

КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
СЕКЦИЯ А
АСТРОФИЗИКА И ФИЗИКА СОЛНЦА

НОВЫЙ ПОДХОД К ДИАГНОСТИКЕ ГЕОЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ЭРУПЦИЙ

И.М. Черток, В.В. Гречнев, А.В. Белов, А.А. Абунин

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН, Москва, Россия
abunin@izmiran.ru

A NEW APPROACH TO THE DIAGNOSTICS GEOEFFECTIVENESS OF SOLAR ERUPTIONS

I.M. Chertok, V.V. Grechnev, A.V. Belov, A.A. Abunin

Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radiowave Propagation RAS, Moscow, Russia

Проанализирована возможность ранней диагностики геоэффективности солнечных эрупций – источников не-рекуррентных возмущений космической погоды, вызываемых корональными/межпланетными выбросами (CMEs/ICMEs). С этой целью в первую очередь проанализированы характеристики форбуш-понижений (ФП) потока фоновых космических лучей (КЛ), которые, в отличие от геомагнитных бурь (ГМБ), не зависят от ориентации магнитного поля в межпланетных транзиентах и определяются глобальными характеристиками ICMEs. В качестве параметра, характеризующего солнечные эрупции, используется суммарный магнитный поток наблюдаемых в крайнем УФ-диапазоне ярких постэруптивных аркад и темных диммингов (временных депрессий излучения), которые визуализируют крупномасштабные магнитные структуры, вовлеченные в процесс CMEs. Рассмотрены события 23-го цикла, в которых ФП и ГМБ достаточно надежно отождествлены с их эруптивными источниками в центральной зоне солнечного диска. Для таких событий установлена тесная корреляция между эруптивным магнитным потоком, с одной стороны, и величиной ФП, а также транзитным временем распространения ICMEs от Солнца до Земли – с другой.

We study a possibility of the early diagnostics of geoeffectiveness of solar eruptions – sources of non-recurrent space weather disturbances caused by coronal/interplanetary mass ejections (CMEs/ICMEs). For this purpose, first of all, we analyze characteristics of Forbush-decreases (FDs) of the background cosmic ray flux which, unlike of geomagnetic storms (GMSs), does not depend on the magnetic field sign in interplanetary transients, being determined by global properties of ICMEs. As a parameter characterizing solar eruptions, we use a summarized unsigned magnetic flux of EUV dimmings (temporal depressions of emission) and post-eruption arcades visualizing large-scale structures involved in the process of the CME eruption. We consider events of the 23th cycle, in which FDs and GMS are sufficiently reliably identified with their solar sources in the central part of the disk. For such events, a pronounced correlation is establish between the eruptive magnetic flux, on the one hand, and FD magnitudes as well as transit times of ICME propagation from the Sun to the Earth, on the other hand.

ИЗМЕНЕНИЯ ФАЗОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРВОЙ ГАРМОНИКИ
АНИЗОТРОПИИ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В 1957–2011 гг.

М.А. Абунина, А.А. Абунин, А.В. Белов, Е.А. Ерошенко, В.А. Оленева, В.Г. Янке

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН, Москва, Россия
abunina@izmiran.ru

PHASE DISTRIBUTION VARIATIONS OF THE COSMIC RAY ANISOTROPY FIRST HARMONIC
IN 1957-2011 YEARS

M.A. Abunina, A.A. Abunin, A.V. Belov, E.A. Eroshenko, V.A. Oleneva, V.G. Yanke

N.V. Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Waves Propagation RAS, Moscow, Russia

Асимметрия межпланетного пространства, определяемая радиальной скоростью солнечного ветра и квазиспиральным положением силовых линий межпланетного магнитного поля, приводит к неоднородному распределению фаз и амплитудно-фазовой взаимозависимости первой гармоники анизотропии космических лучей. Для исследования долгопериодных изменений анизотропии космических лучей использованы характеристики первой гармоники анизотропии, определенные за каждый час методом глобальной съемки по данным мировой сети нейтронных мониторов в период 1957–2011 гг. За каждый год получены долготные распределения векторной анизотропии космических лучей и взаимосвязь ее амплитуды и фазы. Результаты ясно демонстрируют изменения анизотропии, обусловленные магнитным солнечным циклом и циклом солнечной активности. Показано, что степень неоднородности фазового распределения сохраняется на высоком уровне почти все время (за исключением аномального 1996 г.). Для возмущенных и спокойных периодов

при различных полярностях солнечного магнитного поля получены оценки составляющих градиента космических лучей. Полученные изменения анизотропии космических лучей согласуются с конвективно-диффузионной моделью анизотропии.

The asymmetry of the interplanetary space, defined by the radial velocity of the solar wind and the quasi spiral position of the interplanetary magnetic field lines, leads to non-uniform distribution of the phases and the amplitude-phase interrelation of the cosmic ray anisotropy first harmonic. To study the long term variations of cosmic ray anisotropy the characteristics of its first harmonic defined for each hour by global survey method have been used throughout the period 1957–2011. For each year of this period longitudinal distributions of the cosmic ray vector anisotropy and its amplitude-phase relation were obtained. The results clearly demonstrate the variations of anisotropy due to the solar activity and solar magnetic cycles. It is shown that the degree of inhomogeneity of the phase distribution remains high almost all the time (except for the anomalous 1996). Evaluations of the cosmic ray gradient components during disturbed and quiet periods at different polarities of the solar magnetic field were derived. The results by this study are consistent with the convection-diffusion model of the anisotropy.

МЕЛКОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ В СПЕКТРЕ ШАЛ И В АМПЛИТУДНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ИОНИЗАЦИОННЫХ ТОЛЧКОВ

А.П. Андреева, В.Е. Тимофеев

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
andreeva-ikfia@mail.ru, vetimofeev@ikfia.ysn.ru

SMALL-SCALE FEATURES IN THE EAS SPECTRUM AND IN THE AMPLITUDE DISTRIBUTION OF IONIZATION JERKS

A.P. Andreeva, V.E. Timofeev

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

За последние несколько десятилетий Якутской установкой ШАЛ были зарегистрированы миллионы ливней. К этому следует добавить более 59 125 ионизационных толчков, зарегистрированных камерой АСК-1 (Якутск). В таком уникальном материале присутствуют очень редкие события, обусловленные возможным влиянием темной материи Вселенной. Они выражаются в том, что некоторые ливни ШАЛ и большие ионизационные толчки имеют радикальные отличия по пространственно-временным характеристикам от параметров фоновых ливней. В прошлом веке такие особенности всегда оставались незамеченными из-за их редкого проявления и отсутствия достаточной статистики. К настоящему времени накоплен достаточно большой объем событий (сотни и тысячи единиц) из массивов экспериментальных значений, что позволяет провести предварительный анализ этих событий.

Over the past few decades million showers were registered by the Yakutsk EAS array. To this must be added more than 59 125 ionization jerks registered with the ASK-1 chamber (Yakutsk). In this unique set of data very rare events caused by a possible manifestation of influence of the dark matter of the Universe are manifested. They are expressed in the fact that some EAS showers and large ionization jerks have radical differences by spatial and temporal characteristics from background shower parameters. In the last century, due to their rare manifestation and the lack of sufficient statistics, such features always remained unnoticed. By the present time a sufficiently large amount of events has been accumulated (hundreds and thousands of units) from the extended sets of experimental values allowing to conduct a preliminary analysis of these events.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОТОСФЕРНЫХ СЛОЕВ СОЛНЕЧНОЙ ВСПЫШКИ

¹Е.С. Андриец, ²Н.Н. Кондрашова

¹Астрономическая обсерватория Киевского национального университета им. Т. Шевченко, Киев, Украина

²Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, Киев, Украина
andrietselena@gmail.com

MODELING OF THE PHOTOSPHERIC LAYERS OF SOLAR FLARE

¹E.S. Andriiets, ²N.N. Kondrashova

¹Taras Shevchenko Astronomical observatory of National University of Kyiv, Ukraine

²Main Astronomical Observatory, Kyiv, Ukraine

Изучено физическое состояние фотосферы в процессе развития слабой солнечной вспышки. Построены полуэмпирические модели фотосферы для нескольких моментов вспышки в главной ее фазе. Моделирование выполнялось с помощью программы SIR (Stokes Inversion based on Response functions), разработанной Руизом Кобо и дель Торо Иньестой (1992), в которой принято условие локального термодинамического

равновесия. Используются I - и V -профили Стокса семи линий железа и хрома. Модель фотосферы вспышки имеет двухкомпонентную структуру: компонент с магнитным полем и немагнитное окружение. В качестве исходной модели принята гарвардско-смитсоновская модель спокойной фотосферы Солнца. В распределения параметров с высотой вносились возмущения и рассчитывались профили до лучшего согласования с наблюдаемыми профилями Стокса. Макротурбулентные скорости, фактор заполнения (доля площади, занимаемая магнитным элементом) предполагались неизменными с высотой. Получены распределения по высоте температуры, напряженности магнитного поля и лучевой скорости для магнитной компоненты. Параметры модели немагнитного окружения мало отличались от их значений в невозмущенной фотосфере.

The physical state of the photosphere during of a weak solar flare was studied. Semi-empirical models of the photosphere for a few moments at main phase were obtained. Simulation was performed using the SIR code (Stokes Inversion based on Response functions), developed by Ruiz Cobo and del Toro Iniesta (1992). The local thermodynamic equilibrium was assumed. I and V Stokes profiles of the seven lines of iron and chromium was used. The photospheric model of the flare has two-component structure: a component with a magnetic field and a non-magnetic environment. The Harvard–Smithsonian model of the weak solar photosphere was assumed as the initial model. The disturbances were made in the distributions of the parameters with a height and profiles were calculated to better fitting with the observed Stokes profiles. Macroturbulent velocities, filling factor (the area occupied by the magnetic element) were assumed constant with height. The height dependences of the temperature, magnetic field, and line-of-sight velocity were obtained for two components. Parameters of the photosphere nonmagnetic surroundings differed little from their values in the quiet photosphere.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛУЧЕВЫХ СКОРОСТЕЙ ПЛАЗМЫ ОТ ХРОМОСФЕРЫ ДО НИЖНЕЙ КОРОНЫ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ СОЛНЦА В УФ-ДИАПАЗОНЕ

Е.Ю. Голодков, Д.В. Просовецкий

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
golodkov@iszf.irk.ru

INVESTIGATION OF LINE-OF-SIGHT PLASMA VELOCITIES FROM THE CHROMOSPHERES TO THE CORONA ON UV DATA

E.,Yu. Golodkov, D.V. Prosovetsky

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

По спектральным наблюдениям в УФ-диапазоне, полученным с помощью инструмента SUMER космического аппарата SOHO, были исследованы лучевые скорости ионов над участками спокойного Солнца и корональных дыр с температурами формирования от хромосферы до короны. Было найдено, что высотное распределение скоростей ионов различно для спокойного Солнца и корональных дыр. В областях спокойного Солнца были получены как положительные, так и отрицательные лучевые скорости ионов. На хромосферных уровнях поток вещества направлен к Солнцу со скоростью ~ 15 км/с. С увеличением температуры наблюдаются положительные ~ 25 км/с лучевые скорости ионов, направленные от Солнца. В корональных дырах доплеровские скорости в основном направлены от Солнца. На уровне хромосферы – переходной области наблюдается минимум скоростей ~ 0 км/с, после которого скорости ионов начинают увеличиваться и достигают ~ 30 км/с в короне. Во всех высотных распределениях скоростей были выявлены особенности в ускорении солнечного ветра в области верхней хромосферы и переходной области.

Based on spectral observations in the UV-band of the SUMER instrument on board the SOHO spacecraft, we have examined line-of-sight ion velocities over ranges of the quiet Sun and coronal holes with temperatures of ion formation from the chromosphere to the corona. We have found out that the height distribution of ion velocities in the quiet Sun differs from that in coronal holes. For the quiet Sun's regions, we obtained both positive and negative line-of-sight ion velocities. In chromospheric layers, the flow of matter is sunward with a velocity of 15 km/s. As the temperature rises, there are positive, antisunward flows with a velocity of ~ 25 km/s there. In coronal holes, Doppler velocities are largely antisunward. At the chromosphere-transition region level, there is a velocity minimum of ~ 0 km/s after which ion velocities start to increase and reach ~ 30 km/s in the corona. In all the height distributions of velocities, we revealed peculiarities in solar-wind acceleration in the upper chromosphere and transition region.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУСУТОЧНОЙ ВАРИАЦИИ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

С.К. Герасимова, П.Ю. Гололобов, П.А. Кривошапкин, Г.Ф. Крымский

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
gpeter@ikfia.ysn.ru

STUDYING SEMIDIURNAL VARIATIONS IN GALACTIC COSMIC RAYS

S.K. Gerasimova, P.Yu. Gololobov, P.A. Krivoschapkin, G.F. Krymisky

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

На базе многолетней регистрации космических лучей с помощью мюонного спектрографа в Якутске (62°01' N, 129°43' E) и многонаправленного мюонного телескопа на ст. Нагоя (35°10' N, 136°58' E) обнаружены сезонные изменения полусуточной вариации космических лучей и ее изменения с уровнем солнечной активности. Проведено моделирование сезонных изменений с использованием механизмов, предложенных авторами ранее.

Seasonal changes in the semidiurnal variation of cosmic rays and their changes with the level of solar activity are discovered as a result of the long-term recording of cosmic rays by the spectrograph in Yakutsk (62°01' N, 129°43' E) and multidirectional muon telescope at Nagoya (35°10' N, 136°58' E). Seasonal changes are simulated using mechanisms proposed earlier by the authors.

УСКОРЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ УДАРНЫМИ ВОЛНАМИ

Е.Г. Бережко, С.Н. Танеев, Т.Ю. Григорьев

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
timur.grigoriev@ikfia.ysn.ru

SHOCK ACCELERATION OF SOLAR ENERGETIC PARTICLES

E.G. Berezhko, S.N. Taneev, T.Yu. Grigor'ev

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

Исследуется процесс ускорения солнечных космических лучей (СКЛ) ударными волнами, порождаемыми корональными выбросами вещества, с учетом генерации альфвеновских волн ускоренными частицами. Выполнены детальные численные расчеты спектров СКЛ, формируемых при распространении ударных волн в короне Солнца, в рамках квазилинейного подхода. Показано, что теоретическая модель объясняет основные наблюдаемые особенности потоков СКЛ у орбиты Земли.

The formation of a gradual event consisting of solar energetic particles (SEPs) accelerated at an expanding coronal shock driven by coronal mass ejection is studied with selfconsistent Alfvén wave excitation within quasilinear approach. It is shown that the model reproduces the observed features of gradual SEP events.

ДИНАМИКА КРУПНОМАСШТАБНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СОЛНЦА

Е.В. Девятова, В.И. Мордвинов, Л.А. Плюснина, В.М. Томозов

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
devyatova@iszf.irk.ru

THE LARGE-SCALE MAGNETIC FIELDS DYNAMICS OF THE SUN

E.V. Devyatova, V.I. Mordvinov, L.A. Plyusnina, V.M. Tomozov

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Волны и вихри Россби представляют собой крупномасштабные образования с горизонтальными размерами порядка радиуса Солнца, динамика которых определяется β -эффектом – зависимостью параметра Кориолиса от широты. Многие исследования указывают на то, что они могут играть заметную роль в динамике солнечной активности. Для распространения волн Россби необходимы пониженная вязкость и устойчивая стратификация. В верхних слоях Солнца этим условиям удовлетворяют тонкий слой над конвективной оболочкой (~500 км) и зона тахоклина. Серьезной проблемой является идентификация источника энергии для накачки волн Россби. Источниками неустойчивости могут быть возмущения толщины тахоклина и/или долготные неоднородности среднего течения в тахоклине, обусловленные внешним воздействием на тахоклин (диффузия реликтового поля, например), или возмущения, возникающие на границе полярного вихря.

В работе по данным измерений магнитного поля в 21–24-м солнечных циклах обсерватории Wilcox предпринята попытка обнаружения долгоживущих особенностей в распределении крупномасштабных магнитных полей Солнца, которые могли бы пролить свет на источник генерации волн Россби на Солнце. Особое внимание уделяется динамике высокоширотных магнитных полей Солнца, «взаимодействию» магнитных полей и их связи с меридиональными дрейфами магнитного поля.

Rossby waves and vortices are a large-scale structures with the horizontal sizes of the order of the solar radius. Their dynamics are determined by dependence of the Coriolis parameter with latitude. Many studies point out that Rossby waves can play a significant role in the solar activity dynamics. Reduced viscosity and stable stratification are necessary for Rossby waves propagation. In the upper layers of the Sun these conditions exist in the thin layer over the convective envelope (~500 km) and tachocline. Identification of the energy source for Rossby waves pumping is a serious problem. Sources of instability may be disturbances of tachocline thickness, longitudinal inhomogeneities of the mean flow in the tachocline caused by external influences on the tachocline (for example, diffusion of fossil magnetic field) and also disturbances occurring at the boundary of the polar vortex.

Using the Wilcox Solar Observatory synoptic charts of the photospheric magnetic field in the 21–24 solar cycles we make an attempt detect the long-lived large-scale features in the magnetic field distributions that might shed light on the source of the Rossby waves generation. Particular attention is paid to the dynamics of high-latitude magnetic fields, interhemispheric interaction of magnetic fields and the meridional drift of the magnetic field.

**ИЗМЕРЕНИЕ ВЫСОТ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ СОЛНЕЧНОГО ПЯТНА
ДЛЯ РЯДА ДЛИН ВОЛН УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ДИАПАЗОНА
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТРЕХМИНУТНЫХ КОЛЕБАНИЙ**

¹А.С. Дерес, ²С.А. Анфиногентов

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
kiwi_07@list.ru

**THE MEASUREMENT OF EMISSION FORMATION HEIGHTS IN THE SUNSPOT ATMOSPHERE
FOR SEVERAL WAVELENGTHS IN UV AND EUV BAND BASED
ON THE ANALYSIS OF THE THREE MINUTES OSCILLATIONS**

¹A.S. Deres, ²S.A. Anfinogentov

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

²Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Исследование колебаний и волн в атмосфере Солнца является важным разделом физики солнечной атмосферы. Колебания являются природными зондами, которые несут информацию о среде, где они распространяются. В работе представлены результаты анализа трехминутных колебаний по наблюдениям Обсерватории солнечной динамики (SDO). Мы анализировали задержки между колебаниями, наблюдающимися над тенью пятна на разных длинах волн. Каждой длине волны соответствует слой в атмосфере пятна с определенной температурой. Определено относительное расположение в атмосфере Солнца слоев, излучающих на разных длинах волн ультрафиолетового и крайнего ультрафиолетового диапазонов. Получены численные оценки расстояний между некоторыми из них. Результаты сопоставлены с двумя моделями атмосферы солнечного пятна. Несмотря на достаточно высокую погрешность, полученные оценки расстояний позволяют отдать предпочтение одной из моделей атмосферы тени пятна как более реалистичной.

The study of MHD oscillations and waves in the solar atmosphere is an important part of the solar physics. They are natural probes containing information about physical medium, where they propagate. In this report we present the analysis of 3-minutes oscillations observed with Solar Dynamics Observatory. We investigated delays between oscillations detected at different wavelengths over the sunspot umbrae. Each wavelength corresponds to a layer in the sunspot atmosphere with certain temperature. The relative position of the emission formation layers was revealed. We also estimated the distance between some of these layers. The results obtained were compared with two models of the sunspot umbrae atmosphere. Despite low accuracy of the measured quantities our measurements allow us to select the model which is more realistic according our measurements.

**ПРИРОДА ИМПУЛЬСОВ, ЗАДЕРЖАННЫХ НА $\tau \geq 5 \mu\text{s}$, В СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ
ДЕТЕКТОРАХ В ЛИВНЯХ С ЭНЕРГИЕЙ $E_0 \geq 10^{18}$ эВ**

Ю.А. Егоров, С.П. Кнуренко, А.В. Сабуров

Институт космофизических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
yuriyegorov@ikfia.ysn.ru

**THE NATURE OF PULSES DELAYED BY $\tau \geq 5 \mu\text{s}$ IN SCINTILLATION DETECTORS
FROM SHOWERS WITH ENERGY $E_0 \geq 10^{18}$ eV**

Y.A. Egorov, S.P. Knurenko, A.V. Sabourov

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

Эксперимент в Якутске показал, что на временной развертке отклика сцинтилляционного детектора при определенных условиях в ливнях с $E_0 \geq 10^{18}$ эВ наблюдаются импульсы с задержкой по времени более 5 мкс, тогда как по модельным расчетам все основные частицы диска ШАЛ должны приходить компактно и укладываться во времена порядка 1–5 мкс. Природа образования таких импульсов пока не совсем ясна. Для интерпретации полученных результатов мы провели собственные расчеты временных распределений основных компонент ШАЛ (заряженных частиц, мюонов и нейтронов) для ливней с $E_0 \geq 10^{18}$ эВ. Для этого мы использовали программу CORSIKA (версия 6.990) с моделями QGSJET01c и FLUKA2011.2. Расчеты проводились для условий Якутской установки ШАЛ.

Сравнивая расчеты и эксперимент, мы пришли к выводу, что задержанные импульсы могут быть связаны с нейтронной компонентой ШАЛ, которая, замедляясь в веществе детектора и окружающих его предметах, рождает электроны низких энергий, которые и регистрируются сцинтилляционными детекторами с низким порогом.

Yakutsk experiment has shown that in showers with $E_0 \geq 10^{18}$ eV under certain conditions in the time-base of the scintillation detector response there are pulses delayed by more than 5 microseconds. At the same time, according to model calculations, all the main particle composing a shower disk should arrive compactly and house within 1–5 mcs. The nature of these pulses is not yet clear. To interpret obtained results, we calculated the temporal distribution of various EAS components (charged particles, muons and neutrons) for energies $E_0 \geq 10^{18}$ eV. Calculations were performed with the use of CORSIKA code (version 6.990) within the framework of hadron interaction models QGSJET01c and FLUKA2011.2. The calculations were performed for the conditions of the Yakutsk EAS array.

After comparing the calculation and experimental results, we concluded that delayed pulses could be associated with neutron component of EAS, which is moderated in the detector materials and surrounding objects and produces low-energy electrons, which are detected by low-threshold scintillation detectors.

ФОРМИРОВАНИЕ И НАЧАЛЬНАЯ СТАДИЯ ДВИЖЕНИЯ КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАССЫ

Я.И. Егоров, В.Г. Файнштейн

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
diegon@ya.ru

FORMATION OF CORONAL MASS EJECTIONS AND INITIAL PHASE OF THEIR PROPAGATION

Ya.I. Egorov, V.G. Fainstein

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

По данным космических аппаратов SDO, PROBA2 и др. выявлены процессы, предшествующие появлению и сопровождающие возникновение фронтальной структуры десяти лимбовых КВМ, а также изучены закономерности движения КВМ на начальном этапе. Одним из таких процессов оказалась эрупция протуберанца или горячей эмиссионной петли, наблюдаемых в линиях крайнего ультрафиолета. Для одного КВМ началу эрупции протуберанца, связанного с КВМ, предшествует эрупция протуберанца меньших размеров, расположенного в плоскости неба внутри основного протуберанца. Типичными процессами для большинства рассмотренных КВМ оказались появление в области генерации выбросов массы одной или нескольких движущихся в направлении от центра солнечного диска структур повышенной яркости и одновременное выделение несколькими участками повышенной яркости места, где в дальнейшем сформируется фронтальная структура КВМ. Установлено, что фронтальная структура таких КВМ возникает и начинает двигаться в направлении от лимба после соприкосновения с местом ее формирования движущихся внутренних структур. Обнаружена положительная корреляция между высотой эруптивного протуберанца, связанного с КВМ, и высотой фронтальной структуры КВМ перед началами их движений.

We identified processes preceding the appearance of a front structure for 10 limb CMEs, and studied regularities in CME motion at the initial stage based on SDO, PROBA2 and other spacecraft data. One of these processes was prominence (or hot emission loop) eruption observable in EUV. In one case CME-related prominence eruption preceded the eruption of another, smaller-sized prominence located in the plane of the sky inside the main prominence. A typical process for most of the CMEs was the appearance in the eruption region of one or more bright loops moving outward from the solar disk centre and a simultaneous appearance of bright areas above these loops where the frontal CME structure subsequently formed. It was established that the frontal CME structure starts to move upon contact with moving internal loops. A positive correlation has been found between the height of the CME associated eruptive prominence and the height of the CME front structure before the start of their movement.

ПЕРВЫЕ МИКРОВОЛНОВЫЕ СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ДВУХ ИСТОЧНИКОВ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНОЙ ВСПЫШКИ

Д.А. Жданов, В.Г. Занданов

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
zhdanov@mail.iszf.irk.ru

FIRST MICROWAVE SPECTRAL OBSERVATION OF TWO SOURCES DURING THE SOLAR FLARE EVENT

D.A. Zhdanov, V.G. Zandanov

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Впервые микроволновые спектры двух источников получены одиночной антенной. Мы рассмотрели солнечную вспышку, произошедшую 29 июня 2012 г. в 04:13 UT. Интерферометрические данные ССРТ показали наличие двух микроволновых источников – основного и удаленного. Обнаружено, что временной профиль правой круговой поляризации (RCP) на частоте 5.7 ГГц одного источника имеет похожий вид с временным профилем на той же частоте второго источника. Также мы заметили временной сдвиг между этими кривыми. Микроволновый спектр был получен с помощью спектрополяриметра 4–8 ГГц. Мы предполагаем, что быстро изменяющаяся компонента RCP микроволнового спектра принадлежит основному источнику, тогда как быстро изменяющаяся компонента левой круговой поляризации (LCP) микроволнового спектра принадлежит удаленному источнику. Задержка может быть объяснена движущимися электронами с энергиями до 30 кэВ вдоль петель, расположенных между источниками.

We present the first microwave spectral observations of two sources obtained single dish antenna. The event is occurred 29 June 2012 in 04:13 UT. Obtained SSRT interferometric observations showed availability two source both the main source and the remote source. We noticed that the RCP time profile at 5.7 GHz frequency from the main source had similar appearance with the LCP time profile at the same frequency from the remote source. Also we noticed a temporal shift between these curves. The microwave spectrum was obtained from 4–8 GHz spectropolarimeter. We propose that the rapidly varying component of RCP microwave spectrum is related to the main source, whereas the rapidly varying component of LCP microwave spectrum is related to the remote source. The temporal shift can be explained moving electrons with energy up to 30 keV along loops disposed between sources.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ВАРИАЦИИ ШИРИНЫ КОНТУРА ЛИНИИ $H\alpha$ 6563Å КАК ИНДИКАТОР ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ХРОМОСФЕРЕ СОЛНЦА

A.B. Zubkova, N.I. Kobanov

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
zubkova_av@iszf.irk.ru, kobanov@iszf.irk.ru

PERIODIC VARIATIONS OF THE $H\alpha$ 6563Å LINE WIDTH AS AN INDICATOR OF WAVE PROCESSES IN THE SOLAR CHROMOSPHERE

A.V. Zubkova, N.I. Kobanov

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Изучение волновых процессов в солнечной атмосфере, в том числе в корональных дырах (КД), необходимо для решения вопросов, касающихся переноса энергии в хромосферу и корону, их нагрева и роли КД в переносе и обмене энергией. В работе представлены результаты изучения колебательно-волновых движений ширины профиля линии $H\alpha$ 6562.8 Å в КД на основе данных, полученных на Горизонтальном солнечном телескопе Саянской солнечной обсерватории. При анализе десяти временных серий продолжительностью 45–160 мин обнаружено, что мощность колебаний ширины контура увеличивается к границам хромосферной сетки. Наибольшее различие между колебаниями в сетке и ячейке отмечено на частоте 2.5–4 мГц. Получена зависимость средней амплитуды колебаний от угла, под которым КД наблюдались на солнечном диске, что, возможно, связано с наклоном магнитных трубок. По предварительным оценкам, наблюдаемые вариации не могут быть вызваны тепловым уширением. Возможной причиной их могут быть альфвеновские волны, распространяющиеся в магнитных трубках.

The study of wave processes in the solar atmosphere, including coronal holes (CH), is necessary to decide the issues of energy transfer in the chromosphere and corona, its heat and the CH role in the energy transport and exchange. The paper reports the results of the wave motions research of the $H\alpha$ 6562.8 Å line width measured in the CH with the data obtained at the Horizontal Solar Telescope of the Sayan Solar Observatory. By analysis of 10 temporal series with 45–160 min duration, it was found that the oscillation power was increased to the chromospheric network borders. The largest difference between the fluctuations on the cell border and inside the cell corresponds to the frequency range of 2.5–4 MHz. The average amplitude dependence of the oscillation angle at which the CH were being observed at the solar disk is obtained, which was possible due to the inclination of the magnetic tubes. According to preliminary estimates, the observed variations can't be caused by thermal broadening. Perhaps their possible reason is the Alfvén waves propagating in the magnetic flux tubes.

**ДВА КАНДИДАТА В ТРАНЗИТНЫЕ ЭКЗОПЛАНЕТЫ, ОТКРЫТЫЕ
В РАМКАХ ПРОЕКТА «МАСТЕР»**

¹А.Ю. Бурданов, ¹А.А. Попов, ¹В.В. Крушинский, ²К.И. Иванов

¹Коуровская астрономическая обсерватория Уральского федерального университета, Екатеринбург, Россия

²Астрономическая обсерватория Иркутского государственного университета, Иркутск, Россия
burdanov.art@gmail.com, ivorypalace@gmail.com

TWO TRANSITING EXOPLANET CANDIDATES FROM THE MASTER PROJECT

¹A.Y. Burdanov, ¹A.A. Popov, ¹V.V. Krushinsky, ²K.I. Ivanov

¹Kourovka Astronomical Observatory of Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

²Astronomical Observatory of Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Представлены два кандидата в транзитные экзопланеты, открытые в созвездии Лебедя в ходе короткого фотометрического обзора неба, выполненного в Коуровской астрономической обсерватории Уральского Федерального университета летом 2012 г. Кандидат MASTER-1b (родительская звезда 2MASS 20260213+5006032, $R=12^m.4$) имеет период 0.847 сут, падение блеска $0^m.015$ и продолжительность транзита 1.6 ч. Кандидат MASTER-2b (родительская звезда 2MASS 20341625+5015427, $R=13^m.8$) с периодом 0.983 сут имеет падение блеска $0^m.017$ и продолжительность транзита 1.7 ч. Наблюдаемые эффекты предположительно вызваны экзопланетами типа «горячий Юпитер». В докладе приводится описание обнаруженных кандидатов, средств поиска, а также методов получения и обработки наблюдательных данных. Для выяснения истинной природы объектов необходимы дальнейшие фотометрические и спектроскопические исследования.

We present two transiting exoplanet candidates in Cygnus discovered during a small photometric survey performed at the Kourovka Astronomical Observatory of Ural Federal University in the summer of 2012. The MASTER-1b candidate (host star 2MASS 20260213+5006032, $R=12^m.4$) has a period of 0.847 days, transit depth of $0^m.015$, and transit duration of 1.6 h. The MASTER-2b candidate (host star 2MASS 20341625+5015427, $R=13^m.8$) has a period of 0.983 days, transit depth of $0^m.017$, and transit duration of 1.7 h. We believe that these transit-like signals might be caused by Hot Jupiters. Observations, data reduction, transit search tools, and detected candidates are described. Follow-up photometric and spectroscopic observations are needed to clarify the nature of the candidates.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗА ГЕОЭФФЕКТИВНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ
СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА ПО ДАННЫМ НЕСКОЛЬКИХ СТАНЦИЙ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ**

Д.Д. Исаков, В.Г. Григорьев, С.А. Стародубцев

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
Id88akimo@mail.ru, Grig@ikfia.ysn.ru, Starodub@ikfia.ysn.ru

**DEVELOPMENT OF THE FORECASTING METHODS OF GEOEFFECTIVE DISTURBANCES
OF THE SOLAR WIND BY DATA OF A FEW COSMIC RAY STATIONS**

D.D. Isakov, V.G. Grigoryev, S.A. Starodubtsev

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

В настоящее время в ИКФИА с целью прогноза космической погоды проводится непрерывный мониторинг для определения параметров суточной анизотропии космических лучей в режиме реального времени. При этом используются часовые данные нейтронного монитора и наземного мюонного телескопа одной станции – Якутского спектрографа космических лучей им. А.И. Кузьмина. В связи с появившейся возможностью доступа к данным мировой сети станций нейтронных мониторов NMDB в режиме реального времени представляет интерес расширение мониторинга с целью прогноза геоэффективных возмущений солнечного ветра. В данной работе исследована возможность прогноза геоэффективных возмущений солнечного ветра с использованием данных разделенных по долготе станций нейтронных мониторов Yakutsk, Kiel и Newark. Показано, что такой подход позволяет прогнозировать попадание Земли в области геоэффективных крупномасштабных возмущений солнечного ветра с вероятностью около 0.7.

At present at SHICKA, to forecast space weather a continuous monitoring on definition of parameters of daily cosmic ray anisotropy is carried out in real time. In this case hourly data of the neutron monitor and ground-based muon telescope of one station i.e. the Yakutsk cosmic ray spectrograph named after A.I. Kuzmin are used. In connection with the appeared opportunity of access to data of the world network of neutron monitor stations (NMDB) in

real-time, the creation of more expanded monitoring for the purpose of forecasting of geoeffective disturbances of the solar wind is of interest. In this paper the possibility of forecasting of geoeffective disturbances of the solar wind with the help of data of the Yakutsk, Kiel and Newark neutron monitor stations separated in longitude has been studied. It is shown that such approach allows to forecast the Earth's ingress into the field of the geoeffective large-scale solar wind disturbances with probability about 0.7.

РЕГИСТРАЦИЯ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ ШАЛ НА УСТАНОВКЕ TUNKA-REX

Ю.А. Казарина

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
lutien777@mail.ru

DETECTION OF EAS RADIO EMISSION AT THE TUNKA-REX EXPERIMENT

Y.A. Kazarina

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Одной из актуальных проблем современной астрофизики является интерпретация наблюдаемых особенностей спектра космических лучей сверхвысоких энергий и выяснение вопроса об их галактическом или внегалактическом происхождении. В настоящее время в Тункинской долине (Республика Бурятия) на территории черенковской установки «Тунка-133» развернута установка Tunka-Rex («Тунка-радиорасширение»), представляющая собой комплекс из 18 антенн, распределенных на площади 1 км². Установка регистрирует радиоизлучение широких атмосферных ливней (ШАЛ). ШАЛ образуются в результате взаимодействия космических лучей сверхвысоких энергий с атмосферой Земли. Измерения проводятся совместно с установкой «Тунка-133», которая регистрирует черенковское излучение, генерируемое теми же атмосферными ливнями. Совместные измерения радиоизлучения и черенковского света предоставляют уникальную возможность для кросскалибровки этих двух калориметрических методов исследований. Основной целью Tunka-Rex является определение точности восстановления параметров атмосферного ливня, зарегистрированного по радиоизлучению ШАЛ. В докладе представлены первые результаты практической отработки методик восстановления параметров первичных космических лучей.

One of the main questions of astrophysics is the explanation of the observed features of the spectrum of ultra-high-energy cosmic rays (UHECR) and their assignment to galactic or extragalactic origin. To answer these questions high statistics in measured UHECR is needed, which requires the application of new detection technologies. Currently, the Tunka-Rex experiment (Tunka Radio Extension) is deployed at the Tunka Valley (Republic of Buryatia) on the territory of the Tunka-133 Cherenkov array. Tunka-Rex is an array of 18 antenna stations distributed over an area of 1 km², which records the radio emission of extensive air showers (EAS). EAS are generated by the interaction of UHECR with the Earth's atmosphere. Measurements are performed jointly with the Tunka-133 array, which detects the Cherenkov radiation that is generated by the same air showers. Joint measurements of the radio emission and the Cherenkov light provide a unique opportunity for cross-calibration of both calorimetric research methods. The main goal of Tunka-Rex is to determine the precision of the reconstruction of air-shower parameters using the radio detection technique. This report presents some first results of Tunka-Rex including a discussion of the methods applied for recovering the parameters of the primary cosmic rays.

МИКРОВОЛНОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ОДИНОЧНЫХ ПЯТЕН ПО ДАННЫМ ССРТ И NoRH

В.П. Максимов, В.Э. Капустин

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
Kapustin@iszf.irk.ru

MICROWAVE EMISSION OF SINGLE SUNSPOTS AS DEDUCED FROM SSRT AND NoRH DATA

V.P. Maksimov, V.E. Kapustin

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

По результатам отдельного изучения характеристик микроволнового излучения в необыкновенной и обыкновенной модах на длине волны 5.2 см не обнаружено тонкой структуры. На длине волны 1.72 см тонкая структура обнаружена только для крупных пятен и только в излучении обыкновенной моды. На большой статистике подтверждено превышение размеров источника в обыкновенной моде над размерами источника в необыкновенной моде, что не описывается классической моделью микроволнового источника над одиночным пятном.

Results of the selective study of characteristics of microwave emission in extraordinary and ordinary modes in a wavelength of 5.2 cm did not reveal a fine structure in the emission of the modes. In a wavelength of 1.73 cm, a fine

structure was found only for large sunspots and only in the o-mode emission. Based on a large volume of statistical data, we confirmed that sizes of the o-mode source exceed those of the x-mode source. This fact does not described by the classical model of microwave source over a single sunspot.

**ЭРУПЦИИ И УДАРНЫЕ ВОЛНЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНОМ СОЛНЕЧНОМ СОБЫТИИ
13 ДЕКАБРЯ 2006 г.**

В.В. Гречнев, В.И. Киселев, А.М. Уралов, Н.С. Мешалкина

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
valentin_kiselev@iszf.irk.ru

ERUPTIONS AND SHOCK WAVES IN AN EXTREME SOLAR EVENT OF 13 DECEMBER 2006

V.V. Grechnev, V.I. Kiselev, A.M. Uralov, N.S. Meshalkina

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Выяснены взаимосвязи между эрупциями магнитных жгутов, вспышкой и возникновением ударных волн в экстремальном протонном событии 13 декабря 2006 г. (X3.4/4B, GLE70). Ускорения трех эруптивных структур достигали значений, превышающих ускорение свободного падения в 15–25 раз. Временные профили ускорений коррелировали с профилями интенсивности всплесков вспышечного излучения с опережением 2 мин. Импульсно-поршневым механизмом на фазе роста вспышки были возбуждены как минимум две следовавших друг за другом ударные волны, замедлявшиеся подобно взрывным волнам. Впервые выявлены следы двух ударных волн на изображениях и на динамическом радиоспектре. Направленные вверх сегменты ударных волн, вероятно, слились в одну более сильную, наблюдавшуюся на коронографах как внешнее гало коронального выброса, отклонявшего корональные лучи. Факт раннего возбуждения ударных волн внутри зарождающегося выброса требует пересмотра воззрений на условия ускорения ионов на ударных волнах.

Relations between eruptions of magnetic flux ropes, flare, and development of shock waves have been found out in an extreme solar event of 13 December 2006 (X3.4/4B, GLE70). The accelerations of three eruptive structures exceeded (15–25)-fold gravity acceleration and 2 min earlier than the flare bursts. At least, two shock waves following each other were excited by the impulsive-piston mechanism. The shocks decelerated like blast waves. For the first time, traces of the two shocks have been revealed in images and a dynamic radio spectrum. Upward-directed segments of the shocks probably merged into a single stronger shock observed by coronagraphs as the outer halo of a coronal mass ejection (CME) deflecting coronal rays. The fact of the early excitation of shock waves inside the developing CME requires reconsideration of conditions assumed for the acceleration of ions by shocks.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ДАТЧИК ВОЛНОВОГО ФРОНТА ДЛЯ АСТРОНОМИЧЕСКИХ
ПРИЛОЖЕНИЙ, РАБОТАЮЩИЙ ПО АЛГОРИТМУ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

Е.А. Копылов, В.В. Лавринов, М.В. Туев

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия
evgen704@iao.ru, for_reg@inbox.ru, lvv@iao.ru

**THE EXPERIMENTAL WAVE FRONT SENSOR FOR THE ASTRONOMICAL APPLICATIONS,
WORKING ON ALGORITHM OF AN NEURAL NET**

Е.А. Kopylov, V.V. Lavrinov, M.V. Tuev

V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk, Russia

Разработан алгоритм обучения и программное обеспечение блока искусственной нейронной сети экспериментального датчика волнового фронта по распознаванию аберраций волнового фронта. Работа датчика в режиме обучения синхронизирована с работой датчика волнового фронта Шэка–Гартмана в реальном времени. На численной модели распространения пучка были получены распределения интенсивности и соответствующие им коэффициенты при полиномах Цернике. Эксперимент показал, что для достижения «точности» ± 0.05 необходимо порядка 60 кадров обучающей выборки для случая «слабой флуктуации» распределения интенсивности в кадре. Возникает задача определения значений «слабой», «средней», «сильной флуктуации» распределения интенсивности в кадре и исследования режимов работы алгоритма обучения при этих значениях.

The algorithm of training and the software of the unit of an neural net of the experimental wave front sensor on recognition of aberrations of wave front is developed. Sensor operation in a mode of training is synchronized with operation of the wave front sensor of Shek–Gartman in real time. On a numerical model distributions of a bundle were gained distributions of intensity and coefficients corresponding to them in case of polynomials to Zernicke. Experiment showed that for achievement of “accuracy” ± 0.05 “low” fluctuation needs about 60 frames of learning selection for a case of intensity distribution in a frame. There is a task of determination of values of “low”, “aver-

age”, “intense” fluctuation distributions of intensity in a frame and researches of operation modes of algorithm of training in case of these values.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА ПО ДАННЫМ КА STEREO

А.В. Кудрявцева, Д.В. Просовецкий

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
melerage@gmail.com

INVESTIGATION OF THE SOLAR WIND PARAMETERS ACCORDING TO STEREO OBSERVATIONS

A.V. Kudryavtseva, D.V. Prosovetsky

Institute of Solar-Terrestrial Physics, Irkutsk, Russia

При исследовании движения неоднородностей излучения F-короны Солнца по данным коронографов КА STEREO на расстояниях от 4 до 14 радиусов Солнца были найдены некоторые характеристики потоков солнечного ветра в приэкваториальных и среднеширотных областях. Было определено, что неоднородности представляют собой структуры с поперечным размером порядка 40–50 тыс. км, а их источником, возможно, является супергрануляционная структура. В потоках вещества были выделены две компоненты со скоростями до 350 и до 600 км/с, соответствующие быстрому и медленному ветру. Были определены концентрации для двух компонент солнечного ветра, вариации скорости и ускорения в зависимости от расстояния от Солнца. Полученные кинематические характеристики позволяют предположить существование двух участков ускорения частиц в короне. На основании полученных результатов обсуждаются возможные механизмы ускорения солнечного ветра.

As result of the inhomogeneities motion investigation in solar F-corona according to data of STEREO coronagraphs were found some characteristics of the solar wind streams at distances from 4 to 14 solar radii in the equatorial and midlatitude regions. It was defined that the inhomogeneities are a structures with transverse size about 40-50 thousand kilometers and their source is probably the solar supergranulation. In matter streams a slow and fast solar wind components with velocities up to 350 and 600 km/s correspondingly were sort out. For two solar wind components the plasma density, velocity and acceleration depending on distance from the Sun have been found. It was found that a derived kinematic characteristic assumes the existence of two regions of particles acceleration in the solar corona. Possible mechanisms of solar wind acceleration wind are discussed.

НАБЛЮДЕНИЕ ПОТОКОВ ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНЫХ ВОЛОКНАХ

А.С. Кустов, Д.Ю. Колобов

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
kustov@iszf.irk.ru

PLASMA FLOWS OBSERVED IN SOLAR FILAMENTS

A.S. Kustov, D.Y. Kolobov

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

На основе спектрополяриметрических наблюдений, проведенных в Саянской солнечной обсерватории в линии HeI 10830 Å, исследуются периодические движения в солнечных волокнах. С целью выявления устойчивых потоков плазмы, направленных как вдоль луча зрения, так и перпендикулярно ему, изучались вариации сигналов интенсивности и доплеровской скорости от 10 мин и более. Для анализа также используются данные измерений магнитного поля, H α - и EUV-изображения.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-02-33110 мол_а_вед и гранта Президента РФ № МК-497.2012.2, Министерства образования и науки РФ ГК № 14.518.11.7047 и соглашения № 8407.

We presented an investigation of periodical motions in solar filaments. Observational data were obtained in the He I 10830 Å line at the Sayan Solar Observatory. We study both line-of-sight and horizontal velocity signals to detect steady flows in filaments. We considered periods greater than 10 minutes. We used magnetic field measurements, H-alpha and EUV images for the analysis.

This study was supported in part by the RFBR research project N 12-02-33110 mol_a_ved and the Grant of the President of the Russian Federation N МК-497.2012.2, Russian Federation Ministry of Education and Science state contract N 14.518.11.7047 and agreement N 8407.

АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРЫ И МЕРЫ ЭМИССИИ В АКТИВНОЙ ОБЛАСТИ 11429 ПО ДАННЫМ AIA/SDO

Е.В. МилютинаИркутский государственный университет, Иркутск, Россия
elen.milyutina@gmail.com**ANALYSIS OF THE TEMPERATURE AND THE EMISSION MEASURE
IN ACTIVE REGION 11429 BASED ON AIA/SDO DATA****E.V. Milyutina**

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Целью данной работы является исследование изменений, происходящих в активных областях на Солнце до, во время и после вспышек, с помощью пространственного распределения таких параметров плазмы, как мера эмиссии и электронная температура. Была исследована вспышка, произошедшая 08 марта 2012 г. в активной области 11429, максимум около 8:40 UT. Мы использовали наблюдения в ВУФ, полученные с инструмента AIA/SDO в линиях 94, 131, 171, 193, 211, 335 Å. Для определения электронной температуры и меры эмиссии был протестирован метод, предложенный [Ашванден и др., 2011], и применен к данной вспышке. Обнаружено, что петля, соединяющая ядра будущей вспышки, во время предвспышечной фазы имела повышенную температуру по сравнению с окружающей активной областью. Обсуждаются достоинства и недостатки данного метода для исследования динамики развития солнечных вспышек.

The target of this contribution is to study evolution of the solar active region with the help of the spatial distribution of plasma parameters (the emission measure and the electron temperature) before, during and after the solar flares. The studied solar flare occurred on 08 March 2012 in active region 1142, the maximum was about 08:40 UT. We used EUV observations in 94, 131, 171, 193, 211, 335 Å lines obtained by AIA/SDO. The technique for calculation of the electron temperature and the emission measure suggested by [Aschwanden et al., 2011] was tested and had been applied to observations of the flare. During the pre-flare phase, we revealed the higher temperature of the loop which connected the kernels of the future flare. The advantages and disadvantages of the current technique for study of the evolution of the flares are discussed.

**ЭВОЛЮЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ,
УСКОРЕННЫХ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК 15.04.2002 И 26.07.2002****Г.Г. Моторина, ^{1,2}И.В. Кудрявцев, ²В.П. Лазутков, ²Г.А. Матвеев[†], ²М.И. Савченко,
^{2,3}Д.В. Скородумов, ^{1,2}Ю.Е. Чариков**¹Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия²Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия³Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия
g.motorina@yandex.ru**THE EVOLUTION OF THE ENERGY DISTRIBUTION OF ELECTRONS ACCELERATED DURING
SOLAR FLARES 15.04.2002 AND 26.07.2002****G.G. Motorina, ^{1,2}I.V. Kudryavtsev, ²V.P. Lazutkov, ²G.A. Matveyev[†],
²M.I. Savchenko, ^{2,3}D.V. Skorodumov, ^{1,2}Y.E. Charikov**¹Pulkovo Astronomical Observatory RAS, St. Petersburg, Russia²Ioffe Physical-Technical Institute RAS, St. Petersburg, Russia³St. Petersburg State Polytechnical University, St. Petersburg, Russia

Рассматривается задача восстановления энергетических распределений электронов, ускоренных во время солнечных вспышек 15.04.2002 и 26.07.2002 г., с использованием данных по жесткому рентгеновскому излучению (ЖРИ). Изучается динамика энергетических спектров ЖРИ на протяжении всей вспышки. Во временных профилях вспышек выделяются несколько интервалов, для которых восстанавливаются энергетические спектры электронов с использованием метода регуляризации Тихонова. Показано, что во время развития вспышки 15.04.2002 г. энергетическое распределение электронов расширяется в область больших энергий – от 100 кэВ на начальной стадии до 150 кэВ на стадии спада ЖРИ, что свидетельствует о продолжении процесса ускорения на протяжении всей вспышки.

The reconstruction of the energy distribution of electrons accelerated during solar flares 15.04.2002 and 26.07.2002 with the use of data from the hard X-ray radiation (HXR) is considered. The HXR energy spectra dynamics is studied during the flare. The time profiles of the flares are divided into several intervals, for which the energy spectra of electrons are reconstructed by Tikhonov method of regularization. It is shown that the energy distribution of the electrons expands to higher energies from 100 keV at the initial stage to 150 keV at the decay phase of the flare 15.04.2002. This fact shows that the process of the electron acceleration takes place during the evolution of the flare.

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ В МИКРОВОЛНОВОМ ДИАПАЗОНЕ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК

О.В. Нелюбова

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
ol.nelyubova@gmail.com

HIGH-TEMPERATURE SOURCES IN THE MICROWAVE RANGE DURING SOLAR FLARES

O.V. Nelyubova

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia
Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Представлены результаты анализа двух слабых солнечных вспышек, зарегистрированных спектрополяри- метром Радиоастрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН (Бадары). Вспышки класса C3.6 и C2.1 были успе- шно зафиксированы 10 мая 2012 г. в 06:21 UT и 2 июля 2012 г. в 07:03 UT соответственно. Оба события характеризовались необычно высоким для событий такого класса уровнем микроволнового излучения. Од- ним из возможных объяснений этого факта может быть присутствие сверхгорячего теплового источника ($T > 30$ МК). Результаты исследования обсуждаются с точки зрения существующих теоретических моделей выделения и переноса излучения в солнечных вспышках.

This paper presents the results of analysis of two weak solar flares observed the Siberian Solar Radio Telescope. A class C3.6 solar flare was observed 2012 May 10 at 06:21 UT. A class C2.1 flare was observed 2012 July 2 at 07:03 UT. Both events were characterized by unusually high microwave radiation for this class events. One of the possible explanations for this can be the presence of a superhot heat source ($T > 30$ MK). The results of research are discussed in term of existing theoretical models of emission and radiation transfer in solar flares.

МОДЕЛЬ СОЛНЕЧНОГО ДИНАМО С ФЛУКТУИРУЮЩИМ АЛЬФА-ЭФФЕКТОМ

С.В. Олемской, Л.Л. Кичатинов

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
osv@iszf.irk.ru

SOLAR DYNAMO MODEL WITH FLUCTUATIONS IN THE ALPHA-EFFECT

S.V. Olemskoy, L.L. Kitchatinov

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

По данным каталогов солнечных пятен проведены оценки параметров особой разновидности α -эффекта тео- рии динамо, известного как механизм Бэбкока–Лейтона. Оценки показывают, что α -эффект Бэбкока–Лейтона действует на Солнце. Определены также параметры флуктуаций α -эффекта. Амплитуда флуктуаций в несколько раз превышает среднее значение, а их характерное время имеет величину порядка периода вращения Солнца. Флуктуации с найденными параметрами учтены в численной модели солнечного динамо. Расчеты показывают нерегулярные изменения амплитуды магнитных циклов на масштабах сотен и тысяч лет. Стати- стические свойства полученных в расчетах глобальных минимумов и максимумов активности согласуются с данными о солнечной активности в период голоцена.

The parameters of a special type of α -effect known in dynamo theory as the Babcock–Leighton mechanism are estimated using the data of sunspot catalogs. The estimates support the presence of the Babcock–Leighton α -effect on the Sun. Fluctuations of the α -effect are also estimated. The fluctuation amplitude appreciably exceeds the mean value, and the characteristic time for the fluctuations is comparable to the period of the solar rotation. Fluctuations with the parameters found are included in a numerical model for the solar dynamo. Computations show irregular changes in the amplitudes of the magnetic cycles on time scales of centuries and millennia. The calculated statistical characteristics of the grand solar minima and maxima agree with the data on solar activity over the Holocene.

ПУЛЬСИРУЮЩИЕ СИЯНИЯ НА ШИРОТАХ SAR-ДУГИ ВСЛЕДСТВИЕ ГЕНЕРАЦИИ ИОННО-ЦИКЛОТРОННЫХ ВОЛН

С.Г. Парников, И.Б. Иевенко, В.Н. Алексеев

PULSATING AURORAS AT SAR-ARC LATITUDES CAUSED BY GENERATION OF ION-CYCLOTRON WAVES**S.G. Parnikov, I.B. Iyevenko, V.N. Alexeyev**

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

Фотометрические наблюдения на меридиане Якутска (CGMC: 55–60° N, 200° E) показали, что во время фазы восстановления интенсивных суббурь на широтах SAR-дуги обычно наблюдаются всплески пульсаций свечения в эмиссии 427.8 нм N_2^+ с частотами 0.05–1 Гц. Эти пульсации отображают пульсирующие высыпания энергичных частиц кольцевого тока в области внешней плазмосферы.

Известно, что пульсирующие высыпания могут быть вызваны гидромагнитными волнами в результате модуляции питч-угловой диффузии и, соответственно, потока частиц в конусе потерь с частотой волны. Во внутренней магнитосфере ($L=3-5$) возбуждение электромагнитных ионно-циклотронных (EMIC) волн возможно вследствие развития циклотронной неустойчивости на энергичных ионах кольцевого тока. Наблюдаемые частоты модуляции высыпаний мы связываем с генерацией EMIC-волн на циклотронном резонансе с тяжелыми ионами O^+ , которые могут доминировать в кольцевом токе во время магнитной бури.

Photometric observations at the Yakutsk meridian (CGMC: 55–60° N, 200° E) have shown that during the recovery phase of intense substorms at SAR-arc latitudes, the luminosity pulsation bursts are usually observed in 427.8 nm emission with 0.05–1 Hz frequencies. These pulsations represent the pulsating precipitations of the ring current energetic particles in the outer plasmasphere.

It is known that the pulsating precipitations can be caused by hydromagnetic waves due to the modulation of the pitch-angle diffusion and, consequently, particle flux in the loss cone with the wave frequency. In the inner magnetosphere ($L=3-5$) the excitation of electromagnetic ion-cyclotron (EMIC) waves is possible due to the development of the cyclotron instability on energetic ions of the ring current. The observed modulation frequency of precipitations we explained by the generation of EMIC waves on cyclotron resonance with heavy ions O^+ , which can dominate in the ring current during magnetic storms.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ НА ЧАСТОТЕ 32 МГц, ПОЛУЧЕННЫЕ НА ЯКУТСКОЙ УСТАНОВКЕ ШАЛ С ЭНЕРГИЕЙ $3 \cdot 10^{16}$ – $5 \cdot 10^{18}$ эВ**С.П. Кнуренко, В.И. Козлов, З.Е. Петров, И.С. Петров, М.И. Правдин**Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
igor.petrov@ikfia.ysn.ru**YAKUTSK ARRAY RADIO EMISSION REGISTRATION RESULTS WITH ENERGY $3 \cdot 10^{16}$ – $5 \cdot 10^{18}$ eV****S.P. Knurenko, V.I. Kozlov, Z.E. Petrov, I.S. Petrov, M.I. Pravdin**

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

В работе представлена серия измерений радиоизлучения от ШАЛ сверхвысоких энергий на частоте 32 МГц за период 2008–2012 гг. Ливни выбраны по геомагнитному и азимутальному углам и сгруппированы по энергии в три интервала: $3 \cdot 10^{16}$ – $3 \cdot 10^{17}$, $3 \cdot 10^{17}$ – $6 \cdot 10^{17}$ и $6 \cdot 10^{17}$ – $6 \cdot 10^{18}$ эВ. В каждом энергетическом интервале построена средняя функция пространственного распределения по математически усредненным данным с антенн разной направленности.

По экспериментальным данным установлена зависимость усредненной амплитуды радиосигнала от геомагнитного угла, расстояния до оси ливня и энергии ШАЛ. Используя энергию, определенную черенковскими детекторами Якутской установки, и форму средних пространственных распределений радиосигнала, мы сделали предварительную оценку глубины максимума развития ШАЛ X_{max} для рассматриваемого интервала энергий.

This paper presents the set of measurements of ultra-high energy air shower radio emission at frequency 32 MHz in period of 2008–2012. The showers are selected by geomagnetic and azimuth angles and then by the energy in three intervals: $3 \cdot 10^{16}$ – $3 \cdot 10^{17}$, $3 \cdot 10^{17}$ – $6 \cdot 10^{17}$ and $6 \cdot 10^{17}$ – $6 \cdot 10^{18}$ eV. In each energy interval average lateral distribution function using mathematically averaged data from antennas with different directions are plotted.

In the paper, using experimental data the dependence of radio signal averaged amplitude from geomagnetic angle, the shower axis distance and the energy are determined. Depth of maximum of cosmic ray showers X_{max} for the given energy range is evaluated.

**РАДИАЛЬНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ МАГНИТНОГО ПОЛЯ
В СОЛНЕЧНОЙ КОРОНЕ, ПОЛУЧЕННЫЕ ПО ДАННЫМ О БЫСТРЫХ
КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСАХ МАССЫ ТИПА ГАЛО**

В.А. Пичуев, В.Г. Файнштейн, Я.И. Егоров

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
rinens13@gmail.com

**RADIAL MAGNETIC FIELD DISTRIBUTIONS IN THE SOLAR CORONA
OBTAINED FROM HALO-TYPE FAST CME DATA**

V.A. Pichuyev, V.G. Fainstein, Ya.I. Egorov

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Опираясь на метод нахождения радиальных профилей магнитного поля $B(R)$ в солнечной короне, описанный в работе [Gopalswamy N., Yashiro S. Ap. J. Let. V. 736. L17. 2011] и применявшийся для направлений вблизи плоскости неба, определены радиальные распределения величины магнитного поля вдоль направлений, близких к оси Солнце – Земля. Для этого с использованием модели корональных выбросов массы (КВМ) «Ice-cream cone model» [Xue X.H. et al. J.G.R. V. 110. A08103. 2005] по данным SOHO/LASCO найдены трехмерные характеристики быстрых КВМ типа гало и связанных с ними ударных волн. С помощью этих данных удалось получить распределения $B(R)$ до расстояния от центра Солнца ≈ 40 радиусов Солнца, что примерно в два раза дальше, чем в работе [Gopalswamy N., Yashiro S. Ap. J. Let. V. 736. L17. 2011]. На основании найденных значений магнитного поля перед фронтом ударной волны сделан вывод о том, что центральная часть одних рассмотренных КВМ движется в области медленного солнечного ветра, а других – в области быстрых потоков солнечного ветра.

We determined the radial distributions of magnetic field along directions close to that of the Sun – Earth axis using the method of finding the radial profiles of magnetic field in the solar corona $B(R)$ suggested in [Gopalswamy N., Yashiro S. Ap. J. Let. V. 736. L17. 2011]. To do this we found the 3D parameters of a CME and related shock using the «Ice-cream cone model» [Xue X.H. et al. J.G.R. V. 110. A08103. 2005]. Using the thus obtained data we found the distribution of $B(R)$ at distances of up to 40 solar radius, which is about twice as far as was found in the paper by Gopalswamy and Yashiro. Based on the obtained values of magnetic field in front of the shock wave, it is concluded that for one group of the CMEs in question, their central parts moved in the slow solar wind, while for the other CMEs they moved in the fast solar wind.

**ДИФфуЗИОННАЯ МОДЕЛЬ ИНЖЕКЦИИ СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ
В МЕЖПЛАНЕТНОЕ ПРОСТРАНСТВО**

И.С. Петухов, С.И. Петухов, Д.Н. Портнягин

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
elodeon@mail.ru

**DIFFUSION MODEL OF THE SOLAR ENERGETIC PARTICLE INJECTION
INTO INTERPLANETARY MEDIUM**

I.S. Petukhov, S.I. Petukhov, D.N. Portnyagin

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

Из решения уравнения анизотропной диффузии частиц для сосредоточенного в пространстве и импульсного во времени источника получены временные и угловые зависимости потока солнечных космических лучей, инжектированных в межпланетное пространство. Разработанная модель является улучшенной моделью Нг и Глисона и описывает диффузию частиц в сферическом слое с заданной толщиной, окружающем Солнце.

С учетом переноса частиц в межпланетное пространство (модель Кримигиса для высокоэнергичных частиц) модель воспроизводит немонотонное поведение и экспоненциальный спад во времени потока солнечных космических лучей, наблюдаемый в некоторых реальных событиях.

The temporal and angular dependencies of the solar energetic particle flux injected into interplanetary space have been obtained from the solution of the particle anisotropic diffusion equation for pointed in space and impulsive in time source. The model, being the extension of the Ng and Gleeson's model, describes the particle diffusion in the spherical shell with given thickness surrounding the Sun.

With account of the particle transport in the interplanetary medium (Krimigis's model for high-energy particles) the model reproduces non-monotonic behavior in time the solar energetic particle intensity and exponential decrease in time of the particle flux observed in some real cases.

ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СУТОЧНОЙ АНИЗОТРОПИИ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ ПО ДАННЫМ СЕТИ СТАНЦИЙ НЕЙТРОННЫХ МОНИТОРОВ

В.Д. Потапова, С.А. Стародубцев, В.Г. Григорьев

Институт космофизических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
potapova-ikfia@mail.ru, starodub@ikfia.ysn.ru

APPLIED RESEARCH ASPECTS OF DAILY COSMIC RAY ANISOTROPY BY DATA OF NEUTRON MONITOR STATIONS

V.D. Potapova, S.A. Starodubtsev, V.G. Grigoryev

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

В конце 1960-х – начале 1970-х гг. в ИКФИА СО РАН для определения параметров функции распределения космических лучей (КЛ) и изучения свойств солнечного ветра был разработан метод глобальной съемки. В нем вся мировая сеть станций КЛ используется как единый многонаправленный прибор. В данной работе с помощью этого метода мы определяли параметры первой гармоники функции распределения КЛ за каждый час измерений для периода 1981–1998 гг. Установлено, что в анализируемый период более чем в 60 % случаев (218 из 365 событий) за 1–3 сут перед приходом на Землю крупномасштабных возмущений солнечного ветра в направлении от Солнца наблюдалась устойчивая (не менее 3 ч) радиальная компонента суточной анизотропии КЛ с амплитудой более 0.4 %. Сделан вывод, что это может служить предвестником геомагнитных бурь.

In the late 1960^s – the beginning of 1970th at SHICRA SB RAS the method of global survey were developed for definition of distribution function parameters of cosmic rays and studies of solar wind properties. In this method the whole world network of cosmic ray stations are used as the single multidirectional device. In this paper by means of this method we have determined parameters of the 1st harmonic of distribution function of cosmic rays per each hour of measurements for the 1981–1998 period. It is established that during the analyzed time period in more than 60 % of cases (218 from 365 events), for the time period from 1 up to 3 days before the arrival in the Earth of large-scale disturbances of the solar wind, in the direction from the Sun the stable (not less than 3 hours) radial component of daily cosmic ray anisotropy with the amplitude more than 0.4 % has been observed. The conclusion that it can serve as a precursor of geomagnetic storms has been made.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ АНТЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МНОГОВОЛНОВОГО РАДИОГЕЛИОГРАФА ССРТ

В.В. Ретивых, С.В. Лесовой, А.А. Кочанов

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
retivikh@mail.iszf.irk.ru

OPTIMIZATION OF ANTENNA ELEMENTS LAYOUT FOR SSRT MULTI-WAVE RADIO HELIOGRAPH

V.V. Retivikh, S.V. Lesovoy, A.A. Kochanov

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Выбор конфигурации антенной решетки многоволнового радиогелиографа ССРТ основывается на решении задачи оптимизации расположения антенных элементов. Для Т-образной решетки, составленной из лучей запад–юг–восток ССРТ, критериями оптимизации выступают максимизация пространственного разрешения и минимизация уровня боковых лепестков при заданном количестве антенн, минимальном расстоянии между антеннами и направлениях лучей антенной решетки. В общем случае выбор конфигурации определяется только уровнем боковых лепестков. В работе проведено моделирование нескольких конфигураций антенной решетки ССРТ. По указанным критериям был выбран оптимальный вариант расположения элементов антенной системы для 96-антенного гелиографа и даны общие рекомендации по выбору антенной решетки многоволнового радиогелиографа.

Choice of antenna array configuration of SSRT Multi-Wave Radio Heliograph bases on solution of the antenna elements layout problem. For T-shape array consisted of SSRT West-South-East lines, optimization criteria are maximization of space resolution and minimization of side-lobes level for preassigned number of antennas, minimal baseline and array beam directions. Generally, the choice of configuration is defined by only side-lobes level. In this paper, we provided modeling of some SSRT antenna array configurations. Also we selected optimal layout variant

for 96-element heliograph and gave common recommendations for choice antenna array of multi-wave radio heliograph.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛАБОКОНТРАСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НА СОЛНЦЕ

В.В. Ретивых, А.Г. Обухов, В.П. Максимов, Б.И. Лубышев

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
retivykh@mail.iszf.irk.ru

METHODS FOR FAINTLY CONTRASTING SUN STRUCTURES RESEARCHING

V.V. Retivykh, A.G. Obukhov, V.P. Maksimov, B.I. Lubyshev

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

При исследовании слабоконтрастных образований на Солнце большое значение имеет их идентификация. Процесс идентификации включает два основных этапа:

1) сглаживание аддитивного шума и решение обратной задачи для коррекции влияния диаграммы направленности радиотелескопа;

2) сегментация изображения, т. е. выделение граничных точек искомым образований.

В докладе внимание уделяется преимущественно сегментации на основе градиентных методов. Показано, что наилучшими являются высокочастотные контрастирующие фильтры с масками Собеля и Превитта. Параметры маски выбираются в зависимости от отношения сигнал/шум и размеров исследуемой области. Также использованы алгоритмы аппроксимации, позволяющие определить параметры модели идеального перепада яркости в окрестности некоторой точки.

Результаты исследования применены к данным, полученным по наблюдения на ССРТ.

In the study of faintly contrasting structures on the Sun it is very important to identify them. Identification process includes two main steps:

1) smoothing of additive noise and solution of deconvolution problem;

2) image segmentation, i.e. contouring of sought-for structures.

In this paper, we concentrate our attention mainly on segmentation by gradient methods. We show, that high-frequency contrasting filters with Sobel and Prewitt masks are the best for this application. Parameters of masks dependent on signal/noise ratio and size of researching region. Also we use approximation algorithms allow to define ideal brightness drop model parameters at vicinity of some point.

We applied our results to data obtained by SSRT observation.

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛООВОГО ПРОГРЕВА НА ДИНАМИКУ РАЗВИТИЯ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПАРКЕРА КОЛЕБАНИЙ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ВЕРХНИХ СЛОЯХ КОНВЕКТИВНОЙ ЗОНЫ. I

¹В.Г. Еселевич, ¹М.В. Еселевич, ²Н.В. Кучеров, ²В.А. Романов, ²Д.В. Романов, ²К.В. Романов,
²И.В. Семенов, ²М.В. Толстова

¹Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
²Красноярский государственный педагогический университет, Красноярск, Россия
k-v-romanov@ya.ru

HEAT CONDUCTIVITY EFFECTS AND PARKER INSTABILITY DEVELOPMENT AT THE TOP OF SOLAR CONVECTIVE ZONE. I

¹V.G. Eselevich, ¹M.V. Eselevich, ²N.V. Kucherov, ²V.A. Romanov, ²D.V. Romanov, ²K.V. Romanov,
²I.V. Semeonov, ²M.V. Tolstova

¹Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia
²Krasnoyarsk State Pedagogical University, Krasnoyarsk, Russia

В работе представлен метод построения численной модели магнитной трубки с учетом продольного теплового прогрева вдоль силовых магнитных линий. Система дифференциальных уравнений, описывающих динамику тонкой магнитной трубки, разбивается на две группы: динамическую и тепловую. Магнитная трубка заменяется дискретной физической системой с близким строением. Сеточные величины заменяются обобщенными координатами дискретной системы. Система уравнений движения заменяет систему уравнений в частных производных.

В уравнении теплопроводности учтен теплоперенос только вдоль силовых магнитных линий в трубке. Физически это допущение обосновывается превышением на несколько порядков продольного коэффициента теплопроводности над поперечным в условиях конвективной зоны Солнца. Для численного решения уравнений тепловой группы используется явная, консервативная, абсолютно устойчивая разностная схема второго порядка аппроксимации по времени и массовой переменной.

Paper presents numerical model of thin magnetic tube with heat conductivity along the magnetic field taken into account. System of differential equation which describes the tube dynamic is split on two groups of equations: one is dynamical and other deals with heat transport. Magnetic tube is replaced by discrete model physical system with close structure. Mesh quantities are replaced by general coordinates of the discrete system and finite difference equations are replaced by equations of motions.

The heat conductivity equation accounts only for the longitudinal heat fluxes with respect to magnetic field. Physically it is robust due to few order of magnitude suppression of heat conductivity across the field for the convective zone of the Sun. To solve the equations, explicit scheme is used which is conservative, absolutely stable, with second order of approximation in space and time.

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО СКАНИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ СОЛНЕЧНЫМИ ТЕЛЕСКОПАМИ

И.В. Русских, В.Е. Томин, Д.Ю. Колобов

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
vanekrus@iszf.irk.ru, tomin@iszf.irk.ru, kolobov@iszf.irk.ru

PROBLEMS OF AUTOMATED IMAGE SCANNING USING SOLAR TELESCOPES

I.V. Russkikh, V.E. Tomin, D.Y. Kolobov

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Телескоп со щелевым спектрографом является одним из основных инструментов для исследования Солнца в различных спектральных диапазонах. Возможности получения серий спектрограмм для различных участков солнечной поверхности определяются системой управления телескопа, отвечающей за его наведение и регистрацию излучения. Последовательное наведение телескопа на заданные траекторией сканирования участки Солнца и получение соответствующих изображений спектров достигается согласованной работой всех подсистем АСУ. В докладе обсуждаются возможные алгоритмы работы программной и аппаратной частей, обеспечивающих сканирование изображения Солнца в зависимости от основных параметров эксперимента – времени экспозиции и скорости сканирования.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 12-02-33110 мол_а_вед и гранта Президента РФ № МК-497.2012.2, Министерства образования и науки РФ ГК № 14.518.11.7047, соглашения № 8407.

Telescope with a slit spectrograph is one of the main tools to study the Sun in different spectrum range. Capabilities of the spectrogram series acquiring for different areas of the Sun are determined by the telescope's control system. It is responsible for aiming and image acquiring. All subsystems must operate in coordination to provide sequential telescope aiming to the specified scanning trajectory areas of the Sun and corresponding spectrum images acquiring. The report is focused on the possible software and hardware solution which provides solar disc image scanning according to main experiment parameters: exposure time and scanning speed.

Acknowledgements: This study was supported by Grant RFBR N 12-02-33110 mol_a_ved and the Grant of the President of the Russian Federation N МК-497.2012.2, the Russian Federation Ministry of Education and Science state contracts N 14.518.11.7047, agreement N 8407.

РАСЧЕТ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В АКТИВНЫХ ОБЛАСТЯХ СОЛНЦА

^{1,2}В.М. Садыков, ²И.В. Зимовец

¹Московский физико-технический институт, Долгопрудный, Россия
sadykovsl@iki.rssi.ru

²Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

THE COMPUTATION OF THE POTENTIAL MAGNETIC FIELD IN SOLAR ACTIVE REGIONS

^{1,2}V.M. Sadykov, ²I.V. Zimovets

¹Moscow Institute of Physics and Technology, Dolgoprudny, Russia

²Space Research Institute RAS, Moscow, Russia

Получена функция Грина уравнения Лапласа во внешней шаровой области для градиента потенциала с граничным условием – производной потенциала по заданному направлению. Разработан набор программ, использующих данное решение для расчета силовых линий потенциального магнитного поля в активных областях Солнца по граничным данным – компоненте поля по лучу зрения на уровне фотосферы. В качестве граничных условий использованы магнитограммы прибора HMI/SDO. Для выбранных областей восстановлены силовые линии потенциального поля в хромосфере и короне и сопоставлены с петлями, наблюдаемы-

ми прибором AIA/SDO в ультрафиолетовом диапазоне. Обсуждается вопрос применимости потенциального приближения для описания магнитных полей в активных областях Солнца.

We computed the Green function of the Laplace equation for the gradient of the potential in the external spherical region with boundary condition such as the potential derivative in selected direction. The complex of programs which uses this solution to compute potential field lines in solar active regions is developed. The computation is made with boundary condition such as the line-of-sight field component. HMI/SDO magnetograms are used as the boundary conditions. Magnetic field lines in the solar chromosphere and corona in chosen regions are reconstructed and compared with magnetic loops observed by AIA/SDO in EUV range. The applicability of the potential field approximation to describe magnetic fields in solar active regions is discussed.

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛООВОГО ПРОГРЕВА НА ДИНАМИКУ РАЗВИТИЯ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПАРКЕРА КОЛЕБАНИЙ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ВЕРХНИХ СЛОЯХ КОНВЕКТИВНОЙ ЗОНЫ. II

¹В.Г. Еселевич, ¹М.В. Еселевич, ²Н.В. Кучеров, ²В.А. Романов, ²Д.В. Романов, ²К.В. Романов,
²И.В. Семенов, ²М.В. Толстова

¹Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
²Красноярский государственный педагогический университет, Красноярск, Россия
samvs@yandex.ru

HEAT CONDUCTIVITY EFFECTS AND PARKER INSTABILITY DEVELOPMENT AT THE TOP OF SOLAR CONVECTIVE ZONE. II

¹V.G. Eselevich, ¹M.V. Eselevich, ²N.V. Kucherov, ²V.A. Romanov, ²D.V. Romanov, ²K.V. Romanov,
²I.V. Semeonov, ²M.V. Tolstova

¹Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia
²Krasnoyarsk State Pedagogical University, Krasnoyarsk, Russia

В настоящей работе исследуется развитие неустойчивости медленной волны (неустойчивости Паркера) в высокочастотном диапазоне ($m > 23$). Расчеты в адиабатическом приближении нелинейной фазы развития неустойчивости Паркера в данном спектральном диапазоне обнаружили выбросы плазмы с «вмороженным» магнитным полем в солнечную атмосферу со сверхзвуковыми скоростями.

В работе произведен учет теплового прогрева плазмы внутри магнитной трубки за счет теплопереноса вдоль силовых магнитных линий. В пределах глубин конвективной зоны данный механизм прогрева является доминирующим, поскольку коэффициент продольной теплопроводности на несколько порядков превышает коэффициент поперечной теплопроводности, а также коэффициент лучистой теплопроводности. Рассчитанные скорости подъема магнитных полей на фотосферном уровне возрастают по сравнению со скоростями, рассчитанными в адиабатическом приближении, и лучше согласуются с прямыми наблюдательными данными по ускорению быстрых СМЕ в нижних слоях солнечной атмосферы.

In present paper, instability of slow magnetosonic wave (Parker instability) is investigated in high-frequency region ($m > 23$). Numerical simulations using adiabatic approximation show that for this spectral region one can have magnetic field emerging with supersonic speed into the atmosphere.

In paper the heat conductivity along magnetic field is taken into account. Inside convective zone such heat transport mechanism dominates: heat conductivity across magnetic field is suppressed by few orders of magnitude, and radiation heat transport speed is negligible. Computed speeds of magnetic field rise at the moment of entering into the atmosphere are bigger that obtained under adiabatic approximation, and better match the observational data regarding acceleration of fast CME in low layers of solar atmosphere.

ЕДИНСТВЕННОСТЬ РЕЛЯТИВИСТСКОГО ВОЛНОВОГО ПАКЕТА В КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ ПОЛЯ И ПРОБЛЕМА НЕЙТРИННЫХ ОСЦИЛЛЯЦИЙ

С.Э. Коренблит, Д.В. Тайченачев

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

THE UNIQUENESS OF RELATIVISTIC WAVE PACKET IN QUANTUM FIELD THEORY AND NEUTRINO OSCILLATION PROBLEM

S.E. Korenblit, D.V. Taychenachev

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Установлен единственно возможный вид релятивистского волнового пакета, согласованный с общими принципами квантовой теории поля и способный адекватно описывать состояния, локализованные как в

координатном, так и в импульсном пространстве. Рассмотрено его применение к проблеме описания нейтринных осцилляций на примере двух поколений.

The only possible form of relativistic wave packet is determined, which accords to general principles of quantum field theory and admits adequate description of both the states localized in position and momentum space. Its application to neutrino oscillation phenomenon is considered for the model with two generations.

ПРОТОТИП ШИРОКОУГОЛЬНОГО ЧЕРЕНКОВСКОГО ТЕЛЕСКОПА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

А.А. Иванов, Л.В. Тимофеев

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
bananasheaven@yandex.ru

PROTOTYPE OF WIDE-FIELD-OF-VIEW CHERENKOV TELESCOPE AND PRELIMINARY OBSERVATIONAL RESULTS

A.A. Ivanov, L.V. Timofeev

Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

Представлен принцип работы широкоугольного черенковского телескопа, работающего в режиме совпадений со сцинтилляционными детекторами, интегральными и дифференциальными черенковскими детекторами Якутской комплексной установки ШАЛ. Новейшие фотоумножители дают возможность многократного уменьшения размеров черенковского телескопа при том же самом угловом разрешении. Это многократно снижает стоимость такого телескопа, а работа в области энергий 10^{15} эВ компенсирует уменьшение размеров зеркала. Сигналы с каждого канала многоанодного фотоумножителя непрерывно попадают на предусилители и далее на АЦП, после чего хранятся в буферной памяти (16 мкс) 32-канального промышленного компьютера ОЦЗС-32-250USB. В докладе детально представлены технические характеристики телескопа, а также результаты первых экспериментальных наблюдений.

The study presents the principle of operation and preliminary observations of wide-field-of-view Cherenkov telescopes operating in a regime of concurrence with scintillation detectors, integral and differential Cherenkov detectors of complex EAS array in Yakutsk. Modern photomultipliers make it possible to multiply decrease the Cherenkov telescope size at the same angular resolution. This greatly reduces the telescope cost, besides the operation in 10^{15} eV energy range compensates decreasing the mirror size. Signals from each channel of multi-anode photomultiplier continuously get to the preamplifier and then to the analog-digital converter. After that they are stored in the buffer memory (16 μ s) of 32-channel industrial PC OCZS-32-250USB. We also present the telescope specifications and first observational results.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ СОЛНЕЧНЫХ ТЕЛЕСКОПОВ В ПРОЦЕССЕ НАБЛЮДЕНИЙ

В.Е. Томин, Д.Ю. Колобов, А.В. Киселев

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
tomin@iszf.irk.ru

SOLAR TELESCOPE DATA PROCESSING DURING OBSERVATIONS

V.E. Tomin, D.Y. Kolobov, A.V. Kiselev

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Анализ данных астрофизического эксперимента тесно связан с рядом технических задач. Одна из таких задач – обработка данных в реальном времени – является особо актуальной для современных солнечных телескопов. Предварительный анализ данных позволяет своевременно определить необходимость корректировки хода эксперимента и более эффективно использовать наблюдательное время. При этом успешность последующего полноценного научного анализа во многом зависит от доступности исходных (сырых) данных эксперимента. В докладе обсуждается решение, в котором основным подходом является конвейерное продвижение данных между этапами эксперимента. Это позволяет одновременно производить редуцированную обработку и сохранение исходных данных, осуществлять просмотр обработанных данных и их предварительный анализ в реальном времени.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-02-33110 мол_а_вед и гранта Президента РФ № МК-497.2012.2, Министерства образования и науки РФ ГК № 14.518.11.7047 и соглашения № 8407.

Analysis of astrophysical experiment data associated with a number of technical tasks. Online data processing is one of such tasks, which is most important for modern solar telescopes. Preliminary data analysis allows readily detect the need for experiment adjustment and and to increase the efficiency of the time usage available for

observations. At the same time the success of the complete scientific analysis depends on the availability of the original (raw) experiment data. This report discusses the solution where the main approach is the pipelined data handling among experiment stages. This allow one to simultaneously conduct the data reduction and raw data storing, to preview the processed data and perform preliminary data analysis in real time.

Acknowledgements. This study was supported in part by the RFBR research project N 12-02-33110 mol_a_ved and the Grant of the President of the Russian Federation N МК-497.2012.2, Russian Federation Ministry of Education and Science state contract N 14.518.11.7047 and agreement N 8407.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКЛИКА КОСМИЧЕСКОГО СОЛНЕЧНОГО ГАММА-СПЕКТРОМЕТРА ГРИС

Ю.А. Трофимов, Ю.Д. Котов, В.Н. Юров, Е.Э. Лупарь

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия
YuTrofimov@gmail.com

SIMULATION OF THE SPACE SOLAR GAMMA-RAYS SPECTROMETER GRIS RESPONSE

Yu.A. Trofimov, Yu.D. Kotov, V.N. Yurov, E.E. Lupar

National Research Nuclear University "MEPhI", Moscow, Russia

Прибор ГРИС (гамма- и рентгеновское излучение Солнца) предназначен для спектрометрии жесткого рентгеновского и гамма-излучения солнечных вспышек в диапазоне 50 кэВ – 200 МэВ и солнечных нейтронов с энергией более 30 МэВ. Эксперимент планируется проводить на борту Российского сегмента Международной космической станции с 2016 г.

Представлены результаты численного моделирования с помощью пакета GEANT4 отклика прибора на солнечные вспышки различной мощности и спектрального состава и на потоки космических лучей. Оценена фоновая загрузка детекторов и эффективность работы антисовпадательной защиты. Рассмотрены методы калибровки детекторов прибора.

GRES (Gamma and X-ray Emission of the Sun) is a scientific instrument for hard X-rays and gamma rays of the solar flares emission measuring in energy range from 50 keV to 200 MeV and solar neutrons with energy above 30 MeV. The experiments will be mounted onboard the Russian Orbital Segment of the International Space Station in 2016.

The results of GEANT4 simulation are represented: detectors` response to solar flares with different power and spectral composition and cosmic rays, estimation of background counts rate and anticoincident shielding detectors efficiency. Different methods of the detectors calibration are considered.

ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЯ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ И ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ СОЛНЦА – ЕСТЕСТВЕННОГО КОСМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА РАДИОПОМЕХ – В МЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ ВОЛН

Н.А. Ходатаев, В.М. Антошина

Радиотехнический институт им. академика А.Л. Минца, Москва, Россия

VERTICAL AND HORIZONTAL POLARIZATIONS INTENSITIES OF THE SOLAR RADIO NOISE EMISSION IN THE METER BAND

N.A. Hodatayev, V.M. Antoshina

Academician A.L. Mints Radiotechnical Institute, Moscow, Russia

Проблема измерения поляризационных свойств Солнца в разных диапазонах волн актуальна в современных исследованиях. Большинство измерительных систем работает в ограниченных диапазонах радиоволн, обладает недостаточной чувствительностью и высокой стоимостью как постройки, так и эксплуатации, поэтому возникает проблема набора достаточной статистики для анализа и детального изучения свойств Солнца. Возможности современных военных радиолокационных станций, обладающих высокой чувствительностью, позволяют проводить анализ интенсивности излучения естественных космических источников радиопомех в зависимости от поляризации на протяжении всего периода эксплуатации.

В работе представлены статистические данные наблюдений с РЛС «Воронеж-М» (место дислокации в Иркутской области) за интенсивностью излучения Солнца в зависимости от поляризации в рабочем диапазоне частот в период с марта 2012 г. по август 2013 г. Построены графики поляризационного портрета по данным наблюдений. Произведен сравнительный анализ активности Солнца в метровом диапазоне волн с данными наблюдений других измерительных комплексов.

Полученные данные наблюдений позволят расширить область анализа поляризационных свойств Солнца.

Measurements of the solar radio emission in the different ranges are the actual in the modern scientific research. Taking in to account the limited possibilities of most measuring systems as in the bandwidth and sensitivity, and also them cost of building and exploitation, the researches encounters with problem of data deficit for the detailed analysis of the Sun. Possibilities of modern military radars allow to analyze intensity variations of natural cosmic sources of radio noise with high sensitivity and in two orthogonal polarizations during the all exploitation period.

Our studying represents statistic of observations performed with "Voronezh-DM" radar. The radar observes the Sun in two polarizations in the meter band. The radar data sample covers the period from March 2012 to August 2013. The polarization portrait graphs are plotted using obtained data. Also we made comparison our results with the results obtained by the other instruments observing the Sun.

The practical value our work consists in addition new data in the field of solar radio polarimetry.

ВЕРНЫЕ КОРОНАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ И ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЕ

А.А. Челпанов, Н.И. Кобанов

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
chelpanov@iszf.irk.ru

CORONAL FAN-LIKE STRUCTURES AND WAVE PROCESSES IN THE SOLAR ATMOSPHERE

A.A. Chelpanov, N.I. Kobanov

Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

МГД-волны различных типов существуют в любой точке атмосферы Солнца. Исследуя тип волн, направление и скорость их распространения, можно делать выводы о физических условиях в плазме, конфигурации магнитного поля и о потоках энергии, переносимой между слоями солнечной атмосферы. На корональном уровне мощные проявления волн – колебания – локализованы в петлях магнитного поля, видимых в эмиссионных линиях как так называемые верные структуры. Эти петли уходят концами в нижние слои атмосферы, преимущественно в участки умеренного и сильного магнитного поля. Для анализа мы использовали серии спектрограмм активных областей, полученных на наземном телескопе в двух спектральных линиях одновременно, и серии изображений в различных линиях обсерватории СДО, соответствующие по времени наземным сериям. На нижних уровнях атмосферы в спектрах колебаний лучевых скоростей доминируют трех- и пятиминутные колебания, тогда как в спектрах вариации интенсивности верных корональных структур преимущественно наблюдаются низкочастотные колебания 1–2 мГц. Неопределенности в определении направления и скорости распространения колебаний вдоль петель порождены неопределенностями в измерениях временной задержки.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-02-33110 мол_а_вед и гранта Президента РФ № МК-497.2012.2, а также госконтракта № 14.518.11.7047 и соглашения РФ № 8407 Минобрнауки.

Different-type MHD-waves exist at every point of the Sun's atmosphere. Investigating the type of waves and their propagation velocity and direction, one can draw conclusions on the physical condition in plasma, magnetic field configuration, and the energy flows between the atmosphere layers. At the coronal height, powerful wave manifestations—oscillations—locate in magnetic field loops seen as so-called fan structures in the emission lines. These loops foot-base in the lower atmosphere layers, mostly in the moderate and strong magnetic field areas. In the analysis we used ground-based telescope two-line active-regions spectrogram series and observatory SDO series corresponding in time to those from the ground-based telescope. While in the lower atmosphere the 3- and 5-min oscillations dominate, the low-frequency oscillations (1–2 mHz) are mainly observed in the fan-structure intensity variation spectra. Uncertainty in detection of oscillation propagation direction and velocity along loops is due to uncertainty in the time lag measurement.

This study was supported in part by the RFBR research project N 12-02-33110 mol_a_ved and the Grant of the President of the Russian Federation N МК-497.2012.2, Russian Federation Ministry of Education and Science state contract N 14.518.11.7047 and agreement N 8407.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН В НЕОДНОРОДНЫХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПОЛЯХ

Я.М. Черняк

Московский физико-технический институт (государственный университет), Долгопрудный, Россия
JackCh@mail.ru

SIMULATION OF RADIO WAVE PROPAGATION IN INHOMOGENEOUS GRAVITATIONAL FIELDS

Y.M. Cherniak

Moscow Institute of Physics and Technology (State University), Dolgoprudny, Russia

Массивные тела способны влиять на распространение электромагнитных волн. В сложных гравитационных полях, создаваемых системой звезд, аналитический расчет траекторий и интенсивностей света практически невозможен. Кроме того, в результате взаимодействия лучей света, пришедших от различных мнимых изображений, может образоваться сложная интерференционная картина.

В докладе предлагается алгоритм моделирования распространения радиоволн, позволяющий рассчитать интерференционную картину в любой области пространства для любого количества прозрачных и непрозрачных объектов (звезд) и излучающего в радиодиапазоне источника, заданных в двумерном пространстве. Описана оптимизация расчета, приведены различные проблемы, с которыми можно столкнуться при таком моделировании, а также возможные пути их решения. Показана работа программы на примере расчета интерференции в области каустики. Приведены результат моделирования и анализ распределения количества лучей в различных точках пространства на примере двух объектов, находящихся друг за другом на большом расстоянии.

Massive bodies have an influence on electromagnetic wave propagation. Analytical calculation of trajectories and intensities of light is almost impossible for complex gravitational fields produced by systems of stars. Furthermore, the interaction between light rays that come from different imaginary images may form a very complicated interference pattern.

This paper proposes an algorithm for simulation of radio wave propagation, which allows calculation of the interference pattern in any region of space for any number of transparent and non-transparent objects (stars) and radio wave emitter in two-dimensional space. The paper describes the optimization of calculation, different problems that may be encountered in such a simulation, and their possible solutions. The result of calculation of interference pattern for a caustic is given as an example. Also given is the simulation result and ray distribution analysis for two objects that are separated by a long distance.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК С РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ЖЕСТКОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ: ОТДЕЛЬНЫЕ СОБЫТИЯ И СТАТИСТИКА

И.Н. Шарькин, И.В. Зимовец, А.Б. Струминский

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия
ivan.sharykin@phystech.edu

INVESTIGATION OF SOLAR FLARES WITH DIFFERENT HXR INTENSITY: CASE STUDY AND STATISTICS

I.N. Sharykin, I.V. Zimovets, A.B. Struminsky

Space Research Institute RAS, Moscow, Russia

Рассматриваются солнечные вспышки, в которых максимальные потоки мягкого рентгеновского излучения сравнимы, но интенсивности и максимальные энергии потоков жесткого рентгеновского излучения различаются сильно. Были отобраны события с темпом счета по RHESSI 600–1200 отсчетов/с (6–12 кэВ), которые мы разделили на две группы в зависимости от того, наблюдалось или не наблюдалось рентгеновское излучение с энергией >50 кэВ. Главной целью является поиск физических механизмов, способных объяснить эти особенности. В выбранных событиях исследуются рентгеновские спектры и изображения по RHESSI в моменты времени с максимумом жесткого рентгеновского излучения. На примере отдельных событий и статистически показано, что спектр нетепловых электронов в событиях первой группы жестче, чем в событиях второй группы. Также построены распределения меры эмиссии и температуры, но видимых различий между группами не обнаружено. Обсуждаются возможные физические отличия вспышечного процесса в исследуемых группах событий.

We consider solar flares with approximately similar SXR fluxes, but with different intensities of HXR emission and maximal energies. Solar flares were selected with RHESSI count rate 600–1200 counts/s (6–12 keV), which were divided into two groups, where HXR emission >50 keV was observed, and where it was not observed. The main goal is to search for physical mechanisms, which may explain these features. In the selected events we study RHESSI X-ray spectra and images accumulated during peak of HXR emission in the highest available energy range. According to statistical and case studies spectra of nonthermal electrons in events of the first group is harder than in events of the second group. Distributions of emission measure and temperature for both groups are also obtained but are likely not to possess the peculiarities. Possible physical differences of flare processes for the studied groups of events are discussed.

СОЛНЕЧНЫЕ ПРОТОННЫЕ СОБЫТИЯ В 16–24 ЦИКЛАХ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

П.В. Шатов

Институт прикладной геофизики им. Е.К. Федорова, Москва, Россия
p.v.shatov@mail.ru

SOLAR PROTON EVENTS IN THE 16-24 CYCLES OF SOLAR ACTIVITY

P.V. Shatov

Fedorov Institute of Applied Geophysics, Moscow, Russia

Проведен анализ ~400 солнечных протонных событий (СПС) за 19–23-й и первую половину 24-го цикла солнечной активности.

Анализ, проведенный на данном обширном материале, выявил существенную неравномерность распределения источников солнечных протонных событий по долготе Кэррингтона. Особого внимания заслуживает протяженный интервал «пассивных долгот» (~90–170°). Эти данные можно использовать для выявления как потенциально опасных периодов, так и безопасных, что является весьма полезным в различных системах управления и для оценки радиационных нагрузок при различных траекториях полета космических аппаратов.

The analysis of ~400 solar proton events (PCA) for 19–23 and 1st half of the 24th cycle of solar activity. The analysis carried out in this extensive material, revealed a significant uneven distribution of sources of solar proton events at Carrington longitude. Deserves special attention span “passive longs”, extended in longitude (~90–170°). These data can be used to identify a potentially dangerous periods and safe, which is very useful in a variety of control systems and to assess the radiation loads for the different trajectories of spacecraft.