

ГЛАВНАЯ (ПУЛКОВСКАЯ) АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ РАН

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР
«КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА СОЛНЦЕ
И ИХ ГЕОЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ»
(«10-я Пулковская международная конференция по физике Солнца»),
посвященный памяти В.И.Макарова.**

Семинар будет проходить в форме пяти круглых столов:

Среда, 6 сентября. 10.00-13.00

1. Процессы энергоснабжения в солнечных корональных арках (конвинер – А.В.Степанов)

Среда, 6 сентября. 14.00-17.00 2. Анализ параметров и физической природы колебаний плазменных структур солнечной атмосферы (конвинеры – А.А.Соловьев и Г.Б.Гельфрейх)

Четверг, 7 сентября. 10.00-13.00 3. Вариации магнитного поля Солнца на различных длительных шкалах времени и солнечно-земные связи (конвинер – Ю.А. Наговицын).

Четверг, 7 сентября. 14.00-17.00 4. Создание академического центра по сбору данных и прогнозированию солнечной активности на базе ГАС ГАО РАН, ГАО РАН и САО РАН (конвинер – Е.В.Милецкий).

Пятница, 8 сентября. 10.00-13.00 5. Активные процессы в высокоширотной зоне Солнца в новом 24-м цикле (2000-2006 гг.) полярной активности (конвинер – А.Г.Тлатов)

**КРУГЛЫЙ СТОЛ №1
ПРОЦЕССЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ В СОЛНЕЧНЫХ КОРОНАЛЬНЫХ АРКАХ**

ЧАСТЬ I

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО ДИРЕКТОРА ГАО РАН СТЕПАНОВА А.В.

ДИАГНОСТИКА ПАРАМЕТРОВ ВСПЫШЕК AD LEO ПО ПУЛЬСАЦИЯМ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

Е.Г. Куприянова, А.В. Степанов
Главная Астрономическая Обсерватория РАН

ДВУХКОМПОНЕНТНАЯ ПЛАЗМА НАД АКТИВНЫМИ ОБЛАСТЯМИ НА СОЛНЦЕ

Коржавин А.Н., Петерова Н.Г., Борисевич Т.П.

По наблюдениям последних лет в различных диапазонах показано, что корональная плазма над активными областями (АО) на Солнце неоднородна. Она состоит из отдельных горячих тонких петель, окруженных более холодной бесструктурной материей, плотность которой над АО несколько выше, чем в короне. Подтверждается предположение, что горячие петли существуют не только во время вспышечных событий, но и в период квазиспокойного состояния АО.

В докладе приводятся результаты исследований нескольких случаев (АО СД № 24/1976 г., СД № 259/1980 г., NOAA 10139/2002 г.), когда в структуре источника микроволнового излучения наблюдались в одном случае образование и свечение тонкого квазиспышечного жгута, в другом – его угасание. Во всех случаях процесс начинался с резкого изменения характеристик источника излучения на коротких волнах (~ 2 см). Проанализирована эволюция магнитного поля этих АО и приведен сценарий событий, повлекших за собой локальные изменения температурного режима в короне.

В пользу температурной неоднородности короны над АО свидетельствуют и результаты исследования NO-AA 9591 и NOAA 0484, 0486+0488. Оказалось, что эволюционные (день ото дня) изменения интенсивности излучения, наблюдаемые в разных диапазонах – микроволновом (РАТАН–600, БПР) и рентгеновском (GOES), не коррелированы между собой. Из наблюдений, как микроволновых так и рентгеновских, сделанных во время вспышек и квазиспокойном состоянии АО, были измерены яркостная температура излучения (Tb) и мера эмиссии (ME), которые сильно расходились, особенно в период вспышек. Совместить данные, полученные в рентгеновском и радиодиапазоне, удастся в предположении о сосуществовании горячего (5–7 МК) и холодного (~2-3 МК) вещества в короне над АО. Из сопоставления мер эмиссии, доля горячей материи составляет менее 50%, однако плотность этого вещества в ~6 раз превышает плотность фоновой холодной плазмы для мощной АО.

ПРОЦЕССЫ ЭНЕРГОВЫДЕЛЕНИЯ В ПОСТЭРУПТИВНЫХ ПЕТЛЯХ ПО МНГОВОЛНОВЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ

***Боровик В.Н. (ГАО РАН), Гречнев В.В. (ИСЗФ СО РАН),
Абрамов-Максимов В.Е, Григорьева И.Ю. (ГАО РАН),
Богод В.М., Кальтман Т.И., Коржавин А.Н. (СПбФ САО РАН)***

Приведен анализ комплексных мнговолновых наблюдений постэруптивных аркад 2 ноября 1992г, 22 октября 2001г, 28-30 декабря 2001г. Используются данные радионаблюдений в микроволновом диапазоне на РАТАН-600, ССРТ и радиогелиографе Нобеляма, а также данные спутников Yohkoh., SOHO и КОРОНАС-Ф/СПИРИТ в рентгеновском и УФ-диапазонах и данные наземных обсерваторий..

Постэруптивные аркады характеризуются:

- продолжительным временем жизни
- наличием горячих областей с повышенной плотностью высоко в короне
- превышением газового давления над магнитным («бета» больше 1)
- наличием нетепловой компоненты в микроволновом излучении в вершинах аркад (присутствие ускоренных частиц).

Эти факты указывают на продолжительное энерговыделение высоко в короне и объясняются в рамках стандартной модели вспышки, развитой Шибатой и Йокоямой до количественного учета хромосферного испарения, но применительно к поздней постэруптивной фазе.

ВРЕМЕННЫЕ ВАРИАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛНЕЧНЫХ АКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ И ИХ СВЯЗЬ С РЕНТГЕНОВСКИМИ ВСПЫШКАМИ И КОРОНАЛЬНЫМИ ВЫБРОСАМИ МАСС

***Чумак О.В., Соловьев В.М.
Москва, ГАИШ МГУ***

Представлены результаты исследования эволюции магнитных полей нескольких солнечных активных областей (АО), полученные на основе анализа магнитограмм, полученных на Michelson Doppler Imager of Solar and Heliospheric Observatories (SOHO/MDI). На основе этих данных были рассчитаны функции вклада полей различной напряженности в средние значения таких параметров АО, как полный интегральный магнитный поток (Fa), дисбаланс потоков в полярностях (Ov), взаимопроникивание полярностей (Hu), угол наклона магнитной оси АО. Отклонения реального магнитного поля АО от потенциального оценивалось путем вычисления среднего значения шира (Sh) вдоль линии инверсии радиальной компоненты поля.

Показано, что: 1. Временные вариации параметров Fa, Ov, Hu, An и Sh, связанные со вспышками демонстрируют значительную амплитуду и быструю (от десятков минут до нескольких часов) релаксацию до своих трендовых значений. Оценки энергии вариаций магнитного поля дают величины порядка ~10³¹ эрг, что согласуется со средними оценками энергии вспышек. 2. На бинарных диаграммах этих параметров эволюционные треки АО демонстрируют значительное разнообразие, что позволяет классифицировать АО по характеру и фазам их эволюции. 3. Смена состояний АО происходит неравномерно – активные области скачками переходят от одного квазистойчивого состояния к другому. 4. Средние (по величине поля) значения параметров Fa, Ov, Hu, An, Sh – количественно идентифицируют состояние солнечных АО и позволяют отслеживать и анализировать их динамическую эволюцию; характерные предвспышечные вариации параметров Hu и Sh могут служить предикторами мощных эруптивных событий в активных областях.

ДИНАМИКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК, ИЗМЕРЕННЫХ СПЕКТРОМЕТРОМ "ИРИС" НА СПУТНИКЕ "КОРОНАС-Ф"

***П.Б. Дмитриев, И.В. Кудрявцев, В.П. Лазутков, Г.А. Матвеев, М.И. Савченко, Д.В. Скородумов
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург***

Рассматривается временная эволюция энергетических спектров рентгеновского излучения солнечных вспышек, зарегистрированных спектрометром "ИРИС" в течение 2001-2003 гг., во время проведения космического эксперимента "КОРОНАС-Ф". Из рассмотренных спектров жесткого рентгеновского излучения вспышек следует, что их форма может изменяться во времени. Часть вспышек имеет степенной или нестепенной спектр на протяжении всего события, что указывает на "нетепловой" или "квазистепловой" механизм генерации излучения. Спектры других вспышек имеют различный вид на разных стадиях вспышки, что говорит об эволюции функции распределения быстрых частиц во вспышечной плазме.

О ВОЗМОЖНОСТИ РАДИОГЕЛИОГРАФИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ МЕДЛЕННЫХ МАГНИТОЗВУКОВЫХ ВОЛН ВО ВСПЫШЕЧНЫХ ПЕТЛЯХ

В.Ф. Мельников, В.М. Накаряков

Показано, что гиросинхротронное излучение нетепловых электронов может эффективно модулироваться медленными магнитозвуковыми (ММЗ-) колебаниями корональных магнитных петель. Это возможно в случае повышенной плотности плазмы, когда становится существенным подавление гиросинхротронного излучения из-за эффекта Раина. Установлено, что модуляция излучения происходит в противофазе с модуляцией плотности в звуковой волне. При этом наблюдаемая глубина модуляции может в несколько раз превышать глубину модуляции плотности. Эффект более выражен на низких частотах. Показано, что наблюдения с пространственным разрешением и соответствующий анализ частоты модуляции микроволнового излучения являются достаточными для получения информации, необходимой для идентификации ММЗ-моды колебаний вспышечной петли.

РЕЗОНАНСНОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ МОД ТИПА ПЕРЕТЯЖЕК В КОРОНАЛЬНЫХ ПЕТЛЯХ

Б. Б. Михалев

Калмыцкий государственный университет

Несмотря на наблюдающийся значительный прогресс в описании волновых процессов, происходящих в корональных петлях, остается ряд вопросов, важных для понимания природы корональных осцилляций. К ним, в частности, относится вопрос о происхождении быстрых мод типа перетяжек, распространяющихся вдоль петли [1]. Существует несколько точек зрения на возможный механизм генерации продольных волн, в их числе – резонансное возбуждение магнитозвуковых волн пучками быстрых частиц и возбуждение автоколебаний в электрическом контуре, который представляет собой петля, несущая ток. Известно, что магнитозвуковые волны в плоском плазменном волноводе могут генерироваться в результате нелинейного резонансного взаимодействия альвеновских волн [2]. Формализм резонансного трехволнового взаимодействия перенесен на аксиально-симметричные моды цилиндрического волновода [3]. Показано, что резонансное взаимодействие торсионных альвеновских волн в корональных петлях может вызывать возбуждение продольных быстрых магнитозвуковых волн. Эффективность взаимодействия растет с увеличением продольного волнового числа быстрой магнитозвуковой моды и отношения плотности плазмы в петле к плотности плазмы в короне. При малых волновых числах и малых отношениях наиболее эффективно взаимодействие торсионных мод, в которых в движение вовлечена плазма в приповерхностной области петли. В области значений волновых чисел, близких к границе, за которой магнитозвуковая мода становится затухающей, эффективность ее возбуждения падает. Таким образом, резонансное взаимодействие торсионных волн, которые возбуждаются конвективными движениями оснований корональных петель, может рассматриваться как еще один механизм, теперь уже магнитогидродинамический, генерации продольных быстрых мод.

Литература

1. Nakariakov V.M., Verwichte E. Coronal waves and oscillations. <http://solarphysics.livingreviews.org/lrsp-2005-3>.
2. Тамойкин В.В., Файнштейн С.М., Цыганов П.В. // Физика плазмы. 1997. Т. 23. № 2. С. 161-168.
3. Михалев Б. Б. // Известия ВУЗов, Физика. 2006. Т. 49. № 6. С. 92-94.

ЧАСТЬ II

КОРОНАЛЬНЫЕ ВЫБРОСЫ МАССЫ В МИНИМУМЕ И МАКСИМУМЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Биленко И.А.

Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга

Солнечные магнитные поля играют важнейшую роль во всех явлениях солнечной активности, включая и такие яркие ее проявления как вспышки и корональные выбросы массы. В работе исследуются параметры солнечных корональных выбросов массы на протяжении 21, 22 и 23 циклов солнечной активности. Для анализа используются данные космических аппаратов SOHO и Yohkoh, а также наблюдения наземных обсерваторий. В минимуме солнечной активности корональные выбросы сосредоточены в экваториальной области Солнца, как и вспышечная активность. В максимуме корональные выбросы наблюдаются на всех широтах вплоть до полюсов, в отличие от вспышек, которые концентрируются к экватору, следуя эволюции активных областей в цикле солнечной активности. Параметры корональных выбросов массы в минимуме и максимуме активности сильно отличаются, причем этот переход происходит за довольно короткий промежуток времени, примерно пол года, в конце 1997 года. Возрастают скорости корональных выбросов, при этом наблюдается определенная периодичность в вариациях значений скорости. Проводится сопоставление явлений солнечных корональных выбросов массы со структурой фотосферных магнитных полей на различных фазах солнечных циклов, а также с другими проявлениями солнечной активности.

Возможно, что ни вспышки, ни корональные выбросы массы не вызывают друг друга, а оба этих явления являются отражением на различных масштабах, более фундаментальных процессов, проявляясь на различных уровнях и в различных магнитных структурах.

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКАХ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНЫХ СПЕКТРОВ СОЛНЕЧНЫХ МАГНИТОГРАММ

Н.Г.Макаренко^{1,2)}, О.А. Круглун²⁾

¹⁾Главная Астрономическая Обсерватория РАН, ng-makar@mail.ru,

²⁾Институт математики, Алма-Ата, Казахстан, chaos@math.kz

Известны неоднократные попытки получить корректные оценки мультифрактального скейлинга по измеренным магнитограммам Солнца с высоким пространственным разрешением [1,2]. Физический смысл задачи обусловлен тем чтобы, во-первых, подтвердить теоретические соображения о существовании перемежаемых статистически самоподобных мелкозернистых магнитных структур. Во-вторых, существует эвристика о возможном изменении фрактальных размерностей перед вспышкой [2].

Для получения мультифрактальных характеристик обычно используется либо функция разбиения с последующим вычислением размерностей Реньи [1], либо метод структурных функций [2]. В том и другом случае возникают по меньшей мере две основные трудности. Первая из них связана с вопросом о природе носителя мультифрактальной меры: множество пикселей, относящихся, например, к Активной Области, может иметь фрактальную структуру, но может быть 2D-множеством с обычной топологической размерностью. Вторая трудность связана с вопросом, что собственно считать мерой для магнитограммы?

Двумерное полутоновое изображение можно представить как график в R^3 , где уровням серого в пространственных координатах соответствуют значения на оси Z . Разумеется, третья координата не идентична двум пространственным. Обычно меру μ определяют как сумму интенсивностей пикселей изображения (sum -мера), которая аддитивна, однако оказалась малоприспособленной для анализа магнитограмм. Однако удобнее использовать «емкости Шоке», которые не обладают свойством аддитивности [3]. Это, так называемые, “ max ”, “ min ” и “ iso ” меры области Ω на изображении. Если $\Omega^* \subset \Omega$ – подмножество, в котором отсутствуют нулевые значения интенсивности, а $p(i)$ – интенсивность пикселя i , то

$$\mu_{\max}(\Omega) = \max_{i \in \Omega} p(i), \quad \mu_{\min}(\Omega) = \min_{i \in \Omega^*} p(i).$$

Мера iso зависит от дискретизации уровней серого, т.е. эквивалентными $p^\delta(i) = p^\delta(j)$ считаются пиксели, значения серого в которых не различаются с точностью до фиксированного числа δ : $|p(i) - p(j)| < \delta$. Тогда $\mu_{iso}(\Omega) = Card\{i \in \Omega | p^\delta(i) = p^\delta(G(\Omega))\}$, где $G(\Omega)$ – геометрический центр Ω . Теперь можно получить прямые оценки Гельдеровских экспонентов $\alpha_{\min}, \alpha_{\max}, \alpha_{iso}$, как наклонов прямолинейного участка графиков $\log \mu(V_i)$ vrs $\log(i)$, где $V(i)$ – квадрат $i \times i$ пиксел, $i = 2n+1$, $n = 0, 1, 2, \dots$. Мы приводим численные результаты для магнитограмм полного диска Солнца и показываем, что корректный вид спектра можно получить лишь при использовании последней емкости – μ_{iso} .

1. Lawrence J.K. et al. // *Astrophys J.* 1993. **417** P.805.
2. V. Abramenko // *Solar Physics.* 2005. **228** P. 29-42.
3. Levy-Vehel J., Berroir J-P. // *Rapport de recherche, INRIA.* 1993. P. 17.

ТЕОРИЯ МОРСА ДЛЯ ОПИСАНИЯ ТОПОЛОГИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В АКТИВНОЙ ОБЛАСТИ

И.Н. Макаренко¹⁾, Н.Г. Макаренко^{1,2)}

¹⁾Институт математики МОН РК, Алма-Ата, Казахстан, chaos@math.kz

Главная Астрономическая Обсерватория РАН, ng-makar@mail.ru

Целью работы является компактное кодирование динамической топологии магнитных полей Активных Областей [1, 2] с помощью теории Морса. Основная идея заключается в получении графа, описывающего морсовские особенности векторного поля и позволяющего, в принципе, не только сравнивать топологию различных магнитограмм АО, но и выделять топологические предвестники бифуркаций поля перед вспышкой.

Мы исследовали возможности метода мультискейлинговой иерархической сегментации [3], который позволяет кодировать сложную топологию в форме графа «катастроф» в пространстве масштабов. Эвристически, идея заключается в свертке исходного изображения $L(\mathbf{x})$ с набором гауссовских фильтров с нулевым средним и стандартным отклонением $\sqrt{2t}$:

$$L(\mathbf{x}; t) = G(\mathbf{x}; t) \otimes L(\mathbf{x}) = \int \left(\sqrt{4\pi t} \right)^{-1} \exp \left[-|x - y|^2 / 4t \right] L(\mathbf{y}) d\mathbf{y}$$

Это позволяет перейти от плоского изображения к трехмерному пространству масштабов, где роль третьей координаты играет масштаб t , т.е. «ширина» гауссианы. С увеличением t первоначальная картинка размывается, так что этот параметр можно рассматривать еще и как «разрешение» или четкость изображения.

Полученное изображение $L(\mathbf{x}; t)$ называется *изображением в Гауссовом пространстве масштабов* и удовлетворяет уравнению диффузии

$$\partial_t L(\mathbf{x}; t) = \sum_{i=1}^2 \frac{\partial^2}{\partial x_i^2} L(\mathbf{x}; t) = \Delta L(\mathbf{x}; t)$$

где Δ – оператор Лапласа и $\partial_t \equiv \partial / \partial t$.

Морсовские критические точки в пространстве изображения, для которых $\nabla L(\mathbf{x}; t) = 0$, дополняются седлами в пространстве масштабов: $\partial_t L(\mathbf{x}; t) = 0$; $\nabla L(\mathbf{x}; t) = 0$.

При увеличении t возникают катастрофы: критические точки начинают сливаться. Результатом будет 3D-граф, который характеризует топологическую сложность АО. Мы приводим предварительные результаты построения таких графов для MDI-магнитограмм Активной Области.

1. D.W. Longcope // Living Rev. Solar Phys. 2005. 2, P.7
2. C. Beveridge // Solar Physics. 2006. 236: P.41–57
3. L. M. J. Florack, A. Kuijper // J. Math. Imagin and Vision, 2000. 12. P. 65-80

КРУГЛЫЙ СТОЛ №2 **АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ И ФИЗИЧЕСКОЙ** **ПРИРОДЫ КОЛЕБАНИЙ ПЛАЗМЕННЫХ СТРУКТУР СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЫ**

МОДЕЛЬ «МЕЛКОГО» СОЛНЕЧНОГО ПЯТНА

Соловьев А.А.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория Российской Академии наук

Излагается теоретическая модель солнечного пятна, учитывающая его основные физические и геометрические особенности: пониженная эффективная температура, вильсоновская депрессия, веерообразная структура магнитного поля над пятном, наличие нижней магнитной границы, присутствие внешнего магнитного поля. Состояние внешней среды задается численной моделью конвективной зоны. Для описания системы применяется энергетический метод, основанный на вариационном принципе.

В рамках предложенной модели впервые удалось рассчитать границы устойчивого равновесного состояния пятна (от примерно 1 кГс до 4-5 кГс) и найти зависимость частоты собственных долгопериодических колебаний от напряженности магнитного поля $\omega(B)$. Сопоставление теоретических кривых с наблюдаемыми демонстрирует их хорошее согласие при значении магнитной шкалы высоты около 1 Мм.

Построенная теоретическая модель может рассматриваться в качестве эффективного диагностического средства при исследовании долгопериодических собственных колебаний солнечных пятен.

ВИДЫ И ТИПЫ КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ АКТИВНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НА ВРЕМЕНАХ БОЛЕЕ 3-5 МИНУТ

Наговицын Ю.А., Наговицына Е.Ю.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория Российской Академии наук

Рассмотрены основные наблюдательные данные по квазипериодическим процессам на временных масштабах от десятков минут до нескольких суток, регистрируемые в активных объектах на Солнце. Использованы данные, полученные авторами и их соавторами по некоторым публикациям – Вяльшиным, Гельфрейхом, Гольдварг, Ихсановым, Соловьевым – за последние 20 лет. Наиболее яркими среди таких процессов являются квазипериодические колебания (КПК) солнечных пятен. Поскольку ряд оппонентов полагает эти процессы флуктуациями физических параметров, а не собственно колебаниями, приведены аргументы в пользу именно колебательного – пусть не линейного – их описания. По видам КПК пятен можно разделить на долгопериодические (с типичными периодами от десятков до сотен минут) и сверхдолгопериодические (с типичными периодами от десятков до сотен часов). По геометрическим типам колебаний они разделяются на относительные (крутильные и радиальные моды) и абсолютные (широтные и долготные моды). КПК надежно выделены по трем источникам данных: 1) измерениям горизонтального поля скорости и площади пятен на основе оригинальной координатной методики ГЕЛИКОР; 2) измерениям магнитного поля пятен на основе зеемановского расщепления линий; 3) измерениям интенсивностей и координат микроволновых радиосточников на основе карт радиогелиографа Нобеяма. Обсуждены свойства КПК пятен, которые должны как помогать построению физической картины процесса, так и иметь диагностический интерес. В частности, приведены последние расширенные экспериментальные данные по зависимости периода различных типов КПК от напряженности магнитного поля пятен, амплитудно-частотная зависимость КПК для радиальной моды. Показано, что и у долгопериодических, и у сверхдолгопериодических колебаний проявлены быстрая и медленная моды, периоды которых находятся в соотношении приблизительно 1:2. Приведена возможная интерпретация этого факта для сверхдолгопериодических КПК.

Кроме колебаний пятен, выявлены долгопериодические КПК во флоккулах, полярных факелах и протуберанцах, имеющие свои особенности и отличия от пятенных колебаний. Описано наблюдение явления, которое интерпретировано как распространение волнового возмущения (со скоростью ~25 км/с) в отклоненной от луча зрения магнитной трубке, связанной с активной областью.

Рассмотрение рекуррентных вспышечных явлений также выявило факт их развития на временных масштабах, соответствующих долгопериодическому и сверхдолгопериодическому масштабам КПК. Поэтому авторы не исключают возможности связи рассматриваемых квазипериодических процессов с источниками солнечных вспышек. Проведенные оценки энергии наблюдаемых КПК соответствуют типичной вспышечной энергетике.

В конце авторы ссылаются на Соловьева, имеющего оригинальную теоретическую интерпретацию этого нового, еще не вполне ассимилированного научной общественностью явления – локальных КПК с характерными периодами, превышающими 3-5 минут.

КОЛЕБАНИЯ ЛУЧЕВЫХ СКОРОСТЕЙ С ВЫСОТОЙ В АКТИВНЫХ ОБЛАСТЯХ СОЛНЦА

Ефремов В.И., Ихсанов Р.Н., Парфиненко Л.Д.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

На пулковском горизонтальном телескопе АЦУ-5 в 2004-2006гг получены серии цифровых спектрограмм с высоким разрешением. Спектрограммы получались в автоматическом режиме с интервалом 15-30сек на протяжении 60 – 270мин. Регистрировалась область 6493-6500Å. Для обработки выбраны семь спектральных линий, образующихся на высотах от 60км до 500км фотосферы. Спектры мощности показывают, что в фотосфере имеются локальные области размером в 6" - 10" на расстояниях кратных размеру супергранулы, со средним временем жизни 25 - 30мин, в которых наблюдаются максимумы спектральной мощности пятиминутных колебаний лучевых скоростей. В областях близких к пятну и, особенно, в самом пятне мощность колебаний лучевых скоростей падает. В наиболее активных областях, в отличие от спокойной фотосферы, дисперсия лучевых скоростей на средних высотах фотосферы(200-300км) достигает своего максимума. При этом в области локальных максимумов пятиминутных колебаний скорости вдвое выше, чем в промежутках между ними.

Получены также новые результаты по наблюдениям долгопериодических колебаний поля лучевых скоростей, определяемых по доплеровским смещениям спектральных линий, образующихся на разных высотах в солнечных пятнах и их окрестностях. Показано, что солнечные пятна, а также магнитные элементы, локализованные в окрестности пятен, испытывают колебания с периодами в диапазоне от 40 до 80 минут. Картина колебаний в лучевых скоростях устойчиво сохраняется на протяжении всего сеанса наблюде-

ний (до 4.5 часов). Установлено, что амплитуда низкочастотной моды в солнечном пятне быстро убывает с высотой: будучи отчетливо выраженной на уровне 200 км, она становится едва заметной на высоте 500 км.

В качестве теоретической интерпретации наблюдаемых явлений обсуждается механизм А.Соловьева - собственные долгопериодические колебания (вертикально-радиальные смещения) магнитного элемента (пятна, поры, магнитного узелка), как целого, около некоторого положения устойчивого равновесия.

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В РАДИОИСТОЧНИКАХ НАД ПЯТНАМИ

Гельфрейх Г.Б.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

СОЛНЕЧНЫЕ МГД РАЗРЫВНЫЕ СТРУКТУРЫ КАК ИСТОЧНИК НЕСТАЦИОНАРНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПЛАЗМЫ

Гриб С.А.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

На основе решения МГД задачи Римана-Кочина строится нелинейная квазигидродинамическая модель, описывающая как стационарные, так и нестационарные разрывные солнечные плазменные корональные структуры. При этом указывается на возможные переходы МГД разрывов из одного вида в другой за счёт распада произвольного разрыва. Указывается на важную роль МГД устойчивости в развитии возникающих колебательных процессов для динамики корональных арок, стримеров и магнитных облаков. Подчёркивается возможность возникновения диссипации корональной плазмы и развития аннигиляции магнитных облаков из-за распада разрыва без так называемого пересоединения силовых линий магнитного поля.

УПОРЯДОЧЕННАЯ И НЕУПОРЯДОЧЕННАЯ ДИНАМИКА КОРОНАЛЬНЫХ АРКАД

И.С.Веселовский

*Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ,
Институт космических исследований РАН*

На основе обсуждения общих свойств открытых нелинейных физических систем обосновывается мысль о том, что каких-либо универсальных сценариев развития всей совокупности явлений в корональных аркадах, солнечных вспышках, эруптивных протуберанцах и корональных выбросах массы, имеющих по существу турбулентный характер и отражающих сложную и нелинейную динамику плазмы и электромагнитных полей в условиях отсутствующего термодинамического и механического равновесия на Солнце, не существует и не может существовать. Сложность в понимании и описании динамики корональных аркад носит объективный характер и вряд ли может быть в достаточно полной мере устранена в обозримом будущем, несмотря на ожидаемый значительный прогресс в познании их основных свойств.

КРУГЛЫЙ СТОЛ №3

ВАРИАЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛНЦА НА РАЗЛИЧНЫХ ДЛИТЕЛЬНЫХ ШКАЛАХ ВРЕМЕНИ И СОЛНЕЧНО-ЗЕМНЫЕ СВЯЗИ

(Вводный доклад) ВАРИАЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛНЦА НА РАЗЛИЧНЫХ ДЛИТЕЛЬНЫХ ШКАЛАХ ВРЕМЕНИ И СОЛНЕЧНО-ЗЕМНЫЕ СВЯЗИ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Ю.А. Наговицын

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

Обозначены основные проблемы и задачи современных исследований Солнца по данной теме. Приведена классификация временных шкал для изучения поведения солнечной активности в прошлом («Истории Солнца»). Обсуждены основные подходы к этой задаче. Обоснована необходимость наряду с понятием «Космической погоды» введения специального понятия «Космический климат».

Анонсировано три основных направления Круглого стола:

- I. Солнечная активность на различных временных шкалах
- II. Геомагнитная активность и межпланетное магнитное поле
- III. Космические лучи и климат.

ЧАСТЬ I. СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ НА РАЗЛИЧНЫХ ВРЕМЕННЫХ ШКАЛАХ

СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ НА РАЗЛИЧНЫХ ВРЕМЕННЫХ ШКАЛАХ

1) АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СОВРЕМЕННЫХ РЕКОНСТРУКЦИЙ АКТИВНОСТИ СОЛНЦА В ДО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНУЮ ЭПОХУ.

М.Г. Огурцов

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

Разработана и протестирована методика верификации имеющихся на сегодня реконструкций солнечной активности в доинструментальную эпоху (до 1615 г.), охватывающих временные промежутки до 10000 лет. Она основывается на исследовании возможности предсказания реальных, инструментально измеренных, чисел солнечных пятен, при помощи восстановленных солнечных рядов. Анализ нескольких палеореконов, произведенный на временных интервалах длиной до 10 тысяч лет показал, что они, скорее всего, содержат ценные сведения о качественных особенностях временного хода солнечной активности, но для извлечения количественной информации не слишком пригодны. Показано, что возникшая недавно гипотеза о том, что текущий уровень активности Солнца является аномально высоким - наивысшим за последние 8000 лет - представляет собой лишь достаточно произвольное предположение, которое при сегодняшнем уровне знаний о пошлом нашего светила не может быть ни подтверждено, ни опровергнуто.

ЦИКЛЫ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ ВО ВРЕМЯ МАУНДЕРОВСКОГО МИНИМУМА

Ю.А.Наговицын

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

Получены согласованные между собой версии 400-летних рядов индексов числа Вольфа W , относительного числа групп пятен GSN и суммарной площади пятен S (или суммарного пятнистого магнитного потока Φ), включающие период Маундеровского минимума. Найдены характеристики экстремумов 11-летних циклов в этом грандиозном минимуме солнечной активности, а также в годы, ему предшествующие. Приведены аргументы в пользу использования в исследованиях солнечной цикличности знакопеременных («магнитных») рядов индексов, которые рассматриваются как свидетельство о том, что основным циклом СА является именно 22-летний цикл.

ПРАВИЛО ВАЛЬДМАЙЕРА И ГИПОТЕЗА О «ПОТЕРЯННОМ» СОЛНЕЧНОМ ЦИКЛЕ В МИНИМУМЕ ДАЛЬТОНА

Яковчук О.С.¹, Веселовский И.С.^{1,2}

¹*Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В. Скобельцына МГУ им. М.В. Ломоносова*

²*Институт космических исследований РАН*

Правило Вальдмайера устанавливает обратную зависимость между продолжительностью солнечных циклов и их амплитудой. Эта закономерность была отмечена очень давно: известное свойство 11-летнего цикла состоит в том, что с ростом высоты максимума цикла продолжительность ветви роста убывает. Были предложены эмпирические формулы для описания этого факта [1, 2, 3, 4] для сглаженных среднемесячных чисел Вольфа. В нашей работе мы подтверждаем и обобщаем эту зависимость для трёх индексов солнечной активности: чисел Вольфа, групп солнечных пятен и площадей пятен на разных временных шкалах. Также мы проводим анализ гипотезы о «потерянном» цикле [5, 6, 7] в конце XVIII столетия из-за недостаточных наблюдений в течение этого периода времени и из-за низкой солнечной активности (минимум Дальтона). Согласно этой гипотезе, нужно удалить чрезвычайно низкий солнечный цикл 4 (его продолжительность была приблизительно 14 лет) и ввести два более коротких цикла (4', 5) вместо него. Однако, эти гипотетические новые циклы (4', 5) являются также экстремальными, но помещенными в противоположную сторону статистического распределения продолжительностей до 7 лет, когда самые вероятные продолжительности солнечных циклов составляют в среднем приблизительно 10-11 лет. В работе показано, что гипотеза о «потерянном» солнечном цикле 4' заметно нарушает надежно установленное правило Вальдмайера.

[1] Waldmeier M., 1935, Astr. Mitt. Zurich. 14, №133.

[2] Waldmeier M., 1968, Astr. Mitt. Zurich. 14, №285.

[3] Veselovsky I.S., Tarsina M.V., 2002, Adv. Space Res., 29, 417.

[4] King-Hele D.J. 1963, Nature, 199, 226-227

[5] Usoskin I.G., Mursula K., Kovaltsov G.A., 2001, A&A, 370, L31.

[6] Usoskin I.G., Mursula K., Kovaltsov G.A., 2002a., Geophys Res. Lett., 29, doi: 10.1029/2002 GL015640

[7] Usoskin I.G., Mursula K., Kovaltsov G.A., 2002b., SOLSPA2, ESASP477, 257.

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ДИНАМИКИ ВЕКОВЫХ ВАРИАЦИЙ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И ПОДХОДЫ К ИХ ОПИСАНИЮ.

Д. Волобуев

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

Обсуждаются два подхода к описанию вековых вариаций солнечной активности - как диссипативного хаоса в замкнутой автономной системе уравнений для магнитного цикла Хейла (1) и как модуляции магнитного цикла долгопериодическими крутильными колебаниями (2). В данной работе мы строим модель в терминах систем обыкновенных дифференциальных уравнений в рамках второго подхода. Качество модели проверяется посредством сопоставления амплитудно-частотных характеристик для плотности магнитной энергии в модельном решении и для индекса площади солнечных пятен.

ЭПИЗОДИЧЕСКАЯ И ЛАГ СИНХРОНИЗАЦИЯ ПЯТНООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУШАРИЙ СОЛНЦА

Золотова Н. В., Понявин Д. И.

Институт Физики, С.-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург

E-mail: ned@geo.phys.spbu.ru, ponyavin@geo.phys.spbu.ru.

Рассмотрена проблема синхронизации пятнообразовательных процессов Северного и Южного полушарий. С использованием нелинейной методики рекуррентных графиков для среднемесячных площадей солнечных пятен была обнаружена их фазовая квазипериодическая отложенная синхронизация по полушариям. С использованием методики разложения по эмпирическим модам показано, что такая синхронизация прослеживается только по низкочастотным составляющим сложного солнечного сигнала. Его высокочастотные компоненты демонстрируют хаотическое поведение во времени, пр

ЧАСТЬ II. ГЕОМАГНИТНАЯ АКТИВНОСТЬ И МЕЖПЛАНЕТНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

ГЕОМЕТРИЯ СИЛОВЫХ ЛИНИЙ ММП В МЕРИДИОНАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

Д.В. Ерофеев

Уссурийская астрофизическая обсерватория e-mail: erofeev@utl.ru

Рассматривается соотношение между радиальной B_r и меридиональной B_θ компонентами межпланетного магнитного поля (ММП) по данным измерений на околоземных орбитах за 40 лет. Сверхрадиальная расходимость силовых линий ММП вызывает корреляции между B_r и B_θ двух типов: хорошо известную линейную корреляцию, имеющую сезонный ход, а также нелинейную корреляцию, имеющую разные знаки в секторах с положительным и отрицательным радиальным полем B_r , причем знаки корреляции в секторах одновременно изменяются на обратные каждые 11 лет, при смене полярности глобального магнитного поля Солнца. Более подробный анализ показывает, однако, что сверхрадиальная расходимость ММП имеет место только на достаточно большом удалении от гелиосферного токового слоя. Вблизи токового слоя силовые линии ММП являются сходящимися и замыкаются в петли, основания которых направлены к Солнцу. Ширина слоя, содержащего замкнутые петли магнитного поля, изменяется в ходе солнечного цикла, от 10-15 гелиографических градусов в периоды минимумов активности до 40-50 градусов при высокой активности.

Стендовый доклад:

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ B_z -КОМПОНЕНТЫ МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

А.В. Мордвинов

Институт солнечно-земной физики, СО РАН, Иркутск

Изучение долговременных изменений магнитных и термодинамических параметров Солнца представляет особое значение, поскольку такие изменения влияют на состояние гелиосферы и климат Земли. Долговременные изменения в гелиосфере проявляются в вариациях характеристик солнечного ветра, а также в возрастании геомагнитной возмущенности, которая наблюдается за последние сто лет.

Величина и знак B_z -компоненты межпланетного магнитного поля (ММП) отчасти определяются магнитным полем Солнца, выносимым солнечным ветром. С другой стороны, высокоскоростные потоки солнечно-

го ветра, взаимодействуя с межпланетной средой, трансформируют ММП. Асимметрия магнитного поля Солнца может давать вклад в Vz-компоненту ММП, создавая тем самым дополнительные причины для долговременных изменений в гелиосфере.

Метод кумулятивных сумм в применении к солнечным и гелиосферным магнитным полям наглядно показывает их асимметрию, а также циклические и долговременные изменения (Мордвинов, 2006). Кумулятивная сумма среднесуточных значений Vz-компоненты в солнечно-экваториальной системе координат показывает значительный линейный тренд, что свидетельствует о систематическом преобладании положительных значений Vz-компоненты. Такой тренд может обеспечить постоянное магнитное поле, которое не меняется от цикла к циклу. Возможно, что такой вклад в Vz-компоненту ММП дает реликтовое магнитное поле Солнца.

В поведении кумулятивной суммы Vz-компоненты прослеживается управляющая роль 11-летней циклическости, хотя ее характер меняется от цикла к циклу. Обнаружены продолжительные интервалы, в которых доминируют отрицательные значения Vz-компоненты, и наблюдается повышенная геомагнитная активность. Так, например, уменьшение кумулятивной суммы Vz-компоненты за период 2003.0-2005.5 гг сопровождалось серией супервспышек, мощных корональных выбросов и геомагнитных возмущений.

Работа выполнена по программе фундаментальных исследований Президиума РАН № 16, при поддержке интеграционного проекта СО и ДВО РАН и РФФИ (код проекта 05-02-04015).

1. Мордвинов А.В. Долговременные изменения асимметрии магнитного поля Солнца и гелиосферы // Астрон. Журн. 2006 (в печати).

АА- И IDV- ИНДЕКСЫ ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ И НАПРЯЖЕННОСТЬ МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Ю.А. Наговицын

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

Локвуд и др. (1999) на основе рассмотрения поведения aa-индекса Майо заключили, что межпланетное магнитное поле увеличилось за 20-е столетие в два раза. В то же время, как показали последующие работы Свальгаарда (2004), (с которыми Локвуд, в принципе, согласился) калибровка этого геомагнитного индекса во второй половине XX века может вызывать сомнения. В качестве альтернативы ряду aa Свальгаард и Кливер (2005) предложили ряд нового IDV-индекса (близкого к *u*-индексу Бартельса) с 1872 г., построили на его основе реконструкцию напряженности межпланетного магнитного поля В и предложили длительные реконструкции этих параметров, начиная с 1610 г.

Работа посвящена уточнению результатов Свальгаарда и Кливера с учетом различия характера связей различных рядов на различных временных масштабах (приведены новые версии рядов IDV и В), нахождению степени реального увеличения напряженности межпланетного магнитного поля с фазой вековых изменений солнечной активности и обсуждению роли солнечных источников геомагнитных возмущений.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ГЕЛИОСФЕРНОГО ТОКОВОГО СЛОЯ ПО СИНОПТИЧЕСКИМ КАРТАМ

А.И. Будник, Д.И. Понявин

В работе на базе упрощенной кинематической модели солнечного ветра восстановлена поверхность гелиосферного токового слоя. В качестве граничных условий использовались синоптические карты магнитных полей обсерватории Кит-Пик. В результате процедуры фильтрации получена упрощенная конфигурация магнитного поля в области «поверхности источника» солнечной короны. Нейтральные линии, разделяющие области с различными полярностями, использовались в качестве основания токового слоя, «вытягиваемого» в пространство с постоянной скоростью. Предложена методика, позволяющая учитывать кратковременные (в пределах оборота Солнца) вариации магнитного поля.

ЧАСТЬ III. КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ И КЛИМАТ

ИЗМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ, КОНЦЕНТРАЦИИ КОСМОГЕННЫХ ИЗОТОПОВ И КЛИМАТА В ПОСЛЕДНИЕ ~ 10 ТЫСЯЧ ЛЕТ

В.А. Дергачев

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН

Какова природа климатической изменчивости на временных масштабах от десятилетий до тысячелетий? Солнца обеспечивает поступление более чем 99% энергии в земное окружение. Любое значительное изме-

нение потока солнечной энергии связано с воздействием на климат. Хотя Солнце управляет климатической системой, демонстрация прямой связи между солнечной изменчивостью и изменением климата доказываться трудно. Главная трудность связана с тем, что полное солнечное излучение слабо изменяется в течение солнечного цикла, шкала измерений слишком коротка, чтобы сделать вывод о возможном долговременном изменении в потоке излучения. Поскольку солнечная активность модулирует поток космических лучей, поступающий в земную атмосферу, можно по космогенным изотопам в земных архивах проследить тенденции изменения как солнечной активности, так и потока космических лучей. Солнечные сигналы, получаемые из космогенных изотопов, детектируются как в тропосферных температурах, давлении картинах крупномасштабной циркуляции и поверхностной температуры океанов.

Исследования климатических косвенных данных высокого разрешения из обоих полушарий убедительно демонстрируют наличие связи между изменением климата, солнечной активности и космических лучей в течение последних сотен лет. Данная работа сфокусирована на вопросах понимания солнечного и космического воздействия на земной климат на шкале последних примерно 10 тысяч лет.

КВАЗИДВУХСОТЛЕТНИЙ СОЛНЕЧНЫЙ ЦИКЛ И ЕГО КЛИМАТИЧЕСКИЙ ОТКЛИК

О.М. Распопов, В.А. Дергачев

Излагаются результаты анализа климатического отклика на квазидвухсотлетний цикл солнечной активности (deVries cycle) для трех регионов земного шара: Центральной Азии, Канадских Скалистых гор (юго-запад Канады) и Северо-Атлантического региона, в последнем тысячелетии. Результаты свидетельствуют, что для первых двух указанных регионов имеет место четко выраженный климатический отклик на солнечное воздействие. В то же время, в Североатлантическом регионе это отклик ослаблен и проявляется только во второй половине последнего тысячелетия.

Полученные результаты могут быть интерпретированы с позиций нелинейного отклика системы атмосфера-океан на глобальное воздействие долговременных вариаций солнечной иррадиации. Действительно, как свидетельствует моделирование, регионы Центральной Азии и Канадских Скалистых гор находятся в районах четкого положительного температурного отклика на внешнее солнечное воздействие. В свою очередь, Североатлантический регион находится в пограничном районе между положительным и отрицательным климатическим откликом на солнечное воздействие, что и приводит к ослаблению этого отклика. Таким образом, климатический отклик на долговременные вариации солнечной активности, несмотря на его глобальный характер, должен иметь региональную структуру

О ВОЗМОЖНОМ ПРОЯВЛЕНИИ СОЛНЕЧНЫХ ЦИКЛОВ В КВАЗИРИТМАХ ПРИРОСТА ДРЕВЕСНЫХ КОЛЕЦ В ФИНЛЯНДИИ.

М.Г. Огурцов¹, Х. Юнгнер², С. Хелама², М. Линдхольм³.

¹Физико-Технический институт им. А.Ф. Иоффе, С.-Петербург, Россия

²Университет г. Хельсинки, Хельсинки, Финляндия

³Финский институт лесных исследований, Вантаа, Финляндия

Произведён статистический анализ четырёх пятисотлетних дендрореконструкций температуры в Финляндии, полученных вдоль широтного профиля север-юг. Показано, что наиболее отчётливой и устойчивой модой колебаний климата Финляндии является квази-тридцатилетний ритм (цикл Брюкнера). Также обнаружены декадная (период близок к 10 годам) и би-декадная (период примерно 20 лет) цикличности, причём первая сильнее выражена в южной части, а вторая – на севере. Такая картина хорошо согласуется с результатами, полученными советскими исследователями, изучавшими ритмы прироста древесных колец вдоль профиля Карпаты – Мурманск в 80-е годы. Обсуждена возможная связь установленных климатических вариаций с изменениями солнечной активности.

ВАРИАЦИИ ОПТИЧЕСКОЙ И ИНФРАКРАСНОЙ ПРОЗРАЧНОСТИ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ И ИЗМЕНЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ

И.В. Кудрявцев

Физико-Технический Институт им А.Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург, Россия; igor.koudriavtsev@mail.ioffe.ru

В докладе рассматривается влияние ионизирующего космического излучения на прозрачность атмосферы Земли и на вариации её термодинамических параметров. Приводятся возможные причины изменения прозрачности для видимого и инфракрасного излучения. Показано, что вариации прозрачности будут приводить

к изменению распределения температуры (а, следовательно, и давления) в атмосфере Земли, что может обуславливать влияние солнечной активности и космических лучей на климатические изменения.

О ВЛИЯНИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ОБЛАЧНОСТИ В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Кудрявцев И.В.¹, Юнгнер Х.²

¹Физико-Технический Институт им А.Ф. Иоффе РАН, 194021, Политехническая 26,

С.-Петербург, Россия E-mail: igor.koudriavtsev@mail.ioffe.ru

²Университет г. Хельсинки, Финляндия, POB 64, FIN-00014, Gustav Hållströminkatu 2, Helsinki, Finland

Рассмотрен механизм влияния космических лучей на формирование облачности на малых высотах, основанный на изменении оптической и инфракрасной прозрачности атмосферы Земли под действием ионизирующего космического излучения. Показано, что изменение степени ионизации в атмосфере будет приводить к вариациям скорости конденсированного роста капель в тропосфере. Изменение скорости конденсированного роста капель может достигать нескольких процентов, что может объяснять наблюдаемую корреляцию между интенсивностью галактических космических лучей и аномалиями облачности на малых высотах.

КОСМИЧЕСКИЙ СОЛНЕЧНЫЙ ПАТРУЛЬ И ГЕЛИО-ГЕОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВЯЗИ

С.В. Авакян

Государственный оптический институт

КРУГЛЫЙ СТОЛ №4

СОЗДАНИЕ АКАДЕМИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ПО СБОРУ ДАННЫХ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА БАЗЕ ГАС ГАО РАН, ГАО РАН И САО РАН

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПУЛКОВСКОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ПО СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Е.В. Милецкий, В.Г. Иванов, Ю.А. Наговицын, Д.М. Волобуев

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория, Санкт-Петербург

Представлены информационные возможности Пулковской базы данных по солнечной активности (<http://www.gao.spb.ru/database/csa/>). Сделан обзор разделов, в которых (в виде таблиц и синоптических карт) представлена информация о группах солнечных пятен, фотосферных факелах, водородных протуберанцах, солнечной короне и некоторых других характеристиках. Дано описание усредненных параметров, вычисленных для каждой группы пятен, а также среднемесячных и среднегодовых значений характеристик групп пятен и факелов.

Приведены возможные варианты использования интерактивного поискового механизма, позволяющего пользователям извлекать из базы информацию в соответствии с формулируемыми ими запросами.

Упомянуты перспективы дальнейшего расширения информационного пространства Пулковской базы данных.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 05-07-90107 и 04-02-17560, а также Программ Президиума РАН и ОФН РАН.

ВОЗМОЖНОСТИ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА ОСНОВЕ ИХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ С ИНДЕКСАМИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

В.Г. Иванов, Е.В. Милецкий

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория, Санкт-Петербург

Рассмотрены возможности долгосрочного (на год и более) прогноза среднегодового уровня геомагнитной активности, опирающегося на различные характеристики активности Солнца. Использован подход, позволяющий эффективно отбирать в качестве входных переменных индексы активности, значимые для прогноза. Оценены величины вкладов отобранных индексов в прогнозные модели. Предложен метод, позволяющий использовать информацию о фазе 11-летнего цикла при построении прогнозирующей модели. Показа-

но, что учет этой фазы позволяет заметно повысить точность прогноза. Выполнены модельные прогнозы аа-индекса на независимом интервале данных, показавшие хорошую устойчивость полученных моделей.

Предложенный подход применен также для реконструкции среднегодовых значений аа-индекса с начала 18 века.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 05-07-90107 и 04-02-17560, а также Программ Президиума РАН и ОФН РАН.

МАРКОВСКИЙ ПРОГНОЗ ГЕОМАГНИТНЫХ ИНДЕКСОВ МЕТОДАМИ ФРАКТАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ.

Н.Г.Макаренко^{1,2)}, Л.М. Каримова²⁾, О.А. Круглун²⁾, С.А.Мухамеджанова²⁾

¹⁾Главная Астрономическая Обсерватория РАН. ng-makar@mail.ru

²⁾Институт Математики. Алма-Ата, Казахстан. chaos@math.kz

В работе предлагается метод вероятностного предсказания экстремальных событий (магнитных бурь) на основе марковской динамики системы итеративных сжимающих отображений (IFS), с вероятностями. Метод основан на следующих этапах.

- Временной ряд геомагнитных индексов преобразуется в бинарную символическую последовательность.
- Для фиксированной длины слова строится гистограмма частоты встречаемости слов. Если она стационарна, гистограмма считается эмпирической оценкой инвариантной меры некоторой случайной динамической системы.
- Строится модель случайной системы как набор сжимающих отображений с вероятностями, заданных на единичном интервале. Траектории такой системы продуцируют инвариантную меру для почти каждой начальной точки. Марковская модель получается, если вероятность выбора текущего отображения зависит от выбора предшествующего компонента набора.
- Используя условие инвариантности меры, и полагая, что теоретическая мера совпадает с заданной точностью с ее эмпирической оценкой, получим оптимизационную задачу. Решение этой задачи дает коэффициенты отображений и матрицу переходных вероятностей.
- Используя упомянутую модель, генерируем представительную гистограмму для частоты встречаемости возможных слов выбранной длины.
- Марковский прогноз реализуется выбором максимальной вероятности для встречаемости суффикса 0 либо 1 в последнем известном префиксе. Численные эксперименты с Dst, Ap, Kp индексами показали, что успешность 1 и двухдневного предсказания магнитных бурь вполне приемлема для практических задач.

РЕНТГЕНОВСКИЙ И ОПТИЧЕСКИЙ ИНДЕКСЫ ВСПЫШЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ СОЛНЦА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗА

Е.В. Милецкий¹, П.Б. Дмитриев²

¹Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург

²Физико-технический институт РАН, Санкт-Петербург

На интервале 22-го и 23-го одиннадцатилетних циклов солнечной активности по данным спутниковых измерений потока мягкого рентгеновского излучения в диапазонах длин волн 0.1-0.8 нм и 0.05-0.4 нм, синтезированы соответствующие ряды значений "рентгеновских индексов вспышечной активности" Солнца.

Выполнен сравнительный анализ рентгеновских и оптических индексов вспышечной активности Солнца. Получены соотношения, позволяющие с хорошей точностью связать рентгеновские индексы с другими характеристиками солнечной активности.

На основе построенных моделей, проведена оценка возможностей прогнозирования рентгеновских и оптических индексов активности с заблаговременностью от нескольких суток до нескольких месяцев.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 05-07-90107 и 04-02-17560, а также Программ Президиума РАН и ОФН РАН.

РЯДЫ КЛАССИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ: КИСЛОВОДСКИЕ ДАННЫЕ

Ю.А. Наговицын, В.В. Макарова, Е.Ю. Наговицына

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН

Приведены данные о рядах индексов солнечной активности – числе Вольфа W и суммарной площади пятен S , – получаемых в Кисловодске, на Горной станции Пулковской обсерватории. Акцентируется проблема корректного продолжения 133-летнего цюрихского ряда W и 102-летнего гринвичского ряда S , прекращенных в 1980 и 1976 г. соответственно. Подчеркивается, что до настоящего времени кисловодские данные со-

храняют взаимную однородность с классическими рядами, и именно они предпочтительны для их продолжения. Рассматриваемый вопрос принципиально важен для исследований изменений активности Солнца на больших шкалах времени и связанных с ними процессов в системе Солнце-Земля.

КРУГЛЫЙ СТОЛ №5
АКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ВЫСОКОШИРОТНОЙ ЗОНЕ СОЛНЦА
В НОВОМ 24-М ЦИКЛЕ (2000-2006 ГГ.) ПОЛЯРНОЙ АКТИВНОСТИ

**ON THE CONNECTIONS BETWEEN THE CHARACTERISTICS OF THE POLARITY
OF THE INTERPLANETARY MAGNETIC FIELD AND THE PARAMETERS OF SOLAR ACTIVITY**

Kraivev M.B.

Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Sciences, Leninsky Prospect, 53, Moscow, 119991, Russia; e-mail:
kraivev@fian.fiandns.mipt.ru

The characteristics of the polarity of the interplanetary magnetic field – the tilt to the equator of the heliospheric global current sheet α_{CS} and the latitude boundary of the sector-structure zone ϕ_{SS} – are very important for the processes in the Earth's magnetosphere, for the behavior of the galactic cosmic rays, for the velocity of the solar wind. We discuss some questions connected with these characteristics and besides find the regression between ϕ_{SS} and the parameters of the sunspot (the area A_S and the mean heliolatitude ϕ_S) and high-latitude (the strength of the polar magnetic field B_{Pol} or the number of the polar faculae N_{Fac}) branches of solar activity. The quality and physical meaning of this regression model and also its possible modification are discussed.

**THE HIGH-LATITUDE SOLAR MAGNETIC FIELDS AFTER 2000 AND THE PECULIARITIES
OF THE 23-RD CYCLE IN THE GALACTIC COSMIC RAY INTENSITY**

Kraivev M.B.

Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Sciences, Leninsky Prospect, 53, Moscow, 119991, Russia; e-mail:
kraivev@fian.fiandns.mipt.ru

The development of the current solar cycle is considered in the solar characteristics important for the propagation of the galactic cosmic ray (GCR) intensity in the heliosphere and in the GCR intensity itself both near the Earth and in the outer heliosphere. The causes of the unusually weak solar high-latitude magnetic fields and of the large tilt to the equator of the heliospheric global current sheet (HGCS) and, as a consequence, of the unusual behavior of the GCR intensity during the maximum and descending phases of the current solar cycle are discussed. The strong influence on the GCR intensity of the large HGCS tilt during the forthcoming solar minimum is predicted.

**ИЗМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ МАГНИТНЫХ ФОКУСОВ
ПОЛЯРНОГО ПОЛЯ В ЦИКЛЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ**

Д. В. Клепиков

ИЗМИРАН; sharilah@yandex.ru

Поведение точек пересечения касательных к лучевым структурам полярной короны, магнитных фокусов, отражает эволюцию крупномасштабного магнитного поля вблизи полюсов Солнца. Это один из немногих источников информации о полярном магнитном поле. Благодаря снимкам со спутника SOHO данные для анализа доступны не по редким снимкам, выполненным во время полных затмений, а практически ежедневно. По материалам наблюдений солнечной короны телескопом EIT в линиях FeIX/X (171 Å) получена кривая зависимости положения магнитных фокусов от фазы солнечного цикла для одного полного цикла. Как оказалось, поведение фокусов в цикле заметно отличается от того, что было известно из отрывочных затменных наблюдений. Ход кривой довольно хорошо соответствует предсказываемому в предложенной нами ранее модели эволюции глобального поля.

**СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ПОЛЯРНЫХ ФАКЕЛОВ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ
ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ**

Окунев О.В.

ГАО РАН; olok@bk.ru

В 2000-2003 годах была произведена серия наблюдений полярных зон с высоким пространственным ($0.2''$ – $0.5''$) и спектральным разрешением. Наблюдения проводились на немецких солнечных телескопах (GST и VTT), расположенных на острове Тенериф. Были получены прямые снимки высокого качества и поляризметрические данные в фотосферных магнеточувствительных линиях железа Fe I 6301 Å, Fe I 6302 Å

и Fe II 6149 Å. Целью наблюдений являлось исследование структуры и динамики полярных факелов. Анализ исправленных за инструментальные искажения прямых снимков и двумерных спектрограмм позволил судить о тонкой структуре полярных факелов, были получены данные о поле скоростей и яркостей на различных высотах в атмосфере Солнца, исследовалась структура и напряженность магнитного поля в факелах.

24-Й ПОЛЯРНЫЙ ЦИКЛ. ПЕРИОД: 2001 – 2006 ГГ.

В. В. Макарова, В. И. Сапешико

Кисловодская горная станция ГАО РАН; solar@megalog.ru

В данной работе представлены предварительные результаты наблюдений полярных факелов в новом 24-ом цикле за период 2001–2006 гг.: графики среднемесячных чисел полярных факелов за данный период и сильные флуктуации, а также их широтное распределение за указанный период.

23-Й ЦИКЛ АКТИВНОСТИ ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА ИНТЕНСИВНОСТИ ДИСКА СОЛНЦА SOHO/MDI

А.Г. Тлатов, В.В. Васильева, И.Л. Голубев

Кисловодская астрономическая станция ГАО РАН; solar@narzan.com

Проведен анализ 23-го цикла активности Солнца по ежедневным данным наблюдений интенсивности солнца в непрерывном спектре SOHO/MDI в период 1996–2006 годов. Были разработаны методы автоматического выделения факельных полей и солнечных пятен в белом свете. Контуры выделенных объектов также переносились на магнитограммы, что дало возможность определить характеристики магнитных полей выделенных объектов.

Для солнечных пятен были отдельно определены параметры тени и полутени. Рассмотрены вариации параметров солнечных пятен в цикле активности.

Выделение факельных полей позволило провести анализ низко- и высокоширотной активности. Восстановлены волны дрейфа факельных полей и проведено сравнение активности 23-го и 24-го полярных циклов.

ВЕКОВОЙ ЦИКЛ СОЛНЕЧНОЙ КОРОНЫ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ В ЭПОХУ МИНИМУМА АКТИВНОСТИ.

А. Г. Тлатов

Горная астрономическая станция ГАО РАН; 357700, Кисловодск, а/я 145, Россия; solar@narzan.com

Проведен анализ формы короны в период минимумов активности с 1867 по 2006 годы. Введен индекс, характеризующий угол между высокоширотными границами опалых лучей на расстоянии 2R. Показано, что этот индекс плавно менялся на протяжении последних 140 лет. Минимальное значение этого индекса приходилось на эпоху 17–19 циклов активности. В этот период корона наиболее близко соответствовала дипольной конфигурации. В конце 19 и 20-го века структура корона больше соответствовала квадрупольной конфигурации глобального магнитного поля. Обсуждаются причины долговременных вариаций структуры короны и глобального магнитного поля Солнца

22-ЛЕТНИЕ КРУТИЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ЦИКЛЫ АКТИВНОСТИ СОЛНЦА

А. Г. Тлатов

Горная астрономическая станция ГАО РАН; 357700, Кисловодск, а/я 145, Россия; solar@narzan.com

Из обработки наблюдательных данных за период более 100 лет обнаружены 22-летние вариации скорости вращения Солнца. Замедление скорости вращения на низких широтах приходится на эпоху близкую к максимуму нечетных циклов активности. Волны отклонения скорости вращения дрейфуют от высоких широт к экватору за время сравнимое с длительностью магнитного цикла. Обсуждается возможность в генерации солнечного магнитного цикла взаимодействием 22-летних крутильных колебаний с медленно меняющимся или реликтовым магнитным полем.

КРОСС-ВЕЙВЛЕТНЫЕ СВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЫ И СОЛНЕЧНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПЕРИОДОВ 7-40 ДНЕЙ

В. В. Давыдов

Кисловодская астрономическая станция ГАО РАН

Методами кросс-вейвлетного анализа рассматриваются возможные фазовые соотношения между рядами метеоданных для приземных слоёв атмосферы Земли (данные для метеостанций, разнесённых по широте Пятигорск, Архангельск и для индекса VAI, отражающего степень завихрённости атмосферы) и ежедневными значениями чисел Вольфа солнечных пятен. В последние десятилетия 20 века преимущество в анализе солнечно-земных связей отдавалось крупномасштабной структуре магнитного поля Солнца, между тем как появление новых математических методов позволяет вернуться снова к традиционным рядам данных солнечной активности. Проводится анализ в области периодов 7-40 дней внутри года и по ходу солнечного цикла. Показано, что, несмотря на наличие устойчивых периодов в районе 13-14 дней и 27-29 дней для метеоданных, относящихся к отдельным точкам Земли, их фазовые связи с рядом солнечных пятен носят нестационарный характер; также следует отметить, что максимальная взаимная мощность для температуры, давления и чисел Вольфа в кросс вейвлете выделяется в марте и октябре в среднем для всех лет наблюдения. В тоже время для индекса VAI имеется регулярный дрейф по периодам и времени их образования в связи с солнечным циклом-с ходом цикла(приводятся кросс вейвлеты VAI и солнечных пятен для 1976-1978 годов) сохраняется фазовое соотношение между солнечными и земными данными(они в фазе)для максимальной спектральной плотности, при этом общие периоды уменьшаются с примерно 32 дней до 26 дней. Таким образом, возникает возможность прогнозирования климатических условий.