

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ПУЛКОВСКАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ РАН
МИНПРОМНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. П. Н. ЛЕБЕДЕВА РАН

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ
СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ**

***VII ПУЛКОВСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ФИЗИКЕ СОЛНЦА***

7 – 11 июля 2003 года

*Конференция приурочена к 75-летию со дня рождения
к.ф.-м.н. В. М. Соболева.*

Санкт-Петербург
2003

Сборник содержит тезисы докладов, представленных на 7-ю пулковскую международную конференцию по физике Солнца “Климатические и экологические аспекты солнечной активности” (7 – 11 июля 2003 года, ГАО РАН, Санкт-Петербург). Конференция проводится при поддержке Главной (Пулковской) астрономической обсерватории РАН, Минпромнауки Российской Федерации и Физического института им. П. Н. Лебедева РАН. В конференции принимают участие ученые Российской Федерации, Бельгии, Дании, Казахстана, США, Украины, Финляндии, Японии.

Оргкомитет конференции:

Сопредседатели: В. И. Макаров, Ю. А. Наговицын (ГАО РАН), В. Н. Обридко (ИЗМИРАН)

Члены оргкомитета: Т. Bitvinskas (Литва), И. С. Веселовский (НИЯФ МГУ), А. В. Дергачев (ФТИ РАН), D. K. Callebaut (Бельгия), А. В. Мордвинов (ИСЗФ), М. П. Пудовкин (НИИФ СПбГУ), Д. И. Понявин (НИИФ СПбГУ), Ю. И. Стожков (ФИАН), Н. Jungner (Финляндия).

ISSN 0552–5829

© Главная астрономическая обсерватория РАН, 2003 год.

О долговременных скоординированных вариациях активности, радиуса, светимости Солнца и климата

Х. И. Абдусаматов

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

Известно, что в периоды максимального всплеска уровня активности интегральная солнечная радиация была существенно повышенной, а в периоды глубокого минимума активности она заметно снижалась, что является, на наш взгляд, результатом соответствующей вариации радиуса фотосферы. Квазипериодические вариации солнечной активности как в течение 11-летнего цикла, так и в течение 80- и 200-летнего циклов сопровождаются такими же пропорциональными изменениями радиуса и потока интегральной радиации, являющимися причинами геофизических эффектов. В результате Солнце являлось и по-прежнему остается главной управляющей системой вариации глобального климата, обусловленного соответствующим изменением вековой компоненты вариации светимости. Современное глобальное потепление климата, как и предыдущие его потепления, по-прежнему обусловлено главным образом с ростом вековой компоненты вариации светимости Солнца, пропорциональной росту аналогичной компоненты активности. Поэтому в самом скором времени, в соответствии с ожидаемым спадом активности и светимости векового цикла, современное глобальное потепление климата, на наш взгляд, должно смениться на постепенное понижение температуры Земли. При этом циклические колебания уровня активности сами по себе практически не оказывают значимого влияния ни на вариацию светимости и, следовательно, ни на изменение климата.

Наблюдаемые скоррелированные долговременные идентичные вариации радиуса, светимости и активности, требующие огромных энергетических ресурсов в течение весьма длительного времени, на наш взгляд, являются следствием одних и тех же процессов, происходящих в глубоких недрах, и скоординированы плавной глобальной вариацией всего Солнца, обусловленной циклическими изменениями в температуре ядра — выходе энергии из него. Эти долговременные плавные квазипериодические колебания ядерного энерговыделения, сопровождающиеся соответствующими изменениями температуры ядра, могут привести к циклическим глобальным перестройкам всего Солнца, вынужденным радиальным механическим колебаниям радиуса около среднего значения и, следовательно, изменениям солнечной “постоянной”, пропорционально доли изменения квадрата радиуса. Такие долговременные глобальные вариации всего Солнца, обусловленные колебанием температуры ядра, могут являться одним из основных механизмов, ведущих и к генерации цикла активности. При этом

рост температуры ядра и соответствующее расширение всего Солнца, на наш взгляд, ведут к подъему активности и светимости, а снижение температуры ядра и соответствующее сжатие Солнца — к спаду. При этом амплитуда вариаций температуры ядра определяет мощность цикла. При малых амплитудах колебаний температуры ядра развиваются слабые циклы с малой амплитудой уровня активности, а при больших амплитудах — мощные циклы. Отсутствие или весьма малая амплитуда колебаний температуры при минимуме температуры ядра приводит к глубокому минимуму как активности, так и светимости. Итак, солнечная активность, на наш взгляд, черпает энергию за счет дополнительной энергии, выделяемой ядром. При этом основным материнским циклом, управляющим всей солнечной активностью, на наш взгляд, является цикл с квазидвухсотлетним периодом. А вековые и 11-летние циклы являются соответственно дочерними и внучатыми циклами, налагающимися на главный цикл. При этом наблюдаемая высокая взаимокорреляция между вариациями активности, радиуса и светимости объясняется тем, что они являются продуктом (следствием) одних и тех же процессов, происходящих в самых глубоких недрах Солнца. Поэтому точная абсолютная величина радиуса может являться фундаментальным параметром, индикатором и одним из индексов как активности, так и светимости Солнца.

**Концепция создания специализированного
космического аппарата наблюдения за Солнцем на
основе малогабаритной унифицированной космической
платформы 14П821**

Х. И. Абдусаматов¹, В. В. Витер²

¹ Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН;
E-mail: abduss@gao.spb.ru

² ФГУП “НПО машиностроения”, Московская обл., г. Реутов-6

Спектр колебаний таких основных параметров, как форма, радиус и сплюснутость, а также интегральная светимость Солнца является хорошей основой для диагностики параметров внутреннего строения — свойств солнечного вещества вследствие того, что они представляют собой главные показатели структурных изменений всех внутренних слоев, вплоть до ядра, проявляющихся в поверхностных слоях, и являются одним из основных компонент солнечной переменности. Поэтому задача получения пакета высокоточных данных по динамике процессов от атмосферы до ядра, является одной из основных фундаментальных проблем современной

астрофизики. Кроме того, обладая точными знаниями о динамике глобальных изменений, происходящих на Солнце, можно прогнозировать и процессы, происходящие на Земле и околоземном пространстве (глобальное изменение климата, магнитные бури и др.). В ГАО РАН разработаны два варианта КЭ “Измерения временных вариаций формы и диаметра Солнца” с лимбографом диаметром главного зеркала 300 мм (СЛ-300) и 200 мм (СЛ-200) и массами 260 и 95 кг соответственно, имитирующим кольцеобразное солнечное затмение, с минимальными теплофизическими эффектами.

Для осуществления программы исследований с помощью солнечного лимбографа предлагается создать специализированный космический аппарат (КА) на базе унифицированной космической платформы (УКП) легкого класса 14П821 разработки “НПО машиностроения”. КА состоит из модуля полезной нагрузки и УКП 14П821. Платформа 14П821 имеет высокие эксплуатационные характеристики, т. к. проектировалась для создания КА дистанционного зондирования Земли, с различными средствами наблюдения. Основой УКП является негерметичный приборный контейнер, в котором на термостатированных панелях устанавливается бортовая научная аппаратура (НА) КА. В передней части УКП выделен объем для размещения модуля полезной нагрузки. На заднем торце установлен отсек ДУ (двигательная установка), выполненный в виде автономного блока. В составе бортового комплекса управления платформы применяется высокоинтегрированный командно-информационный комплекс, объединяющий в себе бортовую вычислительной системы, командно-измерительной системы, систем спутниковой навигации и сбора телеметрической информации и др. Аппаратура УКП обеспечивает время активного существования КА сроком не менее 6 лет. Приведены результаты проработки размещения 2-х вариантов солнечного лимбографа СЛ-300 и СЛ-200 на КА, выводимом на круговую солнечно-синхронную орбиту ракетой-носителем легкого класса “Стрела” разработки “НПО машиностроения”.

Платформа 14П821 имеет высокие эксплуатационные характеристики: точность ориентации — 5 угл.мин, угловой стабилизации по трем осям — 0.001 угл.град/сек, индикации углового положения — 10 угл.сек. Суммарное среднесуточное электропотребление КА — 572 Вт, а средневитковая электрическая мощность, выделяемая для питания НА — 300 Вт при номинальном напряжении 28-0.5 В. Получаемая на борту целевая информация записывается в запоминающее устройство СНИ (система накопления информации), с последующей передачей по БРПИ (бортовая радиолиния передачи информации) на наземные пункты приема. БКУ (бортовой комплекс управления) обеспечивает прием и передачу на Землю предварительно сжатой научной и служебной информации объемом порядка 12 Гбит в сутки. Разработан единый сквозной план-график разработки и создания КА с научной аппаратурой ГАО РАН.

Интернет-ресурс для представления данных наблюдений Солнца на Большом пулковском радиотелескопе

В. Е. Абрамов–Максимов

ГАО РАН, Санкт-Петербург; E-mail: beam@gao.spb.ru

Создан сайт (<http://radiosun.narod.ru>) для представления архива микроволновых наблюдений Солнца на Большом пулковском радиотелескопе (БПР) и информации, необходимой для обработки и интерпретации результатов наблюдений.

Сайт имеет следующую структуру:

- журнал наблюдений,
- архив,
- БПР,
- методические публикации,
- программное обеспечение,
- галерея.

В разделе “журнал наблюдений” размещена полная гипертекстовая версия журнала наблюдений Солнца на БПР, начиная с 1966 года. Раздел “архив” предназначен для представления текущих ежедневных наблюдений и оцифрованного старого многолетнего архива, изначально записанного на ленты самописцев. В разделе “БПР” дано краткое описание радиотелескопа и приведены данные о его диаграмме направленности. В разделе “методические публикации” содержатся электронные версии основных статей, в которых описываются геометрия антенны БПР, особенности диаграммы направленности и поляризационных измерений, методические основы и алгоритмы обработки данных наблюдений.

Помимо материалов, касающихся БПР, на сайте приведено описание форматов первичного архива наблюдений Солнца на РАТАН-600 и программное обеспечение для первичной обработки данных, записанных в этих форматах.

Влияние вечной мерзлоты на содержание озона в атмосфере

С. Г. Анохин, М. И. Пудовкин

*Санкт-Петербургский Государственный Университет, институт
Физики; E-mail: starec@ixbt.com*

Исследовались изолинии общего содержания озона (ОСО) над областями вечной мерзлоты в Северной Америке и на Дальнем Востоке.

В качестве исходных данных брали показания аппаратуры TOMS (Total Ozone Mass Spectrometer), которая устанавливается на спутниках. Для усреднения брались промежутки времени с 1979 г. по 1992 г.: весь период в целом, период максимума озона (весна), период минимума озона (начало осени), весь период без периода минимума. А также для проверки ниже приведенных закономерностей были рассмотрены аналогичные периоды с 1997 г. по 2000 г.

Итоги исследования:

1. Как правило, для одного графика можно найти одну изолинию, которая хорошо очерчивает границу вечной мерзлоты по суше.

2. Изолиния, которая хорошо повторяет границу вечной мерзлоты в Северной Америке, и изолиния, которая хорошо повторяет границу вечной мерзлоты в Евразии, отличаются на 2-3 е.Д.

3. Если вечная мерзлота идет вдоль долготы, то хорошо известный широтный ход возрастания ОСО искажается и тоже идет вдоль долготы.

В данный момент ведется поиск влияния вечной мерзлоты на ОСО.

- [1] Пудовкин М. И., Старков Г. В. Влияние вечной мерзлоты на содержание озона, прозрачность и другие явления в атмосфере земли. Геомагнетизм и аэрономия. 2000. №5.
- [2] Пудовкин М. И., Старков Г. В. Связь пространственного распределения повышенного содержания озона с областью вечной мерзлоты. Геомагнетизм и аэрономия. 1996. Т.36. №5. С.172-176.
- [3] Site: Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS)
Page: TOMS Other Ozone Page
Link: <http://jwocky.gsfc.nasa.gov/ozone/ozoneother.html>
- [4] Е. С. Казимировский, Г. К. Матафанов "Континентальные и Горные структуры в глобальном распределении общего содержания озона" Доклады Российской Академии Наук/Раздел науки о земле, Vol. 361A, No. 6, 1998, p. 855.

Циклические вариации Северо-Атлантических Осцилляций (NAO) и солнечная активность

**И. В. Артамонова, Я. В. Гальцова, М. И. Пудовкин,
С. А. Зайцева**

*Научно-исследовательский Институт Физики,
Санкт-Петербургский Государственный Университет, С.-Пб
198504, Россия; E-mail: artamonova@hotmail.ru,
pudovkin@geo.phys.spbu.ru*

Исследуются циклические вариации Северо-Атлантических Осцилляций (NAO) и их связь с различными индексами солнечной активности. Показано, что в вариациях NAO наблюдается отчетливая 11-летняя циклическая тенденция. В то же время, связь между вариациями NAO и числами Вольфа (W) оказывается достаточно сложной. Показано, что величина индекса NAO значительно лучше определяется суммарным эффектом вариаций интенсивности солнечной энергии Q_{50} и Q_{65} , поступающей в нижнюю атмосферу на широтах ($\varphi = 50^\circ$) и ($\varphi = 65^\circ$) соответственно. В свою очередь, величины Q_{50} и Q_{65} достаточно уверенно, хотя и по-разному, коррелируют с интенсивностью потоков космических лучей и индексами Клетчека. Делается вывод о том, что вариации индекса NAO в значительной степени определяются не только внутриаимосферными процессами, но и солнечной активностью.

N–S асимметрия площадей и полного числа пятен и квазидвухлетние вариации

О. Г. Бадалян, В. Н. Обриджо

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения
радиоволн РАН, 142190, Троицк, Московская область, Россия;
E-mail: badalyan@izmiran.troitsk.ru*

Рассмотрено пространственно-временное распределение асимметрии в площади и полном числе солнечных пятен на большом временном интервале 1874–2002 гг. Показано, что существует высокая коррелированность асимметрии этих индексов активности как в малых, так и в больших временных масштабах. При этом для самих величин индексов активности корреляция площади – число пятен ниже, чем для асимметрии. Это означает, что связь этих индексов неоднозначна и параметры этой связи меняются со временем.

Для изучения характеристик как асимметрии, так и самих рассматриваемых индексов использовался аппарат спектрально-временного анализа

(СВАН). Обнаружилось, что в течение длительных интервалов времени наблюдаются квазидвухлетние вариации (КДВ) в асимметрии обоих рассматриваемых индексов активности. Прослеживается отчетливое сходство сванограмм для асимметрии площадей и числа пятен в диапазоне периодов КДВ. На большом временном интервале был подтвержден обнаруженный нами ранее эффект уменьшения мощности квазидвухлетних колебаний с ростом абсолютного значения асимметрии. Ранее этот результат был получен по относительно короткому ряду, но для четырех различных индексов.

В самих же индексах активности КДВ проявляются значительно слабее. Гораздо слабее выражена зависимость асимметрия–сумма амплитуд. Нет сходства сванограмм для площадей и для числа пятен в диапазоне периодов 15–35 месяцев.

Таким образом, можно сделать вывод, что все обнаруженные эффекты как в поведении площадей и числа пятен, так и в их взаимной коррелированности значительно более четко выражены в асимметрии этих индексов, чем в самих величинах. Эти результаты подчеркивают особое значение самого индекса асимметрии. Анализ асимметрии позволяет выявить некоторые свойства солнечной активности, которые ускользают при анализе интегральных индексов.

Отождествление источников высокоскоростных и низкоскоростных потоков солнечного ветра

И. А. Биленко

*Государственный астрономический институт им. Штернберга,
Москва; E-mail: belenko@sai.msu.ru*

На основе наземных и спутниковых наблюдений исследуется связь между наблюдаемыми на Солнце структурами и параметрами солнечного ветра. В то время как высокоскоростные, относительно однородные потоки солнечного ветра достаточно хорошо коррелируют с наблюдениями на диске корональных дыр, связанных с областями открытых конфигураций магнитного поля, источники формирования более изменчивых низкоскоростных потоков остаются до конца не определенными. В работе проводится отождествление как высокоскоростных, так и продолжительных низкоскоростных потоков солнечного ветра с конкретными наблюдаемыми структурами в атмосфере Солнца. Отдельно рассматривается влияние трансэкваториальных отростков полярных корональных дыр, корональных дыр связанных с активными областями и не связанных с ними. Особое внимание уделено рассмотрению особенностей параметров солнечного

ветра и структуре магнитных полей при наблюдении на диске больших по площади, протяженных по долготе экваториальных корональных дыр и переходным процессам, соответствующим трем типам границ корональных дыр, выделенных Кахлером и Хадсоном по данным ИСЗ Yohkoh: границам неровным, изрезанным отчетливо не определенным, ровным границам у корональных дыр, расположенных рядом с областями с совпадающими полярностями активных областей и петлеобразным границам корональных дыр, которые наблюдаются у корональных дыр, расположенных рядом с областями противоположной полярности активных областей.

В работе проводится сравнение выявленных закономерностей с результатами, предсказываемыми существующими в настоящее время моделями формирования высокоскоростных и низкоскоростных потоков солнечного ветра.

Экстремальные ливни в России в сопоставлении с солнечной активностью и геомагнитной возмущенностью

Т. Е. Вальчук¹, Н. К. Кононова², М. М. Чернавская²

¹ *ИЗМИРАН, Троицк; E-mail: knikol@izmiran.troitsk.ru*

² *ИГ РАН, Москва, Россия; E-mail: yurbor@yandex.ru*

Исследованы периоды экстремальных ливней на территории России за 1991-2002 гг. на фоне событий солнечной активности (СА) и магнитосферных проявлений. Связь экстремальных ливней с тропосферными циркуляциями позволяет выделить меридиональные циркуляции, как основные при выпадении ливней, и элементарный циркуляционный механизм (ЭЦМ) 13л, как наиболее значимый. ЭЦМ 13л характерен возникновением депрессии атмосферного давления в околополярной области, развитием меридиональных переносов теплых циклонических масс тропосферного воздуха к полюсу и прорывов холодных воздушных масс в более низкие широты, что обеспечивает возможность выпадения экстремальных осадков в виде ливней. Интенсивные тропосферные события могут быть стимулированы через посредство СА, возмущающий фактор которой может определить дальнейшее развитие тропосферной динамики в рамках того сценария, который осуществляется уже с учетом тропосферных реалий, а именно — перераспределения энергии в конкретной ситуации. Вспышечные события на Солнце, выбросы корональной массы и волокон обеспечивают в солнечном ветре возрастания концентрации, а различные геомагнитные процессы отражают это воздействие, рассмотрены индексы АЕ и

Dst. Поиск гелиофизических причин позволяет выделить периоды возрастания концентрации частиц в солнечном ветре, как наиболее выразительную особенность СА, сопутствующую периодам экстремальных ливней. Работа выполнена по грантам 01-02-16357, 01-02-16307, 01-05-64374.

О парадоксальной ситуации в теории дифференциального вращения Солнца

Ю. В. Вандакуров, Е. М. Склярова

*Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе,
Санкт-Петербург; E-mail: yv@mail.ioffe.ru*

Известно, что гелиосейсмические данные Скоу и др. [1] свидетельствуют о чрезмерно резком радиальном спаде угловой скорости солнечного вращения на высоких широтах при движении в сторону полюсов. Кроме того, взаимно противоречивые результаты были получены Скоу и др. [2] в ходе наблюдений высокоширотного солнечного вращения путем использования различных методов определения величины самой скорости вращения. В последнем случае обработка данных наблюдений проводилась в предположении симметрии солнечного вращения относительно экваториальной плоскости. Таким образом, возникает парадоксальная ситуация, поскольку наблюдения свидетельствуют о присутствии либо резких вариаций скорости вращения, либо какого-то необычного поведения этой скорости как раз в той области, где сама скорость вращения становится малой величиной и ее влияние должно быть незначительным. Мы проводим исследование проблемы, предполагая, что характер вращения самоустанавливается в соответствии с условием минимума полной диссипации. Полученное нами вращение характеризуется сильной несимметрией относительно экваториальной плоскости. Этот результат может иметь отношение к упомянутым наблюдательным данным.

[1] Schou J. et al. // *Astrophys. J.*, 1998, v.505, p.390.

[2] Schou J. et al. // *Astrophys. J.*, 2002, v.567, p.1234.

Условия возникновения кроссполярных корональных дыр

В. В. Васильева, В. И. Макаров, А. Г. Тлатов

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН;
E-mail: solar@narzan.com*

Рассмотрена долготная неоднородность высокоширотных корональных дыр. Для этого строились полярные проекции по синоптическим картам обсерватории Китт Пик наблюдений в линии $\text{He } 10830\text{\AA}$ и проводилось выделение корональных дыр как областей повышенной эмиссии. Ряд структур при этом можно было интерпретировать как корональные дыры, начинающиеся на средних или низких широтах, достигающие полюса и вновь опускающиеся к экватору вдоль меридианов в другом долготном интервале. Как правило, такие корональные дыры имеют между ветвями долготный угол близкий к 180° градусам и время жизни несколько оборотов. Наиболее отчетливо такие структуры появлялись в 1983, 1993 и 2002 годах, т.е. через 1–2 года после завершения переполюсовки магнитного поля Солнца на фазе спада солнечной активности. Проведено сравнение с распределением магнитных полей на эти периоды. Рассматривается возможность воздействия таких корональных дыр на рекуррентные возмущения геомагнитных индексов.

Воздействие секторной структуры ММП Солнца на концентрацию стратосферного озона

В. В. Васильева, А. Г. Тлатов

*Кисловодская Горная Астрономическая Станция ГАО РАН;
E-mail: solar@narzan.com*

Проведен анализ ежедневных данных концентрации озона по данным различных станций, измеряемых на приборах Добсона. Выделялись периоды, близкие к регистрируемым в солнечной активности и возмущениям геомагнитного поля. Местоположение станций было различным по географическому положению. Это станция Amundsen-Scott на южном полюсе ($S89.59', W24.48'$), Barrow, Аляска ($N71.19', W156.36'$), Mauna Loa, Гавайи ($N19.32', W155.34'$), Bismarck ($N46.46', W100.45'$) и другие. Таким образом, была возможность выделения периодических свойств вне зависимости от положения и погодных особенностей озоновых станций. Длительность наблюдений на этих станциях, как правило, превышала длительность 11-летнего цикла активности, а для некоторых составлял около 40 лет. Одним из методов, использованных в данной работе, было выделение

значимости периодов, близких к периодам вариации секторной структуры ММП. В качестве индекса, характеризующего мощность модуляции периодов, использовалась сумма спектральной плотности мощности ($SSPM$) для характерных диапазонов периодов. Индекс $SSPM = \sum(a \cdot a^* + b \cdot b^*)$ есть суммарная мощность всех пиков или их огибающих на спектре для выбранного интервала периодов. Параметр $SSPM(t)$, очевидно, отражает наличие или отсутствие периодов в данной области спектра. Был применен метод определения индекса $SSPM$ в "окнах" шириной $2 \div 5$ лет с последующим сдвигом окон вдоль ряда. В результате анализа показано, что вариации в области периодов 27 дней в концентрации озона имеют 22-летнюю модуляцию. 13-ти дневные периоды имеют 11-летнюю модуляцию с максимумами в эпоху минимума цикла солнечной активности. Подобные соотношения ранее были установлены для секторной структуры ММП [1]. Проведенный анализ показал, что наиболее отчетливо эти закономерности относятся к полярным озонным станциям.

[1] Васильева В. В. и др. // Письма в Астр.журн., 2002, v.28, p.228.

On the residual, 11- and 22-year variations in the galactic cosmic ray intensity

W. R. Webber¹, M. B. Krainev²

¹*New-Mexico State University, Las-Cruces, NM, USA;
E-mail: bwebber@nmsu.edu*

²*Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; E-mail: krainev@fian.fian.mipt.ru*

The data on the galactic cosmic ray intensity near the Earth and in the distant heliosphere are used to get the radial profiles of the intensity corresponding to the minima and maxima of the solar cycles. We redefine the residual and 11-year variations to make them independent on the phase of the 22-year variation and discuss the energy and radial dependencies of all three main long-term galactic cosmic ray variations. Special attention is paid

- to the opposite radial profiles for the 11- and 22-year variations
- to the consistent change of the sign of the 22-year wave with energy and radial distance in the inner heliosphere and
- to the high level of cosmic ray modulation in the outer heliosphere.

Влияние всплесков солнечных космических лучей на эволюцию циклонов в Северной Атлантике

С. В. Веретененко¹, П. Тайл²

¹*НИИ Радиофизики, Санкт-Петербургский государственный
университет, Санкт-Петербург; E-mail: vereten@SV2135.spb.edu*

²*Датский Метеорологический Институт, Копенгаген, Дания;
E-mail: pth@dmu.dk*

Проведено комплексное исследование эффектов высокоэнергичных солнечных космических лучей (СКЛ) в вариациях характеристик нижней атмосферы в Северной Атлантике с использованием данных аэрологических зондирований, относительной завихренности на разных уровнях тропосферы и приземных синоптических карт. Обнаружено значительное понижение давления и температуры в районе юго-восточного побережья Гренландии и Фарерских островов, сопровождающееся усилением циклонической завихренности. Как показывает анализ синоптических карт, обнаруженные эффекты обусловлены, как правило, регенерацией (вторичным углублением или резким увеличением интенсивности углубления) окклюдированных, т.е. уже достигших стадии максимального развития, циклонов, находящихся в момент всплеска вблизи побережья Гренландии. Полученные результаты позволяют сделать вывод о существенном влиянии всплесков высокоэнергичных СКЛ на эволюцию североатлантических циклонов. Возможный механизм включает изменения радиационного и теплового баланса в районе арктического фронта, которые могут быть обусловлены образованием верхней облачности.

Longitudinal structure of solar activity in solar cycles 15-22

E. S. Vernova¹, M. I. Tyasto¹, K. Mursula², D. G. Baranov³

¹*IZMIRAN, SPb. Filial, St. Petersburg;
E-mail: d.baranov@pop.ioffe.rssi.ru*

²*University of Oulu, Oulu, Finland; E-mail: Kalevi.Mursula@oulu.fi*

³*A.F. Ioffe Physical-Technical Institute, St. Petersburg;
E-mail: d.baranov@pop.ioffe.rssi.ru*

We study the longitudinal distribution of solar activity in 1917-1995 in terms of vector sums of sunspot areas. This technique allows to present the longitudinally asymmetric part of solar activity for each solar rotation as a vector whose amplitude characterizes the size of longitudinal asymmetry and

whose phase gives the location of the momentarily dominating longitude. We find that when the phase values are calculated separately for the ascending phase and maximum (AM) on one hand and for the decaying phase and minimum (DM) on the other hand, the phase distributions behave differently, depicting broad maxima around roughly opposite longitudes. While for the AM period the maximum of the phase distribution was found around the Carrington longitude of 180° , the maximum for the DM period is at about 360° . This difference can be seen in both solar hemispheres, but is more pronounced in the southern hemisphere where the phase distribution has a very smooth character.

The times separating the AM and DM intervals are crucial for the solar cycle. The point between solar maximum and the beginning of the declining phase coincides with the inversion of Sun's global magnetic field. The second point between the solar minimum and the ascending phase is related to start of the new solar cycle and the change of the magnetic polarity of sunspots according to Hale's law. We note that no other selection of two intervals led to similar systematic differences.

This work was supported in part by the Russian Foundation for Basic Research (grant No. 01-02-17195).

Александрйский максимум солнечной активности по палеомагнитным данным

Д. М. Волобуев, Ю. А. Наговицын

ГАО РАН, Санкт-Петербург, Россия; E-mail: nag@gao.spb.ru

Рассмотрены данные, размещенные в Плимутской Палеомагнитной базе данных (<http://www.ngdc.noaa.gov/seg/potfld/paleo.shtml>). Эта база данных содержит значения наклонения и склонения геомагнитного поля, измеренные в озерных осадках. Мы рассмотрели два разных места: озера Бегоритис (Греция) и Кейламбете (Австралия), для каждого из которых имеются сводные данные как минимум по трем скважинам, и оценили амплитуду отклонения максимального значения от среднего, которую в дальнейшем считали грубой оценкой доверительного интервала (дисперсии). Кроме того, Ali et.al предоставили нам более современные измерения для озера Бива (Япония) с выполненной ими оценкой доверительного интервала. Оказалось, что для озер Бегоритис и Кейламбете (датировка и измерения выполнены в 1980 г), наблюдается в целом синхронное изменение доверительного интервала геомагнитного наклонения. Причиной этой синхронности можно считать изменение полного магнитного момента Земли, которое должно способствовать лучшей ориентации магнитных

частиц во время затвердевания осадочной породы. Другим синхронизирующим фактором могут являться быстрые изменения направления магнитного поля, которые зависят от солнечной активности. Эти изменения способствуют, наоборот, разбросу в ориентации магнитных микрочастиц, т.е. увеличению доверительного интервала. Оценка общего магнитного момента Земли по археомагнитным данным (Yang et.al, McElhinny et.al) крайне плохо коррелирует с полученной дисперсией палеомагнитных данных. Таким образом, мы полагаем, что основным фактором, обеспечивающим наблюдаемую синхронность, является солнечная активность. Форма кривой изменения во времени доверительного интервала измерений, выполненных на озере Бива (датировка и измерения выполнены в 1997 г.) имеет сходные особенности, которые, однако, сдвинуты вперед по шкале времени. Это рассогласование, видимо, обусловлено разницей в методах радиоуглеродной датировки и поэтому мы сдвинули вперед по времени измерения 1980 г., как менее точно датированные, до совпадения с данными по озеру Бива. Основная особенность всех кривых — выраженный двухвершинный максимум в середине первого тысячелетия до н.э., положение и форма которого согласуется с известным Александрийским максимумом солнечной активности.

Работа выполнена при поддержке грантов ИНТАС 00-0752, 01-550, Минпромнауки № 1105, Программы Президиума РАН № 4 и ОФН РАН № 16.

Вековая вариация солнечной активности по археомагнитным данным

Д. М. Волобуев, Ю. А. Наговицын

ГАО РАН, Санкт-Петербург, Россия; E-mail: nag@gao.spb.ru

Рассмотрены данные, собранные в Плимутской Археомагнитной базе данных (<http://www.ngdc.noaa.gov/seg/potfld/paleo.shtml>). Эта база данных содержит значения компонент геомагнитного поля, измеренных в результате процедуры размагничивания термонамагниченных археологических образцов, таких как обожженная глина, терракота, или вулканическая лава. Из всех данных были отобраны измерения, соответствующие

только хорошо датированным археомагнитным образцам, ошибка датировки (DE) которых не превосходит 30 лет. Для этих измерений мы рассмотрели оценку 95% доверительного интервала (α_{95}), поскольку эта величина, по нашей гипотезе, зависит от быстрых возмущений в геомагнитном поле Земли, которые имели место в момент намагничивания образца. Для получения устойчивой оценки изменения доверительного интервала во времени, производились вычисления значений скользящей медианы (RM) для величины $\alpha_{95}(t)$ со скользящим окном, равным DE. Было найдено, что величина $M\alpha_{95} = 150/RM\alpha_{95}$ находится в хорошем согласии со сглаженными среднегодовыми числами Вольфа на интервале регулярных наблюдений солнечной активности [1700–2000] AD, соответствующий коэффициент корреляции $R = 0.7$. Предложена физическая картина, интерпретирующая найденную корреляцию как эффект дополнительного размагничивания образца при высоких температурах за счет колебаний геомагнитного поля в диапазоне частот геомагнитных пульсаций и свистящих атмосфериков магнитосферного происхождения. Мы продолжили ряд $M\alpha_{95}$ назад во времени до начала нашей эры. Исходные данные, к сожалению, имеют значительные пропуски, которые в настоящее время не позволяют построить непрерывную кривую с высокой достоверностью. Однако на тех дискретных интервалах, где плотность точек не ниже, чем после 1700AD, величина $M\alpha_{95}$ подтверждает оценки значений величин индексов солнечной активности, сделанные по полярным сияниям и радиоуглероду в кольцах деревьев.

Работа выполнена при поддержке грантов ИНТАС 00-0752, 01-550, Минпромнауки № 1105, Программы Президиума РАН № 4 и ОФН РАН № 16.

Скорость производства ^{14}C в атмосфере и солнечная активность в Голоцене

*Д. М. Волобуев¹, Ю. А. Наговицын¹, Х. Юнгнер²,
М. Г. Огурцов³*

¹ ГАО РАН, Санкт-Петербург, Россия; E-mail: nag@gao.spb.ru

² University of Helsinki, Helsinki, Finland

³ ФТИ им. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия

Анализируется подекадный ряд Стюйвера относительного содержания радиоуглерода (RC) в кольцах деревьев. Учтена поправка на изменение концентрации углекислого газа в атмосфере по данным антарктических ледовых скважин, которая позволила оценить вариацию полного содержания RC в атмосфере. Построена обобщенная резервуарная модель на

основе объединения уравнения баланса RC в резервуаре и уравнения радиоактивного распада в одно дифференциальное уравнение первого порядка. Эта модель позволила простым и естественным образом оценить скорость производства RC в атмосфере. Внесена поправка на модуляцию этого параметра величиной магнитного момента Земли, которая была вычислена Yang et.al. по археомагнитным измерениям. Мы полагаем, что определенная таким образом скорость производства RC адекватно отражает характер вариаций солнечной активности (СА) с периодами более 50 лет на протяжении Голоцена. Прежде всего, полученная кривая не имеет глобального тренда, характерного для исходного ряда Стюйвера, который предыдущим исследователям длительных вариаций СА приходилось убирать посредством полиномиальной аппроксимации. Кривая верно отражает все оцененные Shove по различным данным положения глобальных экстремумов за последние 5000 лет. По нашим оценкам, кривая наименее надежно отражает вариации солнечной активности с периодами более 1000 лет из-за большой дисперсии учтенных нами археомагнитных измерений. Мы считаем, что это наиболее полная оценка соответствующих вариаций СА, поскольку она учитывает две основные поправки к RC, измеренные независимым образом: магнитный момент Земли по археомагнитным данным и вариации содержания ^{12}C в атмосфере по содержанию CO_2 в ледовых скважинах. Эта оценка может улучшаться с повышением уровня полноты и качества использованной измерительной информации.

Работа выполнена при поддержке грантов ИНТАС 00-0752, 01-550, Минпромнауки № 1105, Программы Президиума РАН № 4 и ОФН РАН № 16.

Солнечная активность и сейсмичность Земли

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

ГАО РАН, Санкт-Петербург; E-mail: vigor@gao.spb.ru

Обнаружена согласованность между статистическими характеристиками глобального сейсмического процесса и пятнообразовательной солнечной деятельностью. В качестве исходных данных использовались моменты сейсмических событий из глобальных сейсмических баз данных IRIS (<http://www.iris.washington.edu>) с магнитуды $M > 4$ за 1964–2001 гг. и NEIC (<http://wwwneic.cr.usgs.gov/neis/epic/>) — с $M > 3$ за 1973–2001 гг. и среднемесячные данные числа солнечных пятен за тот же период.

В качестве одной из характеристик сейсмического процесса была использована персистентность (устойчивость в сохранении тенденций), количественно выражающаяся показателем Хёрста H . Эта и другие характеристики сейсмичности оценивались на репрезентативных выборках в 200 – 700 событий, что соответствует интервалам в доли года, после чего формировались соответствующие им временные ряды. Для исследования временных рядов применялся модифицированный метод главных компонент, позволяющий восстанавливать наиболее информативные компоненты исследуемых рядов. Метод разработан и программно реализован в СПбГУ (<http://www.gistatgroup.com/gus/>).

Низкочастотная составляющая стохастических характеристик находится в противофазе с солнечной активностью. Заметен рост согласованности этих процессов, с ростом представительности сейсмических данных в области слабых землетрясений.

Influence of solar UV irradiance on quasi-biennial oscillations in the Earth's atmosphere

I. P. Gabis, O. A. Troshichev

*Arctic and Antarctic Research Institute, St.Petersburg, Russia;
E-mail: olegtro@aari.nw.ru*

A study of relationships between variations in the solar ultraviolet irradiance and quasi-biennial oscillations (QBO) in the Earth's atmosphere has been carried out by using the composite Mg II index as a proxy of the solar UV irradiance. Detail analysis of changes in the stratospheric wind direction at layers from 10 hPa to 70 hPa for 1978-2002 showed that the wind changes start at higher altitudes and go down to lower ones, the wind intensity being the greatest in layer of the maximum ozone content (about 20 hPa). The definite relationship between periodicity of changes in solar UV irradiance and quasi-biennial oscillations (QBO) is found: the UV irradiance being increased for the east QPB phase, and being reduced for the west QBP phase. The reversal of stratospheric winds proceeds from the top down with certain cyclicity and efficiency of the UV irradiation influence on stratosphere seems to be different at various stages of the cyclicity. As a result, the change of the mean zonal wind direction in the equatorial stratosphere is determined by influence of UV variations and seasonal changes of atmospheric circulation processes.

**Квазипериодические колебательные процессы над
солнечными пятнами по данным радиогелиографа
Нобеяма**

***Г. Б. Гельфрейх¹, Ю. А. Наговицын¹, Е. Ю. Наговицына¹,
Т. Б. Гольдварг², Б. И. Рябов³***

¹ Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
Санкт-Петербург, Россия; E-mail: gbg@GG1623.spb.edu,
nag@gao.spb.ru

² Калмыцкий Государственный университет, Элиста, Россия

³ Международный радиоастрономический центр, Рига, Латвия

Изучены колебательные процессы в диапазоне периодов от минут до нескольких часов у ряда радиоисточников над солнечными пятнами по данным радиогелиографа Нобеяма. Для анализа были выбраны девять пятен, наблюдения которых проводились в четыре различные даты. Напряженность их магнитного поля составляла от 2000 до 3000 Гс. Для нахождения характеристик колебательных процессов применялся вейвлет-подход, позволяющий отслеживать динамическую картину изменений на плоскости “частота-время”. Обнаружено, что 3-минутные колебания на волне $l = 1.76$ см наблюдаются лишь у пятен максимальной напряженности (2500–3000 Гс), в то же время более низкочастотные моды присутствуют всегда. Наиболее часто проявляются колебания в диапазонах периодов 8–12 мин, 40–50 мин и более. Квазичасовые периодичности наблюдались ранее также в активных областях в белом свете, и было показано, что они тесно связаны со вспышечными процессами. Обнаружение этих колебаний в радиодиапазоне открывает принципиально новые возможности для исследования этого фундаментального явления.

Работа выполнена при поддержке грантов INTAS 2000-0543, 2000-752, ФНТЦП “Астрономия” (проект № 1105), РФФИ 02-02-16273, программы Президиума РАН № 4 и программы ОФН РАН № 16.

**Колебательные и волновые процессы в активной
области NOAA 9866 по данным радиогелиографа
Нобеяма**

**Г. Б. Гельфрейх¹, Ю. А. Наговицын¹, Е. Ю. Наговицына¹,
А. Ниндос²**

¹ Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
Санкт-Петербург, Россия; E-mail: nag@gao.spb.ru

² Университет Салоники, Салоники, Греция

По наблюдениям на радиогелиографе Нобеяма 15 марта 2002 года на волне 1.76 см в течение 7.5 часов с временным разрешением 10 сек крупной активной области вблизи центра солнечного диска изучена динамика радиоисточников над пятнами и над внепятенными участками флоккула. Наряду с анализом вариаций интенсивности источников проводились исследования колебаний их координат. При этом было обнаружено событие, проявившее себя как периодически возникающие разрывы радиokoординат с удвоением изображения источника, которое может быть интерпретировано как наблюдение распространения волнового возмущения в отклоненной от вертикали магнитной трубки из фотосферы в корону. Поскольку одновременно отслеживаемые радиokoординаты источника над хвостовым пятном близлежащей биполярной группы показывали регулярный непрерывный ход, мы заключили, что в данное явление — не артефакт. Оцененный нижний предел скорости распространения волны — 25 км/с — говорит о ее возможном магнитозвуковом характере. По-видимому, это первое прямое наблюдение подобного явления.

Работа выполнена при поддержке грантов INTAS 2000-543, РФФИ 02-02-16273, ФНТЦП “Астрономия” (проект № 1105), программы Президиума РАН № 4 и программы ОФН № 16.

**Наблюдения СМЕ и связанных с ним явлений в
широком спектральном диапазоне**

**В. В. Гречнев¹, В. Г. Занданов¹, В. П. Максимов¹,
В. Н. Боровик², Г. Б. Гельфрейх², И. Ю. Григорьева²,
В. Г. Медарь²**

¹ ИСЗФ СО РАН, Иркутск; E-mail: grechnev@iszf.irk.ru

² ГАО РАН, Санкт-Петербург; E-mail: borovik@MK4099.spb.edu

Корональные выбросы массы (СМЕ) рассматриваются как основная причина мощных геомагнитных возмущений. Они сопровождаются рядом

других проявлений, но связь между ними до сих пор неясна. Нет ясности и с механизмом запуска СМЕ. Причины – сложность этих комплексных явлений и, следовательно, то, что природу их трудно понять без совместного анализа данных различных диапазонов излучения. Поэтому важны детальные исследования этих явлений в широком спектральном диапазоне и оценки физических параметров процессов. В данной работе на основе совместного анализа данных различных диапазонов исследуются явления, связанные с СМЕ 23 ноября 2000 г. В этом событии наблюдались почти все из явлений, сопутствующих СМЕ: выброс волокна, вспышка, димминги и постэруптивная аркада.

Установлено, что: **(1)** Событие произошло в комплексе активности, состоящем из активных областей 9231 и 9238. Всплытие магнитного потока привело к вспышке в АО 9231, явившейся триггером эрупции волокна и приведшей к СМЕ и вспышке в АО 9238; **(2)** Структура микроволновых источников в тепловых вспышках соответствует структурам, наблюдающимся в H α и других тепловых излучениях; **(3)** Поляризованное радиоизлучение “подсвечивает” области с разной напряжённостью магнитного поля. Перемещение поляризованного радиоисточника позволяет исследовать распределение магнитных полей; **(4)** Наблюдавшаяся достаточно высокая скорость СМЕ при низком балле вспышки предполагает, что в данном событии большая часть энергии, выделившейся при перестройке магнитной конфигурации, затратилась на ускорение выброса, и лишь малая её часть выделилась в виде вспышки.

Работа поддержана грантами РФФИ 03-02-16591, 03-02-17357, 02-02-16548, НШ-477.2003.2, Госконтрактом № 40.022.1.1.1104 и INTAS-0181.

Крупномасштабное гелиосферное магнитное облако как источник асимметричного возмущения плазмы

С. А. Гриб

ГАО РАН, Пулковое, Санкт-Петербург, 196140, Россия;

E-mail: anagri@nevisky.net

В рамках МГД приближения рассматривается движение по свободному потоку солнечного ветра магнитного облака как структуры с постоянным давлением.

Указывается на асимметрию возмущения облака такими разрывными структурами солнечного ветра как вращательный разрыв и обратная быстрая ударная волна. Возмущение рассматривается с точки зрения решения задачи о распаде произвольного разрыва. С этой же точки зрения изучается взаимодействие магнитного облака с системой головная ударная

волна — магнитосфера Земли и демонстрируется в этом случае наличие асимметрии заря-сумерки.

Указывается на важность решения рассматриваемых задач при прогнозировании внезапных крупномасштабных возмущений как плазмы, так и магнитного поля в свободном потоке солнечного ветра и в магнитопереходном слое перед магнитосферой Земли - что существенно для реального описания космической погоды.

При сравнении с космическими экспериментальными данными обнаруживается наблюдаемая в межпланетном пространстве асимметрия магнитных облаков и наличие большой величины южной компоненты ММП в облаке, что указывает на влияние вращательного разрыва, возникающего при распаде произвольного разрыва.

Вариации корреляционных размерностей в солнечных и земных параметрах

Е. И. Давыдова, В. В. Давыдов

ГАС ГАО РАН, Кисловодск

Методы хаотической динамики применяются для сопоставления рядов данных, относящихся к солнечной активности и метеопараметрам земной атмосферы. За основу взят расчёт корреляционной размерности (метод временных задержек). По-видимому, мультифрактальный характер солнечной активности приводит к необходимости анализа предобработки данных (в частности, сглаживаний и усреднений). В связи с этим исследовались модельные ряды, относящиеся к системам, в которых реализованы хорошо известные аттракторы. Немаловажным, на наш взгляд, является и рассмотрение влияния временных лагов на расчёт корреляционных размерностей.

Результаты:

1. Сравнение хода корреляционных размерностей для солнечных пятен (числа Вольфа с 1849 года) и температуры (центральная Англия, аналогичный период) приводит к утверждению о связи фрактальных параметров этих рядов для цикла Глайсберга.

2. По-видимому, корреляционные размерности собственно солнечных пятен зависят от чередования чёт-нечётных циклов.

О прогнозе числа солнечных полярных факелов методами нейронных сетей

*Е. И. Давыдова¹, В. В. Давыдов¹, В. В. Макарова¹,
В. И. Макаров²*

¹ ГАС ГАО РАН, Кисловодск

² ГАО РАН, Санкт-Петербург

Рассматривается возможность применения аппарата нейронных сетей для анализа параметров солнечной активности (речь идёт, прежде всего, о наблюдениях полярных факелов, проводимых на ГАС ГАО).

Результаты:

1. Делается утверждение о возможности прогнозирования числа полярных факелов исходя из внутренней структуры самого ряда факелов при использовании рекуррентных нейронных сетей.
2. Проводится сопоставление с другими данными солнечной активности и геомагнитными и метеопараметрами.

Магнитное поле и турбулентные скорости в солнечной короне

*А. Б. Делоне, Г. А. Порфирьева, О. Б. Смирнова,
Г. В. Якунина*

Государственный астрономический институт

им. П. Л. Штернберга, Москва, Россия; E-mail: yakunina@sai.msu.ru

Рассматриваются закономерности в поведении нетепловых скоростей в корональных дырах, в областях, окружающих спокойные протуберанцы, и в невозмущенной короне. Используются литературные данные о результатах наблюдений корональных дыр с космического аппарата SOHO в УФ-линиях, корональных образований вблизи протуберанца на коронографе обсерватории Sacramento Peak, а также результаты, полученные сотрудниками ГАИШ во время полных солнечных затмений в линиях 5303 Å и 6374 Å.

Нетепловые скорости в корональных дырах заметно выше, чем в спокойной короне, а в спокойной короне выше, чем в полостях, окружающих протуберанцы. Анализируется связь наблюдаемых закономерностей в изменении турбулентной (нетепловой) скорости с изменениями магнитного поля.

Космические лучи и климат Земли на большой временной шкале

В. А. Дергачев

*Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН,
Политехническая 26, Санкт-Петербург 194021;
E-mail: v.dergachev@pop.ioffe.rssi.ru*

Недавние спутниковые наблюдения подтвердили существование корреляции между потоком галактических космических лучей (ГКЛ) и температурой верхней границы низких облаков на 99.8% уровне значимости. Этот экспериментально установленный факт воздействия космических лучей, проникающих в земную атмосферу, на облачный покров, указывает на то, что, возможно, найден потенциально важный физический механизм изменения климата. Широко обсуждаемые механизмы изменения климата, связанные с изменением потока солнечной энергии или ультрафиолетового излучения, из-за короткой шкалы прямых наблюдений, не имеют достаточно убедительных доказательств и, в конечном счете, остаются спорными или отчасти противоречивыми. В то же время действие механизма, связанного с космическими лучами, может быть прослежено на протяженной временной шкале, поскольку модулируемые солнечной активностью, напряженностью геомагнитного поля и орбитальными процессами, потоки ГКЛ после взаимодействия с атмосферой оставляют следы в земных архивах как космогенные изотопы: ^{10}Be , ^{14}C , ^{36}Cl и др. Воздействие этого физического механизма на климат может осуществляться через процессы конденсации облаков и атмосферную циркуляцию.

Проникая в стратосферу и тропосферу, поток космических частиц может действовать как ядра конденсации облака и, таким образом, создавать ионизацию, которая является главной причиной атмосферной проводимости. ГКЛ ответственны за ионизацию в земной атмосфере ниже 35 км. Модельные расчеты показывают, что относительное изменение в скорости образования ионов от максимума до минимума солнечной активности оказывается того же порядка, как и соответствующее изменение в глобальном облачном покрове. Увеличение потоков ГКЛ в атмосфере Земли должно приводить к увеличению низких облаков, в особенности в тропиках, увеличению альбедо этих облаков и уменьшению температуры атмосферы. В работе рассмотрено поведение солнечной активности, ГКЛ и облачности для последних 100 лет и солнечной активности и климата для последнего тысячелетия.

Изменение напряженности геомагнитного поля также влияет на интенсивность ГКЛ, а, следовательно, и на ядра конденсации облака, приводя к изменению облачности. На протяжении последних 10 тысяч лет величина дипольного момента Земли была наиболее высокой по сравнению

с предыдущим периодом. Рассмотрено поведение солнечной активности, геомагнитного поля и космических лучей и климата для последних 10 тысяч лет и для интервала от 10 до 50 тысяч лет назад, когда напряженность геомагнитного поля была ниже по сравнению с голоценом.

Проанализированы также данные по изменению климата, интенсивности космических лучей, солнечной активности и геомагнитного поля на временных шкалах протяженностью в сотни тысяч лет. Показано, что многие аспекты объяснения климата в рамках астрономической теории климата остаются не решенными. Наиболее длинные климатические циклы, по-видимому, являются результатом модуляции ГКЛ земным магнитным полем и влиянием некоторых орбитальных параметров на ГКЛ. Это следует из того факта, что была найдена взаимосвязь между положением Земли и ледниково-межледниковой хронологией. Обсуждается механизм, который может приводить к такой взаимосвязи.

**Спектральный и корреляционный анализ данных об
изменении интенсивности космических лучей,
геомагнитного поля и климата в течение последних
~ 50 тысяч лет**

В. А. Дергачев, П. Б. Дмитриев

*Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН,
Политехническая 26, Санкт-Петербург 194021;
E-mail: v.dergachev@pop.ioffe.rssi.ru*

Космогенные ^{14}C и ^{10}Be являются не только важным инструментом в качестве индикаторов галактических космических лучей (ГКЛ) и установления корреляции между данными о природных процессах, полученными из океанических, земных архивов или кернов льда, но также дают критически важные данные о скоростях выпадения осадков и динамике климатической системы. Стабильные изотопы в кернах льда и морских отложениях служат термометрами и хорошо отражают резкие климатические события. В частности, отношение стабильных изотопов кислорода $\delta^{18}\text{O}$ в кернах льда Гренландии и Антарктиды дает информацию о температуре в облаке, из которого выпал снег. Используя погодичные измерения концентрации ^{14}C в кольцах деревьев, ^{10}Be в кернах гренландского льда и концентрации ^{18}O в керне гренландского льда, был проведен взаимный корреляционный анализ этих данных с целью получения доказательства воздействия ГКЛ на климат. Анализ полученных результатов и взаимно корреляционные функции изученных пар данных свидетельствуют о

связи изменений интенсивности ГКЛ и климата на шкалах в сотни лет и позволяют проследить некоторые общие закономерности их изменения.

Приведен спектральный анализ высокоточных измерений концентраций ^{14}C , ^{10}Be и ^{18}O на общем временном интервале от 3300 до 15600 лет назад. Во всех рассматриваемых спектрограммах присутствуют одни и те же характерные гармоники: ~ 3200 , ~ 2500 , ~ 1540 лет, но с различным соотношением интенсивностей между собой для каждого конкретного спектра, то есть с различным значением своего вклада в общую энергетику сигнала.

Для того, чтобы проследить влияние изменений интенсивности космических лучей на климат в эпоху нестабильного климата ($\sim 10 - 50$ тысяч лет назад) и пониженного уровня геомагнитной активности был проведен взаимный корреляционный анализ изменения концентрации ^{10}Be и ^{18}O в керне льда. Отметим высокие коэффициенты корреляции и высокую степень их надежности для всех исследованных пар данных. Анализ данных на этом интервале времени позволяет сделать вывод, что: ГКЛ, по-видимому, являются главным воздействующим фактором на климат

Чтобы сделать окончательный вывод о первостепенной важности учета воздействия ГКЛ на климат, необходимо проследить взаимосвязь между изменением интенсивности ГКЛ и характеристиками климата на более длинной временной шкале.

О причинно-следственной связи между циклами солнечных пятен и крупномасштабного магнитного поля

Д. В. Ерофеев

*Уссурийская астрофизическая обсерватория, с. Горнотаежное,
Приморский край, Россия; E-mail: erofeev@utl.ru*

В настоящее время установлено, что интенсивность крупномасштабного магнитного поля (КМП) в минимуме активности определяет амплитуду следующего 11-летнего цикла. В то же время по высоте цикла солнечных пятен предсказать интенсивность КМП в период следующего минимума не удастся, из чего как будто бы следует вывод о первичной роли КМП и неадекватности моделей цикла типа модели Бэбкока-Лейтона. Однако этот вывод не совсем обоснован, поскольку интенсивность КМП в моделях типа Бэбкока-Лейтона обусловлена не амплитудой цикла пятен. Мерой вклада АО в осесимметричное КМП является их осевой дипольный момент, который может быть определен как сумма за цикл произведений площадей групп пятен на расстояния по широте между их магнитными

полюсами. Кроме того, качественный анализ наблюдательных данных о меридиональном переносе магнитного поля приводит к несколько неожиданному выводу, что за накопление магнитного потока в полярных зонах, вероятно, ответственны не все АО, а только те из них, которые расположены на широтах ниже 10 градусов.

Обработка данных о группах пятен за 1906-2000 гг. показала, что сумма за цикл дипольных моментов групп, расположенных в пределах 10-градусной зоны вблизи экватора, хорошо коррелирует с высотой следующего цикла пятен (коэффициент корреляции 0.90), причем эта корреляция обусловлена главным образом вариацией углов наклона биполярных осей групп пятен к параллелям, которая опережает на 10 лет колебания амплитуды цикла. Дипольный момент групп пятен, расположенных на широтах выше 15 градусов, коррелирует с высотой текущего цикла пятен.

Вывод: интенсивность КМП в период минимума активности в той же степени причинно обусловлена характеристиками предшествующего цикла пятен, в какой высота следующего цикла обусловлена интенсивностью КМП. В этой причинно-следственной цепочке весьма важную роль играют особенности меридионального переноса магнитного потока и вариация углов наклона биполярных осей АО к параллелям.

Организация тонкой структуры поля скоростей и яркости в фотосфере Солнца

В. И. Ефремов, Р. Н. Иксанов

*Главная астрономическая обсерватория РАН, С.-Петербург;
E-mail: solar1@gao.spb.ru*

Для шести спектральных линий, образующихся на разных высотах спокойной солнечной фотосферы, а также для поля яркости ряда фотометрических разрезов в площадке фотосферы вблизи центра Солнца вычислены вейвлет-спектры. Спектрограммы получены на памирском телескопе с пространственным разрешением около 0."5. Для исследования поля яркости обработаны прямые снимки высокого качества (0."3), полученные во время 3-го полета Советской стратосферной солнечной обсерватории. Анализ вейвлет-спектров показал, в согласии с более ранними нашими работами, что в поле яркости и скорости тонкой структуры фотосферы выделяются масштабы образований гранул (1."5–2."4), протогранул (3."0–5."5) и мезогранул (8"–15"). Обсуждаются некоторые их свойства.

Колебания лучевых скоростей и магнитного поля в тени солнечных пятен

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

*Главная астрономическая обсерватория РАН, С.-Петербург;
E-mail: solar1@gao.spb.ru*

В течении сезонов наблюдений 1998–2002 гг. в Пулковке на телескопе АЦУ-5 с помощью спектрогелиографа-магнитографа проводились серии наблюдений продолжительностью от 40 до 360 минут с целью исследования колебательных процессов в пятнах. Выделение слабого истинного сигнала, особенно для выявления модуляции магнитного поля в пятне, осложнялось его сильной зашумленностью, прежде всего атмосферным дрожанием. Применение различных разработанных нами методов обработки наблюдений позволяет сделать выводы, что 5-ти минутные колебания лучевых скоростей в пятне по отношению к фотосферным отличаются пониженной амплитудой, величина которой уменьшается с высотой. В тени некоторых пятен наблюдаются колебания магнитных полей с периодами близкими к 3-х и 5-ти минутным, а также 20-ти и 45-ти минутным.

Медленные нелинейные волны в корональных петлях

Ю. Д. Жугжда

*ИЗМИРАН, Троицк, Московская область;
E-mail: zhu@izmiran.rssi.ru*

Излагается Линейная и нелинейная теория медленных волн [1, 2, 3, 4] в корональных петлях. Разъясняется путаница в современной теории линейных и нелинейных волн. Дается интерпретация наблюдений медленных волн в корональных петлях. Обсуждаются возможности сейсмологии солнечной короны с помощью медленных волн.

- [1] Y. D. Zhugzhda, Phys. Plasmas **3**, 10 (1996).
- [2] Y. D. Zhugzhda, 2000, Physica Scripta **T84**, 159 (2000).
- [3] Y. D. Zhugzhda, M. Goossens, Astron. Astrophys. **377**, 330 (2001).
- [4] Y. Zhugzhda, Phys. Plasmas **9**, 971 (2002).

Вариации интенсивности DR-тока во время развития полярной суббури

С. А. Зайцева, М. И. Пудовкин, Т. А. Дробинина

*Научно-исследовательский Институт Физики,
Санкт-Петербургский Государственный Университет, С.-Пб
198504, Россия; E-mail: pudovkin@geo.spbu.ru, drobinina@list.ru*

В работе рассматриваются геомагнитные бури, вызванные высокоскоростными потоками в солнечном ветре, которые связаны с интенсивными солнечными вспышками.

Согласно представлениям, развитым в 60-х годах XX века, интенсивность магнитосферного DR-тока возрастает во время развития полярной суббури. Недавно Иемори и Рао в своих работах (1996, 1998) пришли к заключению, что геомагнитные бури и суббури - независимые процессы, и во время главной фазы суббури интенсивность DR-тока не только не возрастает, а даже убывает.

В этой работе, основываясь на новых данных, продолжено изучение связи между развитием кольцевого тока и развитием полярной суббури. Вариации ASY-, SYM-индексов (вычисленных Иемори и описывающих асимметричную и симметричную часть кольцевого тока, соответственно) и вариации AE-, AL-, AU-индексов (характеризующих активность электроджетов в авроральной зоне) исследовались во время возмущенных периодов, которые следовали за периодом геомагнитного затишья.

В работе показано, что вариации SYM-индекса демонстрируют значительное возрастание магнитного поля во время суббури, т.е. возрастание DR-тока. Часовые ASY- и SYM-индексы достаточно хорошо коррелируют с AL-индексом: $r = 0.63$ и $r = 0.69$. Таким образом, во время взрывной фазы суббури энергия главным образом поступает в асимметричную часть кольцевого тока. Эмпирическая функция Q, выраженная через параметры солнечного ветра, описывает поступление энергии в DR-ток. Q достаточно хорошо коррелирует с ASY-, SYM- и AL- индексами. Полученные результаты позволяют утверждать, что интенсификации полярных возмущений и DR-тока происходят одновременно и имеют единый источник.

- [1] Akasofy, S. I., Chapman, S. (1963). Magnetic storms: the simultaneous development of the main phase(DR) and of polar magnetic substorms

- (DP), *J. Geophys. Res.*, **68**, 31–55.
- [2] Pudovkin, M. I., Shumilov, O. I. and Zaitseza, S. A. (1968). Polar storms and the development of the DR-currents, *Planet. Space Sci.*, **16**, 891–898.
 - [3] Davis, T. N. (1969). Temporal behavior of energy injection to the geomagnetic ring current, *J. Geophys. Res.*, **74**, N 26, 6266–6274.
 - [4] Iyemori, T. and Rao, D. R. K (1996). Decay of the DST-field of geomagnetic disturbance after substorm onset and its implications to storm-substorm relation, *Ann. Geophysicae.*, **14**, N 26, 608–618.
 - [5] Iyemori, T. (1998). Substorms as a dissipation process in geomagnetic storm, in *Substorms-4*, eds. S. Kokubun and Y. Kamide, Terra Sci. Publ. Co., Kluwer Acad. Publ., 99–101.
 - [6] Siscoe, G. L. and Petschek, H. E. (1997). On storm weakening during expansion phase, *Ann. Geophysicae*, **15**, 211–216.
 - [7] Grafe, A. and Feldstein, Y. I. (2000). About the relationship between auroral electrojets and ring current, *Ann. Geophysicae*, **18**, 874–886.
 - [8] Rostoker, G., Baumjohann, W., Gonzalez, Y., Kamide, Y., Kokubun, S., McPherron, R. L., Tsurutany, B. T. (1997). Comment on "Decay of the DST-field of geomagnetic disturbance after substorm onset and its implications to storm-substorm relation", by Iyemori and Rao. *Ann. Geophysicae*, **15**, 848–850.
 - [9] McPherron, R. L. (1997). the role of substorms in the generation of magnetic storms, in *Magnetic storms, Geophysical Monograph 98*, 131–147.
 - [10] Iyemori, T. (1990). Storm-time magnetospheric currents inferred from mid-latitude geomagnetic field variations, *J. Geomag. Geoelectr.*, **42**, 1249–1265.
 - [11] Pudovkin, M. I., Zaitseza, S. A. and Sizova, L. Z. (1985). Growth rate and decay of magnetospheric ring current, *Planet. Space Sci.*, **33**, 1097–1102.
 - [12] Pudovkin, M. I., Grafe, A., Zaitseza, S. A., Sizova, L. Z. and Usmanov, A. V. (1988). Calculating the DST-variation field on the basis of solar wind parameters, *Gerland Beitr. Geophysik, Leipzig*, **97**, 525–533.

**Одиннадцатилетний цикл солнечной активности по
данным исторических хроник за последние два
тысячелетия**

В. Г. Иванов, К. Г. Иванова, Ю. А. Наговицын

Главная астрономическая обсерватория РАН, С.-Петербург;

E-mail: ivanovv@gao.spb.ru

Упомянутые в исторических хрониках наблюдения невооружённым глазом солнечных пятен, а также средне- и низкоширотных полярных сияний традиционно являются важным материалом для реконструкции солнечной активности в дотелескопную эпоху. Среди подобных реконструкций наиболее известен ряд Шоува, который, в рамках проекта “Spectrum of Time Project”, с помощью этих исторических данных и некоторых дополнительных предположений вычислил годы экстремумов одиннадцатилетних циклов солнечной активности с 648 г. до н. э. и качественно оценил их амплитуды.

В данной работе мы исследуем новые версии исторических рядов наблюдений видимых невооружённым глазом солнечных пятен и полярных сияний с помощью некоторых современных методов, главным образом вейвлет-анализа, позволяющих, в ряде случаев, уточнить фазу и продолжительность одиннадцатилетнего цикла солнечной активности.

Работа поддержана грантами INTAS 2000-752, 2001-550, Минпромнауки и Программы Президиума РАН № 4.

**Динамика активных долгот по наблюдениям
солнечных пятен в 12–23 циклах**

Е. В. Иванов

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения
радиоволн РАН, 142190, Троицк, Московская область, Россия;*

E-mail: solter@izmiran.troitsk.ru

По данным Гринвичской обсерватории за 1874–2002 годы (12–23 циклы) построены диаграммы “кэррингтоновская долгота–время” суммированных за кэррингтоновский оборот ежедневных значений площади для каждой из групп пятен и диаграммы гелиодолготного распределения суммированных за цикл площадей групп пятен. По этим диаграммам в каждом цикле выделены активные долготы и исследовано их поведение (положение, изменение от цикла к циклу, вариации интенсивности) в течение всего исследуемого периода.

Различия в эволюции крупномасштабного магнитного поля Солнца в 21, 22 и 23 циклах

Р. Н. Ихсанов, В. Г. Иванов

*Главная астрономическая обсерватория РАН, С.-Петербург;
E-mail: solar1@gao.spb.ru*

Исходным материалом для работы послужили наблюдения магнитных полей (м.п.) Солнца в Стэнфорде за 1976–2003 гг. Крупномасштабное м.п. (КМП) было разделено на 30-, 45- и 90-градусные долготные интервалы, для каждого из которых были построены широтно-временные диаграммы распределения м.п. с временным шагом в одну треть года. На фазе эволюции I, которая охватывает отрезок времени $\pm 2 - 3$ года от максимума 11-летнего цикла, в 21-м и 23-м циклах на поверхности Солнца наблюдается существенное различие в соотношениях областей, занимаемых КМП той и другой полярности. Если в 21-м цикле это соотношение примерно одинаково, то в 23-м значительно преобладает КМП положительной полярности; так, в начале второй половины 1999 г. некоторое время на всех долготах наблюдалось КМП только N-полярности. Обсуждаются возможные причины этой и других особенностей развития КМП в 23-м цикле.

Из других закономерностей, найденных нами в эволюционном ходе КМП, особо следует отметить 1.0–1.3-годовую (1.22 ± 0.13) периодичность, характеризующуюся, в частности, резкой сменой положения данной полярности КМП по долготе. Эта периодичность близка по величине к периоду в 1.3 года, найденному по данным гелиосейсмологии вблизи основания конвективной зоны Солнца.

О вариации потока солнечных нейтрино по данным станций Homestake, GALLEX и SAGE

Р. Н. Ихсанов, Е. В. Милецкий

*Главная астрономическая обсерватория РАН, С.-Петербург;
E-mail: solar1@gao.spb.ru*

Если проблема дефицита потока солнечных нейтрино в последнее время получила в принципе теоретическое и наблюдательное объяснение (эффект MSW), то вопрос о переменности этого потока и связи его с солнечной активностью остается открытым. Как известно, наличие вариаций потока солнечных нейтрино позволяет исследовать магнитное поле во внутренних слоях Солнца, а также изменения этого поля в зависимости от уровня солнечной активности.

Исследования вариаций потока нейтрино основывались в основном на достаточно длинном ряде данных, полученных на хлор-аргоновом детекторе Homestake (1970–1994 гг.) и только в 90-е годы к наблюдениям подключились другие нейтринные станции.

В настоящей работе, с помощью методов спектрального анализа, проводится дальнейшее исследование данных, полученных на радиохимических детекторах. Проведено исследование влияния фона на ряд наблюдений детектора Homestake. Показано, что исключение ранов с большой величиной фона существенно не меняет прежнего нашего результата о наличии в потоке солнечных нейтрино вариаций с компонентами, имеющими периоды 11, 5, 2 и 0.5 года. Найдено, что в рядах наблюдений, станций GALLEX и SAGE проявляется двухлетняя периодичность.

Pole-ward motion of filament bands due to their mutual repulsion and interaction with magnetic polar field

D. K. Callebaut¹, V. I. Makarov², A. G. Tlatov²

¹*Physics Department, UIA, University of Antwerp, B-2610, Belgium;
E-mail: calldirk@ua.ac.be*

²*Pulkovo Astronomical Observatory, 196140, Saint Petersburg, Russia;
E-mail: makarov@gao.spb.ru*

The filament bands encircling the whole Sun separate the large-scale unipolar field regions [1]. Except for a “rest” (small oscillations back and forth) during the minimum of solar activity [2] they move pole wards. The filament bands carry total electric currents up to 10^{11} Ampere. Their distance is of the order of half a solar radius. From their mutual repulsion and attraction there result acceleration which would speed them up to the poles even much faster than they do now (up to 50 m/sec in some circumstances). We reported previously on this [3], [4] and considered that the mass of the filament bands is enlarged by a thin surface layer connected to them by their magnetic fields. This increases strongly the effective mass of the filament bands and the friction. Now we have included several geometrical corrections. Moreover we take into account the interaction of the filament bands with the polar magnetic field causing the polar plumes in order to explain the recoil (an equator ward motion) of the filament bands.

This research was supported by the RFBR grants 02-02-16035, 03-02-16091; FNTF-Astronomy; Program: “Non-stationary Processes in Astronomy”; Program: GAO-IKI “Topology of the magnetic field of the Sun...”

- [1] Callebaut D. K., Makarov V. I. // Solar Phys., 1992, v.141, p.381.
- [2] Makarov V. I., Tlatov A. G., Callebaut D. K. and Obridko V. N. // Solar Phys., 2002, v.206, p.383.
- [3] Callebaut D. K., Makarov V. I. and Tlatov A. G. // Proc. Pulkovo Solar Conf. Saint Petersburg, 2001, p. 227.
- [4] Callebaut D. K., Makarov V. I. and Tlatov A. G. // Proc. “SOLSPA-2001”, Vico Equence, Italy, ESA-SP-477, p.87.

Coincidence in the time scales of solar phenomena

***D. K. Callebaut¹, G. K. Karugila¹, V. I. Makarov²,
A. G. Tlatov²***

¹*Physics Department, UIA, University of Antwerp, B-2610, Belgium;
E-mail: calldirk@ua.ac.be*

²*Pulkovo Astronomical Observatory, 196140, Saint Petersburg, Russia;
E-mail: makarov@gao.spb.ru*

We show that the characteristic time for a global gravity wave is practically the same as the time for a sound wave to cross the Sun, in agreement with Callebaut’s interpretation of Jeans’s criterion. Some hybrid time scales are calculated which may have a bearing (conjectures) on some of the periods appearing in solar phenomena (1.3 year latitude oscillations of filament bands [1], a 2 year quasi-periodicity, Gleissberg cycles).

This research was supported by the RFBR grants 02-02-16035, 03-02-16091; FNTF-Astronomy; Program: “Non-stationary Processes in Astronomy”; Program: GAO-IKI “Topology of the magnetic field of the Sun...”

- [1] Makarov V. I., Tavastsherna K. S., Tlatov A. G., Callebaut D. K. // Proc. 10th European Solar Physics Meeting, Prague, Czech Republic, 2002, ESA-SP-506, p.173.

Qualitative considerations on solar cycle

D. K. Callebaut¹, V. I. Makarov², A. G. Tlatov²

¹*Physics Department, UIA, University of Antwerp, B-2610, Belgium;
E-mail: calldirk@ua.ac.be*

²*Pulkovo Astronomical Observatory, 196140, Saint Petersburg, Russia;
E-mail: makarov@gao.spb.ru*

We suppose that the bottom layer of the convection zone exhibits an oscillation. This causes magnetic layers to be detached which give rise to sunspot and polar faculae cycles. We explain qualitatively the evolutionary track of polar faculae and sunspots, the alternation of the polarity, the fact that the polar faculae cycle precedes the next sunspot cycle and the appearance of bigger spots at the end of the cycle. Some other phenomena fit as well.

This research was supported by the RFBR grants 02-02-16035, 03-02-16091; FNTF-Astronomy; Program: “Non-stationary Process in Astronomy”; Program: GAO-IKI “Topology of the magnetic field of the Sun...”

Relation between the Suess cycle and the rest latitudes of the large-scale unipolar magnetic field regions

D. K. Callebaut¹, V. I. Makarov², A. G. Tlatov²

¹*Physics Department, UIA, University of Antwerp, B-2610, Belgium;
E-mail: calldirk@ua.ac.be*

²*Pulkovo Astronomical Observatory, 196140, Saint Petersburg, Russia;
E-mail: makarov@gao.spb.ru*

From the cyclic decrease ($4/3^\circ$ per cycle on the average) of the rest latitudes of both filament bands and the nearly constant latitude difference (21°) between them we infer that about every 16-18 cycles (or 170-200) years a particular situation occurs which may last a few cycles. This may be related to the Suess cycle as well as to the occurrence of minor or major grand minima.

This research was supported by the RFBR grants 02-02-16035, 03-02-16091; FNTF-Astronomy; Program: “Non-stationary Processes in Astronomy”; Program: GAO-IKI “Topology of the magnetic field of the Sun...”

Влияние изменений геомагнитного поля на электроэнцефалограмму человека

И. Е. Кануников, М. А. Волкова, Б. В. Киселев

*НИИ физиологии им. А. А. Ухтомского, НИИ физики
им. В. А. Фока СПбГУ 199034, Россия, Санкт-Петербург,
Университетская наб.7/9; E-mail: igorkan@mail.ru*

Настоящее исследование предпринято для изучения влияния колебаний геомагнитного поля, оцениваемого с помощью геомагнитного индекса Ар, на функциональное состояние мозга человека. С этой целью на 5-ти здоровых испытуемых проводились многодневные исследования с регистрацией электроэнцефалограммы (ЭЭГ). ЭЭГ регистрировалась в 16 стандартных монополярных отведениях, расположенных в соответствии с системой "10-20". Процедура включала запись ЭЭГ в трёх состояниях, длительностью около минуты каждое: 1) рассматривание картины (фон – открытые глаза); 2) листание книги (фон – открытые глаза); 3) подсчёт капель (фон – закрытые глаза). С помощью специальной программы рассчитывали показатели пространственной синхронизации спонтанной ЭЭГ (вычисление коэффициентов корреляции между всеми парами отведений), которые сопоставлялись с показателями геомагнитной активности в день опыта, за день и за два дня до опыта (Ар, Ар-1, Ар-2, соответственно). На следующем этапе проводили сопоставление ЭЭГ-данных с показателями геомагнитной активности (Ар). Осуществляли также сравнение ЭЭГ-данных в спокойные дни (когда Ар имели фоновые значения) с днями повышенной геофизической активности. Для статистической обработки использовали ранговый коэффициент корреляции и непарный t-критерий Стьюдента. Сопоставление значений пространственной синхронизации ЭЭГ с геомагнитной активностью выявило ее значимое влияние на показатели ЭЭГ. В целом, пространственная синхронизация ЭЭГ левого лобного полушария отражала снижение кортикального тонуса в ответ на повышение геомагнитного поля, в то время как правое полушарие отражало реакцию компенсации организма. Соотношение этих двух типов реакций у каждого испытуемого носило индивидуальный характер. Предполагается, что в основе описанной динамики лежит неспецифическая стрессорная реакция, причем снижение пространственной синхронизации ЭЭГ соответствует падению кортикального тонуса во время геомагнитного возмущения, а повышение отражает реакцию компенсации организма в форме возрастания тонуса мозга.

Изменения яркости и нерадиальности корональных лучей по данным SOHO/LASCO-C2

Ким Гун-Дер, В. И. Макаров, А. Г. Тлатов

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН;
E-mail: solar@narzan.com

Обработаны ежедневные наблюдения короны по данным наблюдений телескопа SOHO/LASCO-C2 с целью исследования вариаций яркости короны Солнца и нерадиальности направления корональных стримеров в период 1996–2003.5 гг. Выполнено фотометрирование изображений короны в диапазоне высот $2.3 \div 5.5R$ с шагом 2° по углу вдоль лимба. Общее количество обработанных дней наблюдений составило около 4300. Построены широтно-временные распределения интенсивности короны на разных высотах. В период минимума наибольшая яркость наблюдается в низких широтах. С развитием цикла активности существуют ветви дрейфа в направлении к полюсам. Максимум яркости высокоширотной короны близок к периоду завершения переполюсовки магнитного поля Солнца в 1999–2001 годах. После смены знака отмечается обратный дрейф от высоких широт к экватору, но при меньшей средней яркости короны. Наблюдается асимметрия распределения яркости короны по полушариям. На высотах менее $2.5R$ яркость короны южного полушария больше, чем в северном полушарии. Выше высоты $2.5R$ соотношение яркости короны по полушариям изменяется на обратное. В северном полушарии максимум яркости короны в эпоху смены знака изменялся от широт $\sim 40^\circ$ для высоты $2.3R$ до $70 - 90^\circ$ на высотах $\sim 5R$. В южном полушарии зависимость смещения максимума яркости короны к полюсу с высотой проявляется меньше. На ежедневных картах короны проведено измерение углов отклонений корональных лучей и стримеров от радиального направления. Отмечено, что в период 1996–1999.5 корональные стримеры наклонены преимущественно к экватору. После 1999.5 года стримеры преимущественно отклонены к полюсам. Нерадиальность достигает величины $\sim 10 - 15^\circ$. Рассмотрена долготная неоднородность распределения яркости короны на различных высотах. Проведено сопоставление поведения яркости короны с конфигурацией гелиосферного нейтрального слоя и дрейфом волокон в эпоху переполюсовки магнитного поля Солнца.

Статистический R/S-анализ солнечной и геомагнитной активности

Б. В. Киселев¹, Д. М. Волобуев²

¹ *НИИ Физики СПбГУ, Санкт-Петербург;
E-mail: kiselev@geo.phys.spbu.ru*

² *ГАО РАН, Санкт-Петербург; E-mail: wol@geo.phys.spbu.ru*

В настоящее время наблюдается значительное повышение интереса как к чисто теоретическим и модельным исследованиям хаотических процессов, так и к приложениям разработанного математического формализма и терминологии к различного рода физическим процессам и явлениям. Все длинные временные ряды (часто индексы), накопленные в солнечной физике, геофизике, метеорологии, климатологии, весьма сложны с точки зрения физики, определяющей данные процессы и, соответственно, с точки зрения их предсказания, или определения степени взаимосвязанности тех или иных процессов. Детальное моделирование физических процессов, имеющих на выходе сравнительно простой временной ряд, требует как развития громоздкого математического аппарата, так и огромных вычислительных мощностей.

Одним из перспективных методов анализа динамики можно назвать статистический R/S-анализ, созданный Г. Харстом, как итог изучения данных годовых стоков Нила. Этот метод исследования недостаточно хорошо известен в статистической практике, хотя он, безусловно, заслуживает большего внимания. Объясняется это тем, что метод Харста, будучи робастным, позволяет выявить в статистических данных такие свойства, как кластерность, тенденцию следовать по направлению тренда, сильное последствие, сильную память, быструю перемежаемость последовательных значений, фрактальность, наличие периодических и непериодических циклов, способность различать “стохастическую” и “хаотическую” природу шума и т.п.

Помимо основополагающей работы Г. Харста в развитии теории R/S-анализа, его методологии и применении, значительную роль сыграли работы Б. Мандельброта. Содержательный разбор статистического R/S-анализа и его возможностей можно найти в монографии Ширяева, где показана тесная связь R/S-анализа (т.н. показателя Харста) с такими вероятностно-статистическими понятиями, как устойчивые распределения, полет Леви. Проведен расчет показателя Харста для чисел Вольфа и aa-индекса, как наиболее длинных рядов, характеризующих солнечную и геомагнитную активности, а также для ряда температуры поверхности океана и интенсивности осадков в Индии с 1868 г. Сопоставление графиков R/S (aa-индекса и чисел Вольфа) позволило выявить особенности в динамике

индексов. Оказалось, что на масштабах более 8 лет (собственно солнечный цикл) наблюдается синхронное изменение величины R/S, в тоже время на масштабах меньше 8 лет графики расходятся, хотя величина показателя одинакова в пределах точности (0,928 для чисел Вольфа, 0,918 для aa-индекса). Интересно, что R/S графики для температуры поверхности океана ($H = 0,77$) и чисел Вольфа идентичны на масштабе меньше 8 лет, а график для осадков в Индии ($H = 0.69$) подобен графику для aa-индекса. На масштаба более 8 лет оба метеоряда имеют статистику отличную от статистики чисел Вольфа и aa-индекса. Возможно предположить, что в образовании таких статистик существенную роль может играть электромагнитное излучение Солнца, а также - процессы взаимодействия атмосферы и ионосферы.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 02-05-64441.

On the main phases of the solar cycle on the Sun and in the heliosphere

M. B. Krainev

*Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow,
Russia; E-mail: krainev@fian.fian.dns.mipt.ru*

The utility and objectivity of the division of the solar cycle in different characteristics into the main phases — minimum, ascending, maximum and descending — are considered. It is shown that there is a variety of the solar cycle time profiles for different solar and heliospheric parameters, and that for the modulation of the galactic cosmic ray (GCR) intensity is one of the most similar to the time profile of the sunspot activity.

So the well-known solar cycle main phase classification introduced by Vitinsky, Kuklin and Obridko (VKO) in 1986 looks as the most natural initial approximation for the main phases in the GCR modulation. Another feature that makes the VKO classification useful for the GCR modulation is the postulated importance of the large-scale solar magnetic fields. The general features and the physical processes inherent in the main phases are briefly discussed, which may be quite different for the solar cycles in the sunspots and in the GCR modulation.

On the galactic cosmic ray behaviour during maximum phase of the current solar cycle

M. B. Krainev¹, W. R. Webber²

¹*Lebedev Physical Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; E-mail: krainev@fian.fian.dns.mipt.ru*

²*New-Mexico State University, Las-Cruces, NM, USA; E-mail: bwebber@nmsu.edu*

The development of the current 23rd solar cycle on the Sun and in the galactic cosmic ray (GCR) modulation near the Earth is compared with the cosmic ray behaviour in the outer heliosphere ($r = 70 - 90AU$) according to Voyager 1 and Voyager 2 spacecraft.

The special attention is paid to the difference between the time profiles of the GCR and low energy cosmic ray intensity at Voyager 1 and Voyager 2, which can probably be considered as the manifestation of the strong change of the local heliospheric properties at $r = 85 - 90AU$.

Связь вариаций приземной температуры воздуха в Приморье с 11-летним циклом солнечной активности

А. П. Крамынин, И. В. Кузьменко

*Уссурийская астрофизическая обсерватория;
E-mail: kramynin@utl.ru*

Исследована связь вариаций приземной температуры воздуха в Приморье с 11-летним циклом солнечной активности. В качестве метеорологических параметров использовались среднегодовые и среднемесячные значения температуры воздуха на станциях Владивосток-порт (за 1881-2001 гг.) и Тимирязевский (за 1911-2001 гг.). Данные были взяты из таблиц метеорологических ежемесячников, хранящихся в архиве Приморского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета.

Из исходных кривых вариаций среднегодовых и средне сезонных температур были удалены тренды, связанные с потеплением климата. А также были исключены вариации с более короткими, чем солнечный цикл, периодами, для чего температурные отклонения сглаживались методом скользящего среднего (интервал осреднения 5 лет). Поскольку погода в теплые и холодные месяцы может по-разному реагировать на вариации солнечной активности, были рассмотрены температурные отклонения как для всего года, так и отдельно для каждого сезона.

В качестве индекса солнечной активности использовались среднегодовые значения чисел Вольфа. Методом наложенных эпох, в котором привязывались моменты максимумов и минимумов 11-летних циклов, а ветви роста и спада для всех циклов приводились к одной определенной длине соответственно различной для разных ветвей, были получены средние кривые изменения чисел Вольфа и средние кривые отклонений приземной температуры воздуха, которые затем сравнивались.

Было установлено, что существует положительная корреляция между отклонениями среднегодовых, летних и осенних температур и солнечной активностью при западной фазе квазидвухлетних вариаций тропосферного ветра (КДВ). Для лет с восточной фазой КДВ корреляция практически отсутствует, либо кривая вариаций температурных отклонений сдвинута на ветвь роста солнечного цикла.

Среднегодовые температуры в Приморье достигают своего максимума через 4 года после максимума солнечной активности.

Характер вариаций приземных температур воздуха изменяется в зависимости от сезонов года. Результаты анализа методом наложенных эпох позволяют предположить, что в эпоху максимума солнечной активности летом и осенью в Приморье регистрируются более высокие температуры по сравнению с эпохой минимума. Наиболее значимые корреляции получены именно для этих сезонов.

Зимой и весной наблюдается либо отрицательная корреляция между значениями температуры и числами Вольфа, либо экстремумы температурных кривых смещены на ветви подъема и спада кривой солнечной активности.

Долговременная модуляция ГКЛ кривизной магнитного поля солнечного ветра

***И. В. Кудрявцев¹, Г. Е. Кочаров¹, М. Г. Огурцов¹,
Х. Юнгнер²***

¹ ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН, С.-Петербург;
E-mail: igor.koudriavtsev@mail.ioffe.ru

² Университет Хельсинки, Хельсинки, Финляндия

Рассматривается долговременная модуляция галактических космических лучей в гелиосфере при изменении кривизны межпланетного магнитного поля. Кривизна межпланетного магнитного поля определяется скоростью солнечного ветра, которая изменяется при изменении солнечной активности. Показано, что соответствующее изменение кривизны межпланетного магнитного поля приводит к долговременной модуляции ГКЛ.

Анализ данных нейтронных мониторов и скорости солнечного ветра подтверждает эффективность данного механизма модуляции ГКЛ.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 03-02-17505 и ИНТАС 2001-0550.

Крупномасштабная структура хромосферных лучевых скоростей на диске Солнца по линии HeI 10830Å. Связь с крупномасштабными магнитными полями

Е. С. Кулагин, В. В. Куприянов

*Главная астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург;
E-mail: galkin@gao.spb.ru*

Приводятся карты распределения крупномасштабных хромосферных лучевых скоростей на диске Солнца за 4, 5 и 6 июня 2002 г. Карты получены методом двумерной спектроскопии в линии HeI 10830Å с помощью Узкополосного перестраиваемого фильтра [1] с полушириной полосы пропускания 0.30Å. Регистрация изображений производилась с помощью ПЗС-камеры ST-6. Для получения карт лучевых скоростей использовалась специально разработанная компьютерная программа. Пространственное разрешение карт около 30". В качестве репера нулевой скорости взята лучевая скорость всего солнечного диска. Линия HeI 10830Å имеет важные преимущества для определения лучевых скоростей в хромосфере над другими хромосферными линиями, такими как H α и резонансные линии CaII и MgII [2].

Карты показывают опускание хромосферы над активными областями, особенно значительное около пятен и в факелах. Здесь скорости достигают +4 км/с. Сильным крупномасштабным магнитным полям соответствуют положительные лучевые скорости, независимо от знака поля. Наблюдаются три зоны подъема хромосферного вещества: экваториальная и две полярные. Здесь скорости достигают –10 км/с. Все зоны со значительными отрицательными лучевыми скоростями располагаются в местах ослабленного излучения короны, наблюдаемого в линии FeIX–X 171Å с космической обсерватории SOHO. Приводятся гистограммы распределения лучевых скоростей на диске за указанные три даты.

Весь поток хромосферной массы в крупномасштабных зонах подъема на диске Солнца оценивается как 2×10^{13} г/с. Для образования высокоскоростного солнечного ветра достаточно 4% от этого потока. Плотность хромосферы в корональных дырах на уровне образования линии гелия и параметры высокоскоростного солнечного ветра у орбиты Земли взяты из [3].

Основная часть поднимающегося в крупномасштабных структурах хромосферного вещества остается на Солнце. Делается предположение, что это вещество движется затем по магнитным аркам короны к их основаниям. Это находится в соответствии с уже приведенным наблюдательным фактом, что в зонах сильных магнитных полей происходит крупномасштабное опускание хромосферной плазмы в линии HeI 10830Å независимо от знака поля.

- [1] Kulagin E. S. // Solar Phys., 1999, v.188, p.81.
- [2] Dupree A. K., Sasselov, Dimitar D., and Lester John B. // Astrophys. J., 1992, v.387, L 85.
- [3] Dupree A. K., Penn M. J., and Jones H. P. // Astrophys. J., 1996, v.467, L 121.

Вращение крупномасштабных магнитных структур противоположной полярности

У. М. Лейко

*Астрономическая обсерватория Киевского национального
университета, Киев; E-mail: leiko@observ.univ.kiev.ua*

Исследовано вращение магнитных структур противоположной полярности их границ по рядам наблюдений общего магнитного поля Солнца, выполненных в Крымской, Маунт-Вилсоновской и Станфордской обсерваториях (1968–2002 гг).

Результаты представленных исследований подтверждают известный ранее факт неодинакового вращения магнитных структур противоположной полярности. Также обнаружено, что характер этого различия противоположен для низких и высоких широт и изменяется от цикла к циклу.

В 1975–2002 г. на приэкваториальных широтах быстрее вращались магнитные структуры положительной полярности (на 0.032–0.068 град/сут), на средних широтах – отрицательной полярности (на 0.02–0.043 град/сут). В 1968–1975 гг. на низких широтах скорость вращения отрицательных структур была на 0.024 град/сут больше угловой скорости вращения магнитных структур положительной полярности, на высоких широтах — на 0.023 град/сут медленнее.

Из-за большого количества пропусков наблюдений достаточное количество границ в крымском и маунт-вилсоновском рядах выделить не удалось. Вращение границ исследовалось по станфордскому ряду.

В 21 и 22 циклах границы “— — +” вращались медленнее, чем границы “+ — —” в приэкваториальных широтах, на высоких широтах — наоборот. На протяжении части 23 цикла меньшая угловая скорость вращения “— — +”-границ была характерна для всех широт.

Закономерности формирования сверхзвукового солнечного ветра

**Н. А. Лотова¹, К. В. Владимирский², В. Н. Обриджо¹,
И. А. Субаев²**

¹Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения
радиоволн РАН, 142190, Троицк, Московская область, Россия;
E-mail: solter@izmiran.troitsk.ru

²Физический институт им. П. Н. Лебедева Российской академии
наук, Москва, Россия

В экспериментах, проводившихся регулярно в 1999–2002 г.г. на радиотелескопах РАН, г. Пуццо: ДКР–1000 и РТ–22, изучение радиальной зависимости рассеяния радиоволн было распространено на более удаленные от Солнца области окосолнечной плазмы. На основе большой статистики данных показано, что помимо хорошо известного ускорения потока в трансзвуковой области, на расстояниях $\sim 10 - 40 R_s$, на радиальных расстояниях $R \sim 34 - 60 R_s$ происходит повторное ускорение. Ускорение солнечного ветра в сверхзвуковом потоке не является непрерывным, носит дискретный характер, обусловленный пространственным расположением критических точек, трансзвуковой (основное) и альвеновской (дополнительное ускорение). Исследован сложный взаимосвязанный характер радиальных изменений характеристик рассеяния и скорости потока. Установлена корреляция в радиально-гелиоширотном расположении элементов структуры, изрезанности в контурах предвестников Rp_1 и Rp_2 , звуковой и альвеновской областей — положение резко сниженного рассеяния, предшествующее широкой области усиленного рассеяния. Повторение в трансальвеновской области характерных деталей контура предвестника в звуковой области ускорения говорит о сохранении основных характеристик струйной структуры течения в удаленных от Солнца областях, до радиальных расстояний порядка $60 R_s$.

Об обратимости временного ряда чисел Вольфа

Н. Г. Макаренко, Е. Б. Данилкина, Е. Б. Куандыков

*Институт математики, Алматы, Казахстан;
E-mail: chaos@math.kz*

Восстановления климата в далеком прошлом основано на реконструкции солнечной активности по косвенным данным. Прямые измерения вариаций светимости охватывают короткий интервал времени. Следующими по масштабу являются ряды чисел Вольфа и геофизические индексы. Взаимные корреляции между этими рядами на пересекающихся интервалах различны [1]. Предположим, что они существенно не меняются по крайней мере на шкале, сравнимой с временной шкалой инструментального ряда Вольфа. Тогда, опираясь на известные корреляции, можно попытаться продлить в прошлое хотя бы некоторые из них. Это можно сделать современными методами нелинейного AR палегноза (ИНС) [2]. Задача корректна, лишь для обратимых временных рядов [3]. Мы использовали несколько тестов для проверки обратимости временного ряда ежемесячных чисел Вольфа. Первый, заключается в сравнении ошибок ИНС-прогнозов исходного и инвертированного ряда. Второй тест основан на идеях символической динамики [4]. Мы кодируем разности отсчетов ряда последовательностью символов и сравниваем частотные гистограммы полученных слов при прочтении “текста” в прямом и обратном направлениях. Третий тест сводился к сравнению статистик первых разностей отсчетов внутри отдельно взятого цикла с альтернативой — i.i.d.-процессом [3]. Мы показываем, что стрела времени существует внутри цикла и, возможно, на парах циклов. Долговременная память на больших масштабах не обнаружена.

- [1] Милецкий Е. В., Иванов В. Г. // Труды конференции “Солнце в эпоху смены знака магнитного поля”, Санкт-Петербург, 2001, с.275.
- [2] Данилкина Е. Б., Куандыков Е. Б., Пак И. Т. // Труды конференции “Нейроинформатика-2003”, Москва, 2003, с.200.
- [3] Diks C., J. C. van Houwelingen, Takens F., and DeGoede J. // Phys. Lett. A, 1995, v.201, p.221.
- [4] Daw C. S., Finney C. E. A., and Kennel M. B. // Phys. Rev. E, 2000, v.62, p.1912.

Алгебраическая топология $H\alpha$ карт

Н. Г. Макаренко, Л. М. Каримова

Институт математики, Алматы, Казахстан;

E-mail: makarenko@math.kz

В физике Солнца информация о магнитном поле представлена в форме бинарных ($H\alpha$), или более общих синоптических карт, полученных с дискретом одного оборота Солнца. Карты представляют собой ортогональную проекцию множества уровней h^{-1} непрерывной векторной или скалярной функции $h : S^2 \rightarrow R^2$. Геометрию и топологию из карт можно извлечь методами математической морфологии (МИА). Временные ряды площадей, периметров и связности получаются вычислением функционалов Минковского на выбросах поля $h \geq c$ для множества уровней $h^{-1}(c)$ каждого оборота Солнца [1]. Однако, двум геометрически подобным структурам может соответствовать совершенно различная топология — примером служат фракталы с одинаковой размерностью но различным числом дыр. Вычислительная топология [2] позволяет получить полное описание паттерна, исследуя алгебраические инварианты множества, такие как число топологических клеток(симплексов), на которые можно разложить объект. Сферу S^2 , например, можно представить как 0-мерную клетку (точку), к которой “приклеен” диск — 2-х мерная клетка. Тор T^2 является композицией одного 0-симплекса, двух 1-симплексов (параллель и меридиан) и одной 2-х мерной клетки (поверхность тора). Эйлеровой характеристикой χ множества является альтернированная сумма числа клеток β_i (число Бетти) размерности i . Для S^2 , например. $\chi = \beta_0 + \beta_2 = 2$. Мы вычислили β_1 , т.е. число циклов, окружающих “острова” противоположной полярности в униполярном “море” для 800 синоптических $H\alpha$ карт. Спектральный анализ полученного временного ряда $\beta_1(t)$ дал два значимых пика — первый соответствует 2,6 года, второй — 11-летней моде.

- [1] Makarenko N., Karimova L., Novak M.M. // Emergent Nature. Patterns, Growth and Scaling in the Sciences, World Scientific, by Ed. M.M.Novak, 2001, p.197.
- [2] Robins V., Mees J.D., Bradley E. // Nonlinearity, 1998, v.11, p.913.

Новый 24-й цикл полярной активности Солнца: первые два года наблюдений

В. И. Макаров¹, В. В. Макарова², А. Г. Тлатов²

¹Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория, Санкт Петербург, 196140, Россия; E-mail: makarov@gao.spb.ru

²Кисловодская Горная астрономическая станция ГАО, Кисловодск, Россия; E-mail: solar@narzan.com

Обсуждаются данные наблюдений нового 24-го цикла полярной активности Солнца, выполненные как на Кисловодской Горной станции ГАО, так и на SOHO, в период с 2000 по 2003 годы. Обсуждается эпоха начала полярного цикла Солнца по отношению к эпохи смены знака полярного магнитного поля.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 02-02-16035 и 03-02-16091; ФНТП Астрономия; Программы-Нестационарные процессы в астрономии; Договора ГАО-ИКИ "Топология магнитного поля Солнца...".

Observations of relativistic electron precipitation events in the polar atmosphere: events characteristics and their occurrence conditions

V. S. Makhmutov, G. A. Bazilevskaya, Yu. I. Stozhkov, N. S. Svirzhevsky

Lebedev Physical Institute RAS; E-mail: makhmutv@sci.lebedev.ru

We present the result of analysis of numerous relativistic electron precipitation events (EPEs) observed in the polar atmosphere at Olenya, Tixie Bay, Norilsk in 1958-2000. The obtained data allow to show that the energetic electron precipitation is widely extended over a longitude and the events mainly occur 1-2 days after the geomagnetic Sudden Storm Commencement. Such questions as the following (1) correlation of EPE occurrence with electron fluxes (> 2 MeV) enhancements at geostationary orbit as well as Dst and AE indices variations, (2) the EPE occurrence rate in the various time scales and (3) the possible influence of electron precipitation on the atmospheric processes will be discussed.

Индуктивные динамические модели долговременных вариаций солнечной активности

Е. В. Милецкий

*Главная астрономическая обсерватория РАН, С.-Петербург;
E-mail: milet@gao.spb.ru*

Для описания долговременных вариаций солнечной активности с характерными временными масштабами от нескольких десятков до нескольких сотен лет с помощью подхода, основанного на принципах индуктивного моделирования, построены различные виды динамических моделей, представляющие собой дискретные аналоги линейных и нелинейных дифференциальных уравнений.

На основе этого выявлен характер временных изменений, происходящих с основными составляющими солнечной активности на этих масштабах.

Проведен сравнительный анализ особенностей полученных моделей по сравнению с аналогичными моделями, отражающими более короткие вариации порядка 11-летней цикличности.

Рассмотрены возможности использования полученных результатов для решения задач реконструкции и экстраполяции солнечной активности в прошлом и будущем. Выполнены различные виды прогнозов долговременных вариаций чисел Вольфа на ближайшие десятилетия.

Работа выполнена при поддержке грантов ИНТАС 01-0550, РФФИ 01-07-90289, Минпромнауки № 1105 и Программы Президиума РАН № 4

Пространственно-временные факторы геоэффективности солнечных вспышек

Е. В. Милецкий, В. Г. Иванов

*Главная астрономическая обсерватория РАН, С.-Петербург;
E-mail: solar1@gao.spb.ru*

Проведено исследование степени геоэффективности солнечных вспышек в зависимости от их пространственного распределения по поверхности Солнца.

Исходными данными служили интенсивности Н-альфа вспышек, разделенные на компоненты, соответствующие определенному баллу и пространственной локализации вспышки — всего более 30 тысяч событий за

период 1980–1998 г.г. Параметрами, определяющими уровень возмущённости космической погоды и геомагнитной активности, служили величина скорости солнечного ветра и индексы — aa , Kp , Dst .

В результате проведенных исследований было установлено, что интервал запаздывания возмущений космической погоды по отношению ко вспышечным событиям составляет в среднем вдвое суток. Оказалось, что не более трети даже наиболее мощных вспышек (балла 3), оказывает существенное воздействие на возмущения космической погоды. При этом значительная часть таких геоэффективных вспышек происходит в гелиодолготном интервале вблизи солнечного центрального меридиана ($\pm 30^\circ$). Зависимости геоэффективности вспышек от их гелиоширотного распределения не обнаружено.

Получены количественные соотношения, связывающие эти характеристики с параметрами космической погоды.

Работа поддержана грантами INTAS 00-752 и РФФИ 01-07-90289.

Пулковская объединенная электронная база магнитных полей пятен (1957–1997 гг.)

Е. В. Милецкий, Ю. А. Наговицын

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

Представлены предварительные результаты создания Пулковской электронной базы магнитных полей пятен, объединяющей наблюдения семи обсерваторий в рамках отечественной программы Службы Солнца за 40 лет. В разное время в этих измерениях участвовали Крымская астрофизическая обсерватория, Главная астрономическая обсерватория, Сибирский институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн (г. Иркутск), Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн (г. Троицк), Шемахинская астрофизическая обсерватория, обсерватория Уральского государственного университета, Уссурийская астрономическая станция, — однако только две первые обсерватории из этого списка вели непрерывные наблюдения в 1957–1997 гг. Представлен ряд нового индекса активности — среднегодовых значений напряженности магнитных полей пятен в пулковской системе.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 01-07-90289, и, частично, грантов INTAS 00-0752, 01-0550, программы “Астрономия” Минпромнауки РФ, программы Президиума РАН № 4 и программы ОФН РАН № 16.

**Феноменологическая модель воздействия
длинно-периодных вариаций солнечной активности и
потоков ГКЛ на состояние нижней атмосферы**

И. А. Миронова, М. И. Пудовкин

*Научно Исследовательский Институт Физики,
Санкт-Петербургский Университет, Санкт-Петербург;
E-mail: plenkina@geo.phys.spbu.ru, pudovkin@geo.phys.spbu.ru*

В данной работе, на основе базы данных, исследуются длинно-периодные вариации потока поступающей солнечной радиации в нижние слои атмосферы, а так же вариации содержания углекислого газа и озона, в зависимости от потока Галактических Космических Лучей (ГКЛ) и активности на солнце.

ГКЛ обладают достаточной энергией чтобы достичь нижних слоев атмосферы и влиять на физико-химические процессы в атмосфере. Однако, в связи с геомагнитным обрезанием поля, тропосфера в нижних и верхних широтах должна по-разному реагировать на изменения потока космических лучей, а механизмы воздействия ГКЛ и солнечной активности на нижних, средних и высоких широтах должны исследоваться отдельно.

Здесь мы приводим данные, свидетельствующие о статистически достоверном эффекте солнечной активности в вариациях содержания углекислого газа и озона в нижней атмосфере, и объясняем глобальное увеличение углекислого газа, в зависимости от потока ГКЛ и солнечной активности. Основываясь на наших исследованиях, мы делаем вывод о различном влиянии космических лучей на поток солнечной радиации в высоких и средних широтах.

В заключении предлагается один из возможных механизмов воздействия солнечной активности на нижние слои атмосферы в области средних широт.

**Крупномасштабные магнитные поля, долгоживущие
структуры в распределении вспышечной активности и
потоки протонов в гелиосфере**

А. В. Мордвинов, Л. А. Плюскина

Институт солнечно-земной физики, Иркутск;

E-mail: avm@iszf.irk.ru, lplus@iszf.irk.ru

На основании изучения изменений солнечных и гелиосферных параметров в долготно-временном аспекте показано, что эволюция, реструктуризация и характер вращения крупномасштабных магнитных полей Солнца во многом определяют развитие активности в 11-летнем цикле и структуру гелиосферы. Анализ базы данных измерений межпланетного магнитного поля выявил многомодовый характер вращения гелиосферы и его изменения в 11-летнем цикле активности. Долговременные изменения характеристик вращения гелиосферы определяются как изменением режима вращения Солнца так и изменениями геометрии гелиосферы [1]. Изучение распределения вспышек по гелиографической долготе показало заметную концентрацию вспышечной активности к крупномасштабной Линии Раздела Полярностей (ЛРП), их причинную связь с эволюцией и вращением фоновых магнитных полей Солнца. В соответствии с этим, долготно-временная диаграмма Среднего Магнитного Поля Солнца и аналогичные диаграммы, определяющие положение ЛРП в короне на поверхности квазиисточника и в межпланетном пространстве, имеют одинаковую структуру с учетом транспортного времени. По данным каталога спутниковых измерений в долготно-временном аспекте изучены также изменения потока протонов с энергией выше 10 Мэв. Изменения в распределении потоков протонов показывают значительную концентрацию протонных событий вблизи ЛРП на диаграмме “долгота-время” и выявляют интервалы гелиографических долгот, внутри которых сосредоточены протонные вспышки.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект 02-02-16044 и INTAS-2001-0550.

- [1] Koudriavtsev I., Kocharov G., Ogurtsov M., and Jungner H. // Труды конф. “Солнечная активность и космические лучи после смены знака полярного магнитного поля Солнца”, Пулково, СПб, 2002, с. 267.

Геомагнитная активность в 18-м и 19-м веках: новые временные ряды значений индекса aa

Ю. А. Наговицын

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
С.-Петербург; E-mail: nag@gao.spb.ru*

На основе ряда индекса C9, выведенного И. Д. Зосимович, с помощью метода кратномасштабных регрессий, предложенного автором ранее, восстановлены среднегодовые и среднемесячные значения aa-индекса, начиная с 1841 г. Кроме того, построена модель среднегодовых величин aa-индекса, начиная с 1700 г. Полученные результаты не свидетельствуют об экстраординарном систематическом увеличении геомагнитной активности к концу 20-го века, как это полагали некоторые авторы.

Работа выполнена при поддержке грантов ИНТАС 00-0752, 01-550, Минпромнауки № 1105, РФФИ № 03-02-17505, Программы Президиума РАН № 4 и ОФН РАН № 16.

Продолжительные циклы солнечной активности и климата Земли: последнее тысячелетие и картина будущего “в общих чертах”

Ю. А. Наговицын¹, М. Г. Огурцов²

¹*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
Санкт-Петербург, Россия; E-mail: nag@gao.spb.ru*

²*ФТИ им. А. Ф. Иоффе, С.-Петербург;
E-mail: maxim.ogurtsov@pop.ioffe.rssi.ru*

С помощью фазового вейвлет-анализа на основе объединенных данных показано, что моменты всех грандиозных минимумов Gm и максимумов GM, таких как Маундеровский и Шпереровский минимумы, Позднесредневековый и Современный максимумы и т. п., в последнее тысячелетие для солнечной активности и глобальной земной температуры совпадают с высокой точностью. Для прогноза будущих изменений этих величин “в общих чертах” предложен метод, основанный на вейвлет-преобразовании и условно названный “методом мультимасштабного клонирования”. Основная идея метода состоит в построении типичных временных профилей вейвлет-компонент по прецедентам с последующим обратным вейвлет-преобразованием. Показано, что следующий грандиозный минимум можно ожидать в 2070-2090 годах, а максимум — к концу 22-го века. Разбираются особенности частотной структуры современного потепления климата.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 03-02-17505 и, частично, грантов ИНТАС 00-0752, 01-0550, ФНТЦП “Астрономия” № 1105 Минпромнауки РФ, программы Президиума РАН № 4 и программы ОФН РАН № 16.

Феноменология солнечной активности во время Маундеровского минимума

Ю. А. Наговицын, М. Г. Огурицов

*Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
С.-Петербург; E-mail: nag@gao.spb.ru*

На основе синтеза различных наблюдательных (прямых и косвенных) данных рассмотрены вариации солнечной цикличности в маундеровском минимуме. С помощью методов, основанных на вейвлет-преобразовании, показано, что общая картина дрейфа частот вблизи одиннадцатилетней периодичности сходна для Дальтоновского и Маундеровского минимумов и допускает интерпретацию в рамках дуффинговской резонансной математической модели цикличности, предложенной одним из авторов этого доклада ранее.

Работа выполнена при поддержке грантов ИНТАС 00-0752, 01-550, Минпромнауки № 1105, РФФИ № 03-02-17505, Программы Президиума РАН № 4 и ОФН РАН № 16.

On the nature of the coronal holes on the Sun: Two coronal hole classes

K. I. Nikolskaya

IZMIRAN, Troitsk of Moscow Region; E-mail: knikol@izmiran.troitsk.ru

This work is an extension of author's previous study [1] where it has been shown that regarding their plasma physical properties and associated solar wind speed the coronal holes (CHs) are identical with the background (minimum) corona ranging within ($0.8 \text{ MK} \div 1.5 \text{ MK}$). Also it has been noted in [1] that two classes of coronal holes exist on the Sun: **CHs of the quiet Sun** – (QSCHs) and **CHs of the active Sun** – (ASCHs). Results are represented of a detail comparative analysis of properties of these two types of coronal holes based on **XUV EIT/SOHO**, **Yohkoh**, **HeI $\lambda 1083 \text{ nm}$ Kitt-Peak** heliograms, solar wind velocity and density measurements at different heliolatitudes by Ulysses and using IPS technique, from pre-minimum through

post-maximum phases of the solar cycle No.23 (1995–2003). Remarkable difference between two **CHs** classes have been established:

1. **QSCHs** are represented generally by the polar coronal holes (**PCHs**) (though the small areas of weaken brightness are found at low heliolatitudes) whereas **ARCHs** occur at random heliolatitudes from helioequator up to the poles;
2. **QSCHs** are bordered by the background (quiet) corona whilst the boundaries of **ARCHs** are formed by much higher active region structures;
3. plasma temperature within the **QSCHs** is lower ($0.8 \text{ MK} \leq T_e \leq 1.0 \text{ MK}$) than that inside the **ARCH** ($1.0 \div 1.5 \text{ MK}$);
4. **QSCHs** and **ARCH** demonstrate different connection with the solar wind velocity: the former are invariably related to the fast SW **SW** with steadily very high velocity $\sim 750 \text{ km/s} \pm 50 \text{ km/s}$ whereas speed of **SW** associated with **ARCHs** **SW** ranges within $(500 \div 750) \text{ km/s}$ and even can fall to below 500 km/s .

This study is supported by grant No. 020216199a from the Russian Fund of Fundamental Researches (RFFR).

- [1] Nikolskaya K. I., Proceedings of the international Conference “Problems of Geocosmos”, St.Petersburg, Russia, 2002, p.16.

Глобальная магнитология Солнца и опорные точки солнечного цикла

В. Н. Обриджо, Б. Д. Шельтинг

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения
радиоволн РАН, 142190, Троицк, Московская область, Россия;
E-mail: solter@izmiran.troitsk.ru*

Показано, что солнечный цикл можно описать как сложное взаимодействие двух систем полей: глобально (крупномасштабного) и локального. Такой подход в целом согласуется с традиционной схемой динамо эффекта, но в деталях обнаруживаются многочисленные различия. На большом временном интервале изучено поведение введенных ранее интегральных индексов магнитного поля и уточнена датировка основных опорных точек циклов. Подтверждена ранее высказанная концепция глобальной магнитометрии и естественной шкалы циклов. Показано, что вариация гелиосферного магнитного поля определяется как интегральным фотосферным индексом $i(B_r)_{ph}$, так и индексом на поверхности источника $i(B_r)_{ss}$. Однако их роль различна. Фотосферный индекс, в который значительный

вклад дают локальные поля, определяет собой общий подъем величины гелиосферного магнитного поля. Индекс $i(B_r)_{ss}$ (и, в особенности, его парциальная часть ZO, связанная с квазидипольной частью поля) определяет узкие экстремумы. Показано, что совокупность этих интегральных индексов составляет “паспорт” опорных точек, позволяющий отождествить их с высокой точностью. Вблизи максимума цикла виден хорошо выраженный провал в интегральных индексах, приводящий к характерной двухвершинной форме (провал Гневывшева). При этом максимум после провала всегда выше, чем до провала. На поверхности источника этот вторичный максимум значительно превышает первичный.

С использованием полученных выше данных можно оценить сценарий дальнейшего течения 23 цикла и указать ожидаемую дату конца 23 (середина 2007 г.) и 24 (декабрь 2018 г.) циклов.

Связь регионального климата северной Фенноскандии с длиной квазиодиннадцатилетнего солнечного цикла

**М. Г. Огурцов¹, Ю. А. Наговицын², Х. Юнгнер³,
М. Линдхольм⁴, М. Эронен⁵**

¹ ФТИ и.м. А. Ф. Иоффе, С.-Петербург;

E-mail: maxim.ogurtsov@pop.ioffe.rssi.ru

² ГАО РАН (Пулково), С.-Петербург; E-mail: nag@gao.spb.ru

³ Университет г. Хельсинки, Лаб. датировки, Хельсинки, Финляндия; E-mail: hogne.jungner@helsinki.fi

⁴ Сайменский центр наук об окружающей среде, Йозенсуу, Финляндия; E-mail: lindholm@jouh.joensuu.fi

⁵ Университет г. Хельсинки, Геологический Отдел, Хельсинки, Финляндия; E-mail: matti.eronen@helsinki.fi

Обнаружена корреляция квазивековой вариации летней температуры в северной Фенноскандии с длиной квазиодиннадцатилетнего цикла в числах Вольфа. Отмечено, что корреляция сильнее если длину цикла определять между максимумами. Показано, что такая связь может возникать если реальным агентом, переносящим влияние Солнца на климат северной Скандинавии, является интегральная за цикл интенсивность ГКЛ. Отмечено, что присутствие в земном климате отчётливой квазидвадцатилетней вариации согласуется с указанным механизмом солнечно-климатической связи.

Работа выполнена при поддержке грантов ИНТАС 01-550 и РФФИ № 03-02-17505.

**О возможной связи между 2400-летней вариацией
земного климата и узловой прецессией
кометно-метеороидного комплекса Таврид**

М. Г. Огурцов¹, Х. Юнгнер², М. Линдхольм³, М. Эронен⁴

¹ ФТИ им. А. Ф. Иоффе, С-Петербург;

E-mail: maxim.ogurtsov@pop.ioffe.rssi.ru

² Университет г. Хельсинки, Лаб. Датировки, Хельсинки,
Финляндия; *E-mail: hogne.jungner@helsinki.fi*

³ Сайменский центр наук об окружающей среде, Йозенсуу,
Финляндия; *E-mail: lindholm@joensuu.fi*

⁴ Университет г. Хельсинки, Геологический Отдел, Хельсинки,
Финляндия; *E-mail: matti.eronen@helsinki.fi*

Исследована возможная связь вариации земного климата с периодом 2.0-2.5 тысяч лет (цикл Халльстатцайта) с узловой прецессией ядра метеороидного комплекса Таврид, период которой равен 2.25-2.5 тысяч лет. Показано, что экстремумы цикла Халльстатцайта хорошо совпадают с периодами пересечения земной орбиты ядром указанного комплекса. Поскольку именно в данные эпохи интенсивность бомбардировки Земли кометными обломками резко возрастает, были оценены результаты возможного столкновения Земли с астероидом диаметром 250 м движущимся со скоростью 20 км/с. Показано, что климатические последствия падения такого астероида могут быть существенными и вклад цепочки таких катастрофических событий в формирование 2400-летней вариации климата Земли может оказаться заметным, хотя полностью объяснить наблюдаемый 2400-летний климатический цикл только периодическими падениями астероидов комплекса Таврид невозможно. Другим возможным источником цикла Халльстатцайта является соответствующая вариация активности Солнца.

Работа выполнена при поддержке грантов ИНТАС 01-550 и РФФИ № 03-02-17505.

**Связь импульсных и длительных явлений в развитии
вспышки и роль нелинейных процессов**

А. Р. Осокин, М. А. Лившиц, В. А. Чернетский

ИЗМИРАН, г. Троицк; E-mail: arno@sai.msu.ru

Динамическая активность в полутени или непосредственной близости от пятна рассмотрена на примерах вспышки 23 сентября 1998 г. и сигмовидной вспышки 5 ноября 1998 г. В первом случае обнаружен предвестник,

который привел к исчезновению мелкомасштабных особенностей магнитного поля к северу от пятна; последующая вспышка произошла к югу от него, при этом форма системы петель вспышки повторила ту, которая наблюдалась на стадии предвестника. Во втором случае в результате мелкомасштабной динамической активности развилась импульсная вспышка в южной части большого пятна за полчаса до основного явления, а само явление развилось к северу от тени пятна.

Как правило, мощное импульсное событие сопровождается развитием системы корональных вспышечных петель. В докладе анализируется различие вспышек с мощными выбросами и эффективным включением постэруптивного энерговыделения и без таких эффектов. Анализ этих отличий по временному ходу температуры и по форме диаграммы $\log T - 1/2 \log EM$ (где EM — мера эмиссии источника мягкого рентгеновского излучения) помогает отличить динамические вспышки (корональные явления) от мощных вспышек в комплексах активности.

Роль нелинейных процессов сказывается как в самой природе явлений, так и в формировании токовых слоев, а также развитии нелинейных эффектов в пучках ускоренных частиц. Предлагается развитие модели вспышки с позиций теории самоорганизованной критичности. Эта модель лавины помогает объяснить степенной характер распределения частоты вспышек от их энергии и является наиболее естественной для многочисленных импульсных вспышек. Включение нелинейных процессов, вообще говоря, дает возможность интерпретировать современные наблюдения вспышек различной мощности и длительности.

Северо-южная асимметрия и циклические изменения продуктивности активных долгот на Солнце

Л. А. Плюснина

*Институт солнечно-земной физики, Иркутск;
E-mail: lplus@iszf.irk.ru*

Выполнен анализ долготного распределения солнечных пятен (1818-2002) и вспышек (1976-2001). Рассмотрены долготные неоднородности на разных масштабах времени, но основное внимание уделено наиболее долгоживущей из них — активным долготам (АД). Показано, что существует устойчивая (по крайней мере на протяжении нескольких оборотов) северо-южная асимметрия продуктивности АД: если одна из АД является активной в северном полушарии, то другая доминирует в южном. Похожие

различия в поведении АД обнаружены для фаз роста и спада цикла солнечной активности: долготные интервалы, активные на фазе роста, “отдыхают” на фазе спада цикла. Представленные закономерности могут быть следствием существования неосесимметричного реликтового магнитного поля [1].

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект 02-02-16044 и INTAS-2001-0550.

- [1] Мордвинов А.В., Кичатинов Л.Л. // Труды конф. “Солнечная активность и космические лучи после смены знака полярного магнитного поля Солнца”, Пулковое, СПб, 2002, с. 369.

**Использование консервативной относительно
магнитного потока разностной схемы для предсказания
вспышек**

А. И. Подгорный¹, И. М. Подгорный²

¹ *Физический Институт им. П. Н. Лебедева РАН, Москва;*

E-mail: podgorny@fian.fian.ru

² *Институт Астрономии РАН, Москва;*

E-mail: podgorny@inasan.rssi.ru

Для выяснения физических процессов, происходящих в конкретной активной области солнечной короны, а так же для улучшения качества прогноза солнечных вспышек на основании понимания их механизма, необходимо проведение численного МГД моделирования в короне с использованием в качестве граничных условий наблюдаемых на фотосфере распределений магнитного поля. Ввиду сложности этой задачи на начальном этапе проведения расчетов, наблюдаемые поля пятен аппроксимировались полями вертикальных диполей, расположенных под фотосферой. Моделирование с полями диполей показало, что для различных типов возмущений образовавшийся в окрестности особой линии токовый слой может быть наклоненным под разными углами к поверхности фотосферы. Положение токового слоя важно для предсказания коронального выброса массы, поскольку плазма ускоряется вдоль слоя силами магнитного натяжения. Для стабилизации медленно нарастающей неустойчивости вблизи фотосферной границы, где градиенты магнитного поля велики, разработана и программно реализована в новой версии программы ПЕРЕСВЕТ разностная схема, консервативная относительно магнитного потока. Расчеты при помощи этой схемы для активной области NOAA 9077 показали

ряд новых особенностей токового слоя, в частности появление отростков тока (“усов”) в нижней части слоя. В настоящее время разрабатываются программы, которые позволят проведение расчета с граничными и начальными условиями для магнитного поля, взятыми непосредственно из наблюдаемых карт распределений, представленных в файлах в формате fits.

Модель межпланетного магнитного поля в экваториальной области

***И. М. Подгорный¹, А. И. Подгорный², Ш. Минами³,
М. Моримото³***

¹ *Институт Астрономии РАН, Москва;
E-mail: podgorny@inasan.rssi.ru*

² *Физический Институт им. П. Н. Лебедева РАН, Москва;
E-mail: podgorny@fian.flandns.mipt.ru*

³ *Университет Осака, Осака, Япония;
E-mail: minami@elec.eng.osaka-cu.ac.jp*

Выполнено трехмерное МГД моделирование гелиосферного магнитного поля на низких широтах. Показано образование токового слоя в экваториальной области при тепловом расширении плазмы короны в период минимума солнечной активности. Для численного решения полной системы трехмерных МГД уравнений использовалась программа Пересвет. Вычисления выполнены для сжимаемой плазмы с учетом диссипативных членов и анизотропии теплопроводности плазмы в магнитном поле. В процессе теплового расширения короны и образования слоя устанавливаются самосогласованные значения параметров плазмы короны и распределение радиальной скорости, определяемое градиентом давления. В отличие от выводов ряда публикаций результатов МГД расчетов показано, что токовый слой не является нейтральным, а обладает нормальной компонентой магнитного поля. Причины этих расхождений обсуждаются. Нормальная составляющая магнитного поля играет принципиальную роль на стадии формирования слоя и в стационарном состоянии. Слой устойчив по отношению к МГД возмущениям, которые, по-видимому, сносятся потоком плазмы. Минимальная расчетная толщина слоя определяется выбранным пространственным шагом сетки разностной схемы. Представлена конфигурация поля в трехмерном пространстве. Разработана графика для трехмерного представления линий магнитного поля.

Солнечный цикл в космической погоде и климате

Д. И. Понявин

*НИИ Физики С.-Петербургского Госуниверситета, С.-Петербург;
E-mail: ponyavin@geo.phys.spbu.ru*

В последнее время сугубо атмосферные термины “погода” и “климат” относят не только к атмосфере, но и более высоким слоям околоземного пространства: ионосфере, магнитосфере и гелиосфере. При этом только добавляется слово “космическая”. Это связано, на наш взгляд, не только с повышенным интересом к данному разделу солнечно-земной физики, но и со всё более убедительными доказательствами влияния солнечной активности на атмосферные процессы. Ясно теперь, что если такая связь существует, то она безусловно нелинейная. При этом линейные корреляции могут быть в целом очень маленькими или даже в некоторые периоды времени вовсе отсутствовать.

В данной работе исследованы ряды солнечной активности, представленной числами Вольфа, геомагнитных индексов и региональной температуры воздуха в северном полушарии. Показано, что, начиная примерно с 30-х годов 20-го века, в рядах С.-Петербурга и Стокгольма проявляется квази-одиннадцатилетняя вариация в температуре воздуха. Проведён анализ синхронности и когерентности этих колебаний с аналогичными вариациями солнечной и геомагнитной активности. Обсуждается вопрос возможного влияния “глобального потепления” на проявление солнечной цикличности в региональных вариациях климата.

Протонные вспышки и топология магнитного поля в активных областях на Солнце

Г. А. Порфирьева, Г. В. Якунина, А. Б. Делоне

*Государственный астрономический институт
им. П. Л. Штернберга, Москва, Россия; E-mail: yakunina@sai.msu.ru*

Рассматриваются активные области (АО), наблюдавшиеся за последние 20 лет, в которых произошли мощные вспышки рентгеновских классов М-Х, сопровождавшиеся протонными событиями и геомагнитными эффектами. Анализируются общие характеристики АО, движения пятен и конфигурация магнитного поля в АО. Используются наблюдения, полученные с Н-альфа фильтром на куде-рефракторе Opton (ВЭ ГАИШ, Алма-Ата) и литературные данные.

**Завершающие результаты обработки ряда чисел
Вольфа месячного разрешения с 1749 по 1998 годы
посредством обобщённого регрессионного
частотно-временного анализа**

А. Г. Пятигорский¹, Г. А. Пятигорский²

¹ Главная геофизическая обсерватория имени А. И. Воейкова,
С.-Петербург, 194021, Карбышева 7

² Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН,
С.-Петербург, 194021, Политехническая 26;
E-mail: pga.crlab@pop.ioffe.rssi.ru

Использовавшийся метод [1] позволил:

1) Оценить совокупность всех значимых частотно-временных компонент с периодами, большими 0.6 года и получить разложение исходного временного ряда на 229 частотно-временных компонент (волновых пакетов).

2) Сумма всех полученных частотно-временных компонент (волновых пакетов) является временным рядом практически совпадающим с исходным рядом чисел Вольфа. Среднеквадратическое отклонение между двумя рядами составляет 0.88 единиц чисел Вольфа.

3) Найдены генетические связи между отдельными полученными частотно-временными компонентами. Приводятся все данные как об отдельных волновых пакетах, так и их группах, включая даты начал, средин, окончаний, максимальных амплитуд, периодов, фаз и оценка их энергии.

Получена грубая оценка тенденции развития солнечной активности, на основании информации о полученных волновых пакетах.

- [1] Пятигорский А.Г., Пятигорский Г.А. // Исследование ряда чисел Вольфа месячного разрешения методом обобщённого регрессионного частотно-временного анализа. Труды конференции, посвященной 275-летию Российской академии наук и 160-летию Пулковской обсерватории. ГАО, С.-Петербург 1999 г.

Проявление маундеровской моды солнечной активности 2700 лет назад и ее климатический отклик

О. М. Распопов¹, В. А. Дергачев²

¹ *С.-Петербургский филиал Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН, Мучной пер. 2, С.-Петербург 191023; E-mail: oleg@or6074.spb.edu*

² *Физико-Технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН, Политехническая 26, С.-Петербург 194021; E-mail: v.dergachev@pop.ioffe.rssi.ru*

Анализ космогенных изотопов ^{14}C и ^{10}Be в различных земных архивах известного возраста свидетельствует о резком увеличении амплитуды их концентраций около 2700 лет назад. Это указывает на возрастание потоков космических лучей и, следовательно, на резкое понижение уровня солнечной активности. Возрастание концентрации ^{14}C и ^{10}Be в земных архивах 2700 лет назад и во время Маундеровского минимума солнечной активности около 350 лет назад сопоставимы между собой. Данные исследований свидетельствуют о том, что оба этих минимума являются проявлением одного и того же процесса, а именно, 2300-2400-летнего цикла солнечной активности. При этом амплитуда изменений концентрации радиоуглерода 2700 лет назад примерно на одну треть выше таковой во время Маундеровского минимума.

Оба названных минимума солнечной активности сопровождались резкими климатическими изменениями в глобальном масштабе, которые имели сходный характер в обоих случаях. Как эпоха Маундеровского минимума солнечной активности, так и эпоха, имевшая место около 2700 лет назад, сопровождались похолоданием в Европе, резким смещением к югу северной границы леса в Скандинавии и, в то же время, возрастанием засух в Африке. В обоих случаях происходило крупномасштабное изменение циркуляции атмосферы. Об этом свидетельствует сильное понижение уровня Каспийского моря в обоих случаях. Резкое изменение климатических условий сказалось на смене мест обитания древних народов, в частности, скифов. 2700 лет назад начались набеги кочевников с севера на Китай, что могло быть связано с ужесточением климатических условий в Сибири. А во время следующего, достаточно резкого минимума солнечной активности около 2200 лет назад усилившиеся набеги кочевников вынудили китайцев начать строительство Великой Китайской стены.

Возрастание концентрации космогенных изотопов около 2700 лет назад происходило на фоне развития геомагнитного экскурса “Этруссия-Стерно”, который также мог повлиять на величину потоков космических лучей и их распределения по земному шару.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 03-04-48769 и 03-05-65063), Программы N 16 ОФН РАН, а также проекту NorFA “Network for dendroecological and dendrochronological research in Northern Europe”.

Была ли “потеря” цикла солнечной активности в конце XVIII века?

Ю. Р. Ривин

Мюнхен, Германия; E-mail: ju_rivin@web.de

Авторы [1, 2] предположили, “... что цикл 4 на самом деле состоял из двух циклов: нормального цикла в 1784–1793, и слабого цикла в 1793–1800, ознаменовавшего начало Дальтоновского минимума”. При этом они утверждают, что улучшилось описание некоторых особенностей динамики солнечной активности. На самом деле это не так. Такое предположение:

1. Не решает проблему фазовых катастроф, поскольку наличие последних не доказано. В тех работах, где они выделены, применен неадекватный метод анализа исходных данных. Такое понятие для нестационарных временных рядов вряд ли имеет смысл.

2. Не восстанавливает правило Гневышева-Оля (а точнее — только одного из пунктов этого правила: о соотношении высот четных и нечетных циклов) на всем интервале наблюдений Солнца, так как, например, пара последних циклов (№№22,23) показывает однозначно и достоверно возможность появления в деятельности Солнца таких нарушений, когда высота четного цикла выше высоты нечетного. Отсюда при разбиении цикла №4 на две части может быть потеряна важная информация об особенностях нестационарных процессах на Солнце.

3. Ослабляет вывод аналитической зависимости продолжительности солнечного цикла от его мощности. Эта зависимость служит важным аргументом существования в процессе пятнообразования нелинейных процессов.

В работах [1, 2] есть и другие недостатки (например, привлечение данных по геомагнитной активности), а также сомнительные выводы. Из анализа материалов этих и других работ указанных авторов приходится сделать вывод, что их предположение о потерянном цикле в конце XVIII века недостаточно обосновано и вряд ли целесообразно.

- [1] Usoskin I. G., Mursula K., Kovaltsov G. A. // Astron. Astrophys., 2001, v.370, p.L31.
- [2] Усоскин И. Г., Mursula K., Ковальцов Г. А. // Сб. Солнечная активность и космические лучи после смены знака полярного магнитного поля Солнца. Программа и тезисы докладов. ГАО РАН, Пулково, Санкт-Петербург. 17–22 июня 2002 года, с.82-83.

**Смещение положения максимума градиента
радиального сечения изображения диска Солнца
относительно края идеального изображения**

И. Н. Сивяков

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

Установлено существование смещения между положением края идеального изображения диска Солнца (при полном отсутствии размытия) и оценкой положения этого края, определяемой по максимуму градиента радиального распределения яркости изображения солнечного лимба. Это смещение вызывается радиальным спадом яркости к краю диска Солнца. Свёртка симметричной функции рассеяния точки (ФРТ) с краем полуплоскости даст симметричную относительно точки максимума градиента переходную кривую с расположением этой точки точно на месте, соответствующем положению края полуплоскости. Если же от края идёт дополнительное повышение яркости, симметрия нарушается и точка максимума градиента переходной кривой смещается. Это явление было рассмотрено в одномерном приближении, т.е. пренебрегая кривизной края диска Солнца на расстояниях порядка ширины ФРТ и в предположении, что яркость на солнечном диске при смещении к центру нарастает линейно и на краю исчезает до нуля, размытие же края определяется исключительно системой формирования изображения. Эти допущения справедливы при условии, что они выполняются опять таки Солнца на расстояниях порядка ширины ФРТ. Положив для определённости форму ФРТ гауссовской, выполнив свёртку, и приравняв вторую производную полученного выражения нулю получим для точки максимума градиента

$$x = x_0 + \frac{a \cdot \sigma^2}{a \cdot x_0 + b},$$

где x_0 — положение границы солнечного диска, a , b — коэффициенты линейной зависимости яркости по радиальному сечению солнечного диска и σ — параметр гауссовского колокола.

Таким образом оценка положения края солнечного диска по максимуму градиента радиального распределения яркости изображения является смещённой и это смещение зависит от градиента яркости по сечению изображения солнечного диска (вблизи края) и от ширины функции рассеяния реализованной на данном изображении.

Солнечная и геомагнитная активность: частотная структура связи

Р. В. Смирнов¹, Э. В. Кононович², Т. В. Матвейчук²

¹129128, Москва, Ростокинская 9, Институт прикладной геофизики им. Е. К. Федорова

*²119899, Москва, Университетский просп. 13, Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга;
E-mail: konon@sai.msu.ru*

С помощью взаимоспектрального анализа получены частотные характеристики связи чисел Вольфа и индекса геомагнитной активности aa за 1890–1990 гг. Выявлены внутригодовые и сезонные вариации в спектрах когерентности для квазидесятилетнего, квазипятилетнего, квазитрехлетнего и квазидвухлетнего циклов.

Аналитическое представление квазидвухлетних вариаций солнечной активности

О. Б. Смирнова, Э. В. Кононович

*Государственный астрономический институт
им. П. К. Штернберга, МГУ, Москва, Россия*

Среднемесячные значения чисел Вольфа для циклов солнечной активности 1–22 аппроксимированы двумя вариантами комбинаций аналитических функций, включающих экспоненту и функцию Эйри. Вычисленные коэффициенты их корреляций с наблюдаемыми значениями чисел Вольфа находятся в пределах от 0.64 до 0.92.

Диффузионная природа солнечного магнитного цикла

А. А. Соловьев

*Главная (Пулковская) Астрономическая Обсерватория,
С.-Петербург*

Разработана новая модель солнечного цикла, основанная на представлениях о диффузионно-релаксационном характере процесса. Давно известно, что определяемые по солнечным пятнам 11-летние циклы активности образуют тесные физические пары (“четный”+ “нечетный”), так что в основе солнечной активности лежит не 11-летний, а 22-летний магнитный (хэйловский) цикл. Именно хэйловский цикл представляет собою единый физический процесс, обуславливающий тесную физическую связь между парой внутренних одиннадцатилетних циклов, но не связанный непосредственно с другими 22-х летними циклами. Такая закономерность соответствует релаксационной модели цикла, согласно которой солнечный магнитный цикл порождается некоторой “порцией” магнитного потока, поступившего в конвективную зону снизу (вследствие периодически возникающей неустойчивости) и переработанного в ней хаотическими движениями плазмы таким образом, что его диссипация дает на поверхности Солнца всю наблюдаемую картину цикла. По истечении 22-х лет “отработавшая” часть переменного магнитного потока, диффундируя наружу, исчезает, необратимо диссипируя, а на смену ей приходит новая структура, имеющая схожие физические параметры, но топологически никак не связанная с предыдущей магнитной структурой. Для наглядности можно сказать, что в этом случае весь процесс солнечной активности подобен последовательности попарно скрепленных 11-летних элементов-“бусин” нанизанных на общую нить времени.

В работе не используются представления о гиротропной турбулентности солнечной плазмы, ее формальную основу составляют новые решения уравнения диффузии магнитного поля в сферической системе координат.

Представленная модель магнитной активности Солнца не только позволяет описать основные особенности солнечной цикличности, но и теоретически вывести полученную методами гелиосейсмологии зависимость угловой скорости вращения Солнца от глубины и гелиошироты.

Кроме того, представленная модель цикличности дает возможность предложить новый механизм формирования длительных минимумов солнечной активности типа минимума Маундера.

Влияние солнечной активности на атмосферный озон

Л. В. Соловьева, С. Г. Анохин

Санкт-Петербургский Государственный Университет, институт физики, кафедра “Физика Земли”; E-mail: lilia@geo.phys.spbu.ru

Исследовалось влияние солнечной активности на атмосферный озон. Наши исследования показали что явление солнечной активности вносит корреляции в общее содержание озона. В области широт от 40 градусов с.ш. до 40 градусов ю.ш. отчетливо видно влияние 11-летнего солнечного цикла, хотя оно и незначительно всего 1-2 %. Можно сказать, что существует достаточно жесткая связь между динамикой концентрацией озона и солнечной активностью. Механизм корреляции, по-видимому, связан с изменением уровня ультрафиолетового излучения от Солнца в цикле солнечной активности. В данный момент исследуется влияние форбуш понижений и GLE на атмосферный озон методом наложенных эпох, за три года.

Космические лучи и проблема глобального потепления

Ю. И. Стожков¹, В. И. Ермаков²

¹*Физический институт им. П. Н. Лебедева, Москва, РАН;
E-mail: stozhkov@fian.fian.dns.mipt.ru*

²*Центральная Аэрологическая обсерватория, Долгопрудный,
Московская обл., Росгидромет*

Космические лучи являются единственным источником ионизации в атмосфере на высотах 3–35 км и определяют практически все ее электрические характеристики: образование ионов, электрическую проводимость воздуха, образование грозового электричества и молниевых разрядов и др. Атмосферное электричество играет важную роль в формировании погоды и изменении климата. Потоки космических лучей модулируются солнечной активностью. Таким образом имеется следующая связь: солнечная активность модуляция потока космических лучей изменения погоды и климата. Физические аспекты этой связи обсуждаются в данной работе.

Некоторые параметры космической и земной погоды, сопоставленные вариациям характеристик крови человека

*О. М. Ступишина¹, А. Г. Ступишин¹, Е. Г. Головина²,
О. В. Тенилова²*

*¹НИИ Радиофизики, С. Петербургский государственный
университет, С. Петербург; E-mail: olga@AS1694.spb.edu*

*²Российский государственный метеорологический университет,
С. Петербург; E-mail: eg@EG2112.spb.edu*

В настоящей работе представлены результаты сопоставления вариаций космической и земной погоды изменениям в организме человека. Рассмотрены вариации медленно меняющейся и вспышечной компонент солнечной активности, вариации плотности и скорости солнечного ветра, вариации межпланетного магнитного и геомагнитного полей, вариации атмосферных параметров. Всем указанным проявлениям солнечной активности сопоставлены вариации параметров крови здоровых людей — проницаемости эритроцитарных мембран (ПЭМ). Результатами анализа является: 1. Отклонения ПЭМ от нормы приходятся на дни более высокой солнечной активности, как в глобальном, так и во вспышечном ее проявлениях. 2. Нормальные ПЭМ соответствуют дням с малой изменчивостью медленно меняющейся и вспышечной компонент солнечной активности. 3. Отклонение ПЭМ от нормы не всегда происходит по причине вариаций характеристик солнечной активности, причиной могут быть изменения земных параметров, в частности атмосферных.

О магнитном поле в ярких структурах в линии HeI на Солнце

А. Г. Тлатов, К. С. Тавастшерна

*Главная астрономическая обсерватория, С.-Петербург;
E-mail: solar@narzan.com, tavast@gao.spb.ru*

На основании банка данных, сформированного при исследовании синоптических карт в линии HeI 10830Å и магнитограмм обсерватории Китт-Пик за период с 1975 по 2002 год, выделены области повышенной яркости с размерами около 100–330000 м.д.п. ($3 \times 10^8 - 1 \times 10^{12}$ км²) и определены характеристики магнитного поля этих структур. Построены широтно-временные распределения областей повышенной яркости в линии HeI за период с 1975 по 2002 год при различных значениях среднего магнитного

поля. Обсуждается: 1) какая часть выделенных областей является корональными дырами, 2) максимальная величина магнитного поля в корональных дырах, 3) зависимость напряженности магнитного поля от размеров корональных дыр.

**Распределение интенсивности и поляризации
радиоизлучения над лимбом Солнца по данным
радиогелиографа Nobeyama на волне $\lambda = 1.76$ см**

А. Г. Тлатов, А. Д. Шрамко

*Кисловодская Горная Астрономическая Станция ГАО РАН;
E-mail: solar@narzan.com*

Рассмотрены изменения интенсивности и круговой поляризации радиоизлучения над лимбом Солнца на высотах $1.01 \div 1.1R$ в период 1992–2002 гг. на частоте 17 ГГц. Были использованы ежедневные карты интенсивности и поляризации радиоизлучения fits формата по данным радиогелиографа Nobeyama. Проводилась предварительная фильтрация зашумленных и искаженных данных в поляризации. В интенсивности относительный поток радиоизлучения с высотой растет в низко- и среднеширотной зоне с развитием цикла солнечной активности, что обусловлено появлением арочных структур в активных областях. На высоких широтах интенсивность радиоизлучения увеличивается в эпоху переполусовки магнитного поля, что связано с появлением высокоширотных протуберанцев. В поляризации радиоизлучения на высотах $1.02 \div 1.05R$ в области появления активных областей удается выделить ветви различного знака поляризации в северном и южном полушариях Солнца. Для этого проводилось вычитание значений поляризации на западном и восточном лимбах, а также устранение сезонной вариации паразитной поляризации путем вычитания скользящих полугодовых средних значений. Выделяемый среднемесячный уровень поляризации составляет $\sim 0.5\%$ на высотах $\sim 1.03R$ и 0.3% на высотах $1.05R$. На высоте $1.1R$ поляризация в период максимума 2000–2002 гг. активности меняет знак в северном и южном полушариях в сравнении с поляризацией на высотах $1.05R$ и ниже. Это может быть обусловлено ошибками процедуры синтеза изображений, но также может быть связано с появлением в этот период гигантских арок, соединяющих группы пятен северного и южного полушарий. Рассмотрены примеры распределения поляризации над лимбом Солнца над выходящими активными областями и проведено сопоставление с арочными структурами, видимыми в жестком УФ диапазоне и магнитными полями активных областей.

Influence of the solar wind variations on atmospheric parameters in the southern polar region

O. A. Troshichev, L. V. Egorova, V. Ya. Vovk, A. S. Ianzhura

Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, Russia;

E-mail: olegtro@aari.nw.ru

The detail analysis of the aerological data from Vostok station (Antarctica) for 1978-1992 made it possible to find the dramatic changes of the troposphere temperature influenced by strong fluctuations of the interplanetary electric field ESW. The warming is observed at ground level and cooling at $h > 10$ km if the electric field of dawn-dusk direction is enhanced (when IMF $\delta BZ < 0$). The opposite deviation of the atmospheric temperatures (cooling at the ground level and warming at $h > 10$ km) is observed if the dawn-dusk electric field decreases (when $\delta BZ > 0$). There is a linear relationship between the value of δ ESW and ground temperature at Vostok station: the larger is leap in the ESW the stronger is temperature deviation. The effect reaches maximum within one day and is damped equally quickly. The temperature deviations occur not only while passing the front of the interplanetary shocks but while crossing the layers of interaction between the quasi-stationary slow and fast solar wind fluxes those are not accompanied by the cosmic ray variations at all. The appropriate response to the ESW changes is observed in tropospheric pressure and wind as well. It is suggested that the interplanetary electric field influences the katabatic system of atmospheric circulation, typical of the ice dome in winter Antarctic.

Результаты 30-летнего астрофизического мониторинга содержания CO₂ в воздушном бассейне Москвы

А. И. Хлыстов, Б. В. Сомов

Гос. Астрономический ин-т им. П. К. Штернберга, Москва;

E-mail: khilai@sai.msu.ru

Изучение долговременных вариаций CO₂ в атмосфере над Москвой были начаты в ГАИШ МГУ в 1969 г. Использовались фотоэлектрические регистрограммы профилей двух линий углекислого газа с длинами волн $\lambda 20756.11 \text{ \AA}$ и $\lambda 20758.51 \text{ \AA}$, полученные в Москве на солнечном телескопе АТБ-1 ГАИШ. Обнаружено, что с 1969 по 1991 г. содержание CO₂ в атмосфере над Москвой выросло на 48% [1], а в 1999 г. содержание CO₂ превысило уровень 1969 г. уже почти в 2.5 раза. За этот же период по данным Лаборатории по мониторингу и контролю климата Национального Управления по исследованию океанов и атмосферы (США, NOAA

CMDL: www.cmdl.noaa.gov), полученным на метеорологической обсерватории Мауна-Лоа (Гавайи), и метеопунктах на мысе Бэрроу (Аляска), на островах Восточные Самоа и на Южном полюсе, прирост содержания CO_2 составил всего лишь около 12%, то есть, в 20 раз меньше.

Причиной такого разительного отличия наших и американских данных является тот факт, что указанные метеопункты находятся вдали от больших городов и промышленных центров, то есть, относятся к “сельскому” типу, в то время как Москва представляет собой типичный мегаполис с мощными источниками загрязнения атмосферы. Согласно данным Центра Теоретического Анализа Экологических Проблем (www.iueps.ru) в 1998 году в Москве 85% всех выбросов в атмосферу давал автотранспорт. В 1999 г. этот показатель вырос уже до 92.3%. За последние 30 лет количество единиц автотранспорта в Москве возросло примерно в 15 раз. Однако принимаемые меры по снижению токсичности выхлопных газов автомобилей привели, в результате, только к примерно трёхкратному увеличению содержания CO_2 в воздушном бассейне Москвы.

Обнаруженное нами значительное превышение содержания CO_2 над Москвой по сравнению с сельской местностью недавно было подтверждено в работе [2], где были проведены измерения концентрации CO_2 в пригороде и через весь город Феникс (штат Аризона, США) на высотах от 2 м до 1.6 км, и установлено, что над городом концентрация CO_2 возрастает примерно в 1.5 раза по сравнению с пригородами.

- [1] Хлыстов А. И., Сомов Б. В. // Астрон. журн., 1993, т.70, вып.6, с.1313.
- [2] Idso C. D, Idso S. B and Balling R. C. // Physical Geography, 1998, v.19, p.95.

Долгопериодные эффекты космических лучей в вариациях приземного давления в Северной Атлантике

С. В. Веретененко¹, В. А. Дергачев², П. Б. Дмитриев²

¹ *НИИ Радиофизики, Санкт-Петербургский государственный
университет, Санкт-Петербург; E-mail: vereten@SV2135.spb.edu*

² *Физико-технический институт РАН, Санкт-Петербург;
E-mail: v.dergachev@pop.ioffe.rssi.ru*

Вариации приземного давления в Северной Атлантике за период 1878–1995 гг. сопоставлены с характеристиками солнечной активности и потоков галактических космических лучей (ГКЛ). Обнаружено, что с увеличением солнечной активности и уменьшением потока ГКЛ за последнее столетие наблюдается рост приземного давления в среднеширотной (45–65°N) части Северной Атлантики в холодную половину года. Показана отрицательная корреляция между изменениями давления в указанной области и потоками ГКЛ в 11-летнем солнечном цикле, наиболее четко выраженная в западной фазе квазидвухлетних осцилляций атмосферы. Выявлено совпадение ряда гармоник в спектрах приземного давления в различных областях Северной Атлантики и концентрации космогенного изотопа ¹⁰Be, характеризующего интенсивность потока ГКЛ, в образцах гренландского льда. Показано, что наиболее значимые эффекты ГКЛ в вариациях приземного давления наблюдаются в тех районах Северной Атлантики, где в холодное время года происходит интенсивный циклогенез. Полученные результаты позволяют предположить, что обнаруженные изменения давления обусловлены влиянием ГКЛ на интенсивность формирования и развитие циклонов в Северной Атлантике.

Наблюдательные признаки альфа-эффекта на Солнце — теория и наблюдения

К. М. Кузанын

*ИЗМИРАН, 142190 Московская обл., г. Троицк,
E-mail: kuzanyan@dnrtm.ru*

Оглавление

<i>Х. И. Абдусаматов.</i> О долговременных скоординированных вариациях активности, радиуса, светимости Солнца и климата . . .	3
<i>Х. И. Абдусаматов, В. В. Витер.</i> Концепция создания специализированного космического аппарата наблюдения за Солнцем на основе малогабаритной унифицированной космической платформы 14П821	4
<i>В. Е. Абрамов–Максимов.</i> Интернет-ресурс для представления данных наблюдений Солнца на Большом пулковском радиотелескопе	6
<i>С. Г. Анохин, М. И. Пудовкин.</i> Влияние вечной мерзлоты на содержание озона в атмосфере	7
<i>И. В. Артамонова, Я. В. Гальцова, М. И. Пудовкин, С. А. Зайцева.</i> Циклические вариации Северо-Атлантических Осцилляций (NAO) и солнечная активность	8
<i>О. Г. Бадалян, В. Н. Обриджо.</i> N–S асимметрия площадей и полного числа пятен и квазидвухлетние вариации	8
<i>И. А. Биленко.</i> Отождествление источников высокоскоростных и низкоскоростных потоков солнечного ветра	9
<i>Т. Е. Вальчук, Н. К. Кононова, М. М. Чернавская .</i> Экстремальные ливни в России в сопоставлении с солнечной активностью и геомагнитной возмущенностью	10
<i>Ю. В. Вандакуров, Е. М. Склярлова.</i> О парадоксальной ситуации в теории дифференциального вращения Солнца	11
<i>В. В. Васильева, В. И. Макаров, А. Г. Тлатов.</i> Условия возникновения кроссполярных корональных дыр	12
<i>В. В. Васильева, А. Г. Тлатов.</i> Воздействие секторной структуры ММП Солнца на концентрацию стратосферного озона	12
<i>W. R. Webber, M. B. Krainev.</i> On the residual, 11- and 22-year variations in the galactic cosmic ray intensity	13
<i>С. В. Веретененко, П. Тайл.</i> Влияние всплесков солнечных космических лучей на эволюцию циклонов в Северной Атлантике	14
<i>E. S. Vernova, M. I. Tyasto, K. Mursula, D. G. Baranov.</i> Longitudinal structure of solar activity in solar cycles 15-22	14
<i>Д. М. Волобуев, Ю. А. Наговицын.</i> Александрийский максимум солнечной активности по палеомагнитным данным	15
<i>Д. М. Волобуев, Ю. А. Наговицын.</i> Вековая вариация солнечной активности по археомагнитным данным	16
<i>Д. М. Волобуев, Ю. А. Наговицын, Х. Юнгнер, М. Г. Огурцов.</i> Скорость производства ^{14}C в атмосфере и солнечная активность в Голоцене	17

<i>М. В. Воротков, В. Л. Горшков, Н. О. Миллер.</i> Солнечная активность и сейсмичность Земли	18
<i>I. P. Gabis, O. A. Troshichev.</i> Influence of solar UV irradiance on quasi-biennial oscillations in the Earth's atmosphere	19
<i>Г. Б. Гельфрейх, Ю. А. Наговицын, Е. Ю. Наговицына, Т. Б. Гольдварг, Б. И. Рябов.</i> Квазипериодические колебательные процессы над солнечными пятнами по данным радиогелиографа Нобеяма	20
<i>Г. Б. Гельфрейх, Ю. А. Наговицын, Е. Ю. Наговицына, А. Ниндос.</i> Колебательные и волновые процессы в активной области NOAA 9866 по данным радиогелиографа Нобеяма	21
<i>В. В. Гречнев, В. Г. Заданов, В. П. Максимов, В. Н. Боровик, Г. Б. Гельфрейх, И. Ю. Григорьева, В. Г. Медарь.</i> Наблюдения СМЕ и связанных с ним явлений в широком спектральном диапазоне	21
<i>С. А. Гриб.</i> Крупномасштабное гелиосферное магнитное облако как источник асимметричного возмущения плазмы	22
<i>Е. И. Давыдова, В. В. Давыдов.</i> Вариации корреляционных размерностей в солнечных и земных параметрах	23
<i>Е. И. Давыдова, В. В. Давыдов, В. В. Макарова, В. И. Макаров.</i> О прогнозе числа солнечных полярных факелов методами нейронных сетей	24
<i>А. Б. Делоне, Г. А. Порфирьева, О. Б. Смирнова, Г. В. Якунина.</i> Магнитное поле и турбулентные скорости в солнечной короне	24
<i>В. А. Дергачев.</i> Космические лучи и климат Земли на большой временной шкале	25
<i>В. А. Дергачев, П. Б. Дмитриев.</i> Спектральный и корреляционный анализ данных об изменении интенсивности космических лучей, геомагнитного поля и климата в течение последних ~ 50 тысяч лет	26
<i>Д. В. Ерофеев.</i> О причинно-следственной связи между циклами солнечных пятен и крупномасштабного магнитного поля	27
<i>В. И. Ефремов, Р. Н. Ихсанов.</i> Организация тонкой структуры поля скоростей и яркости в фотосфере Солнца	28
<i>В. И. Ефремов, Р. Н. Ихсанов, Л. Д. Парфиненко.</i> Колебания лучевых скоростей и магнитного поля в тени солнечных пятен	29
<i>Ю. Д. Жугжуда.</i> Медленные нелинейные волны в корональных петлях	29
<i>С. А. Зайцева, М. И. Пудовкин, Т. А. Дробинина.</i> Вариации интенсивности DR-тока во время развития полярной суббури	30
<i>В. Г. Иванов, К. Г. Иванова, Ю. А. Наговицын.</i> Одиннадцатилетний цикл солнечной активности по данным исторических хроник за последние два тысячелетия	32
<i>Е. В. Иванов.</i> Динамика активных долгот по наблюдениям солнечных пятен в 12–23 циклах	32

<i>Р. Н. Иксанов, В. Г. Иванов.</i> Различия в эволюции крупномасштабного магнитного поля Солнца в 21, 22 и 23 циклах	33
<i>Р. Н. Иксанов, Е. В. Милецкий.</i> О вариации потока солнечных нейтрино по данным станций Homestake, GALLEX и SAGE	33
<i>D. K. Callebaut, V. I. Makarov, A. G. Tlatov.</i> Pole-ward motion of filament bands due to their mutual repulsion and interaction with magnetic polar field	34
<i>D. K. Callebaut, G. K. Karugila, V. I. Makarov, A. G. Tlatov.</i> Coincidence in the time scales of solar phenomena	35
<i>D. K. Callebaut, V. I. Makarov, A. G. Tlatov.</i> Qualitative considerations on solar cycle	36
<i>D. K. Callebaut, V. I. Makarov, A. G. Tlatov.</i> Relation between the Suess cycle and the rest latitudes of the large-scale unipolar magnetic field regions	36
<i>И. Е. Кануников, М. А. Волкова, Б. В. Киселев.</i> Влияние изменений геомагнитного поля на электроэнцефалограмму человека	37
<i>Ким Гун-Дер, В. И. Макаров, А. Г. Тлатов.</i> Изменения яркости и нерадиальности корональных лучей по данным SOHO/LASCO-C2	38
<i>Б. В. Киселев, Д. М. Волобуев.</i> Статистический R/S-анализ солнечной и геомагнитной активности	39
<i>M. B. Krainev.</i> On the main phases of the solar cycle on the Sun and in the heliosphere	40
<i>M. B. Krainev, W. R. Webber.</i> On the galactic cosmic ray behaviour during maximum phase of the current solar cycle	41
<i>А. П. Крамынин, И. В. Кузьменко.</i> Связь вариаций приземной температуры воздуха в Приморье с 11-летним циклом солнечной активности	41
<i>И. В. Кудрявцев, Г. Е. Кочаров, М. Г. Огурцов, Х. Юнгнер.</i> Долговременная модуляция ГКЛ кривизной магнитного поля солнечного ветра	42
<i>Е. С. Кулагин, В. В. Куприянов.</i> Крупномасштабная структура хромосферных лучевых скоростей на диске Солнца по линии HeI 10830Å. Связь с крупномасштабными магнитными полями	43
<i>У. М. Лейко.</i> Вращение крупномасштабных магнитных структур противоположной полярности	44
<i>Н. А. Лотова, К. В. Владимирский, В. Н. Обриджо, И. А. Субаев.</i> Закономерности формирования сверхзвукового солнечного ветра	45
<i>Н. Г. Макаренко, Е. Б. Данилкина, Е. Б. Куандыков.</i> Об обратимости временного ряда чисел Вольфа	46
<i>Н. Г. Макаренко, Л. М. Каримова.</i> Алгебраическая топология На карт	47

<i>В. И. Макаров, В. В. Макарова, А. Г. Тлатов.</i> Новый 24-й цикл полярной активности Солнца: первые два года наблюдений . . .	48
<i>V. S. Makhmutov, G. A. Bazilevskaya, Yu. I. Stozhkov, N. S. Svirzhevsky.</i> Observations of relativistic electron precipitation events in the polar atmosphere: events characteristics and their occurrence conditions . . .	48
<i>Е. В. Милецкий.</i> Индуктивные динамические модели долговременных вариаций солнечной активности	49
<i>Е. В. Милецкий, В. Г. Иванов.</i> Пространственно-временные факторы геоэффективности солнечных вспышек	49
<i>Е. В. Милецкий, Ю. А. Наговицын.</i> Пулковская объединенная электронная база магнитных полей пятен (1957–1997 гг.)	50
<i>И. А. Миронова, М. И. Пудовкин.</i> Феноменологическая модель воздействия длинно-периодных вариаций солнечной активности и потоков ГКЛ на состояние нижней атмосферы	51
<i>А. В. Мордвинов, Л. А. Плюснина.</i> Крупномасштабные магнитные поля, долгоживущие структуры в распределении вспышечной активности и потоки протонов в гелиосфере	52
<i>Ю. А. Наговицын.</i> Геомагнитная активность в 18-м и 19-м веках: новые временные ряды значений индекса aa	53
<i>Ю. А. Наговицын, М. Г. Огурцов.</i> Продолжительные циклы солнечной активности и климата Земли: последнее тысячелетие и картина будущего “в общих чертах”	53
<i>Ю. А. Наговицын, М. Г. Огурцов.</i> Феноменология солнечной активности во время Маундеровского минимума	54
<i>K. I. Nikolskaya.</i> On the nature of the coronal holes on the Sun: Two coronal hole classes	54
<i>В. Н. Обридко, Б. Д. Шельтинг.</i> Глобальная магнитология Солнца и опорные точки солнечного цикла	55
<i>М. Г. Огурцов, Ю. А. Наговицын, Х. Юнгнер, М. Линдхольм, М. Эронен.</i> Связь регионального климата северной Фенноскандии с длинной квазидесятилетним солнечного цикла	56
<i>М. Г. Огурцов, Х. Юнгнер, М. Линдхольм, М. Эронен.</i> О возможной связи между 2400-летней вариацией земного климата и узловой прецессией кометно-метеороидного комплекса Таврида	57
<i>А. Р. Осокин, М. А. Лившиц, В. А. Чернетский.</i> Связь импульсных и длительных явлений в развитии вспышки и роль нелинейных процессов	57
<i>Л. А. Плюснина.</i> Северо-южная асимметрия и циклические изменения продуктивности активных долгот на Солнце	58
<i>А. И. Подгорный, И. М. Подгорный.</i> Использование консервативной относительно магнитного потока разностной схемы для предсказания вспышек	59

<i>И. М. Подгорный, А. И. Подгорный, Ш. Минами, М. Моримото.</i>	
Модель межпланетного магнитного поля в экваториальной области	60
<i>Д. И. Понявин.</i>	
Солнечный цикл в космической погоде и климате	61
<i>Г. А. Порфирьева, Г. В. Якунина, А. Б. Делоне.</i>	
Протонные вспышки и топология магнитного поля в активных областях на Солнце	61
<i>А. Г. Пятигорский, Г. А. Пятигорский.</i>	
Завершающие результаты обработки ряда чисел Вольфа месячного разрешения с 1749 по 1998 годы посредством обобщённого регрессионного частотно-временного анализа	62
<i>О. М. Распопов, В. А. Дергачев.</i>	
Проявление маундеровской моды солнечной активности 2700 лет назад и ее климатический отклик	63
<i>Ю. Р. Ривин.</i>	
Была ли “потеря” цикла солнечной активности в конце XVIII века?	64
<i>И. Н. Сивяков.</i>	
Смещение положения максимума градиента радиального сечения изображения диска Солнца относительно края идеального изображения	65
<i>Р. В. Смирнов, Э. В. Кононович, Т. В. Матвейчук.</i>	
Солнечная и геомагнитная активность: частотная структура связи	66
<i>О. Б. Смирнова, Э. В. Кононович.</i>	
Аналитическое представление квазидвухлетних вариаций солнечной активности	66
<i>А. А. Соловьев.</i>	
Диффузионная природа солнечного магнитного цикла	67
<i>Л. В. Соловьева, С. Г. Анохин.</i>	
Влияние солнечной активности на атмосферный озон	68
<i>Ю. И. Стожков, В. И. Ермаков.</i>	
Космические лучи и проблема глобального потепления	68
<i>О. М. Ступишина, А. Г. Ступишин, Е. Г. Головина, О. В. Тенилова.</i>	
Некоторые параметры космической и земной погоды, сопоставленные вариациям характеристик крови человека	69
<i>А. Г. Тлатов, К. С. Тавастшерна.</i>	
О магнитном поле в ярких структурах в линии HeI на Солнце	69
<i>А. Г. Тлатов, А. Д. Шрамко.</i>	
Распределение интенсивности и поляризации радиоизлучения над лимбом Солнца по данным радиогелиографа Nobeyama на волне $\lambda = 1.76$ см	70
<i>О. А. Troshichev, L. V. Egorova, V. Ya. Vovk, A. S. Ianzhura.</i>	
Influence of the solar wind variations on atmospheric parameters in the southern polar region	71
<i>А. И. Хлыстов, Б. В. Сомов.</i>	
Результаты 30-летнего астрофизического мониторинга содержания CO ₂ в воздушном бассейне Москвы	71
<i>С. В. Веретененко, В. А. Дергачев, П. Б. Дмитриев.</i>	
Долгопериодные эффекты космических лучей в вариациях приземного давления в Северной Атлантике	73

<i>К. М. Кузьян.</i> Наблюдательные признаки альфа-эффекта на Солнце — теория и наблюдения	73
Список авторов	75

Список авторов

- Абдусаматов Х. И., 3, 4
Абрамов–Максимов В. Е., 6
Анохин С. Г., 7, 68
Артамонова И. В., 8
Бадалян О. Г., 8
Базилевская Г. А., 48
Баранов Д. Г., 14
Биленко И. А., 9
Боровик В. Н., 21
Вальчук Т. Е., 10
Вандакуров Ю. В., 11
Васильева В. В., 12
Веббер В. Р., 13, 41
Веретененко С. В., 14, 72
Вернова Е. С., 14
Витер В. В., 4
Владимирский К. В., 45
Вовк В. Я., 71
Волкова М. А., 37
Волобуев Д. М., 15–17, 39
Воротков М. В., 18
Габис И. П., 19
Гальцова Я. В., 8
Гельфрейх Г. Б., 20, 21
Головина Е. Г., 69
Гольдварг Т. Б., 20
Горшков В. Л., 18
Гречнев В. В., 21
Гриб С. А., 22
Григорьева И. Ю., 21
Гун-Дер Ким, 38
Давыдов В. В., 23, 24
Давыдова Е. И., 23, 24
Данилкина Е. Б., 46
Делоне А. Б., 24, 61
Дергачев В. А., 25, 26, 63, 72
Дмитриев П. Б., 26, 72
Дробинина Т. А., 30
Егорова Л. В., 71
Ермаков В. И., 68
Ерофеев Д. В., 27
Ефремов В. И., 28, 29
Жугжда Ю. Д., 29
Зайцева С. А., 8, 30
Занданов В. Г., 21
Иванов В. Г., 32, 33, 49
Иванов Е. В., 32
Иванова К. Г., 32
Ихсанов Р. Н., 28, 29, 33
Каллебо Д. К., 34–36
Кануников И. Е., 37
Каримова Л. М., 47
Каругила Г. К., 35
Киселев Б. В., 37, 39
Кононова Н. К., 10
Кононович Э. В., 66
Кочаров Г. Е., 42
Крайнев М. Б., 13, 40, 41
Крамьнин А. П., 41
Куандыков Е. Б., 46
Кудрявцев И. В., 42
Кузаян К. М., 73
Кузьменко И. В., 41
Кулагин Е. С., 43
Куприянов В. В., 43
Лейко У. М., 44
Лившиц М. А., 57
Линдхольм М., 56, 57
Лотова Н. А., 45
Макаренко Н. Г., 46, 47
Макаров В. И., 12, 24, 34–36, 38, 48
Макарова В. В., 24, 48
Максимов В. П., 21
Матвейчук Т. В., 66
Махмутов В. С., 48
Медарь В. Г., 21
Милецкий Е. В., 33, 49, 50
Миллер Н. О., 18
Минами Ш., 60
Миронова И. А., 51

Мордвинов А. В., 52	Чернетский В. А., 57
Моримото М., 60	Шельтинг Б. Д., 55
Мурсула К., 14	Шрамко А. Д., 70
Наговицын Ю. А., 15–17, 20, 21, 32,	Эронен М., 56, 57
50, 53, 54, 56	Юнгнер Х., 17, 42, 56, 57
Наговицына Е. Ю., 20, 21	Якунина Г. В., 24, 61
Никольская К. И., 54	Янжура А. С., 71
Ниндос А., 21	
Обридко В. Н., 8, 45, 55	
Огурцов М. Г., 17, 42, 53, 54, 56, 57	
Осокин А. Р., 57	
Парфиненко Л. Д., 29	
Плюснина Л. А., 52, 58	
Подгорный А. И., 59, 60	
Подгорный И. М., 59, 60	
Понявин Д. И., 61	
Порфирьева Г. А., 24, 61	
Пудовкин М. И., 7, 8, 30, 51	
Пятигорский А. Г., 62	
Пятигорский Г. А., 62	
Распопов О. М., 63	
Ривин Ю. Р., 64	
Рябов Б. И., 20	
Свиржевский Н. С., 48	
Сивяков И. Н., 65	
Склярова Е. М., 11	
Смирнов Р. В., 66	
Смирнова О. Б., 24, 66	
Соловьев А. А., 67	
Соловьева Л. В., 68	
Сомов Б. В., 71	
Стожков Ю. И., 48, 68	
Ступишин А. Г., 69	
Ступишина О. М., 69	
Субаев И. А., 45	
Тавастшерна К. С., 69	
Тайл П., 14	
Тенилова О. В., 69	
Тлатов А. Г., 12, 34–36, 38, 48, 69, 70	
Трошичев О. А., 19, 71	
Тясто М. И., 14	
Хлыстов А. И., 71	
Чернавская М. М., 10	