анализом. Вопрос о том, с чем связано такое несоответствие, остаётся пока открытым.

**Широтное распределение пятенной активности Солнца
и возможности его реконструкции
в прошлом**

Иванов В.Г., Милецкий Е.В., Наговицын Ю.А.

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория,
Санкт-Петербург*

Проведено исследование формы пространственного (широтного) распределения солнечных пятен и установлена её зависимость от уровня солнечной активности. Показано, что широтное распределение пятен данного года может быть приближённо описано нормальным законом с дисперсией, которая линейно связана с текущим уровнем солнечной активности. В частности, рост числа пятен сопровождается расширением зоны солнечной активности, что согласуется с ранее полученными нами результатами. В соответствии с полученной зависимостью, при росте активности ширина зоны генерации солнечных пятен и максимальная широтная плотность пятен в ней растут несколько медленнее, чем число солнечных пятен. Рассмотрены различные варианты реконструкции широтного распределения солнечных пятен в прошлом, основанные на полученных закономерностях.

**О циклических изменениях структуры
крупномасштабного магнитного поля и наиболее
заметных проявлений солнечной активности**

Иванов Е.В.

ИЗМИРАН, Московская обл., Троицк

Исследованы изменения структуры крупномасштабного магнитного поля Солнца в течение 3-х последних 11-летних циклов активности и подтверждена их связь с циклическими изменениями параметров таких наиболее заметных проявлений солнечной активности как сложные комплексные группы пятен и мощные корональные выбросы массы.

**Оценка и сопоставление долговременной динамики
артериального давления и пульса с солнечными
и атмосферными параметрами**

Исайкина О.Ю.¹, Кукса Ю.И.³, Шибаетов И.Г.³

¹*ГИПМ (Государственный институт профилактической
медицины)*

²*ЦГЭМИ ИФЗ РАН*

³*ИЗМИРАН*

Анализируются длинные ряды наблюдений систолического артериального давления (САД), диастолического артериального давления (ДАД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС), взятых из дневника самоконтроля пациента с гипертоническим заболеванием, на фоне приема гипотензивных препаратов. Гипотензивный препарат принимался один раз в сутки утром. Измерения проводились ежедневно утром (до приема препарата) и вечером с 25 марта 1997 г. по 02 апреля 2010 г., всего 4758 дня. Утренние и вечерние измерения САД, ДАД и ЧСС анализируются отдельно, также анализируется обобщенный (утро + вечер) ряд разности САД и ДАД. В работе дан анализ статистических характеристик рядов, проведено сопоставление с атмосферным давлением и ежедневными числами Вольфа, отмечено проявление лунного периода в утренних измерениях. Выделены и проанализированы недельная и полунедельная спектральные гармоники вечерних рядов и их модуляция.

**Широтно-временная эволюция
крупномасштабного магнитного поля
в 21-м и 22-м циклах солнечной активности**

Ихсанов Р.Н., Иванов В.Г.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

Исходным материалом для исследования крупномасштабного магнитного поля (КМП) послужили наблюдения фотосферного магнитного поля Солнца Стэнфордской обсерватории за 1976–2001 гг.

Выделение КМП в «чистом» виде представляется неординарной задачей. Причина этого, в частности, состоит в том, что на поверхности Солнца присутствуют одновременно магнитные поля различного масштаба. При этом наблюдаются магнитные поля с так называемыми открытыми и замкнутыми конфигурациями силовых линий.

В работе методами сглаживания и вычитания произведено разделение этих двух типов магнитных КМП: КМП I с преобладанием конфигураций открытых и КМП II — с преобладанием замкнутых магнитных полей. Обсуждаются их свойства, показано существенное различие этих двух типов КМП. Проведенное сравнение эволюции нейтральной линии магнитного поля в КМП II с полученным по данным синоптических карт в H_{α} , показывает хорошее согласие для широт выше $\pm 30^{\circ}$.

**Линии H CaII и H ϵ в спектрах
солнечных протуберанцев**

Калинин А.А.

*Уральский федеральный университет, Екатеринбург,
e-mail: kaalrgu@rambler.ru*

Проведено моделирование спектра протуберанца, излучающего в линиях водорода и кальция. Использована методика работы [1], но в применении к паре линий H CaII и H ϵ . Данная пара удобна для наблюдений и обработки вследствие близости соответствующих длин волн. Рассчитано отношение интегральных интенсивностей этих линий $r = E(\text{H Ca II})/E(\text{H}\epsilon)$ для набора давлений и температур. Показано, что если известна температура, то давление P по r в области протуберанцев малой массы и (или) плотности ($P < 0.5$) определяется уверенно. В работе [1] приведены результаты для отношения $E(8542)/E(\text{H}\beta)$ и показано, что оно информативно для больших значений давления $P > 0.1$ (при известной температуре). Таким образом, результаты [1] и данной работы для рассмотренных пар

линий являются дополнительными друг к другу, что расширяет возможности диагностики физических параметров протуберанцев при спектральных исследованиях в линиях водорода и кальция.

[1] Gouttebroze P., Heinzel P. // *Astron. Astrophys.*, 2002, v. 385, pp. 273-280

**Влияние секторов межпланетного магнитного поля
на структуру поля ветра в тропосфере**

***Каразанян А.А., Жеребцов Г.А., Молодых С.И.,
Коваленко В.А.***

*Институт солнечно-земной физики СО РАН,
Иркутск, e-mail: asha@iszf.irk.ru*

Изучение атмосферных движений дает возможность определить основные закономерности обмена воздушных масс в горизонтальном и вертикальном направлениях в атмосфере. Рассмотрена реакция поля ветра в тропосфере на прохождение секторов межпланетного магнитного поля (ММП) в период низкой геомагнитной активности. Показана сезонная зависимость отклика пространственной структуры составляющих вектора скорости на прохождение секторов ММП. Влияние знака межпланетного магнитного поля на величину отклика в поле тропосферного ветра наиболее четко проявляется в низкоширотных областях Тихого океана обоих полушарий.

**Особенности активности солнечного типа
у звёзд с различной толщиной
конвективной зоны**

Кацова М.М.

*Гос. астрономический институт им. П.К.Штернберга МГУ,
Москва, e-mail: maria@sai.msu.ru*

Проведено сопоставление уровней хромосферной активности Солнца и более 1000 активных поздних звёзд, наблюдавшихся в рамках программ поиска экзопланет. Дальнейший анализ этих данных вместе с рентгеновскими наблюдениями позволяет обнаружить значимую группу звёзд с невысокой хромосферной активностью, корональное излучение которых заключено в широких пределах. Если ранее для оценки возраста звёзд по уровню их хромосферной активности использовались звёзды, у которых хромосферная и корональная активность коррелируют, то такой подход - однопараметрической гирохронологии - нельзя применять для выявленной новой группы звёзд. Поскольку значительная часть этих звёзд относится к спектральному классу, более позднему, чем G6, обнаруженное изменение характера активности связано, вероятнее всего, с увеличением толщины конвективной зоны. Вместе с более детальным анализом особенностей солнечного цикла проведенное рассмотрение позволяет сформулировать аргументы в пользу двухуровневого динамо и различной роли крупномасштабных и локальных магнитных полей в формировании и эволюции активности солнечного типа. Кратко обсуждаются новые теоретические исследования в этом направлении.

Солнечное динамо: проблемы и возможные решения

Кичатинов Л.Л.^{1,2}

¹*Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск,
e-mail: kit@iszf.irk.ru*

²*Главная астрономическая обсерватория РАН, Пулково*

В основе моделей динамо солнечной активности лежат два основных эффекта: Ω -эффект генерации тороидального поля дифференциальным вращением и α -эффект преобразования тороидального поля в полоидальное. Наблюдения подтверждают присутствие Ω -эффекта на Солнце. Наблюдения α -эффекта затруднены. Тем не менее, данные о солнечных пятнах показывают, что одна из его разновидностей — так называемый механизм Бэбкока-Лейтона — действует на Солнце. Обсуждаются основные

трудности современных моделей солнечного динамо. Возможные пути их преодоления иллюстрируются на примере новой модели с нелокальным α -эффектом.

Сетевые методы анализа гелиообусловленных временных рядов

Князева И.С., Макаренко Н.Г.

*Главная(Пулковская) обсерватория РАН, Санкт-Петербург,
e-mail: iknyazeva@gmail.ru*

В последнее время бурно развиваются графические подходы к анализу временных рядов [1]. Основная идея таких подходов сводится к разбиению ряда на фрагменты «узлы», определению с использованием подходящих метрик степени близости между этими нодами и представлению информации о взаимности с помощью графов. Такие методы позволяют проанализировать степень близости различных паттернов которые встречаются в ряду. Мы использовали этот подход для анализа солнечных циклов и некоторых климатических гелиообусловленных временных рядов. Полученные результаты показывают наглядность и простоту упомянутой методики для анализа псевдо-периодических нестационарных данных.

- [1] R. Donner, et al. //International Journal of Bifurcations and Chaos, 2010, v. 21, pp. 1019-1046

О кольцеобразной структуре источника циклотронного излучения над солнечным пятном по наблюдениям с разрешением в 1 угл. сек.

Коржавин А.Н.¹, Петерова Н.Г.¹, Топчило Н.А.²

¹ *СПбФ САО РАН, С.-Петербург, e-mail: kor@saoran.spb.su*

² *АО СПбГУ, С.-Петербург*

Представлены результаты наблюдений активной области NOAA 11140, выполненных во время солнечного затмения 04.01.2011 г. с помощью двух радиотелескопов РТ-32 сети «КвазарКВО». Один из инструментов установлен в обсерватории Светлое (вблизи С.-Петербурга), другой - в обсерватории Зеленчукская (Сев. Кавказ). Наблюдения проведены на волнах 3.5 см, 6.2 см и 13 см с регистрацией параметров Стокса I и V. Показано, что при наблюдении АО 11140 достигнута рекордная разрешающая способность ~ 1 угл. сек., близкая к предельному значению, определяемому дифракцией на краю Луны. При анализе наблюдений выявлена тонкая структура одномерных изображений источника радиоизлучения, лежащего над главным пятном АО 11140, которые явно свидетельствуют о кольцеобразности или подковообразности двумерных распределений радиояркости по источнику. Эти особенности отмечаются на обеих коротких волнах и наиболее контрастно проявляются в о-моду излучения. Сопоставление радиоданных с фотогелиограммой показало, что максимум источника радиоизлучения смещен относительно центра тени пятна на несколько угл. сек. в NE-направлении. Это смещение может быть вызвано несколькими причинами: (1) эффектом проекции при высоте области радиоизлучения в неск. тыс. км над фотосферой, (2) особенностями магнито-тормозного механизма генерации радиоизлучения, приводящими к образованию тонких кольца или подковообразных структур радиоизображения, (3) реальной EW асимметрией в трехмерном распределении основных физических параметров над пятном - температуры, плотности, структуры магнитного поля. Случай наблюдений АО 11140 следует считать исключительно удачным для исследований кольцеобразных структур, учитывая большое долготное удаление пятна от центра диска Солнца. Задачей дальнейших исследований должно быть моделирование, в котором можно будет учесть указанные выше причины (1-2) и выявить на основе высокоточных наблюдений с разрешением в 1 угл. сек. реальные особенности строения атмосферы Солнца непосредственно над пятном.

Особенности вариаций полного потока излучения Солнца в прошедшем минимуме солнечной активности.

Костюченко И. Г.

НИФХИ им. Л. Я. Карпова, Москва, e-mail: irkost@itep.ru

Проанализированы хаотическая и регулярная составляющие вариаций полного потока излучения Солнца в прошедшем минимуме солнечной активности, который был необычно долгим и характеризовался уникально большим количеством дней без пятен.

Вид спектра мощности временного ряда шестичасовых средних значений солнечной постоянной указывает на то, что её нерегулярные флуктуации носят характер детерминированного хаоса. Показано, что параметры хаотической составляющей вариаций остаются неизменными на временной шкале от нескольких часов до десятков месяцев. Характерные особенности спектра мощности и пик на частоте вращения Солнца указывают на наличие долготной неоднородности полного потока солнечного излучения. Наиболее явно периодические вариации выражены в те промежутки времени, когда пятна на диске Солнца полностью отсутствуют или их суммарная площадь мала. Есть указания на длительное существование долготной неоднородности полного потока солнечного излучения.

Проведено сопоставление поведения солнечной постоянной с другими характеристиками солнечной активности и с изображениями Солнца в разных диапазонах длин волн.

К вопросу о влиянии активности Солнца и климатических изменений на содержание изотопов ^{14}C в кольцах деревьев

Кудрявцев И. В.^{1,2}

¹ *Учреждение Российской академии наук Физико-технический институт им. Ф.Т.И. им. А.Ф.Иоффе РАН, С-Петербург, e-mail: igor.koudriavtsev@mail.ioffe.ru*

² *Учреждение Российской академии наук Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, С-Петербург.*

Известно, что космогенные изотопы ^{14}C и ^{10}Be образуются в земной атмосфере под действием космических лучей, а интенсивность последних модулируется солнечной активностью. Изотопы ^{10}Be осаждаются на поверхность Земли и частично накапливаются в ледниках полярных зон.

Изотопы ^{14}C переходят из атмосферы в биосферу, гумус, верхний и глубинный слой океана. При этом процессы переходов радиоуглерода из одного резервуара в другие зависят от климатических условий. Таким образом, на содержание космогенных изотопов в природных архивах оказывает влияние не только вариации активности Солнца, но и климатические изменения. На основе моделирования в докладе рассматриваются относительные вклады изменений активности Солнца и климата в вариации содержания изотопов ^{14}C в кольцах деревьев в прошлом, что является важным для изучения активности Солнца в прошлые века.

Жесткое рентгеновское излучение релятивистских электронов, ускоренных в солнечных вспышках

Кудрявцев И.В.¹, Чариков Ю.Е.^{1,2}

¹ *Учреждение Российской академии наук Физико-технический институт им. Ф.Иоффе РАН, С.-Петербург,
e-mail: igor.koudriavtsev@mail.ioffe.ru*

² *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет», С.-Петербург.
e-mail: Yuri.Charikov@mail.ioffe.ru*

Рассматривается генерация тормозного рентгеновского излучения ускоренными во время солнечных вспышек релятивистскими электронами согласно модели толстой мишени. Решается релятивистское кинетическое уравнение для определения функция распределения высокоэнергичных электронов. Рассчитаны энергетические спектры и степень поляризации тормозного рентгеновского излучения как функции энергии квантов, угла наблюдения,pitch-углового и энергетического распределений электронов. Показано, что для характерных распределений электронов, степень поляризации жесткого рентгеновского излучения не превышает 40% и зависит от угла наблюдения, жесткости энергетического спектра и углового распределения электронов. Проведены сравнения результатов модельных расчетов с данными, полученными в солнечных вспышках 23 июля 2002 года и 28 октября 2003 года.

**Влияние плотности плазмы во вспышечной петле
на динамику микроволнового спектра солнечных
вспышечных петель**

Кузнецов С.А.¹, Мельников В.Ф.²

¹*ФГНУ НИРФИ, Нижний Новгород, e-mail: corner1988@mail.ru*

²*ГАО РАН, С.-Петербург*

В работе использованы данные наблюдений радиогелиографа Нобеяма, обладающего высоким пространственным ($10''$ на 34 ГГц и $5''$ на 17 ГГц) и временным (до 0,1 сек.) разрешением. При исследованиях динамики наклона частотного спектра микроволнового излучения в различных участках вспышечных петель, наблюдаемых радиогелиографом, обнаружено 2 типа временного поведения наклона спектра между 17 и 34 ГГц [1]. В первом типе наклон уменьшается на фазе роста интенсивности всплеска и увеличивается на фазе спада. Во втором типе - продолжает уменьшаться на фазе спада.

На основе метода расчета распределений энергичных частиц, инжектированных в магнитную ловушку [2], и метода расчета радиоизлучения от трехмерной магнитной петли [3] проведено моделирование динамики распределений энергичных электронов и радиоизлучения в петле для различных отношений плотности плазмы к величине магнитного поля. Найдены параметры модели, при которых динамика наклона частотного спектра сосчитанного радиоизлучения наиболее точно соответствует наблюдаемой динамике. Установлено, что первый тип поведения наклона спектра обусловлен увеличением оптической толщины на фазе роста всплеска и ее уменьшением на фазе спада. Второй тип обусловлен эффектом Разина.

- [1] Кузнецов С.А., Мельников В.Ф. // Сборник трудов конференции по физике Солнца, С.-Петербург, 2009, с. 261-264
- [2] Мельников В.Ф., Горбиков С.П. // Математическое моделирование, 2007, т. 19, с. 112.
- [3] Simoes P., Costa J. // Solar Physics, 2010, v. 266, p. 109-121.

Каталог активных областей по наблюдениям с космической обсерватории SDO

Кузнецова М. А.

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
С.-Петербург*

Предполагается создание каталога солнечных активных областей с использованием данных НМИ (Heliospheric Magnetic Images). В данной презентации приводятся предварительные результаты по эволюции активных областей NOAA 1101, 1102, 1103. Обсуждается информативность выбранных параметров.

Испытания узкополосной широкоугольной перестраиваемой ступени оптического фильтра, выполненной на основе двухлучевого интерферометра

Кулагин Е. С.¹, Папушев П. Г.²

¹ГАО РАН, Санкт-Петербург, e-mail: kulaginevgeny@bk.ru

²ИСЗФ СО РАН, Иркутск, e-mail: ppp49@mail.ru

Двухлучевой интерферометр может быть использован как ступень оптического фильтра [1]. Каждая ступень сужает полосу пропускания фильтра в два раза. Два поляризационных двухлучевых интерферометра Майкельсона использованы для сужения полосы пропускания интерференционно-поляризационного фильтра в приборе MDI SOHO [2].

В ГАО РАН разработаны ступени фильтра на основе двухлучевых интерферометров с металлическими полупрозрачными слоями [3]. Каждая ступень склеивается из призм с воздушными зазорами, в которые вставляются клинья и пластина. С их помощью осуществляется юстировка ступени и сканирование по спектру. Изменением соотношения разности хода в стекле и в воздухе осуществляется перестройка ступени в широком спектральном диапазоне. Применение многократной последовательной двухлучевой интерференции света [4] позволяет существенно упростить схему нескольких ступеней фильтра.

Таким образом, положительными отличиями разработанных ступеней являются возможность их перестройки в широком спектральном диапазоне и упрощение оптической схемы нескольких ступеней фильтра за счет сокращения числа необходимых светоделителей.

Изготовлена и испытана одна такая ступень. Она рассчитана на сужение полосы пропускания интерференционно-поляризационного фильтра

на линию H_{α} с $1/2$ до $1/4$ Å. Испытания ступени проводились на большом внезатменном коронографе Саянской обсерватории ИСЗФ СО РАН. Получены контуры полосы пропускания одного интерференционно-поляризационного фильтра и со ступенью. Сравниваются фильтрограммы одного и того же участка хромосферы, полученные так же с одним фильтром и с добавленной ступенью.

Разработанные ступени могут быть использованы для сужения полосы пропускания как существующих, так и вновь создаваемых фильтров.

- [1] Title A.M. and Ramsey H.E. // Applied Opt., 1980, v.19, p. 2046.
- [2] Scherrer P.H. et al. // Solar Phys. 1995, v. 162, p. 143.
- [3] Кулагин Е.С. // Оптический журнал. 2010, т.77, с. 78.
- [4] Кулагин Е.С. // Оптический журнал. 2003, т.70, с. 72.

**Пространственная структура квазипериодических
пульсаций на основной и второй гармониках кинк моды
в одиночной вспышечной петле**

Куприянова Е.Г., Мельников В.Ф.

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
С.-Петербург, e-mail: elenku@bk.ru*

Исследуются квазипериодические пульсации (КПП) с дрейфом периода от $P \approx 20$ с до $P \approx 30$ с, обнаруженные ранее в интегральном потоке радиоизлучения одиночной вспышечной петли, по данным Радиогелиографа Нобейма [1]. Проведён детальный анализ пространственной структуры КПП методами корреляционного, Фурье и вейвлет анализа. Найдено, что существуют два пространственно разделённых источника КПП с относительно постоянными периодами $P \approx 20$ с и $P \approx 30$ с. Источник КПП с периодом $P \approx 30$ с локализован во внутренней части вспышечной петли, между ее основаниями. Источник КПП с периодом $P \approx 20$ с имеет максимальную амплитуду на периферии вспышечной петли, на внешней стороне оснований. Показано, что дрейф периода, видимый на вейвлет спектре интегрального по всей вспышечной области сигнала, обусловлен постепенным перераспределением радиояркости от внешнего источника к внутреннему. Проведен отбор МГД мод, способных обеспечить наблюдаемое пространственное распределение амплитуд КПП и соотношение между периодами наблюдаемых спектральных компонент. Обсуждается возможность совместной модуляции радиоизлучения основным тоном и второй гармоникой изгибной (кинк) моды горизонтальной и вертикальной поляризации.

- [1] Kupriyanova E.G., Melnikov V.F., Nakariakov V.M., Shibasaki K. // Solar Phys., 2010, v. 267, p. 329

Северо-южная асимметрия пятенной активности на большой временной шкале

Лейко У.М.

*Астрономическая обсерватория Киевского национального
университета имени Тараса Шевченко, Киев,
e-mail: leiko@observ.univ.kiev.ua*

По длительному ряду среднемесячных значений площади пятен (1874-2010 гг., 12-23 циклы активности) исследовано северо-южную асимметрию солнечной активности. Достаточно длинный интервал наблюдений вышеуказанного индекса дает возможность на достаточно большой временной шкале сравнить определенные характеристики цикличности в северном и южном полушариях: моменты экстремумов, длительность и мощность циклов, длительность отдельных фаз и т.д. В результате исследований получено, что почти всегда (за исключением 17 и 18 циклов) в южном полушарии цикл начинается раньше, чем в северном. Максимальный уровень активности в северном полушарии наступал раньше, чем в южном. Фаза роста была длительней в северном полушарии, фаза спада – в южном. Таким образом, юго-северная асимметрия солнечной активности обусловлена как различной мощностью циклической деятельности в различных полушариях в течение отдельных циклов, так и сдвигом во времени цикличности одного полушария относительно другого.

Цикличность магнитных полей Солнца (21–23 циклы)

Лейко У.М.

*Астрономическая обсерватория Киевского национального
университета имени Тараса Шевченко, Киев,
e-mail: leiko@observ.univ.kiev.ua*

Цикличность слабой локальной и сильной крупномасштабной составляющих низкоширотного магнитного поля Солнца в течение последних трех циклов активности исследована по среднемесячным характеристикам суммарной площади пятен и общего магнитного поля Солнца как звезды. Проведен сравнительный анализ цикличности индексов, дающих оценку изменения площади и магнитного потока слабой и сильной составляющих низкоширотного магнитного поля – суммарной среднемесячной площади пятен, среднемесячного числа Вольфа и общего магнитного поля Солнца как звезды. Подтверждено аномальность последнего 23 цикла: по времени он длительней двух предыдущих циклов, по мощности – слабее по всем исследуемым индексам. Обнаружены некоторые детали цикличности этих индексов. Интересным моментом цикличности исследуемых индексов оказался провал на фазе роста сглаженных циклических кривых суммарной площади пятен S_q и модуля $|V|$ ОМПС и на фазе спада чисел Вольфа W . Различный характер циклических кривых S_q и W в эпоху высокого уровня активности подтверждает выводы о том, что эти индексы представляют физически различающиеся характеристики процесса пятнообразования. Провал на циклической кривой модуля $|V|$ ОМПС указывает на понижение асимметрии крупномасштабных низкоширотных магнитных полей, и, следовательно, на изменение их площади, топологии, магнитного потока. Провал на циклической кривой площади пятен S_q также указывает на понижение магнитного потока сильной локальной составляющей низкоширотного магнитного поля. Такой провал обнаруживается и в других индексах солнечной активности, природа его не ясна. Синхронное понижение магнитного потока слабой и сильной составляющих низкоширотного магнитного поля в эпоху «монополярности» высокоширотного магнитного поля – интересная деталь солнечного магнетизма и его цикличности.

Реконструкция характеристик солнечных пятен за период 1853-1861 гг.

Лепшюков Д.Х., Тлатов А.Г., Васильева В.В.

*Кисловодская Горная станция ГАО РАН, Кисловодск,
e-mail: tlatov@mail.ru*

Выполнена оцифровка каталога зарисовок солнечных пятен [1]. Всего нами было выделено 9831 пятен и 4946 ядер на ежедневных зарисовках, а на синоптических картах 3762 пятен и 1730 ядер солнечных пятен. Это позволило нам реконструировать характеристики 3069 групп солнечных пятен за период с 9.11.1853 по 1.4.1861. В процессе обработки изображений проводилось полуавтоматическое выделение границ солнечных пятен и ядер солнечных пятен, нанесение гелиографической сетки, формирование групп солнечных пятен.

Оцифрованные данные позволили определить координаты, площади, взаимное расположение и другие геометрические параметры отдельных солнечных пятен, ядер и групп солнечных пятен. Эти данные дают возможность детально исследовать тонкую структуру конца 9-го и большей части 10-го циклов активности. Создана электронная база данных выделенных структур.

- [1] Carrington R.C.// Observations of the Spots on the Sun from 1853 to 1861, made at Redhill, Williams and Norgate, London, 1863.

Связь нетепловых и газодинамических процессов в мощных солнечных вспышках

Лившиц М.А.¹, Кашапова Л.К.²

¹*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, Троицк, e-mail: maliv@mail.ru*

²*Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск,
e-mail: lk@iszf.irk.ru*

В докладе обобщаются результаты изучения эволюции пучков ускоренных электронов нескольких вспышек по результатам наблюдений в ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах. Авторами проводится изучение динамики физические условий, устанавливающихся в вершине петель сразу после импульсной фазы. Анализ изменений спектра жесткого рентгеновского всплеска в ходе нескольких вспышек выявил, что для

нескольких событий (06.07.2006 и др) соответствующие изменения связаны со значительным расширением магнитной ловушки. Показана связь между мощными жесткими всплесками и ускорением корональных выбросов (КВМ) до скоростей, превышающих 1000 км/с. Обращается внимание на случаи непосредственного ускорения частиц на больших высотах в короне (03.11.2010). Для изученных событий приближение отношения магнитного давления к газовому (бета)к единице в вершине петель рассматривается как благоприятный фактор для расширения области, занимаемой горячей плазмой, и последующего удаления ее из корональных слоев активной области.

**Новые радиоастрономические методы
в экспериментальном изучении солнечного ветра
на базе существующего комплекса крупных
радиотелескопов РАО РАН, г. Пуццино**

Лотова Н.А., Обриджо В.Н.

ИЗМИРАН, Троицк, Московская обл., e-mail: nlotova2009@rambler.ru

В последние годы в изучении солнечного ветра разработана новая модификация метода просвечивания, которая основана на независимом и одновременном использовании двух известных модификаций метода (Н.А. Лотова, К.В. Владимирский и В.Н. Обриджо). В новом подходе на радиальных расстояниях от Солнца R ($2.5 - 70$) R_S , включающих область формирования сверхзвукового солнечного ветра, межпланетная плазма изучается одновременно в режиме сильного и слабого рассеяния радиоволн. В первом случае наблюдения проводятся на радиотелескопе ДКР-1000, длина волны $\lambda \sim 3$ м, где в качестве просвечивающих используются квазары. Во втором случае используется радиотелескоп РТ-22, длина волны $\lambda = 1.35$ см, а в качестве просвечивающих — мазерные источники линии водяного пара. Независимое одновременное или в близкие сроки использование двух модификаций метода просвечивания позволило расширить статистику источников, сближающихся с Солнцем на малых угловых расстояниях, и на этой основе перейти к экспериментам по массовому зондированию околосолнечной межпланетной плазмы.

Второй метод, использованный в более детальном изучении солнечного ветра, основан на анализе корреляционной зависимости $R-in = F(|B_R|)$, положения звуковой точки солнечного ветра R_{in} , от напряженности магнитного поля $|B_R|$ в солнечной короне в точке $R = 2.5R_S$, сопряженной со звуковой точкой солнечного ветра $R-in$. Корреляционная зависимость

$R - in = F(|B_R|)$ распадается на дискретные ветви — типы потоков солнечного ветра, определяемые структурой магнитного поля в солнечной короне.

Новые методы изучения солнечного ветра значительно расширили наши представления о ходе развития цикла солнечной активности. Полученные экспериментальные данные позволили воспроизвести сценарий аномального развития процессов в солнечном ветре в эпоху минимума, на заключительном этапе 23 солнечного цикла.

Уединенная магнитная аркада

Мангаева Г.А., Михалев Б.Б.

Калмыцкий государственный университет

В предыдущей работе (Мангаева и др., Труды пулковской конференции (2010), стр. 249-252) рассматривалась бессиловая магнитная аркада, примечательной особенностью которой была то, что конфигурация с особой точкой и конфигурация со скрученным магнитным жгутом в вершине аркады при явном их топологическом различии оказывались очень близки в пространстве параметров: непрерывное изменение всего одного из параметров системы переводит ее из одного топологического состояния в другое. При этом распределение магнитного поля в основании системы, на фотосфере, остается неизменным. Недостатком бессилового решения была его периодичность в поперечном направлении (вдоль оси x), в то время как реально наблюдаемые на Солнце волокна имеют уединенный характер. Периодическая по x конфигурация может быть ограничена в этом направлении введением в описывающий ее потенциал множителя, экспоненциально убывающего по x , но при этом она перестает быть бессиловой. В данной работе рассчитаны возмущения плотности и температуры, возникающие в такой изолированной магнитной аркаде, обсуждаются возможности ее применения для описания горячих послевспышечных магнитных петель.

Суб-ТГц излучение солнечных вспышек: формирование спектра

Мельников В.Ф.¹, Коста Ж.Э.Р.², Симоес П.Ж.А.³

¹ *Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
С.-Петербург, e-mail: v.melnikov@gao.spb.ru*

² *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, S.J.Campos, Brazil*

³ *Centro de Rádio Astronomia e Astrofísica Mackenzie, São Paulo,
Brazil*

Недавно обнаруженная суб-терагерцовая (суб-ТГц) компонента излучения вспышек наблюдается в некоторых солнечных вспышках как второй пик в спектре, дополнительно к обычному микроволновому спектральному пику [1]. К настоящему времени предложено несколько механизмов этого явления. Среди них — гиротронный, тормозной, черенковский, синхротронный в стохастической среде, а также механизм обратного комптоновского рассеяния (для обзора см. [2]). Однако, ни один из них не может объяснить полный набор известных свойств суб-ТГц излучения и их связей с другими излучениями, например, микроволнового, жесткого рентгеновского и т.д. В данном докладе приведены результаты поиска специфических условий во вспышечных петлях, которые позволяют генерировать суб-ТГц компоненту. Детально исследованы гиротронный и тормозной механизмы в комбинации с различными нестационарными пространственными распределениями релятивистских электронов, плотности плазмы и температуры во вспышечных петлях. Предложенная в итоге модель способна объяснить одновременное появление двух спектральных пиков (микроволнового и суб-терагерцового) даже в рамках модели одиночной вспышечной петли.

[1] Kaufmann P., et al. // *Astrophys.J*, 2004, v. 603, p. L121

[2] Fleishman G.D., Kontar E. // *Astrophys.J*, 2010, v. 709, p. L127

Изменение плотности вещества над активной областью перед эрупцией

Мерзляков В.Л.

ИЗМИРАН, Троицк МО, e-mail: mvl@izmiran.ru

Рассмотрена ситуация над активной областью, предшествующая корональному выбросу вещества. При этом отмечается стабильное повышение напряженности магнитного поля области, а также различная степень отклонения поля от дипольного [1]. При условии «вмороженности» силовых линий перемещение вещества происходит со скоростью электрического дрейфа [2]. Следствия этих перемещений на распределение плотности были исследованы. Для скорости дрейфа использовалось выражение [3], в котором есть учет влияния отдельных магнитных гармоник. Расчеты показали, что при значимой октупольной гармонике и ее положительной временной вариации появляется компактное плотное образование над нейтральной линией поля. Высота этого образования зависит от отношения временных производных дипольной (\dot{M}) и октупольной (\dot{Q}) гармоник как $(\frac{\dot{M}}{\dot{Q}})^{1/2} R_{\odot}$. Помимо уплотнения вокруг нейтральной линии возникает зона разряжения. И вся сформировавшаяся структура при эрупции выглядит как внутренняя полость коронального выброса с ядром.

Формирование такой структуры происходит за время $\sim 10^3$ с при типичных скоростях вещества ~ 1 км/с в активной области. Кроме того, конфигурация магнитного поля упрощается вследствие установленного соотношения между величинами $\dot{M} > \dot{Q}$.

- [1] Ugarte-Urra I., Warren H.P. // *Astrophys. J.*, 2007, v. 662, p. 1293.
- [2] Франк-Каменецкий Д.А. // «Лекции по физике плазмы», М., Атомиздат, 1968, с. 18.
- [3] Молоденский М.М., Мерзляков В.Л. // *Письма в Астрон. журн.*, 2002, т. 28, с. 314.

Особенность неоднородности магнитного поля солнечной короны

Мерзляков В.Л., Старкова Л.И.

ИЗМИРАН, Троицк МО, e-mail: mvl@izmiran.ru

Регулярная неоднородность магнитного поля в солнечной атмосфере, как полагают, создается подфотосферными конвективными вихрями. В зависимости от размеров этих вихрей формируется та или иная структурная магнитная неоднородность [1]. На уровне хромосферы гигантские конвективные ячейки создают разнополярные области с характерным масштабом $30^\circ - 40^\circ$, выделяемые на H_α картах [2]. На корональном уровне изучение магнитной неоднородности возможно по данным о положении плоскости поляризации излучения короны. Авторами было установлено, что отклонение этого положения от стандартного является индикатором направления магнитных силовых линий [3]. Анализ соответствующих материалов солнечных затмений 1941 г., 1952 г., 2008 г., относящихся к моментам низкой активности Солнца, выявил периодичность смены направлений азимутального магнитного поля в интервале $1.3 - 2.3 R_\odot$. Найденная особенность изменения направления указывает на существование ячеистой структуры с размерами 36° по долготе и $31^\circ - 38^\circ$ по широте. Этот масштаб магнитной неоднородности соответствует масштабу на H_α картах, что демонстрирует влияние и на корональное магнитное поле гигантских ячеек подфотосферной конвекции.

- [1] McIntosh P.S., Wilson P.R. // Solar Phys., 1985, v. 97, p. 59.
- [2] Plyusnina L.A. // Solar Phys., 1998, v. 180, p. 53.
- [3] Мерзляков В.Л., Старкова Л.И. // Сборник тезисов конф. «Физика плазмы в солнечной системе», ИКИ, 2011, с. 29.

**Особые моменты 11-летних циклов
в вариациях широтных характеристик
пятенной активности Солнца**

Милецкий Е.В., Наговицын Ю.А.

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория,
Санкт-Петербург*

Найдены особые моменты времени 11-летних циклов в вариациях широтных характеристик пятенной активности Солнца. Исследованы их взаимосвязи с моментами переполюсовок полярного магнитного поля. Сделан вывод о возможности реконструкции моментов переполюсовок в прошлом на основе информации о времени минимумов низкоширотной границы зоны пятнообразования. Показано, что величины временных интервалов между найденными особыми точками и минимумами 11-летних циклов можно использовать для прогнозирования их будущих максимумов.

**Влияние активных процессов на плотность
альфа-частиц в солнечном ветре**

Минасянц Г., Минасянц Т., Вильковиский Э.

*Астрофизический Институт им. В.Г. Фесенкова, Казakhstan,
e-mail: gennadii_minasya@mail.ru*

Рассмотрены случаи усиления концентрации альфа-частиц (24 сек данные спутника WIND за 1996-2009 г.г.), которые связаны с развитием и влиянием вспышек, корональных выбросов массы (КВМ) и структурных неоднородностей солнечного ветра (СНСВ). Характерный вид распределения повышенного содержания альфа-частиц, в результате влияния вспышечных потоков частиц, внешне напоминает гребенку с частыми зубьями. Это соответствует присутствию тонкоструктурных объемов плазмы с чередующимися значениями плотности альфа-частиц в пределах $(0.03-11)\text{см}^{-3}$.

В теле корональных выбросов массы присутствуют несколько заметных непродолжительных подъемов значений плотности альфа-частиц, соответствующих неоднородной структуре плазмы выбросов.

В СНСВ распределения повышенных значений плотности альфа-частиц включают в себя сочетание первых двух типов, часто с преобладанием одного из типов. Интервалы величин плотности альфа-частиц в КВМ, и структурах, связанных со вспышками, практически совпадают: $(0.02-11)\text{см}^{-3}$.

Имеются особенности и в распределениях относительного содержания альфа-частиц по отношению к протонам, в каждой из рассмотренных выше структур. При влиянии вспышечных потоков частиц, средние величины относительного содержания альфа-частиц в этих областях солнечного ветра нередко более чем на порядок превосходят фоновые значения. При этом в отдельных участках содержание альфа-частиц выше, чем протонов. Средние значения относительного содержания альфа-частиц для отдельных КВМ и СНСВ имеют довольно близкие интервалы величин: (0.05-0.10) и (0.04-0.08) соответственно. По этому показателю КВМ и СНСВ существенно уступают структурам, связанным с влиянием вспышек. Предложен механизм неоднородного обогащения ядрами гелия отдельных участков потока солнечного ветра.

**Восстановление энергетического распределения
электронов, ускоренных во время солнечной вспышки
26 июля 2002 года по данным жесткого
рентгеновского излучения**

*Моторина Г.Г.¹, Кудрявцев И.В.^{1,2}, Лазутков В.П.²,
Матвеев Г.А.², Савченко М.И.^{2,3}, Скородумов Д.В.^{2,3},
Чариков Ю.Е.^{2,3}*

¹ *Учреждение Российской академии наук Главная (Пулковская)
астрономическая обсерватория РАН, С.-Петербург,
e-mail: g.motorina@yandex.ru*

² *Учреждение Российской академии наук Физико-технический
институт им. ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН, С.-Петербург,
e-mail: igor.koudriavtsev@mail.ioffe.ru*

³ *Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Санкт-Петербургский
государственный политехнический университет», С.-Петербург*

Рассматривается актуальная задача восстановления энергетических спектров ускоренных в солнечных вспышках электронов по данным жесткого рентгеновского излучения (ЖРИ). Реконструкция проводится для солнечной вспышки 26 июля 2002 года (класс SF), зарегистрированной спектрометром ИРИС во время полета спутника КОРОНАС-Ф [1], для

временного интервала, соответствующего максимуму ЖРИ. Восстановление производится на основе решения интегрального уравнения для интенсивности излучения с использованием нерелятивистского сечения тормозного процесса. Из решения следует, что спектр излучающих электронов не может быть описан одной функциональной зависимостью, что указывает на наличие различных популяций ускоренных электронов в данной вспышке. Энергетический спектр электронов в диапазоне энергий до 55 кэВ характеризуется резким спадом. В следующем диапазоне энергий от 55 кэВ до 77 кэВ спектр имеет распределение пучкового типа с инверсным участком. На более высоких энергиях распределение электронов становится степенным, что и следует ожидать, так как в данном диапазоне спектр излучения является степенным. Наличие двух популяций ускоренных электронов, скорее всего, свидетельствует о наличии двух разнесенных в пространстве областей излучения.

- [1] Дмитриев П.Б., Кудрявцев И.В., Лазутков В.П., Матвеев Г.А., Савченко М.И., Скородумов Д.В., Чариков Ю.Е. // *Астрономический вестник*. 2006. Т. 40. № 2. С. 160-170.

Инструментальные ряды наблюдений регионального климата и возможности реконструкций глобальных изменений климата Земли

Наговицын Ю.А., Макаренко Н.Г., Варламов А.А.

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
Санкт-Петербург, e-mail: nag@gao.spb.ru*

Основным недостатком обычно используемого в солнечно-климатических исследованиях инструментального ряда изменений глобальной температуры Земли является его недостаточная длительность — чуть более столетия. В то же время, имеется несколько наблюдательных температурных рядов, характеризующих *региональный* климат, продолжительность которых по крайней мере в два раза больше. Мы предлагаем подход, основанный на идеях разложения по псевдофазовому пространству на основе алгоритма Такенса, который позволяет реконструировать существенную часть глобальных температурных вариаций на длительной шкале.

Пространственные конфигурации долгопериодических колебаний солнечных пятен по данным SOHO MDI

Наговицын Ю.А., Рыбак А.Л., Наговицына Е.Ю.

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
Санкт-Петербург, e-mail: nag@gao.spb.ru*

По данным SOHO MDI представлены результаты обработки 50 солнечных пятен с целью изучения основных свойств их долгопериодических колебаний (ДПК) с периодами от десятков минут до десятков часов.

Показано, что ДПК солнечных пятен имеют целый ряд пространственных конфигураций, развивающихся как в относительной системе координат, связанной с пятном, так и в абсолютной гелиографической координатной сетке. Специальное внимание уделено надежности выявления колебаний, а также возможным артефактам.

Обсуждаются зависимости параметров ДПК от величины магнитного поля и глубины в пятне.

MHD Seismology of the Solar Corona with SDO/AIA

Nakariakov V.M.^{1,2}

¹ *Centre for Fusion, Space and Astrophysics, Department of Physics,
University of Warwick, United Kingdom
e-mail: V.Nakariakov@warwick.ac.uk*

² *Central Astronomical Observatory at Pulkovo of the Russian Academy
of Sciences, St Petersburg, Russia*

One of the aims of the Atmospheric Imaging Assembly onboard the recently commissioned Solar Dynamics Observatory is the diagnostics of the plasma of the solar corona with MHD waves and oscillations - MHD coronal seismology. The review presents the seismological results obtained during the first year of the operation of the instrument, including the discovery of propagating fast magnetoacoustic wave trains, vast observational evidence of kink oscillations of coronal loops, improvement in the understanding of slow magnetoacoustic waves, the dispersive nature of EIT waves, and first imaging observation of Kelvin-Helmholtz vortices on the flanks of CMEs.

Slow magnetoacoustic waves in two-ribbon flares

Nakariakov V.M.^{1,2}, Zimovets I.V.³

¹ *Centre for Fusion, Space and Astrophysics, Department of Physics,
University of Warwick, United Kingdom
e-mail: V.Nakariakov@warwick.ac.uk*

² *Central Astronomical Observatory at Pulkovo of RAS, St Petersburg,
Russia*

³ *Space Research Institute of RAS, Moscow, Russia*

We demonstrate that disturbances observed to propagate along the axis of the arcade in two-ribbon solar flares at the speed of a few tens of km/s, well below the Alfvén and sound speeds, can be interpreted in terms of slow magnetoacoustic waves. The waves can propagate across the magnetic field, parallel to the magnetic neutral line, because of the wave-guiding effect due to the reflection from the footpoints. The perpendicular group speed of the perturbation is found to be a fraction of the sound speed, which is consistent with observations. The highest value of the group speed grows with the increase in the ratio of the sound and Alfvén speeds. For a broad range of parameters, the highest value of the group speed corresponds to the propagation angle of 25-28 degrees to the magnetic field. This effect can explain the temporal and spatial structure of quasi-periodic pulsations observed in two-ribbon flares. [1] and [2].

[1] Nakariakov, V.M., Zimovets, I.V. // *Astrophys. J.*, 2011, v. 730, p. L27.

[2] Gruszecki, M., Nakariakov, V.M.// *A&A*, 2011, (in press)

Области на Солнце, ответственные за высокоскоростные потоки перманентного солнечного ветра

Никольская К.И.

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения
радиоволн РАН им.Н.В. Пушкова, Троицк Московской обл.,
e-mail: knikol@izmiran.ru*

Понять природу перманентного солнечного ветра не возможно без раскрытия тайны его высокоскоростных потоков ($V > 500$ км/с). В 1974 г. на основании наблюдений изображений Солнца с рентгеновским телескопом на околоземном КА Skylab (1973 г.) места выхода быстрых потоков на

солнечном диске были отождествлены с корональными дырами преимущественно эпох высоко активного Солнца, которые долгое время считались единственными источниками высокоскоростного солнечного ветра и проявлением солнечной активности. Однако, эта монополия корональных дыр была разрушена результатами измерений скоростей СВ в высокоширотной гелиосфере с борта КА Ulysses уже на первом его обороте вокруг Солнца по гелиоцентрической почти полярной орбите. Оказалось, что в минимумах активности и вокруг них в гелиосфере вне пояса стримеров наблюдаются только высокоскоростные потоки СВ со скоростями 700 – 800 км/с, в то время как в гелиосфере внутри пояса стримеров доминирует медленный СВ (< 500 км/с). На основании данных Ulysses было показано [1], что скорости СВ регулируются магнитными полями тех областей Солнца, из которых потоки исходят и, естественно, находятся в зависимости от фаз солнечной активности.

В докладе с привлечением работ других авторов рассматриваются типы магнитных полей в областях Солнца, ответственных за потоки солнечного ветра со скоростями 700 – 800 км/с. Это замкнутые фоновые магнитные поля спокойного Солнца и открытые магнитные конфигурации рекуррентных корональных дыр (КД) преимущественно периодов высокой активности. В максимумах активности и некоторое время после рекуррентные КД локализуются в приэкваториальных зонах Солнца на гелиографических долготах с минимальными значениями потока $F_{10.7cm(L)}$.

- [1] Могилевский Э.И., Никольская К.И. // Геомагнетизм и Аэрономия, 2011, т. 50, с. 159.

Раннее солнце и эволюционная адаптация древних экосистем

Обрядко В.Н., Рагульская М.В.

ИЗМИРАН, г. Троицк

При оценке воздействия излучения раннего Солнца и других космофизических факторов на процессы формирования жизни на Земле и эволюционную адаптацию древних биосистем принято придерживаться «принципа актуализма» (стремление в исторических реконструкциях отталкиваться от современных аналогов). Т.е. в теоретические модели изначально закладываются условия на древней Земле, сильно отличные от современных, при этом условия солнечной активности и потока излучения по умолчанию считаются схожими с наблюдаемыми в настоящее время. Однако

последние исследования ИЗМИРАН в рамках Программы № 15 «Происхождение биосферы и эволюция гео-биологических систем» показывают существенные отличия солнечной динамики в эпоху формирования жизни и ее раннего развития около 4-4,5 млрд. лет назад. В работах 2009-2010 гг М.М. Кацовой и М. А. Лифшица показано, что свойства дифференциального вращения Солнца более близки к звездам с менее регулярной активностью (типичной для более молодых звезд), чем к звездам с установившимися циклами. Т.е в молодом Солнце наблюдались более активные нестационарные процессы, чем считалось до сих пор. Полученные новые данные об активности древнего Солнца позволяют высказать несколько гипотез относительно эволюционных процессов адаптации древних биосистем:

1. Время возникновения жизни. Как известно, ультрафиолетовое излучение и частицы релятивистских энергий являются фактором активных мутаций. С другой стороны, превышение их интенсивности выше определенного уровня губительно для биосистем. Скорее всего, что сам интервал возникновения жизни в 4,2–4,5 млрд. лет назад, не раньше и не позже, определился именно моментом достижения баланса между скоростями реакций возникновения и разрушения новых органических структур под воздействием космофизических излучений различного типа. До этого времени даже при наличии благоприятных температурных, атмосферных и литосферных условий вновь сформировавшаяся (или занесенная с метеоритами) жизнь практически сразу разрушалась очередным импульсным потоком внешнего излучения, не успев начать процесс эволюции. Возможно, установление такого баланса явилось следствием перехода Солнца к более упорядоченному типу активности.

2. Возникновение структур белка. Возникновение вторичных и более высоких по порядку сложности структур белков может быть обусловлено защитной реакцией древних пробиотов к интенсивному ионизирующему внешнему излучению, на порядок превышающему те значения, которые принято сегодня рассматривать в литературе. Свертывание линейных форм в сложную структуру позволяет приблизить друг к другу атомы, составляющие белок, тем самым увеличить общий эффективный потенциал и сечение рассеяния для повышения устойчивости структуры к разрушающему внешнему воздействию.

3. Возникновение системообразующих эволюционных функций космофизических факторов и их атавистичность в настоящее время. Наблюдаемые в настоящее время эффекты адаптации биосистем к космофизическим воздействиям по сути своей являются атавизмами тех древних времен, когда излучение Солнца было существенно больше и являлось реальным разрушающим фактором для только что сформировавшейся жизни на Земле. Гипотеза об эволюционном атавистическом характере

реакции биосистем на космогеофизические воздействия увеличивает на несколько порядков интервал интенсивности внешнего излучения, являющегося возможным современным биотропным агентом физического влияния.

Необычный солнечный минимум — вызов теории солнечного динамо

***Обриджо В.Н.¹, Наговицын Ю.А.², Георгиева К.³,
Гибсон С.⁴***

¹*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, Троицк, Россия,
e-mail: obridko@izmiran.ru*

²*Пулковская астрономическая обсерватория РАН, С.-Петербург, Россия, e-mail: nag@gao.spb.ru*

³*Solar-Terrestrial Influences Laboratory, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria, e-mail: kgeorg@bas.bg* ⁴*NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, USA, e-mail: kgeorg@bas.bg*

Последний цикл был долгим, низким, сложным и очень необычным. Особенность последнего минимума состояла в не только в том, что магнитное поле было слабым, но и необычной сложности и противоречивости явлений в гелиосфере. Наблюдалось необычно много объектов промежуточного масштаба — не глобальных, но и не локальных. Возможно их наличие определяет собой замедление меридиональной циркуляции. Обсуждаются возможные перспективы нынешнего цикла, как в глобальном, так и в локальном поле.

Магнитные бури с внезапным и постепенным началом как индексы солнечной активности

Обридко В.Н., Шельтинг Б.В.

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения
радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, Троицк, Россия,
e-mail: obridko@izmiran.ru*

Из анализа данных магнитной обсерватории ИЗМИРАН показано, что геомагнитные бури с внезапным и постепенным началом образуют две независимые популяции, не связанные ни временем появления, ни характером самого возмущения. Это различие определяется тем, что источники на Солнце, вызывающие эти возмущения различны: бури с внезапным началом вызываются корональными выбросами масс, бури с постепенным началом вызываются высокоскоростными потоками солнечного ветра, истекающими из корональных дыр. Показано, что запаздывание максимумов на кривых геомагнитной возмущенности относительно максимума чисел пятен меняется со временем, причем не одинаково для разного уровня геомагнитной возмущенности. Последнее определяется тем, что среди бурь с малой и средней интенсивностью возрастает доля бурь связанных с корональными дырами. Количество бурь слабой мощности коррелирует с высотой следующего цикла с коэффициентом корреляции 0.87. Обращается внимание на то, что характеристики глобального магнитного поля уже сейчас близки к состоянию переполюсовки.

Гипотеза о «потерянном» солнечном цикле и основные статистические закономерности солнечной цикличности

Огурцов М.Г.^{1,2}

¹*Физико-Технический институт им. Иоффе, С.-Петербург,
e-mail: maxim.ogurtsov@mail.ioffe.ru*

²*Главная Астрономическая обсерватория, Пулково, С.-Петербург*

Основные статистические свойства циклов солнечной активности, включая правило Гневнышева-Оля, эффект Вальдмайера, амплитудно-периодный эффект, были исследованы при помощи данных о числе групп солнечных пятен в период 1700-1996 гг. с учётом гипотезы о «потерянном» цикле в конце 18-го века. Оказалось, что разбиение длинного цикла

1784-1800 гг. на два коротких: 1784-1793 и 1793-1800, существенно изменяет закономерности солнечных циклов. Эффект Гневешева-Оля усиливается, а почти все остальные статистические эффекты ослабевают. Такое изменение связано с тем, что короткий слабый цикл 1793-1800, оказывается статистически очень необычными, сильно отличающимся по своим характеристикам от остальных солнечных циклов.

Наземная солнечная радиация и глобальный климат Земли в конце 20-го века

Огурцов М.Г.^{1,2}

¹ *Физико-Технический институт им. Иоффе, С.-Петербург,
e-mail: maxim.ogurtsov@mail.ioffe.ru*

² *Главная Астрономическая обсерватория, Пулковое, С.-Петербург*

Исследован возможный отклик глобального климата на изменения наземной радиации, измеренные аппаратурой спутников в течение 1983-2001 гг. Оценки произведены при помощи одномерной энергобалансовой климатической модели. Показано, что зарегистрированный рост глобальной наземной радиации в 1983-2001 гг. должен был дать подъем температуры, значительно превышавший реально наблюдавшийся.

**Требования к модели источника циклотронного
излучения над солнечными пятнами,
накладываемые наблюдениями**

Петерова Н.Г.¹, Топчило Н.А.²

¹СПбФ САО РАН, С.-Петербург, e-mail: peterova@yandex.ru

²СПбГУ, С.-Петербург, e-mail: TopchiloNA@yandex.ru

Модель источника циклотронного излучения (ИЦИ), расположенного в короне над солнечными пятнами, начала разрабатываться в конце 60-х годов (см. обзор [1]) и продолжает уточняться до сих пор. Причем, успехи теоретических разработок всегда опережали возможности экспериментальной проверки. В частности, в работе [2] рассчитана тонкая структура изображения ИЦИ (кольца, серпы), для обнаружения которой требуется очень высокое пространственное разрешение (\sim несколько угл. сек.), которое пока достигается только при эпизодических наблюдениях (WLA, WSRH, солнечные затмения).

В докладе анализируются опубликованные результаты наблюдений с разрешением $(2-4)''$, и показано, что в подавляющем большинстве случаев, вывод о соответствии (или несоответствии) с моделью делается на основе одного дня наблюдений, что недостаточно. Исследование структуры изображения ИЦИ на большем отрезке времени (в течение ± 4 дней около момента СМР) [3] показало, что в случае стабильного крупного одиночного пятна не обнаружено эффектов, предсказываемых в [2], а структура ИЦИ определяется радиальным распределением магнитного поля (МП) пятна. Приведены примеры наблюдений пятен меньшего масштаба, подтверждающие этот вывод.

Анализ наблюдений с высоким пространственным разрешением показывает также, сколь осторожно надо относиться к интерпретации наблюдений, выполненных с более низким разрешением, даже $\sim (10-20)''$, которым обладают современные крупнейшие радиотелескопы, ведущие регулярные наблюдения Солнца. В качестве примера приведены результаты сопоставления наблюдений с высоким [4] и более низким [5] разрешением. Их интерпретация дает прямо противоположный знак градиента температуры корональной плазмы над пятном.

При расчете моделей ИЦИ до сих пор используется простейшая модель МП, не учитывающая реально наблюдаемую асимметрию радиального распределения фотосферного поля по пятну, а также характер крупномасштабной структуры МП активной области (униполярная/биполярная), в которую входит исследуемое пятно. Казалось бы, при современных средствах компьютерной техники это делать несложно, если даже в докомпьютерный век такие расчеты в единичных случаях производились [6],

а недавно выполнено в [7]. Усложнение модели ИЦИ значительно облегчило бы поиск эффектов, предсказываемых теорией механизма ИЦИ и позволило бы в конце концов подтвердить с достаточной достоверностью существование тонкой структуры изображения ИЦИ, рассчитанной в [2]. С большой степенью вероятности можно надеяться на положительный ответ, ибо сильная зависимость изображения ИЦИ от угла между лучом зрения и направлением продольной составляющей МП несомненна.

- [1] Lee J. // Space Science Review, 2007, v. 133, p. 73.
- [2] Гельфрейх Г.Б., Лубышев Б.И. // Астрон. журн., 1979, т. 56, с. 562.
- [3] Топчило Н.А., Петерова Н.Г., Борисевич Т.П. // Астрон. журн., 2010, т. 87, № 1, с. 75.
- [4] Vourlidas A., Bastian T.S., Aschwanden M.J. // Ap. J., 1997, v. 489, p. 403.
- [5] Агалаков Б.В., Борисевич Т.П., Опейкина Л.В., Петерова Н.Г., Топчило Н.А. // Труды XIV Пулк. Конф. «Солнечная и солнечно-земная физика - 2010», С.-Петербург, 2010, с. 23.
- [6] Alissandrakis C.E., Kundu M.R., Lantos P. // Astron. and Astrophys., 1980, v. 82, p. 30.
- [7] Коржавин А.Н., Опейкина Л.В., Петерова Н.Г. // Астроф. бюлл., 2010, т. 65, № 1, с. 63.

Моделирование пространственно-временной динамики степени поляризации и спектра микроволновых вспышечных петель

Поляков В.Е.¹, Моргачев А.С.¹, Мельников В.Ф.^{1,2}

¹ ФГНУ НИРФИ, Нижний Новгород, e-mail: polyakov-146q@list.ru

² ГАО РАН, Санкт-Петербург

Проведено моделирование излучения солнечных вспышечных петель на основе решения нестационарного уравнения Фоккера-Планка. Рассмотрены модели, учитывающие зависимость функции инжекции электронов от времени и места, распределение электронов по питч-углам, энергетический спектр электронов, неомордное пространственное распределение плотности плазмы и магнитного поля. Расчет степени поляризации и частотного спектра производился на основе решения уравнения переноса для произвольной пространственной ориентации вспышечной петли.

Произведен анализ наблюдаемых данных о пространственно-временном распределении степени поляризации и частотного спектра двух вспышечных событий (24 августа 2002 г и 24 августа 2005 г). Показано, что наилучшее согласие между рассчитанной и наблюдаемой динамикой спектрального индекса и степени поляризации для события 24 августа 2005 г получается в случае изотропной инжекции в вершине петли, а для события 24 августа 2002 г в случае инжекции с продольной анизотропией в вершине петли в сторону одного из оснований и малой изотропной компоненты в вершине петли. В то же время установлено, что не во всех участках вспышечной петли имеется полное сходство поведения рассчитанного спектрального индекса с наблюдаемыми данными.

Геомагнитная активность и солнечный цикл

Понявин Д.И.

*Институт Физики, Санкт-Петербургский Госуниверситет,
Санкт-Петербург, e-mail: dponyavin@mail.ru*

Известно, что геомагнитная активность практически полностью контролируется солнечной активностью, тем не менее, геомагнитный цикл не повторяет солнечный цикл. В среднем максимум геомагнитного цикла запаздывает по отношению к циклу солнечных пятен, в четных циклах запаздывание больше по сравнению с нечетными циклами. Минимум геомагнитной активности также запаздывает по отношению к циклу солнечных пятен. Геомагнитная активность контролируется солнечным ветром и межпланетным магнитным полем в свою очередь формируемыми магнитными полями на Солнце. Солнечные магнитные поля эволюционируют в цикле солнечной активности и отражаются на структуре солнечной короны, топологии гелиосферного токового слоя, солнечном ветре. В работе исследуется природа вариаций геомагнитной активности на масштабе времени солнечного цикла, рассматриваются источники запаздывания геомагнитного цикла по отношению к солнечному циклу, анализируются причинно-следственные соотношения солнечной и геомагнитной активности.

**Анализ возможных причин
продолжительного минимума 24 цикла**

Прокудина В.С.

ГАИШ

Анализируется временной интервал продолжительного минимума в течение 2004-2009 гг. Рассмотрен параметр, характеризующий, ускорение орбитального углового момента Солнца относительно барицентра солнечной системы. Приводится график, из которого следует, что значения параметра на продолжительном временном отрезке имеют малые величины. Это могло бы означать, что передача углового момента была значительно слабее. Идея взаимосвязи солнечного цикла и барицентрического движения Солнца была высказана ранее Jose (Astron. Journ. 1965) и с некоторыми уточнениями применяется в данной работе. Согласно графику, вычисленному по нашей методике Б.П. Охлопковым, можно указать время максимума 24 цикла (2012 г.) и даты максимумов последующих циклов, (секция 1, Постер).

**О возможном влиянии космической погоды на земные
рынки: необходимые условия и возможные сценарии**

Пустьильник Л.А.¹, Йомдин Г.²

¹ *Тель Авивский Университет, Израиль,
e-mail: levpust@post.tau.ac.il*

² *Институт Исследования Голан, Хацрин, Израиль,
e-mail: rres102@research.haifa.ac.il*

В последние два десятилетия был отмечен значительный прогресс в понимании солнечно-земных связей. В частности, было обнаружено влияние космической погоды (солнечного ветра, активности магнитосферы, потока космических лучей высоких энергий) на локальную земную погоду. Эти результаты возродили интерес к потенциальным последствиям такого влияния на производство сельскохозяйственной продукции и на ее цены (в течении последних 300 лет возможность такой связи рассматривалась выдающимися учеными Европы и России (Джонатан Свифт, Уильям Гершель, Уильям Джемсон, Александр Чижевский). В настоящей статье приводится обзор результатов исследований данной проблемы за последние 10 лет. Показано, что для реализации возможного сценария воздействия

космической погоды на земные урожаи и цены необходимо одновременное выполнение 3-х условий: 1) чувствительность локальной погоды (облачности, атмосферной циркуляции) к состоянию космической погоды; 2) чувствительность районированных сельскохозяйственных культур к погодным аномалиям (принадлежность к зоне рискованного земледелия); 3) относительная изолированность рынка, затрудняющая стабилизацию скачков цен внешними поставками продовольствия. Показано, что в зависимости от сочетания этих 3-х условий и локализации в определенных климатических зонах возможно 4 сценария для реакции рынка на солнечную активность. Проанализировано поведение 22 европейских рынков в средневековый период, в частности, во время минимума Маундера (почти столетний период отсутствия солнечной активности). Показано достоверное проявление влияния космической погоды на цены (интервальный анализ, регрессионный анализ *dushu* переменных, и асимметрия цен в фазах минимума и максимума числа солнечных пятен) и получены примеры реализации всех четырех типов сценариев. Показано, что эффекты фазовой асимметрии сохраняются даже в Новое Время в США при производстве пшеницы твердых сортов (*dushm*). Приводится анализ случаев массового голода, вызванных неурожаями, сфазированными с экстремумами солнечной активности. Обсуждаются возможные последствия глобального изменения климата для чувствительности зон рискованного земледелия к космической погоде. Абзацы разделяются пустыми строками.

Анализ особенностей нового 24 цикла солнечной активности в частотно-временной области

Пятигорский А.Г., Пятигорский Г.А.

Учреждение Российской академии наук Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург, e-mail: alxp@bk.ru

Доклад основан на исследовании ряда чисел Вольфа месячного разрешения в частотно-временной области методами, разработанными авторами для нестационарных природных временных рядов.

Используемые методы анализа предполагают, что исследуемый временной ряд может быть представлен суммой конечного числа волновых пакетов. Каждый такой волновой пакет имеет фиксированную частоту, фиксированную фазу и свою форму амплитудной модуляции.

Предлагаются для рассмотрения результаты, полученные с использованием линейного и нелинейного подходов для решения данной задачи.

Выполненная работа продолжает цикл докладов в ГАО, посвящённых солнечной тематике.

Прогнозирование солнечной активности посредством нелинейного регрессионного частотно-временного анализа ряда чисел Вольфа

Пятигорский А.Г., Пятигорский Г.А.

*Учреждение Российской академии наук Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург, e-mail: alxp@bk.ru*

Для прогноза солнечной активности используется несколько авторских математических моделей. Каждая из таких моделей представляет собой разложение ряда Вольфа на сумму волновых пакетов. Модели отличаются видом представления для волновых пакетов и их числом.

В качестве входных данных используется исходный ряд Вольфа и модифицированный знакопеременный ряд. Приводятся результаты прогноза по этим моделям. По результатам сравнения прогноза по отброшенным данным с реальными данными за тот же период анализируется корректность предсказания на ближайшие циклы солнечной активности. Также рассматривается возможность оценки корректности предлагаемых методов посредством имитационного моделирования ошибок в параметрах моделей. Рассматриваются полученные результаты.

Выполненная работа продолжает цикл докладов в ГАО, посвящённых солнечной тематике.

Особенности статистической обработки мониторинговых рядов данных (по результатам гелиомедицинского эксперимента ИЗМИРАН 1998–2011 гг)

Рагульская М.В., Руденчик Е.А., Зукакишвили Е.Г.

ИЗМИРАН им. Пушкина, Троицк

На данный момент ИЗМИРАН является собственником уникальной базы данных длительного мониторингового гелиомедицинского эксперимента 1998–2011 гг. (более 500 000 измерений) по ежедневным измерениям проводимости биологически активных точек и артериального давления. Особенности эксперимента являются: ежедневность, постоянство места и времени исследований, постоянство группы обследуемых. Однако, несмотря на длительность, ряды далеки от идеальных: из-за неравномерных по группе пропусков измерений, вследствие отпусков или болезни обследуемых. Анализ таких рядов данных является отдельной статистической задачей.

Наиболее удачными оказались: кросс-корреляционные сравнения рядов выбросов космогеофизических и физиологических параметров, проверка нулевой статистической гипотезы о неслучайности имеющих совпадений, исследования функций распределения индивидуальных и групповых рядов данных, рассмотрение функций самокорреляции имеющих рядов в зависимости от сезона и фазы солнечной активности, исследования динамики рядов в различных фазах солнечной активности и сравнительные исследования данных по двум фазам роста солнечной активности, захватывающим время наблюдения. За прошедший временной период имеется: 2 фазы нарастания солнечной активности, 1 фаза максимума и 1 фаза минимума. В рамках задачи изучения влияния космической погоды и геомагнитной активности на биосистемы, недостатком рядов данных являются естественные возрастные изменения в состоянии организма обследуемых за время измерений (13 лет). Поэтому в качестве максимального однородного базового временного периода имеет смысл выбирать 1 год. Уникальная длительность мониторинга позволяет выявить сезонные вариации исследуемых параметров. Наш опыт показывает, что для воспроизводимого изменения параметров следующий базовый интервал соответствует 2 месяцам. В меньший интервал входит недостаточное количество измерений, а в большем — размывается сезонный эффект. Индивидуальные выбросы параметров нивелируются усреднением наблюдаемых эффектов по группе. Анализ гистограмм распределения изучаемых физиологических параметров показывает их существенное отличие от нормального.

Работа поддержана совместным российско-болгарским проектом «Геосол».

**Анализ комбинированного воздействия солнечных и
внутриатмосферных факторов
на климатическую изменчивость
в северо-восточном секторе
Европейской части России**

*Распопов О.М.¹, Дергачев В.А.², Лопатин Е.В.³,
Колстрем Т.³, Дмитриев П.Б.²*

¹СПбФ ИЗМИРАН, С.-Петербург, Россия, e-mail:
oleg@or6074.spb.edu

²Физико-Технический институт им. А.Ф. Иоффе, С.-Петербург,
Россия

³Университет Восточной Финляндии, Йюэнсу, Финляндия

С целью выяснения природы физических факторов, воздействующих на климатические параметры был проведен спектральный анализ изменчивости дендрорядов сосны и ели на меридианальном профиле в северо-восточном регионе Европейской части России (Республика Коми). В результате анализа выявилось существование нескольких групп периодичностей в радиальном приросте деревьев, ряд из которых обусловлен воздействием солнечной активности, а другие — внутренними процессами в системе атмосфера-океан. Показано, что проявление периодичностей в радиальном приросте деревьев на профиле протяженностью порядка 1000 км имеет региональный характер.

**Проблемы правила Гневнышева-Оля
и его интерпретации**

Ривин Ю.Р.

Мюнхен, e-mail: ju_rivin@online.de

Гневнышев и Оля [1] при анализе последовательности циклов чисел Вольфа W использовали корреляционную плоскость. В результате анализа они сделали вывод о том, что их (ГО) правило выполняется с 1700 года. Ривин применил для анализа той же последовательности циклов ряда W (с учётом нескольких последующих циклов) [2], а также ряда Шова [3] метод цифровой фильтрации и показал, что выполнение этого правила происходит только с цикла №10 (нумерация Цюриха). Анализ данных наблюдений Солнца в циклы №№22,23 свидетельствуют, во-первых, о прекращении действия в них правила ГО, а, во-вторых, о реальности появления циклов с продолжительностью больше 11 лет (цикл №23). Таким образом,

продолжительность действия такого правила оказывается всего 12 циклов (~ 130 лет). Поэтому с выводами авторов [4] о действии правила ГО на интервале ~ 400 лет и более, а тем более по поддержке предположения Усоскина с соавторами о сложной структуре цикла №4 чисел Вольфа нельзя согласиться. По-видимому, первый они вывод сделали без предварительной оценки соотношений сигнал/ шум для 400-летнего ряда W . Согласно [2] и современным оценкам для циклов №№10-21 средняя амплитуда ~ 22 -летней вариации в изменениях высот циклов меньше или равна 20 единицам. Для рядов, составленных по косвенным данным или по малому числу наблюдений в году оптическими приборами, такая величина амплитуды на уровне или меньше погрешности их получения. Относительно второго вывода авторы [4], возможно, ещё не знали, что продолжительность цикла №23 будет ~ 13 лет, т. е. очень близка к продолжительности цикла №4. Такая длина последнего полного цикла ещё раз свидетельствует о бессмысленности указанного выше предположение Усоскина с соавторами о потере одного цикла. Согласно [2,3] никакого бы выполнения правила ГО до цикла №10 при введении дополнений W не происходило.

- [1] Гневышев М.Н., Оль А.И. //Астроном. журн. 1948. Т. 25. С.18.
- [2] Ривин Ю.Р. //Исследования по геомагнетизму, аэрономии и физике Солнца. Физика Солнца. 1981. М.. Наука. Вып. 56. С.88.
- [3] Ривин Ю.Р. // Там же. 1985. Вып. 72. С.65.
- [4] Наговицын Ю.А., Наговицына Е.Ю., Макарова В.В.// Письма в АЖ. 2009. Т.35. С. 625.

**Космический спектромагнитограф
для миссии «ИнтергелиоЗонд»**

Руденчик Е.А.¹, Обридко В.Н.¹, Кожеватов И.Е.²

¹ *Институт земного магнетизма ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова, Московская обл., г.Троицк,
e-mail: ruden_ea@mail.ru*

² *Научно-исследовательский радиофизический институт, Нижний Новгород, e-mail: kozh-ie@mail.ru*

Представлены оптическая схема и схема расположения элементов космического спектромагнитографа. Рассматриваются проблемы, возникающие при реализации прибора, и обсуждаются методы их решения. Параметры Стокса в солнечной фотосфере, наблюдаемые на наземном прототипе космического прибора — спектромагнитографе ИЗМИРАН, могут быть использованы для отработки алгоритмов интерпретации данных, в которых тонкая структура фотосферной плазмы проявляет себя в спектральной области.

**Методика калибровки хромосферных изображений
солнечного патрульного телескопа**

Середжинов Р.Т.

*Кисловодская Горная астрономическая станция ГАО РАН,
Кисловодск, e-mail: r.seredzhinov@mail.ru*

Получение изображений диска Солнца при помощи наземных спектрогелиографов требует обязательной их коррекции для устранения рассеянного света атмосферы Земли и рассеянного света внутри инструмента. Профиль изображения диска, снятый без рассеянного света называется стандартным профилем потемнения к краю. В настоящее время, когда составлены эталонные атласы солнечного спектра и имеются двухмерные ССD-матрицы для регистрации участков спектра, приведение регистрируемого профиля диска к стандартному профилю возможно без использования вычисленных полиномов. Для проведения подобной фотометрической калибровки достаточно знать отношения интенсивности опорного крыла линии к интенсивности регистрируемой линии для регистрируемого и эталонного спектра. Поскольку при помощи спектрогелиографа изначально получается набор изображений, то калибровку удобно проводить для каждого из них с последующем складыванием их в единое изображение диска.

Система удержания на активной области

Середжинов Р.Т., Дормидонтов Д.В.

*Кисловодская Горная астрономическая станция ГАО РАН,
Кисловодск, e-mail: r.seredzhinov@mail.ru*

Регистрация изображений диска Солнца при помощи спектрогелиографов не позволяет отслеживать быстропротекающие процессы в активных областях. Основное время при таком способе регистрации затрачивается на сканирование всего диска и последующую сборку изображения. Лучшее временное разрешение, достижимое при оптимальном соотношении цена/качество, для полного диска составляет 2 мин. Если задаться целью сканирования только отдельных областей диска Солнца, то временное разрешение на одну область составит около 30 сек. В работе предложена система удержания на активной области, которая была внедрена в солнечный патрульный оптический телескоп. Система позволяет производить поиск активных областей, автоматический переход на найденную активную область с последующим удержанием на ней. Достигнутое временное разрешение 1 мин.

О причинах расхождения фотосферных оснований магнитных трубок на примере активной области 10930 в декабре 2006 г.

Сидоров В.И.^{1,2}, Кузьминых Ю.В., Язев С.А.^{1,2}

¹*Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск*

²*Астрономическая обсерватория ИГУ, г. Иркутск,
e-mail: yatagi@yandex.ru*

Традиционно считается, что расхождение оснований всплывающих магнитных трубок, которые наблюдаются в виде удаляющихся друг от друга магнитных элементов («срезов» трубки) на уровне фотосферы, происходит всецело за счет петлеобразной формы трубки, сформированной под фотосферой. В работе представлена гипотеза о том, что эта причина может быть не единственной. На примере эволюции фотосферных магнитных полей АО 10930 в интервале наблюдений с 8 по 13 декабря 2006 г. рассмотрен возможный вклад силы Ампера в процесс расхождения фотосферных оснований коронального магнитного жгута (системы магнитных трубок) с током.

Быстрое всплытие нового магнитного потока в АО 11-12 декабря сопровождалось вращением и значительным смещением небольшого южного

пятна, которое являлось одним из двух фотосферных оснований всплывающего жгута [1]. Корональные электрические токи в трубках жгута были оценены по силе токов в его основаниях на уровне фотосферы. Кластеры вертикальных фотосферных токов в тени и полутени пятен имеют характерную плотность $0.003 \text{ А}\cdot\text{м}^{-2}$ [2]. При этом направление тока в соседних магнитных трубках может быть как прямым, так и обратным.

Предполагалось одно направление электрического тока вдоль оси трубок. В этом случае, отталкивающая сила Ампера вызвана токами противоположных направлений в основаниях магнитного жгута, разнесенных на 18-35 Мм. Сила тока оценивалась по площади одного из фотосферных оснований жгута и характерной плотности тока, и составила $\sim 3 \cdot 10^{12} \text{ А}$. По смещению оснований за время наблюдений, 17 Мм, сделаны оценки работы силы Ампера ($\sim 10^{33} \text{ эрг}$), а также средней мощности ($\sim 3 \cdot 10^{27} \text{ эрг}\cdot\text{с}^{-1}$). Исходя из предположения, что степень закрученности магнитного жгута под фотосферой такая же, как и в хромосфере (1 оборот на 10 Мм), по наблюдаемой скорости вращения одного из оснований магнитного жгута ($\sim 1^\circ$ за 20 мин) сделана оценка скорости всплытия магнитного жгута, «вмороженного» в подфотосферную плазму ($\sim 20 \text{ м/с}$). Согласно предложенной схеме, за интервал наблюдений магнитный жгут поднимался с глубины 5-10 Мм.

Сделан вывод, что вклады от процесса всплытия и горизонтального движения под действием силы Ампера в эффект расхождения фотосферных оснований магнитных трубок с током могут быть сопоставимы по величине.

13 декабря 2006 г. в АО 10930 произошла первая за интервал наблюдений вспышка, причем, мощная, имеющая балл X3.4/3B. Согласно [3], перед вспышкой электрический ток в корональных арках достигает величины $\sim 10^{12} \text{ А}$, а после вспышки значительно уменьшается. Наблюдаемая в это время остановка расхождения оснований магнитного жгута поддерживает выдвинутую гипотезу.

- [1] В.Н. Ишков. Всплывающие магнитные потоки и вспышечные явления на Солнце// кандидатская диссер., Троицк, ИЗМИРАН, -2008. -С. 99-101.
- [2] Grigoryev V.M. and Ermakova L.V. A study of the distribution of electric currents and current helicity in the photosphere at the growth stage of a bipolar active region // Solar Physics. -2002. -V. -207. -P. 309-321.
- [3] Зайцев В.В., Степанов А.В. Корональные магнитные арки // Успехи физических наук. -2008. -Т. -178. -№11. -С. 1166-1204.

Рентгеновское излучение тепловых вспышек на Солнце

Склярова Е.М., Чариков Ю.Е.

*Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе,
Санкт-Петербург, e-mail: y.charikov@yandex.ru*

Тепловые вспышки на Солнце не сопровождаются жестким рентгеновским и гамма излучениями. Структура мягкого рентгеновского излучения довольно многообразна. Временные профили излучения представляют собой как простые одиночные импульсы различной длительности, так и многоимпульсную структуру. Энергия тепловых вспышек невелика и не превышает обычно 10^{29} эрг. Отсутствие жестких излучений свидетельствует о преимущественном механизме трансформации энергии магнитного поля в тепловую энергию плазмы. В работе детально изучены процессы нагрева, теплопроводности и излучения в тепловых вспышках с различными временными профилями мягкого рентгеновского излучения. Показана их роль в формировании временных профилей излучения. Получены параметры тепловой плазмы из условия наилучшего согласия с наблюдаемыми спектрами.

Солнечная вспышка 07 июня 2011 года по данным SDO и моделирование ее жгутовой магнитной структуры

Соловьев А.А.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

Вспышка 07.06.2011, развитие которой было с хорошим пространственным и временным разрешением зафиксировано УФ телескопом SDO, уникальна по ряду параметров. Она характеризуется большой массой выброшенного в корону и межпланетное пространство холодного хромосферного вещества (выброс предшествовал основной стадии энерговыделения), низким расположением основной вспышечной петли и явно выраженной жгутовой структурой обеих магнитных петель, как выброшенной, так и вспышечной.

В работе на основе решения обратной магнитогидростатической задачи строится квазиравновесная модель двух расположенных параллельно и непосредственно одно над другим скрученных магнитных волокон, причем плотность газа в верхнем из них превышает плотность окружающей среды на том же геометрическом уровне, а плотность газа в нижнем — наоборот, значительно меньше плотности окружающих слоев. Показано, что такая конфигурация по мере подъема ее во все более разреженные слои

солнечной атмосферы должна приводить к потере равновесия в системе (динамическому выбросу верхнего уплотненного волокна) и возбуждению в нижнем, разреженном волокне плазменных неустойчивостей, обусловленных превышением токовой скорости электронов определенного порога (тепловой скорости ионов). В конечном итоге, разрушение описанной магнитной структуры дает картину магнитного выброса и вспышечного энерговыделения весьма близкую к той, что наблюдалась на Солнце 7 июня с.г.

Суб-терагерцовое излучение солнечных вспышек: Плазменный механизм излучения хромосферы?

*Степанов А.В.¹, Зайцев В.В.², Мельников В.Ф.¹,
Ватагин П.В.¹, Чариков Ю.Е.³*

¹ ГАО РАН

² ИПФ РАН

³ ФТИ РАН им. А. Ф. Иоффе

Одним из современных вызовов в физике Солнца явились наблюдения интенсивного излучения солнечных вспышек на частотах 212 и 405 ГГц (Kaufmann et al. 2009). Ранее была принята U-образная форма радиоспектра вспышек, простирающаяся до 30 ГГц. Новые наблюдения выявили W-образный спектр: поток излучения увеличивается на частоте > 30 ГГц и простирается далее в терагерцовую область.

Попытки объяснения суб-терагерцового излучения были выполнены на основе синхротронного механизма излучения высокоэнергичных (> 10 МэВ) электронов в сильном (≤ 1000 Гс) магнитном поле (Kaufmann et al. 2009). Флейшман и Контарь (2010) показали принципиальную возможность черенковского механизма излучения электронов, ускоренных в хромосфере. В настоящей работе исследована возможность плазменного механизма вспышечного суб-терагерцового излучения, который весьма эффективен в микроволновом излучении вспышек (Zaitsev, Stepanov 1983).

Из проведённого анализа следует, что «просветление» хромосферы в суб-терагерцовом диапазоне относительно плазменного механизма радиоизлучения на удвоенной ленгмюровской частоте требует большой концентрации ионизованной компоненты плазмы в области хромосферы $n \approx 5 \times 10^{14} \text{ см}^{-3}$ и достаточно плотных пучков электронов $n_1 \leq 10^9$ с энергиями 100-500 кэВ. Это возможно при нагреве хромосферы в процессе вспышки до температуры $T = (3 \times 10^6 - 10^7)$ К и эффективном ускорительном механизме. Оба процесса могут обеспечиваться баллонной неустойчивостью, приводящей к проникновению языков частично ионизованной плазмы в

токонесущую вспышечную арку в её хромосферной части (Zaitsev et al. 2000).

- [1] Fleishman G.D., Kontar E.P. 2010, *Astrophys. J.* 709, L127
- [2] Kaufmann P., de Castro C.G.G., Costa J.E.R. et al. 2009, *Astrophys. J.* 697, 420
- [3] Zaitsev V.V., Stepanov A.V. 1983 *Solar Phys.* 88, 297
- [4] Zaitsev V.V., Urpo S., Stepanov A.V. 2000 *Astron. Astrophys.* 357, 1105

Гигантские события 23-го цикла: сходства и различия

Струминский А.Б.

Институт космических исследований РАН, Москва

Рассматриваются гигантские рентгеновские события ($>X17$) 23-го солнечного цикла (28 октября и 4 ноября 2003; 7 сентября 2005), чье жесткое рентгеновское излучение полностью наблюдалось с борта КА ИНТЕГРАЛ (ACS SPI >150 кэВ), но лишь частично КА RHESSI. Эти события сравниваются с двумя наибольшими событиями, наблюдавшимися полностью КА RHESSI (X8.3, 2 ноября 2003 и X7.1 20 января 2005). Временные профили эффективной температуры вспышечной плазмы, вычисленной по данным SXR GOES, в этих пяти событиях имеют сходную структуру, что позволило выбрать нулевой момент времени в каждом событии и сравнивать динамику их развития.

Интенсивности НХР и микроволнового излучения были выше фоновых значений более часа. Нетепловое излучение началось примерно за 10 мин до нулевого времени в предвспышечной фазе. Активная импульсная фаза длилась около 20 мин и состояла из нескольких пиков НХР излучения (ACS SPI), которые превышали фон на четыре порядка и свидетельствовала о нескольких эпизодах ускорения электронов и нагрева плазмы с различной эффективностью. Отсутствие спектральной информации по НХР излучению не позволяет сказать, в каком из трех гигантских событий была выделена наибольшая энергия.

**Корональные дыры по наблюдениям в линии
HeI 10830 Å и рентгеновском диапазоне
в период 21-23 циклов активности**

Тавастшерна К.С.¹, Васильева В.В.², Тлатов А.Г.²

¹*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
e-mail: tavast@gao.spb.ru*

²*Кисловодская Горная станция ГАО РАН, e-mail: tlatov@mail.ru*

Корональные дыры (КД) являются важным индексом, характеризующим солнечную активность. Они являются источниками высокоскоростного солнечного ветра, эффективно воздействующего на магнитосферу Земли. Для их регистрации используются данные наблюдений как наземных телескопов в линии HeI 10830 Å, так и спутниковые наблюдения в рентгеновском диапазоне. В нашей работе мы представляем результаты отождествления КД по данным обсерваторий Китт-Пик в период 1975–2003 гг. и SOHO/EIT в линии FeXII 195 Å в период 1997–2010 гг. Также мы использовали данные телескопа SOLIS в период 2004–2011, когда данные наблюдений телескопа SOHO/EIT отсутствовали.

Для выделения КД нами были разработаны процедуры полуавтоматического выделения границ КД на синоптических картах и наложения их границ на карты магнитных полей. В результате нами был создан сводный ряд данных о КД в период с 1975 по 2011 год.

Циклы КД имеют минимум в эпоху максимума циклов солнечных пятен. Основной вклад в общую площадь дают высокоширотные КД. В минимуме 23–24-го циклов активности площадь КД была несколько меньше, чем в предыдущих, в 21 и 22-м циклах, а их изменение имело нерегулярный многовершинный характер.

**Долговременные вариации размера солнечной
супергрануляции по наблюдениям в линии CaIIK**

Тлатов А.Г.

*Кисловодская Горная станция ГАО РАН, Кисловодск,
e-mail: tlatov@mail.ru*

Выполнен анализ характерного размера ячеек хромосферной сетки по ежедневным наблюдениям в линии КПСa обсерваторий Кодайканал (1907–1999), Медон (1983–2010), Сакраменто Пик (1965–2002) и Mount Wilson

(1915-1985). Предварительно на изображениях контраст хромосферной сетки увеличивался методом вычитания градиента из интенсивности на диске Солнца. Анализ характерных размеров выполнялся при использовании взвешенного вейвлет-преобразования.

Было обнаружено, что характерный размер хромосферных ячеек близок к 36 Мм, но имеет вариации с фазой солнечной активности $\sim 1,2$ Мм. Наибольший размер ячеек наблюдается, как правило $\sim 1,5$ года после максимума солнечной активности. Между размером ячеек в максимуме и амплитудой следующего цикла активности существуют положительная корреляция ($R = 0,83$), таким образом, размер супергрануляции связан с солнечной активностью и опережает ее на $\sim 8,8$ года.

Увеличение уровня атмосферного ореола в 20-м веке как возможная причина изменения климата

Тлатов А.Г., Алиев А.Х.

*Кисловодская Горная станция ГАО РАН, Кисловодск,
e-mail: tlatov@mail.ru*

Выполнен анализ данных уровня рассеянного света по данным наблюдений на солнечном коронографе Горной станции в период 1957-2010 гг. Методика определения абсолютной интенсивности солнечной короны в спектральных линиях 5303А и 6374А, используемая на ГАС, предполагает определение уровня рассеянного света, возникающего в результате атмосферных и инструментальных эффектов. Получаемые значения калибруются при сравнении с интенсивностью в центре солнечного диска в выбранных спектральных диапазонах, что обеспечивает стабильность полученных рядов данных.

В результате анализа установлена тенденция к росту величины рассеянного света примерно на 40% в течение последних 50 лет. Сравнение данными о концентрации аэрозоли в атмосфере и глобальным изменением температуры показывает их близкое поведение. Локальные повышения уровня рассеянного света по данным коронографа и концентрации аэрозоли могут быть обусловлены выбросом пыли в результате вулканических извержений. Долговременный тренд увеличения ореола может быть связан с усилением гелиофизической активности (поток солнечных космических лучей, возмущения солнечного ветра, геомагнитные бури), которые могут приводить к увеличению разности электрического потенциала ионосфера-Земля [1]. Возрастание вертикального электрического поля в

атмосфере в верхней тропосфере может способствовать росту числа гигантских или ионосферных молний, которые могут воздействовать на состояние верхних слоев атмосферы, приводить к росту концентрации аэрозолей и вносить существенный вклад в воздействие солнечной активности на изменения климата Земли.

- [1] Zerebcov G., Kovalenko V. A., Molodykh S.I.// *Advances in Space Research*, 2005, v. 35, p. 1472.

**Геомагнитные пороги обрезания космических лучей
в магнитном поле эмпирических моделей
магнитосферы в период сильного возмущения
в ноябре 2003 г.: сравнение моделей**

Тясто М.И.¹, Данилова О.А.¹, Сдобнов В.Е.²

¹ *Санкт-Петербургский филиал ИЗМИРАН, С.-Петербург,
e-mail: mtyasto@mail.ru*

² *Институт солнечно-земной физики СОРАН, Иркутск,
e-mail: sdobnov@iszf.irk.ru*

Одним из важных факторов космической погоды являются потоки космических лучей (КЛ), проникающие в магнитосферу и атмосферу Земли из межпланетного пространства. Геомагнитное поле разрешает или запрещает приход КЛ в заданную точку магнитосферы в зависимости от энергии заряженных частиц, таким образом, геомагнитные пороги обрезания регулируют распределение потоков КЛ в магнитосфере. Точность определения геомагнитных порогов тесно связана с точностью использованной магнитосферной модели.

Используя метод прослеживания траекторий заряженных частиц в магнитном поле магнитосферы, мы рассчитали геомагнитные пороги в период сильной магнитной бури в ноябре 2003 г. в магнитных полях двух эмпирических моделей Ts01 и Ts04, которые описывают магнитное поле сильно возмущенной магнитосферы. Модель Ts01 описывает в основном среднюю пространственную структуру магнитосферы при определенных условиях в солнечном ветре и межпланетном магнитном поле; в модели Ts04 основное внимание уделено описанию крупномасштабной эволюции магнитосферных токов в период бури. Полученные теоретические геомагнитные пороги сравнили с экспериментальными порогами, рассчитанными методом спектрографической глобальной съемки по данным мировой сети нейтронных мониторов ноября 2003 г.

**Исследование динамики магнитного поля по данным
SOHO/MDI в области вспышек, связанных
с корональными выбросами массы типа гало**

Файнштейн В.Г., Попова Т.Е., Кашанова Л.К.

*Институт солнечно-земной физики, Иркутск,
e-mail: vfain@iszf.irk.ru*

По данным SOHO/MDI с временным разрешением 96 минут исследованы вариации магнитного поля в области солнечных вспышек, связанных с корональными выбросами массы типа гало (ГКВМ). Анализировались 3 группы событий: связанных с ГКВМ со скоростью $V > 1500$ км/с, а также со скоростью $1000 \text{ км/с} < V < 1500 \text{ км/с}$ и со скоростью $V < 650$ км/с, и зарегистрированных в 1997–2007 г. Показано, что до начала вспышки усредненные по событиям методом наложения эпох в каждой группе с указанными скоростями значения измеряемого поля $\langle Bl \rangle$ («разбаланс» поля) и модуля поля $\langle |Bl| \rangle$ в течение 1-2 суток немонотонно возрастают, а после вспышки для первых двух групп уменьшаются, а для группы с самыми медленными ГКВМ — $\langle Bl \rangle$ продолжает увеличиваться, а $\langle |Bl| \rangle$ уменьшается. Здесь скобки $\langle \rangle$ означают усреднение анализируемого параметра по площади «квадрата» с размером $3.14^\circ \times 3.14^\circ$ и с центром в центре вспышки. Установлено, что необходимым условием возникновения солнечной вспышки, связанной с ГКВМ, является превышение в области вспышки величинами $\langle Bl \rangle$ и $\langle |Bl| \rangle$ граничных значений, зависящих от скорости ГКВМ. Из группы рассмотренных событий с самыми быстрыми ГКВМ были отобраны 9 событий, для которых были данные SOHO/MDI с временным разрешением одна минута. Показано, что в 8 из 9 событий в центральной области вспышки или в ее непосредственной близости начало вспышки сопровождается либо импульсным изменением $\langle Bl \rangle$ и $\langle |Bl| \rangle$, либо ступенчатым уменьшением этих параметров, либо импульсным и ступенчатым изменением одновременно в близких участках. Длительность импульсного или ступенчатого изменения магнитного поля близка ко времени нарастания интенсивности мягкого рентгеновского излучения. Часть активной области с наиболее сильными изменениями $\langle Bl \rangle$ и $\langle |Bl| \rangle$ сконцентрирована в окрестности центра вспышки размером примерно 4.5-6 градусов.

**Пространственное распределение интенсивности
и степени поляризации жесткого рентгеновского
излучения вдоль петли магнитного поля во время
солнечных вспышек**

Чариков Ю.Е., Кудрявцев И.В., Мельников В.Ф.

¹*Институт солнечной физики, Москва, e-mail: ivanov@mail.ru*

²*Институт физики Солнца, С.-Петербург, e-mail: petrov@mail.ru*

³*New York State University, New York, USA, e-mail: smith@mail.com*

Для вспышечных петель магнитного поля рассчитаны величины интенсивности и степени поляризации жесткого рентгеновского излучения в зависимости от продольной координаты s , энергии и угла наблюдения.

Решение релятивистского уравнения Фоккера-Планка позволяет получить значения функции распределения ускоренных электронов вдоль петли для разных энергий, pitch - угловых и энергетических распределений. Рассматривалось два случая начального углового распределения — изотропное распределение и распределение в узком конусе с движением к одному из подножий петли. Тормозное излучение релятивистских электронов рассчитывалось с учетом релятивистского сечения в борновском приближении. Рассматривалась импульсная инжекция электронов, длительность импульса 3.0 с.

Для случая изотропной инжекции сравнение спектров ЖРИ для одного из подножий в различные моменты времени для разных углов наблюдения $\alpha = 0^\circ$ и $\alpha = 180^\circ$ приводит к выводу, что наиболее интенсивное излучение имеет место в направлении движения электронов — ЖРИ с энергией 50 кэВ вдоль направления движения примерно в 10 раз выше излучения в обратном направлении. Показано, что в случае изотропной инжекции формируется интенсивный источник излучения в вершине петли. Его излучение отличается высокой степенью направленности в поперечном к оси петли направлении. В поперечном направлении спектральный индекс излучения существенно меньше, чем в продольном

В случае узконаправленной инжекции характер направленности излучения меняется на противоположный. Эти различия в направленности позволяют диагностировать тип pitch-углового распределения ускоренных электронов. В направлении одного из оснований в основаниях петли формируются два источника ЖРИ разной интенсивности и с разными характеристиками направленности. Излучение из вершины также как и в случае изотропной инжекции является сильно направленным. Степень поляризации для любого типа инжекции не превышает 40%. Однако имеются различия в знаке поляризации — для изотропной инжекции степень поляризации преимущественно положительная, в то время как для инжекции

вдоль оси трубки знак поляризации обратный — отрицательный. Такое отличие может служить критерием при выборе типа питч - углового распределения.

Физический механизм влияния солнечной активности на атмосферные процессы

Чукин В.В.

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, e-mail: chukin@meteolab.ru

Анализ спутниковых данных проекта ISCCP показал наличие тесной связи между интегральным содержанием водяного пара в атмосфере (влагозапасом) и потоком галактических космических лучей (ГКЛ). Наличие такой связи объясняет обнаруженные ранее корреляции между потоком ГКЛ и количеством облаков нижнего [7], среднего и верхнего ярусов [5]. В докладе представлены основные положения физической модели, позволяющей количественно оценить влияние ГКЛ на гидрологический цикл, в частности, на испарение воды с поверхности Мирового океана.

Известно, что ионизация атмосферы над океанами обусловлена в основном ударной ионизацией частицами ГКЛ. Таким образом, концентрация ионов и электрическая проводимость воздуха над океанами модулируется потоком ГКЛ [4]. Наличие аэрозолей в нижней тропосфере приводит к уменьшению амплитуды такой модуляции в пограничном слое атмосферы. Это явление сопровождается увеличением плотности электрического заряда на поверхности океана примерно на 8% при увеличении потока ГКЛ на 50% [1].

В основу модели положена явление изменения активности воды в поверхностном слое океана, представляющего собой водный раствор, в котором под влиянием электрического поля происходит перераспределение анионов и катионов с глубиной. Увеличение плотности поверхностного электрического заряда, из-за различия массы анионов и катионов, приводит к увеличению активности воды в поверхностном слое, а значит и к увеличению скорости испарения, что сказывается на всем гидрологическом цикле. Косвенным подтверждением предложенной точки зрения являются данные сопоставлений солнечной активности с количеством выпадающих осадков [6], стоком реки Волги и уровнем Каспийского моря [3].

Предложенная в работе [2] теория позволяет объяснить влияние гидрологического цикла, в частности, выпадающих осадков, на долговременные

изменения температуры воздуха посредством изменения альbedo подстилающей поверхности суши.

В результате, можно предложить следующую цепочку причинно-следственных связей, объясняющих влияние солнечной активности на атмосферные процессы: Солнечная активность -> Поток ГКЛ -> Электрическая проводимость воздуха -> Плотность поверхностного заряда -> Активность воды -> Испарение -> Количество облаков -> Осадки -> Альbedo суши -> Температура воздуха.

Таким образом, новым важным звеном в солнечно-земных связях является процесс испарения воды с поверхности океана, который зависит от потока ГКЛ.

- [1] Имянитов И.М., Чубарина Е.В. Электричество свободной атмосферы, Ленинград, 1965.
- [2] Найденов В.И., Швейкина В.И. Гидрологическая теория глобального потепления климата Земли // Метеорология и гидрология, 2005, № 12, с. 63.
- [3] Соловьева Н.Н. Исследование зависимости колебания уровня Каспийского моря от солнечной активности. Санкт-Петербург, 2004, 70 с.
- [4] Чернева Н.В., Кузнецов В.В. Форбуш-понижения и эффекты терминатора в атмосферном электричестве Камчатки // Лекции БШФФ-2005, с. 37.
- [5] Чукин В.В. Корреляционные данные о связи между потоком космических лучей и глобальным количеством облаков // Фундаментальные исследования, 2007, № 2, с. 78.
- [6] Kniveton D.R., Todd M.C. On the relationship of cosmic ray flux and precipitation // Geophys. Res. Lett., 2001, v. 28, № 8, p. 1527.
- [7] Svensmark H. Influence of cosmic rays on climate // Phys. Rev. Lett., 1998, v. 81, p. 5027.

Новая система регистрации на радиотелескопах РТ-2 и РТ-3 на ГАС ГАО РАН

Шрамко А.Д.

*Горная астрономическая станция ГАО РАН, Кисловодск,
e-mail: a_shramko@inbox.ru,*

Целью модернизации системы регистрации на радиотелескопах Горной Астрономической Станции ГАО РАН РТ-2 ($\lambda=3.2\text{см}$) и РТ-3 ($\lambda=4.9\text{см}$)

является разработка аппаратно-программного комплекса для реализации следующих задач:

1. Создание многоканального компьютерного синхронного детектора реального времени с независимым детектированием сигнала модуляции;
2. Уменьшить постоянную времени радиоданных с 500мс до 100мс;
3. Реализовать систему программных аттенюаторов низкочастотного сигнала обеспечивающих регистрацию радиосигнала при увеличении в 30дБ некомпенсированного сигнала Солнца во время крупных всплесков;
4. Обеспечить простоту настройки при изменении числа регистрируемых каналов и их аппаратных характеристик;
5. Применить цифровую фильтрацию входных сигналов для уменьшения аппаратной части;
6. Реализовать удобный и информативный графический интерфейс для вывода радиоданных и для их обработки (калибровка, всплески) непосредственно во время наблюдения;
7. Создание удобных средств диагностики радиотелескопов;
8. Вывод в реальном времени через Интернет графиков изменения радиоизлучения Солнца каждые 10 минут.

Эти задачи успешно решены и сейчас система проходит тестовые испытания.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и программ РАН.

Солнечные локальные источники в радиодиапазоне по частному затмению 04.01.2011 на ГАС ГАО РАН

Шрамко А.Д., Гусева С.А.

*Горная астрономическая станция ГАО РАН, Кисловодск,
e-mail: a_shramko@inbox.ru, e-mail: svqual@yandex.ru*

Представлены данные наблюдения частного солнечного затмения 04.01.2011 г. на двух радиотелескопах Кисловодской Горной Астрономической Станции РТ-3($\lambda=4.9\text{см}$) и РТ-2($\lambda=3.2\text{см}$). Проведены сопоставления с наблюдениями в оптическом и рентгеновском диапазонах. Отождествлены локальные источники повышенного радиоизлучения на диске Солнца: группа пятен, униполярное пятно, факельные площадки. А также корональные дыры с пониженным радиоизлучением. Построены радиокарты Солнца и изменение радиояркости невозмущенных областей Солнца от центра к лимбу для $\lambda=4.9\text{см}$ и $\lambda=3.2\text{см}$. Проведено сравнение высот над фотосферой пятенных радиоисточников для $\lambda=4.9\text{см}$ и $\lambda=3.2\text{см}$.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и программ РАН.

О методах измерения корональных магнитных полей по спектральным данным микроволновых наблюдений

*Богод В.М.¹, Кальтман Т.И.¹, Яснов Л.В.²,
Ступшин А.Г.²*

¹ *Специальная астрофизическая обсерватория, С.-Петербург,
e-mail: vbog@sao.ru*

² *Санкт-Петербургский государственный университет,
С.-Петербург, e-mail: Yasnov@mail.ru*

Корректное измерение корональных магнитных полей является сложной наблюдательной проблемой. В последние годы здесь наметился определенный прогресс благодаря применению широкодиапазонных радионаблюдений с высоким спектральным разрешением. При этом для анализа используются различные методы. Широко известен стереоскопический метод, в котором используется вращение Солнца для анализа разновысотных структур. Применение многоволновых поляризационных наблюдений дает новую информацию о высотной структуре активных объектов. Развиваются также методы, основанные на различных модельных реконструкциях магнитного поля с последующим проведением модельных расчетов радиоизлучения для ряда длин волн. Результаты стереоскопических измерений высотной структуры магнитного поля сравниваются со структурой магнитного поля, восстановленного по экстраполяции фотосферного поля на основе спутниковых данных. На основе экстраполированного магнитного поля рассчитано тепловое магнитотормозное излучение.

В дальнейшем модельные расчеты сопоставляются с данными спектральных радионаблюдений на РАТАН-600 с учетом всех инструментальных особенностей радиотелескопа.

Анализируются возможные причины различий расчетных и наблюдаемых характеристик излучения, связанные как с присутствием пекулярных источников, так и наличием неоднородностей в распределении температуры и концентрации электронов и сложной топологией магнитного поля. Определены характеристики мелкомасштабной и крупномасштабной структуры. Обсуждаются некоторые расхождения модельных и наблюдательных данных.

Об ускорении солнечных космических лучей

Исаева И.Е.¹, Цап Ю.Т.^{1,2}

¹НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория», Кацивели,
e-mail: isaeva-ln@mail.ru,

¹Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория,
С.-Петербург, *e-mail: yur@crao.crimea.ua*

Проведен статистический анализ для 107 протонных событий, зарегистрированных с 1989 по 2005 гг. наземной службой Солнца RSTN, а также космическим аппаратом WIND. Рассмотрена связь интенсивности потока протонов солнечных космических лучей с энергиями $> 1-100$ МэВ с параметрами континуальных радиовсплесков в диапазоне 25–15400 МГц, а также со скоростью частотного дрейфа всплесков II типа на метровых (25–299 МГц) и декаметровых–гектометровых (20 кГц–14 МГц) длинах волн. Разработана методика, позволяющая отождествлять источники солнечных космических лучей со вспышечными событиями, видимыми на диске Солнца. При проведении расчетов учтено гелиодолготное ослабление потоков протонов. Установлено, что 73% всех событий сопровождались метровыми, а 77% — декаметровыми–гектометровыми всплесками II типа. Максимальные значения коэффициентов корреляции между интенсивностью потока протонов и параметрами микроволновых всплесков достигали 0.80, в то время как между потоком протонов и скоростью частотного дрейфа всплесков II типа они не превысили 0.40. Показано, что основное ускорение в протонных событиях происходит в области вспышечного энерговыделения, а не на фронтах ударных волн. Получены указания в пользу двухступенчатого механизма ускорения солнечных космических лучей. Корональные ударные волны ускоряют протоны гораздо эффективнее межпланетных, и с увеличением энергии частиц их вклад в ускорение значительно возрастает.

Космогенный радиоуглерод в полярных льдах как метод исследования солнечной активности

Нестеренок А.В., Найденов В.О.

*Физико-технический институт, С.-Петербург,
e-mail: alexn-10@yandex.ru*

Накопление космогенного радиоуглерода в полярных льдах происходит в результате образования нуклида на кислороде в реакциях, вызванных вторичным космическим излучением — образование «in situ». Одним

из основных параметров, определяющих уровень концентрации космогенного радионуклида ^{14}C «in situ» в полярных льдах, является уровень солнечной активности [1, 2]. В работе рассматриваются механизмы образования радионуклида ядерно-активным и мюонным компонентами космического излучения. Приведены результаты расчета концентрации космогенного радионуклида ^{14}C в образцах льда гренландского керна GISP2. Проводится сравнение с экспериментальными данными, опубликованными в работе [1].

- [1] Lal D., Jull A.J.T., Pollard D., Vacher L. // *Earth and Planetary Science Letters*, 2005, v. 234, p. 335.
- [2] Несстеренок А.В., Найденов В.О. // *Геомагнетизм и Аэрономия*, 2011, т. 51, № 3, с. 425.

Оглавление

<i>Абдусаматов Х.И.</i> Двухвековое снижение солнечной постоянной приводит к несбалансированному тепловому бюджету Земли и Малому ледниковому периоду	3
<i>Абдусаматов Х.И., Гусакова М.А., Измайлов И.С., Карлин Л.Н., Лаповок Е.В., Нерушев А.Ф., Третьяков Н.Д., Ханков С.И., Юдин А.А.</i> Диагностика климата Земли на основе мониторинга альbedo Бонда из точки Лагранжа L1	4
<i>Абдусаматов Х.И., Гусакова М.А., Измайлов И.С., Карлин Л.Н., Лаповок Е.В., Нерушев А.Ф., Третьяков Н.Д., Ханков С.И., Юдин А.А.</i> Новая версия проекта «Астрометрия» для мониторинга альbedo Бонда Земли по пепельному свету Луны	5
<i>Абдусаматов Х.И., Лаповок Е.В., Ханков С.И.</i> Факторы, определяющие термоинерционные характеристики системы Земля – атмосфера	6
<i>Абрамов-Максимов В.Е., Шибасаки К.</i> Особенность в спектре короткопериодических колебаний микроволнового излучения NOAA 10139	7
<i>Авакян С.В.</i> О создании комиссии по физическим проблемам современного изменения климата	7
<i>Акмаров К.А., Акмаров А.А.</i> Образование турбулентных вихревых колец в центральных областях Солнца	10
<i>Анфиногентов С.А., Кочанов А.А., Просовецкий Д.В.</i> Гибридный метод восстановления радиоизображений Солнца на ССРТ	11
<i>Анфиногентов С.А., Сыч Р.А.</i> Пространственная структура волновых фронтов трехминутных колебаний на разных уровнях атмосферы солнечных пятен	12
<i>Астапов И.И., Барбашина Н.С., Борог В.В., Дмитриева А.Н., Коккоулин Р.П., Компаниец К.Г., Кузовкова А.Ю., Петрухин А.А., Туфанов Д.А., Шутенко В.В., Яковлева Е.И., Яшин И.И.</i> Изучение высокоэнергичных динамических процессов на Солнце и во внутренней гелиосфере методом мюонной диагностики	13
<i>Бадалян О.Г.</i> Скорость вращения Солнца как звезды на большом временном интервале	14
<i>Бадушев С.О., Бембитов Д.Б., Михалев Б.Б.</i> О распространении короткопериодических быстрых магнитозвуковых волн через область температурного скачка	15
<i>Бакунина И.А.</i> Использование адаптивных моделей временных рядов для краткосрочного прогноза мощных солнечных вспышек	16
<i>Балыбина А.С., Караханян А.А.</i> Дендроиндикация солнечной активности в Восточной Сибири	16

<i>Баранов А.В.</i> Некоторые особенности поведения экстремумов профилей Стокса магнитоактивных линий в фотосфере Солнца	17
<i>Баранов А.В., Лазарева Л.Ф., Можаровский С.Г.</i> Инверсии наблюдаемых профилей круговой поляризации в спектральных магнитоактивных линиях различных элементов	18
<i>Белоусова Е.П., Молодых С.И., Коваленко В.А.</i> Особенности долговременных изменений теплообмена в системе океан-атмосфера в низкоширотных областях	19
<i>Бембитов Д.Б., Михалев Б.Б., Бадушев С.О.</i> Об определении величины частоты отсечки звуковых волн для классической модели солнечной атмосферы	19
<i>Benevolenskaya E., Slater G., Lemen J.</i> Polar magnetic flux evolution inside and outside a coronal hole inferred from the Solar Dynamics Observatory (SDO)	20
<i>Biktash L.Z.</i> The solar-wind high-speed streams and Dst index variations in 19-23 solar cycles	21
<i>Билленко И.А.</i> Закономерности формирования корональных выбросов массы в цикле солнечной активности	22
<i>Блудова Н.Г.</i> Долговременные изменения относительной доли тени пятен в зависимости от площади и конфигурации группы	23
<i>Бруевич Е.А., Якунина Г.В.</i> Индексы солнечной активности в 21, 22 и 23 циклах	24
<i>Бруевич Е.А., Якунина Г.В.</i> Индексы солнечной активности в 21, 22 и 23 циклах	25
<i>Варламов А.А., Наговицын Ю.А., Макаренко Н.Г.</i> Тысячелетняя реконструкция глобального климата Земли: новые подходы к имеющимся данным	25
<i>Ватагин П., Кудрявцев И.В., Степанов А.В., Чариков Ю.Е.</i> Рентгеновское излучение солнечных вспышек, сопровождающихся радиоизлучением на частотах 200, 400 ГГц	26
<i>Веретененко С.В., Огурцов М.Г.</i> Стратосферный циркумполярный вихрь как связующее звено между солнечной активностью и циркуляцией нижней атмосферы	27
<i>Вернова Е.С., Тясто М.И., Баранов Д.Г.</i> Дисбаланс фотосферных магнитных полей положительной и отрицательной полярностей	27
<i>Волобуев Д.М.</i> Алгоритм идентификации нейтральной линии по магнетограммам SDO	28
<i>Волобуев Д.М.</i> Солнечная активность в «мире маргариток»: двумерная модель с учетом влажности	29
<i>Гетлинг А.В.</i> Спиральность конвективных течений во вращающейся жидкости	30

<i>Горшков В.Л., Миллер Н.О., Воротков М.В.</i> Проявление солнечной активности в структуре рядов параметров вращения Земли . . .	31
<i>Гриб С.А.</i> Возможно ли ударное возмущение планетарной магнитосферы из-за влияния стационарного тангенциального разрыва солнечного ветра?	31
<i>Григорьева И.Ю., Боровик В.Н.</i> Сравнительный анализ характеристик и эволюции активных областей NOAA 10030 (июль, 2002) и NOAA 11158 (февраль, 2011) перед вспышками класса X (GOES)	32
<i>Григорьева И.Ю., Боровик В.Н., Делоне А.Б., Порфирьева Г.А., Якунина Г.В.</i> Характеристики выбросов корональной массы на Солнце и сопутствующие им явления	33
<i>Давыдов В.В.</i> Рекуррентные графики индексов солнечной активности и метеоданных на коротких шкалах времени	33
<i>Дергачев В.А., Васильев С.С., Распопов О.М., Юнгнер Х.</i> Непрямое солнечное воздействие на климат: геомагнитное поле, галактические космические лучи	34
<i>Дивлекеев М.И.</i> Корональные выбросы масс 30 июля 2005 года	35
<i>Егоров Я.И., Файнштейн В.Г.</i> Исследование корональных выбросов массы нового солнечного цикла с использованием данных КА PROBA2	36
<i>Ерофеев Д.В.</i> Симметрия флуктуаций магнитного поля и скорости в солнечном ветре	37
<i>Ефремов В.И., Парфиненко Л.Д., Соловьев А.А.</i> Низкочастотные колебания в динамически развивающейся активной области 11263 по магнитограммам HMI (SDO)	38
<i>Ефремов В.И., Парфиненко Л.Д., Соловьев А.А.</i> Синхронность низкочастотных колебаний в тени солнечного пятна по данным HMI(SDO)	38
<i>Загайнова Ю.С., Файнштейн В.Г.</i> Исследование начальной стадии движения корональных выбросов массы типа гало по данным GOES/SXI	39
<i>Зимовец И.В.</i> Свойства коронального источника нетепловых электронов эруптивной вспышки 3 ноября 2010 года	40
<i>Иванов В.Г.</i> Закон Джоя и его особенности по данным трёх каталогов солнечных пятен	41
<i>Иванов В.Г., Милецкий Е.В., Наговицын Ю.А.</i> Широтное распределение пятенной активности Солнца и возможности его реконструкции в прошлом	41
<i>Иванов Е.В.</i> О циклических изменениях структуры крупномасштабного магнитного поля и наиболее заметных проявлений солнечной активности	42

<i>Исайкина О.Ю., Кукса Ю.И., Шибасев И.Г.</i> Оценка и сопоставление долговременной динамики артериального давления и пульса с солнечными и атмосферными параметрами	42
<i>Ихсанов Р.Н., Иванов В.Г.</i> Широотно-временная эволюция крупномасштабного магнитного поля в 21-м и 22-м циклах солнечной активности	43
<i>Калинин А.А.</i> Линии H CaII и H ϵ в спектрах солнечных протуберанцев	43
<i>Караханян А.А., Жеребцов Г.А., Молодых С.И., Коваленко В.А.</i> Влияние секторов межпланетного магнитного поля на структуру поля ветра в тропосфере	44
<i>Кацова М.М.</i> Особенности активности солнечного типа у звёзд с различной толщиной конвективной зоны	45
<i>Кичатинов Л.Л.</i> Солнечное динамо: проблемы и возможные решения	45
<i>Князева И.С., Макаренко Н.Г.</i> Сетевые методы анализа гелиообусловленных временных рядов	46
<i>Коржавин А.Н., Петерова Н.Г., Топчило Н.А.</i> О кольцеобразной структуре источника циклотронного излучения над солнечным пятном по наблюдениям с разрешением в 1 угл. сек.	47
<i>Костюченко И.Г.</i> Особенности вариаций полного потока излучения Солнца в прошедшем минимуме солнечной активности.	48
<i>Кудрявцев И.В.</i> К вопросу о влиянии активности Солнца и климатических изменений на содержание изотопов ^{14}C в кольцах деревьев	48
<i>Кудрявцев И.В., Чариков Ю.Е.</i> Жесткое рентгеновское излучение релятивистских электронов, ускоренных в солнечных вспышках	49
<i>Кузнецов С.А., Мельников В.Ф.</i> Влияние плотности плазмы во вспышечной петле на динамику микроволнового спектра солнечных вспышечных петель	50
<i>Кузнецова М.А.</i> Каталог активных областей по наблюдениям с космической обсерватории SDO	51
<i>Кулагин Е.С., Папушев П.Г.</i> Испытания узкополосной широкоугольной перестраиваемой ступени оптического фильтра, выполненной на основе двухлучевого интерферометра	51
<i>Куприянова Е.Г., Мельников В.Ф.</i> Пространственная структура квазипериодических пульсаций на основной и второй гармониках кинк моды в одиночной вспышечной петле	52
<i>Лейко У.М.</i> Северо-южная асимметрия пятенной активности на большой временной шкале	53
<i>Лейко У.М.</i> Цикличность магнитных полей Солнца (21–23 циклы)	54
<i>Лепшиков Д.Х., Тлатов А.Г., Васильева В.В.</i> Реконструкция характеристик солнечных пятен за период 1853–1861 гг.	55
<i>Лившиц М.А., Кашапова Л.К.</i> Связь нетепловых и газодинамических процессов в мощных солнечных вспышках	55

<i>Лотова Н.А., Обриджо В.Н.</i> Новые радиоастрономические методы в экспериментальном изучении солнечного ветра на базе существующего комплекса крупных радиотелескопов РАО РАН, г. Пушино	56
<i>Мангаева Г.А., Михалев Б.Б.</i> Уединенная магнитная аркада	57
<i>Мельников В.Ф., Коста Ж.Э.Р., Симоес П.Ж.А.</i> Суб-ТГц излучение солнечных вспышек: формирование спектра	58
<i>Мерзляков В.Л.</i> Изменение плотности вещества над активной областью перед эрупцией	59
<i>Мерзляков В.Л., Старкова Л.И.</i> Особенность неоднородности магнитного поля солнечной короны	60
<i>Милецкий Е.В., Наговицын Ю.А.</i> Особые моменты 11-летних циклов в вариациях широтных характеристик пятенной активности Солнца	61
<i>Минасянц Г., Минасянц Т., Вильковиский Э.</i> Влияние активных процессов на плотность альфа-частиц в солнечном ветре	61
<i>Моторина Г.Г., Кудрявцев И.В., Лазутков В.П., Матвеев Г.А., Саверченко М.И., Скородумов Д.В., Чариков Ю.Е.</i> Восстановление энергетического распределения электронов, ускоренных во время солнечной вспышки 26 июля 2002 года по данным жесткого рентгеновского излучения	62
<i>Наговицын Ю.А., Макаренко Н.Г., Варламов А.А.</i> Инструментальные ряды наблюдений регионального климата и возможности реконструкций глобальных изменений климата Земли	63
<i>Наговицын Ю.А., Рыбак А.Л., Наговицына Е.Ю.</i> Пространственные конфигурации долгопериодических колебаний солнечных пятен по данным SOHO MDI	64
<i>Nakariakov V.M.</i> MHD Seismology of the Solar Corona with SDO/AIA	64
<i>Nakariakov V.M., Zimovets I.V.</i> Slow magnetoacoustic waves in two-ribbon flares	65
<i>Никольская К.И.</i> Области на Солнце, ответственные за высокоскоростные потоки перманентного солнечного ветра	65
<i>Обриджо В.Н., Рагульская М.В.</i> Раннее солнце и эволюционная адаптация древних экосистем	66
<i>Обриджо В.Н., Наговицын Ю.А., Георгиева К., Гибсон С.</i> Необычный солнечный минимум — вызов теории солнечного динамо	68
<i>Обриджо В.Н., Шельтинг Б.В.</i> Магнитные бури с внезапным и постепенным началом как индексы солнечной активности	69
<i>Огурцов М.Г.</i> Гипотеза о «потерянном» солнечном цикле и основные статистические закономерности солнечной цикличности	69
<i>Огурцов М.Г.</i> Наземная солнечная радиация и глобальный климат Земли в конце 20-го века	70

<i>Петерова Н.Г., Топчило Н.А.</i> Требования к модели источника циклотронного излучения над солнечными пятнами, накладываемые наблюдениями	71
<i>Поляков В.Е., Моргачев А.С., Мельников В.Ф.</i> Моделирование пространственно-временной динамики степени поляризации и спектра микроволновых вспышечных петель	72
<i>Понявин Д.И.</i> Геомагнитная активность и солнечный цикл	73
<i>Прокудина В.С.</i> Анализ возможных причин продолжительного минимума 24 цикла	74
<i>Пустильник Л.А., Йомдин Г.</i> О возможном влиянии космической погоды на земные рынки: необходимые условия и возможные сценарии	74
<i>Пятигорский А.Г., Пятигорский Г.А.</i> Анализ особенностей нового 24 цикла солнечной активности в частотно-временной области	75
<i>Пятигорский А.Г., Пятигорский Г.А.</i> Прогнозирование солнечной активности посредством нелинейного регрессионного частотно-временного анализа ряда чисел Вольфа	76
<i>Рагульская М.В., Руденчик Е.А., Зукакишвили Е.Г.</i> Особенности статистической обработки мониторинговых рядов данных (по результатам гелиомедицинского эксперимента ИЗМИРАН 1998–2011 гг)	76
<i>Распопов О.М., Дергачев В.А., Лопатин Е.В., Колстрем Т., Дмитриев П.Б.</i> Анализ комбинированного воздействия солнечных и внутритмосферных факторов на климатическую вариабельность в северо-восточном секторе Европейской части России	78
<i>Ривин Ю.Р.</i> Проблемы правила Гневывшева-Оля и его интерпретации	78
<i>Руденчик Е.А., Обриджо В.Н., Кожеватов И.Е.</i> Космический спектромагнитограф для миссии «ИнтергелиоЗонд»	80
<i>Середжинов Р.Т.</i> Методика калибровки хромосферных изображений солнечного патрульного телескопа	80
<i>Середжинов Р.Т., Дормидонтов Д.В.</i> Система удержания на активной области	81
<i>Сидоров В.И., Кузьминых Ю.В., Язев С.А.</i> О причинах расхождения фотосферных оснований магнитных трубок на примере активной области 10930 в декабре 2006 г.	81
<i>Склярова Е.М., Чариков Ю.Е.</i> Рентгеновское излучение тепловых вспышек на Солнце	83
<i>Соловьев А.А.</i> Солнечная вспышка 07 июня 2011 года по данным SDO и моделирование ее жгутовой магнитной структуры	83
<i>Степанов А.В., Зайцев В.В., Мельников В.Ф., Ватагин П.В., Чариков Ю.Е.</i> Суб-терагерцовое излучение солнечных вспышек: Плазменный механизм излучения хромосферы?	84

<i>Струминский А.Б.</i> Гигантские события 23-го цикла: сходства и различия	85
<i>Тавастшерн К.С., Васильева В.В., Тлатов А.Г.</i> Корональные дыры по наблюдениям в линии HeI 10830 Å и рентгеновском диапазоне в период 21-23 циклов активности	86
<i>Тлатов А.Г.</i> Долговременные вариации размера солнечной супергрануляции по наблюдениям в линии CaHK	86
<i>Тлатов А.Г., Алиев А.Х.</i> Увеличение уровня атмосферного ореола в 20-м веке как возможная причина изменения климата	87
<i>Тясто М.И., Данилова О.А., Сдобнов В.Е.</i> Геомагнитные пороги обрезания космических лучей в магнитном поле эмпирических моделей магнитосферы в период сильного возмущения в ноябре 2003 г.: сравнение моделей	88
<i>Файнштейн В.Г., Попова Т.Е., Кашапова Л.К.</i> Исследование динамики магнитного поля по данным SOHO/MDI в области вспышек, связанных с корональными выбросами массы типа гало	89
<i>Чариков Ю.Е., Кудрявцев И.В., Мельников В.Ф.</i> Пространственное распределение интенсивности и степени поляризации жесткого рентгеновского излучения вдоль петли магнитного поля во время солнечных вспышек	90
<i>Чукин В.В.</i> Физический механизм влияния солнечной активности на атмосферные процессы	91
<i>Шрамко А.Д.</i> Новая система регистрации на радиотелескопах РТ-2 и РТ-3 на ГАС ГАО РАН	92
<i>Шрамко А.Д., Гусева С.А.</i> Солнечные локальные источники в радиодиапазоне по частному затмению 04.01.2011 на ГАС ГАО РАН	93
<i>Богод В.М., Кальтман Т.И., Яснор Л.В., Ступишин А.Г.</i> О методах измерения корональных магнитных полей по спектральным данным микроволновых наблюдений	94
<i>Исаева И.Е., Цап Ю.Т.</i> Об ускорении солнечных космических лучей	95
<i>Нестеренок А.В., Найденов В.О.</i> Космогенный радиоуглерод в полярных льдах как метод исследования солнечной активности	95
Оглавление	97
Список авторов	104

Список авторов

- Абдусаматов Х.И., 3–6
Абрамов-Максимов В.Е., 7
Авакян С.В., 7
Акмаров А.А., 10
Акмаров К.А., 10
Алиев А.Х., 87
Анфиногентов С.А., 11, 12
Астапов И.И., 13
Бадалян О.Г., 14
Бадушев С.О., 15, 19
Бакунина И.А., 16
Балыбина А.С., 16
Баранов А.В., 17, 18
Баранов Д.Г., 27
Барбашина Н.С., 13
Белоусова Е.П., 19
Бембитов Д.Б., 15, 19
Беневоленская Е.В., 20
Бикташ Л.З., 21
Биленко И.А., 22
Блудова Н.Г., 23
Богод В.М., 94
Боровик В.Н., 32, 33
Борог В.В., 13
Бруевич Е.А., 24, 25
Варламов А.А., 25, 63
Васильев С.С., 34
Васильева В.В., 55, 86
Ватагин П., 26
Ватагин П.В., 84
Веретененко С.В., 27
Вернова Е.С., 27
Вильковиский Э., 61
Волобуев Д.М., 28, 29
Воротков М.В., 31
Георгиева К., 68
Гетлинг А.В., 30
Гибсон С., 68
Горшков В.Л., 31
Гриб С.А., 31
Григорьева И.Ю., 32, 33
Гусакова М.А., 4, 5
Гусева С.А., 93
Давыдов В.В., 33
Данилова О.А., 88
Делоне А.Б., 33
Дергачев В.А., 34, 78
Дивлекеев М.И., 35
Дмитриев П.Б., 78
Дмитриева А.Н., 13
Дормидонтов Д.В., 81
Егоров Я.И., 36
Ерофеев Д.В., 37
Ефремов В.И., 38
Жеребцов Г.А., 44
Загайнова Ю.С., 39
Зайцев В.В., 84
Зимовец И.В., 40, 64
Зукакишвили Е.Г., 76
Иванов В.Г., 41, 43
Иванов Е.В., 42
Измайлов И.С., 4, 5
Исаева И.Е., 95
Исайкина О.Ю., 42
Ихсанов Р.Н., 43
Йомдин Г., 74
Калинин А.А., 43
Кальтман Т.И., 94
Караханян А.А., 16, 44
Карлин Л.Н., 4, 5
Кацова М.М., 45
Кашапова Л.К., 55, 89
Кичатинов Л.Л., 45
Князева И.С., 46
Коваленко В.А., 19, 44
Кожеватов И.Е., 80
Кокоулин Р.П., 13
Колстрем Т., 78

Компаниец К.Г., 13
 Коржавин А.Н., 47
 Коста Ж.Э.Р., 58
 Костюченко И.Г., 48
 Кочанов А.А., 11
 Кудрявцев И.В., 26, 48, 49, 62, 90
 Кузнецов С.А., 50
 Кузнецова М.А., 51
 Кузовкова А.Ю., 13
 Кузьминых Ю.В., 81
 Кукса Ю.И., 42
 Кулагин Е.С., 51
 Куприянова Е.Г., 52
 Лазарева Л.Ф., 18
 Лазутков В.П., 62
 Лаповок Е.В., 4–6
 Лейко У.М., 53, 54
 Лемен Дж., 20
 Лепшочкин Д.Х., 55
 Лившиц М.А., 55
 Лопатин Е.В., 78
 Лотова Н.А., 56
 Макаренко Н.Г., 25, 46, 63
 Мангаева Г.А., 57
 Матвеев Г.А., 62
 Мельников В.Ф., 50, 52, 58, 72, 84, 90
 Мерзляков В.Л., 59, 60
 Милецкий Е.В., 41, 61
 Миллер Н.О., 31
 Минасянц Г., 61
 Минасянц Т., 61
 Михалев Б.Б., 57
 Михалев Б.Б., 15, 19
 Можаровский С.Г., 18
 Молодых С.И., 19, 44
 Моргачев А.С., 72
 Моторина Г.Г., 62
 Наговицын Ю.А., 25, 41, 61, 63, 64, 68
 Наговицына Е.Ю., 64
 Найденов В.О., 95
 Накаряков В.М., 64
 Нерушев А.Ф., 4, 5
 Нестеренок А.В., 95
 Никольская К.И., 65
 Обридко В.Н., 56, 66, 68, 69, 80
 Огурцов М.Г., 27, 69, 70
 Папушев П.Г., 51
 Парфиненко Л.Д., 38
 Петерова Н.Г., 47, 71
 Петрухин А.А., 13
 Поляков В.Е., 72
 Понявин Д.И., 73
 Попова Т.Е., 89
 Порфирьева Г.А., 33
 Прокудина В.С., 74
 Просовецкий Д.В., 11
 Пустильник Л.А., 74
 Пятигорский А.Г., 75, 76
 Пятигорский Г.А., 75, 76
 Рагульская М.В., 66, 76
 Распопов О.М., 34, 78
 Ривин Ю.Р., 78
 Руденчик Е.А., 76, 80
 Рыбак А.Л., 64
 Савченко М.И., 62
 Сдобнов В.Е., 88
 Середжинов Р.Т., 80, 81
 Сидоров В.И., 81
 Симоев П.Ж.А., 58
 Складорова Е.М., 83
 Скородумов Д.В., 62
 Слетер Г., 20
 Соловьев А.А., 38, 83
 Старкова Л.И., 60
 Степанов А.В., 26, 84
 Струминский А.Б., 85
 Ступинин А.Г., 94
 Сыч Р.А., 12
 Тавастшерна К.С., 86
 Тлатов А.Г., 55, 86, 87
 Топчило Н.А., 47, 71
 Третьяков Н.Д., 4, 5

Туфанов Д.А., 13
Тясто М.И., 27, 88
Файнштейн В.Г., 36, 39, 89
Ханков С.И., 4–6
Цап Ю.Т., 95
Чариков Ю.Е., 26, 49, 62, 83, 84, 90
Чукин В.В., 91
Шельтинг Б.В., 69
Шибает И.Г., 42
Шибасаки К., 7
Шрамко А.Д., 92, 93
Шутенко В.В., 13
Юдин А.А., 4, 5
Юнгнер Х., 34
Язев С.А., 81
Яковлева Е.И., 13
Якунина Г.В., 24, 25, 33
Яснов Л.В., 94
Яшин И.И., 13