



**МЕЖДУНАРОДНАЯ БАЙКАЛЬСКАЯ
МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА
ПО ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКЕ**

XII Конференция молодых ученых

«Взаимодействие полей и излучения с веществом»

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Иркутск 2011

Ректор Школы, сопредседатель Программного комитета –
советник РАН академик Г.А. Жеребцов

Председатель Программного комитета –
директор ИСЗФ СО РАН член-корреспондент РАН А.П. Потехин

Ученый секретарь Школы –
зав. отделом физики околоземного космического пространства д.ф.-м.н. В.И. Куркин

Международная Байкальская молодежная научная школа по фундаментальной физике поддержана:

- Российским фондом фундаментальных исследований (гранты 11-05-06816-моб_г, 11-05-6060-г)
- Институтом солнечно-земной физики СО РАН
- Физическим факультетом Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова;
- Иркутским государственным университетом;
- Московским физико-техническим институтом;
- Советом молодых ученых ИСЗФ СО РАН (проект «Научная молодежь»);
- Руководителями проектов РФФИ (гранты 09-02-00082-а, 10-05-00094-а, 09-05-00243-а, 10-05-01099-а, 10-05-00908-а, 10-05-00113-а, 09-05-00760-а, 09-05-00757-а, 10-05-00786-а, 11-05-00822-а, 11-05-00698-а, 10-05-10063-к, 11-05-00892-а, 10-05-90408-Укр_а, 10-05-93168-Монг_а, 11-05-00278-а, 10-05-00661-а, 11-05-91153-ГФЕН_а, 10-02-00148-а, 11-02-10000-к, 09-02-00226-а, 10-02-00607-а, 09-02-00165-а, 11-02-00333-а, 11-02-92202-Монг_а, 10-02-00153-а).

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**ЛЕКЦИИ****ДИНАМИКА НЕОДНОМЕРНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ВОЛНОВЫХ СТРУКТУР
СОЛИТОННОГО И ВИХРЕВОГО ТИПОВ В КОМПЛЕКСНЫХ СРЕДАХ С ДИСПЕРСИЕЙ.
ТЕОРИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПРИЛОЖЕНИЯ****В.Ю. Белашов**Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия
v_belashov@yahoo.com**DYNAMICS OF MULTIDIMENSIONAL NONLINEAR WAVE STRUCTURES OF THE SOLITONS
AND VORTEX TYPES IN DISPERSIVE COMPLEX MEDIA.
THEORY, SIMULATION, APPLICATIONS****V.Yu. Belashov**

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Лекция посвящена одной из интереснейших и быстро развивающихся областей современной нелинейной физики и математики – теоретическому, аналитическому и численному исследованию структуры и динамики 2D- и 3D-солитонов и нелинейных волн, описываемых уравнениями классов Кадомцева–Петвиашвили, нестационарного уравнения Шредингера с производной нелинейного члена (уравнение DNLS), а также вихревых систем, описываемых уравнениями эйлерового типа. Особое внимание уделяется обобщениям этих уравнений, относящимся к различным комплексным физическим средам, путем учета высших дисперсионных поправок, влияния диссипации, неустойчивостей и стохастических флуктуаций соответствующих волновых полей. Материал представляет собой изложение основных аспектов как ранее известных, так и оригинальных результатов, а также обобщение опыта работы автора в области теории и численного моделирования динамики нелинейных волн, солитонов и вихревых структур в средах с дисперсией. Наряду с детальным рассмотрением собственно теоретических аспектов, особое внимание уделено приложениям в различных областях современной физики, включая физику плазмы, гидродинамику и физику верхней атмосферы.

This lecture is devoted to a one of the most interesting and rapidly developing areas of modern nonlinear physics and mathematics – the theoretical, analytical and advanced numerical study of the structure and dynamics of two- and three-dimensional solitons and nonlinear waves described by Kadomtsev–Petviashvili, derivative nonlinear Schrodinger classes of equations and also the vortex systems described by Euler-type equations. Special attention is paid to generalizations (relevant to various complex physical media) of these equations, accounting for high-order dispersion corrections, influence of dissipation, instabilities, and stochastic fluctuations of the wave fields. This is consistent representation of the both early known and original results, and also the generalization of the experience of the author in theory and numerical simulation of the nonlinear waves, solitons and vortex dynamics in dispersive media. On a level with detail consideration of pure theoretical aspects, special attention is paid to the applications of the theory in different fields of modern physics including plasma physics, hydrodynamics and physics of the upper atmosphere.

ЭВОЛЮЦИЯ ЛОКАЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ СТРУКТУР НА СОЛНЦЕ**А.А. Головки**Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
golovko@iszf.irk.ru**EVOLUTION OF LOCAL MAGNETIC STRUCTURES ON THE SUN****A.A. Golovko**

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

Эволюция локальных магнитных структур – комплексов активности, активных областей, эфемерных активных областей, магнитных узлов – образует сложную перемежаемую картину магнитного поля Солнца. Параметрическая система классификации структур на основе величины их максимального магнитного потока F и времени жизни t позволила выявить главную последовательность магнитных структур. В тех случаях, когда наблюдения позволяют проследить эволюцию биполярной магнитной структуры от ее рождения до исчезновения и оценить F и t , выполняется соотношение $\lg F = A + b \lg t$. Если время измеряется в секундах, а магнитный поток – в веберах, то $A=14$ и $b=1.2$. Другими авторами подтверждена справедливость этого соотношения для самых мелкомасштабных магнитных элементов, так что общий охватываемый диапазон составил шесть порядков величины. На таком же диапазоне установлено степенное соотношение для функции распределения вероятности. Степенное соотношение является математическим выражением самоподобия локальных магнитных структур разных масштабов и согласуется с фрактальной геометрией магнитных полей в солнечной

фотосфере. Эта концепция привлекательна компактностью описания и перспективна для исследования динамики солнечных магнито-плазменных образований на субтелескопических (~10 км) масштабах.

ЧАСТОТНО-УГЛОВОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ИОНОСФЕРЫ

В.Г. Галушко, Ю.М. Ямпольский

Радиоастрономический институт Национальной академии наук Украины, Харьков, Украина
galushko@rian.kharkov.ua

FREQUENCY-AND-ANGULAR SOUNDING OF THE IONOSPHERE

V.G. Galushko, Y.M. Yampolski

Institute of Radio Astronomy, National Academy of Sciences of Ukraine, Kharkov, Ukraine

В работе представлен метод частотно-углового зондирования, который позволяет восстанавливать трехмерно-неоднородную структуру ионосферы, включая перемещающиеся ионосферные возмущения (ПИВ), по измерениям параметров ВЧ-сигналов на наклонных радиотрассах. Диагностика ПИВ осуществляется в модели волн плотности электронной концентрации, движущихся в реальном ионосферном слое, по вариациям углов прихода и доплеровского смещения частоты пробных сигналов. Обратная задача решена в спектральной области в статистическом и динамическом приближениях. Это позволяет не только определять основные параметры возмущений (амплитуда, длина волны, скорость и направление движения), но и визуализировать неоднородности плазмы. Для восстановления горизонтальных градиентов электронной концентрации дополнительно используются частотные зависимости времени группового запаздывания зондирующих сигналов. Работоспособность предложенного алгоритма проверена с помощью численного моделирования. Адекватность результатов восстановления параметров ионосферы в реальных условиях подтверждается данными одновременной диагностики ионосферы другими методами.

The paper presents the method of frequency-and-angular sounding which allows recovering 3D inhomogeneous structure of the ionosphere, including traveling ionospheric disturbances (TID), from measurements of HF signal parameters at oblique radio paths. The TIDs are reconstructed in the model of electron density waves moving through a realistic ionospheric layer using time-varying angles of arrival and Doppler frequency shifts of the probe signals. The inverse problem was solved in the spectral domain within two approaches, a statistical and a dynamic. This allows not only recovering the basic parameters of the disturbances (amplitude, wavelength and motion direction) but also visualizing this kind of plasma inhomogeneities. To measure horizontal gradients of the electron density, frequency dependences of the group time-delay of the sounding signals are used in addition. The suggested technique has been validated through computer simulations. The adequacy of recovering ionospheric parameters in field conditions is verified by data of simultaneous ionospheric diagnostics using other methods.

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРОПОСФЕРЫ. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Жеребцов Г.А., Коваленко В.А.

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

SOLAR ACTIVITY EFFECT ON WEATHER-CLIMATIC CHARACTERISTICS OF THE TROPOSPHERE: THE PRESENT STATE OF THE PROBLEM

V.A. Kovalenko, G.A. Zherebtsov

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

Обсуждаются вопросы, которые имеют первостепенное значение для понимания природы климатических изменений в 20 веке, и основные физические процессы, ответственные за эти изменения. Рассматривается возможная роль солнечной активности в изменении климата на Земле. Показано, что физические механизмы, с помощью которых можно объяснить влияние солнечной переменности на погоду и климат, сводятся к регулированию потока энергии, уходящего от Земли в космос в высокоширотных областях. Рассмотрены особенности отклика теплового и динамического режимов Мирового океана и атмосферы на изменения в полярных областях. Обсуждаются закономерности долговременных изменений количества осадков за 1979–2007 гг. и их связь с геомагнитной активностью.

Problems of primary significance for understanding the nature of climate changing in 20 century and principal physical processes responsible for these changes are discussed. The possible role of solar activity in the Earth's climate changing is considered. Physical mechanisms for explaining the influence of solar activity on weather and climate come to regulation of the energy flux outgoing from the Earth to space at high latitudes. The peculiarities of the response of thermal and dynamic regimes of the ocean and atmosphere to changes in polar regions are considered. Regularities of long-term variations in amount of atmospheric precipitations over 1979–2007 as well as their correlations with geomagnetic activity are also under discussion.

САМООРГАНИЗАЦИЯ И НЕЛОКАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ

С.С. Зилитинкевич

Хельсинский университет, отделение атмосферных наук, Финляндия
Институт физики атмосферы РАН имени А.М. Обухова, Москва, Россия
sergej.zilitinkevich@fmi.fi

SELF-ORGANISATION AND NON-LOCAL FEATURES OF GEOPHYSICAL TURBULENT FLOWS

S.S. Zilitinkevich

Division of Atmospheric Sciences, University of Helsinki, Finland
A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow

Согласно классической парадигме, турбулентное течение рассматривается как суперпозиция организованного среднего движения и хаотической турбулентности, характеризующейся прямым каскадом энергии (от больших вихрей к меньшим), а инструментами моделирования служат турбулентные замыкания, основанные на концепции градиентного переноса, и локальные законы сопротивления и тепло/массообмена. Этот традиционный подход хорошо работает в применении к нейтральным и слабостратифицированным течениям, но при очень устойчивой и особенно неустойчивой стратификации сталкивается с непреодолимыми трудностями. Геофизические течения, подверженные влиянию стратификации плотности и вращения Земли, почти всегда включают особый тип хаотических движений – с обратным каскадом энергии. Последние приводят к самоорганизации в форме вторичных циркуляций, сосуществующих с обычным средним течением, и порождают нелокальные механизмы переноса энергии и вещества. При устойчивой стратификации, типичной для верхней атмосферы, турбулентность существенно взаимодействует с внутренними волнами. Обсуждаются примеры неприменимости классической парадигмы, и предложена альтернативная парадигма, включающая обратный каскад, организованные структуры и взаимодействия волн с турбулентностью. На ее основе пересматриваются законы тепло/массообмена, турбулентные замыкания, и другие практические аспекты моделирования геофизической турбулентности.

The classical paradigm of the theory of turbulence states that turbulent flow can be considered as a superposition of the fully organized mean motion and fully chaotic turbulence characterized by the forward energy cascade. Accordingly, common tools for modeling geophysical flows are: turbulence closures based on the concept of down-gradient turbulent transport; and essentially local resistance and heat/mass transfer laws. However, in strongly stable and especially in unstable stratification they face insurmountable difficulties. Stratified geophysical flows almost always include a type of chaotic motions characterized by inverse energy cascade and led to development of self-organized, large-scale motions coexisting with usual mean flow and causing non-local effects overlooked in the classical theory. In strongly stable stratification typical of the upper atmosphere, turbulence essentially interacts with internal waves. Examples of principal failure of the classical paradigm are demonstrated, and an alternative paradigm is proposed accounting for organized structures and wave-turbulence interactions as inherent features of geophysical flows. The new paradigm serves as a basis for revision of the currently used heat/mass transfer laws, turbulence closures and other practical aspects of modeling geophysical turbulence.

АЭРОНОМИЯ ИСКУССТВЕННО ВОЗМУЩЕННЫХ АТМОСФЕРЫ И ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

С.И. Козлов

Институт динамики геосфер РАН, Москва, Россия
S_Kozlov@inbox.ru

AERONOMY OF THE ARTIFICIALLY DISTURBED ATMOSPHERE AND IONOSPHERE

S.I. Kozlov

Institute for Dynamics of Geospheres RAS, Moscow, Russia

Детально рассматриваются проблемы исследования аэрoномии искусственно возмущенных атмосферы и ионосферы Земли. Это рассмотрение включает:

1) краткий анализ воздействия различных источников возмущения на околоземную среду, как специально создаваемых для этой цели – мощных радиоволн, инъекции зараженных частиц (электронов, плазмы), взрывов химических взрывчатых веществ, выбросов химически активных веществ, искусственных метеоров, так и обусловленных многообразной производственной, оборонной и другой деятельностью человечества – непрерывных выбросов CO₂, ядерных взрывов, запусков ракет, полетов самолетов, инъекции фреонов, входом в атмосферу КА и т. д.;

2) классификацию аэрoномических задач на основе такого анализа – «холодная» среда с повышенным уровнем ионизации, среда в условиях разогрева электронного газа, среда в условиях изменения малых составляющих воздуха, среда в условиях изменения температуры и плотности воздуха;

3) обсуждение основных особенностей исследования: учет специфики воздействия источников, неравно-

весности среды, существенных изменений в химическом составе воздуха, необходимости поиска новых реакций и рассмотрения задач класса IV с других позиций;

4) анализ решений ряда задач по аэронамии, относящихся к разным классам;

5) основные выводы и определение наиболее перспективных направлений дальнейших работ.

We consider in detail the up-to-date problems of the aeronomy of the artificially disturbed atmosphere and ionosphere. The lecture includes:

1) The brief review of impact on the medium from various sources, special (powerful radio waves, injection of charged particles (electrons and ions), chemical explosions, release of chemical agents, artificial meteors) as well as from the other human activities (CO₂ emission, nuclear tests, missile launches, chemtrails etc.);

2) The elaboration of the taxonomy tree for aeronomy problems – “cold” medium with enhanced ionization, medium under the electron gas heating, medium under the variation of the neutral minor constituents, medium under the change of the neutral temperature and density;

3) The discussion of the main peculiarities in the study of aeronomy, how to take into account the certain properties of any source of disturbance, nonequilibrium state of the medium, significant change of the air composition, the requirements for the seeking of the new chemical reactions. The analysis of the solution for a number of aeronomy problems is given in detail. We finalize the lecture with the description of the most promising directions for future work.

НИЗКОЧАСТОТНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ В ОКОЛОЗЕМНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

А.В. Колосков, Ю.М. Ямпольский

Радиоастрономический институт НАН Украины, Харьков, Украина
koloskov@rian.kharkov.ua

LOW-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS IN THE NEAR-EARTH SPACE

A.V. Koloskov, Yu.M. Yampolsky

Institute of Radio Astronomy NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

В лекции проанализированы основные природные и антропогенные факторы, формирующие электромагнитное окружение Земли в ультранизкочастотном (УНЧ) и сверхнизкочастотном (СНЧ) диапазонах. Рассмотрены глобальные электромагнитные резонансы: шумановский (ШР) и ионосферный альфвеновский (ИАР). Продемонстрирована связь УНЧ-СНЧ-сигналов с мировой грозовой активностью, и описан метод восстановления активности грозовых центров по данным мониторинга сигналов в диапазоне ШР. Изучены морфологические особенности сигналов ИАР, показана их связь с локальным значением критической частоты ионосферы и предложена методика оценки ее величины по измерениям собственных частот ИАР. Исследованы основные источники УНЧ-СНЧ-сигналов техногенной природы. Приведены результаты мониторинга сигналов промышленных энергосетей на сверхдальних расстояниях. Обсуждается возможность использования этих данных для контроля уровня электромагнитного загрязнения в СНЧ-диапазоне.

In the lecture the basic natural and anthropogenic factors that form the Earth's electromagnetic environment in the ultra low (ULF) and extremely low frequency (ELF) ranges are analyzed. The global electromagnetic resonances, namely, Schumman (SR) and Ionospheric Alfvén (IAR) are considered. The relationship between ULF/ELF signals and the global thunderstorm activity is shown, and a technique is presented for restoration of the thunderstorm center activity from monitoring of SR signals. Morphological features of IAR signals and their relation to local magnitude of the critical frequency of the ionosphere are analyzed. A technique of estimating the critical frequency of the ionosphere from measured eigenfrequencies of the IAR is suggested. The main sources of ULF/ELF signals of technogenic nature are investigated. Results of the super-long range monitoring of signals from power mains are presented. The possibility of using these data to monitor the level of electromagnetic pollution in the ELF range is discussed.

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА КЛИМАТ: ВОЗМОЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

И.И. Мохов, А.В. Елисеев

Институт физики атмосфер им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия
mokhov@ifaran.ru

IMPACT OF SOLAR ACTIVITY ON CLIMATE: POSSIBLE MECHANISMS AND MODELLING RESULTS

I.I. Mokhov, A.V. Eliseev

A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics RAS, Moscow, Russia

Анализируются механизмы воздействия солнечной активности на климат и их вклад в климатические вариации в последних столетиях и XXI веке. По современным оценкам, вклад радиационного возмущающего воздействия (РВВ) из-за интегрального по спектру изменения потока солнечной радиации в

климатические изменения последних десятилетий относительно мал. Приводятся оценки его вклада в климатические вариации XXI века относительно РВВ, связанного с антропогенным воздействием на климат. В ряде атмосферных моделей учитывается косвенный механизм климатического воздействия солнечной активности, связанный с влиянием ультрафиолетового излучения и потока энергетических частиц на содержание О₃ в атмосфере с развитием соответствующего РВВ. Еще один косвенный механизм связан с возможным влиянием космических лучей, поток которых модулируется солнечным ветром, на число ядер конденсации в атмосфере и, следовательно, на характеристики облачности.

Mechanisms of influence of solar activity on climate and their contribution to climate changes during last centuries and in the 21st century are analyzed. According to the present-day estimates, contribution of radiative forcing (RF) due to change in total solar irradiance is small for the century climate variations of recent decades. In addition, estimates of its role in climate changes expected in the 21st century relative to anthropogenic forcings are shown. At present, some atmospheric models implement the mechanism related to impacts of ultraviolet radiation and energetic particles on O₃ in the atmosphere leading to development of the respective RF. Another indirect mechanism is due to possible impact of solar wind-modulated cosmic rays on the number of cloud condensation nuclei in the atmosphere and characteristics of cloudiness.

ПЛАНЕТАРНЫЕ ВОЛНЫ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СО СРЕДНИМ ПОТОКОМ

А.И. Погорельцев

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия
apogor@rshu.ru

PLANETARY WAVES: PROPAGATION AND INTERACTION WITH A MEAN FLOW

A. Pogoreltsev

Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia

Анализ наблюдений показывает сильную изменчивость амплитуд стационарных планетарных волн (СПВ) в течение зимних месяцев в Северном полушарии. С использованием численной модели общей циркуляции исследован нелинейный отклик стратосферной динамики на усиление амплитуд СПВ на нижней границе. Полученные результаты показывают, что нелинейные взаимодействия волна–волна и волна – средний поток приводят к насыщению СПВ1 (планетарная волна с зональным волновым числом, равным 1). Дальнейшее увеличение амплитуды СПВ1 на нижней границе приводит к существенному изменению среднего потока в нижней стратосфере, что ограничивает вертикальное проникновение этой волны в стратосферу. В результате амплитуда СПВ1 в верхней стратосфере и мезосфере становится даже меньше по сравнению со слабым возбуждением. Анализ чувствительности СПВ2 в стратосфере к усилению возбуждения на нижней границе показывает, что в этом случае отклик является почти линейным, по крайней мере, для реально наблюдаемых амплитуд СПВ2. Кратко обсуждаются возможные применения полученных результатов к проблемам внезапных стратосферных потеплений, стратосферных вассцилляций и весенней перестройки.

The analysis of observations shows that there exists a strong variability of stationary planetary wave (SPW) amplitudes during winter-time in the Northern hemisphere. Using a numerical model of the general circulation, the nonlinear response of the stratospheric dynamics to an increase of the SPW amplitudes at the lower boundary is investigated. The results obtained show that nonlinear wave-wave and wave-mean flow interactions lead to the saturation of the SPW1 (planetary wave with zonal wave number one). Further increase of the SPW1 forcing at the lower boundary caused a substantial change of the mean flow in the lower stratosphere that limit the vertical penetration of this wave into the stratosphere. In result the SPW1 amplitude in the upper stratosphere and mesosphere becomes even smaller in comparison with case of a weak forcing. The analysis of the SPW2 sensitivity in the stratosphere to an increase of the lower boundary forcing shows that in this case the response is approximately linear at least for the realistic (observed) SPW2 amplitudes. A possible application of the results obtained to the problems of the sudden stratospheric warmings, stratospheric vacillations, and spring-time transition is shortly discussed.

СОВРЕМЕННЫЙ ТЕЛЕСКОП

В.Г. Сурдин

Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга, Москва, Россия
vsurdin@gmail.com

MODERN TELESCOPE

V.G. Surdin

Sternberg State Astronomical Institute, Moscow, Russia

Эволюция астрономических приборов и телескопа как важнейшего из них подобна эволюции биосферы: зародившись как простейший универсальный инструмент, телескоп за 400 лет эволюции мутировал и, раз-

виваясь в разных направлениях, дал множество узкоспециализированных типов, нацеленных на решение разнообразных задач. Престиж национальной астрономии измеряется, прежде всего, количеством и качеством имеющихся у страны телескопов. Несмотря на развитие методов компьютерного моделирования и коммуникации (виртуальные телескопы и т. п.), без арсенала современных телескопов, установленных в лучших местах Земли и на орбите, любая национальная астрономия обречена на прозябание. В докладе сделан обзор популяции телескопов и намечены направления их эволюции в ближайшие годы.

ВЫСОКОТОЧНЫЕ СПЕКТРОПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НА БСВТ

Н.М. Фирстова, В.И. Поляков

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

HIGH-ACCURACY SPECTROPOLARIMETRIC MEASURING OF SOLAR FORMATIONS AT LARGE SOLAR VACUUM TELESCOPE

N.M. Firstova, V.I. Polyakov

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

Лекция посвящена описанию спектрополяриметрических наблюдений на Большом солнечном вакуумном телескопе (БСВТ). Разрешающая способность спектрографа 600000–700000 в рабочих порядках соответствует критерию высокодисперсионных спектрографов. Комплекс телескоп–спектрограф имеет теоретическое пространственное разрешение выше 0.4", что позволяет использовать его для наблюдений солнечных тонкоструктурных образований. Регистрация спектров производится одновременно с получением монохроматического изображения Солнца в линии H α с помощью ПЗС-камер.

На БСВТ с помощью спектрополяриметрических наблюдений проводится исследование способа нагрева хромосферы во время солнечных вспышек с целью понимания механизма передачи энергии в хромосферу из короны, где расположен источник энергии во время вспышки, и роли ускоренных частиц в этом процессе.

Оснащение БСВТ новой крупногабаритной ПЗС-камерой, позволяющей использовать второе камерное зеркало для работы в двух спектральных областях, дает возможность одновременно получать параметры Стокса на двух уровнях солнечной атмосферы, т. е. одновременно исследовать излучение и поляризацию спектральных линий в хромосфере во время вспышки и поведение магнитных полей в фотосфере.

ВЫСОКОТОЧНЫЕ МОНОТОННЫЕ СХЕМЫ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА И НЕКОТОРЫЕ ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

^{1,2}**А.С. Холодов**

¹ Институт автоматизации проектирования РАН, Москва, Россия
² Московский физико-технический институт, Москва, Россия

HIGH-PRECISION MONOTONIC SCHEMES FOR HYPERBOLIC TYPE EQUATIONS AND SOME APPLICATIONS OF THEM

^{1,2}**A.S. Kholodov**

¹ Institute of Computer Aided Design RAS, Moscow, Russia
² Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russia

В докладе на основе анализа разностных схем в пространствах неопределенных коэффициентов и сеточных функций для уравнений гиперболического типа рассматриваются разностные схемы, обладающие свойствами монотонности по Фридрихсу, Годунову, Хартену (TVD-схемы) и Ван Лиру.

Ранее сформулированные для явных двухслойных разностных схем и широко распространенные при численном решении уравнений гиперболического типа критерии монотонности Годунова, TVD–Хартена, характеристический (Ван Лира) обобщены на случай многослойных, в том числе неявных сеточных шаблонов.

На основе анализа разностных схем в пространстве сеточных функций и характеристического критерия монотонности предлагается универсальный алгоритм построения нелинейных, монотонных при произвольном виде искомого решения схем высокого порядка аппроксимации. Предложен ряд новых монотонных разностных схем 4-3 порядка аппроксимации на трехслойном компактном сеточном шаблоне и на нерасширяющихся (трехточечных) сеточных шаблонах для продолженной системы, что позволяет обеспечить монотонность разностных схем как для искомой функции, так и для ее производных.

Приводятся результаты тестирования предложенных разностных схем и решения ряда прикладных задач, рассматриваются некоторые вопросы обобщения предлагаемых монотонных схем на случай многомерных гиперболических систем уравнений.

ЧТО ТАКОЕ КОСМИЧЕСКАЯ ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ?**А.Д. Чернин**Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга
arthur.chernin@gmail.com**WHAT COSMIC DARK ENERGY IS?****A.D. Chernin**

Sternberg State Astronomical Institute, Moscow, Russia

Темная энергия открыта в астрономических наблюдениях на предельно больших расстояниях вблизи горизонта мира. Но она присутствует всюду в пространстве, и в нее погружены все тела природы. Темная энергия создает всемирное антитяготение: она заставляет погруженные в нее тела отталкиваться друг от друга. При этом оказывается, что всемирное антитяготение сильнее всемирного тяготения в масштабе всей Вселенной. Антитяготение темной энергии преобладает над тяготением обычного вещества также и на локальных расстояниях в близких окрестностях нашей Галактики. Физическая природа и микроскопическая структура темной энергии неизвестны – это одна из самых острых проблем фундаментальной физики и астрономии.

ОПТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ**А.М. Черепашук**

Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга, Москва

OPTICAL INVESTIGATIONS INTO X-RAY BINARY SYSTEMS**A.M. Cherepashchuk**

Sternberg State Astronomical Institute, Moscow, Russia

Оптические исследования рентгеновских двойных систем важны для определения масс черных дыр. Рентгеновская двойная система состоит из нормальной оптической звезды и релятивистского объекта – нейтронной звезды или черной дыры, – находящегося в режиме аккреции вещества, поставляемого оптическим спутником. Рентгеновские наблюдения с космических аппаратов и наземные оптические наблюдения рентгеновских двойных систем прекрасно дополняют друг друга. Рентгеновские наблюдения позволяют делать качественный вывод о наличии релятивистского объекта в системе и по быстрой переменности рентгеновского потока на временах до 10^{-3} секунды оценивать его характерные размеры, которые не превышают нескольких сотен километров. В то же время, оптические наблюдения позволяют изучать движение оптической звезды и, используя звезду как пробное тело, определять массу релятивистского объекта. Если масса компактного рентгеновского источника превышает $3M_{\odot}$ (абсолютный верхний предел для массы нейтронной звезды, предсказываемый ОТО Эйнштейна), этот объект может считаться кандидатом в черные дыры. К настоящему времени развиты надежные методы определения масс релятивистских объектов в двойных системах, учитывающие приливно-вращательную деформацию оптической звезды, ее прогрев рентгеновским излучением аккрецирующего релятивистского объекта, а также наличие вокруг последнего аккреционного диска. Измерены массы 26 черных дыр и 60 нейтронных звезд. Массы 60 нейтронных звезд (рентгеновских и радиопульсаров, а также рентгеновских барстеров 1-го типа) не превышают $3M_{\odot}$ в полном согласии с ОТО. В то же время, ни один из 26 кандидатов в черные дыры ($m > 3M_{\odot}$) не показывает признаков рентгеновского пульсара, радиопульсара или рентгеновского барстера 1-го типа также в полном согласии с ОТО.

Обсуждаются проблемы демографии черных дыр звездных масс: их рождение, рост и связь с другими объектами Вселенной – звездами, звездными скоплениями и галактиками. Обсуждаются также возможности проверки различных теорий гравитации по наблюдаемому распределению масс звездных черных дыр.

ПРОБЛЕМА АСТЕРОИДНО-КОМЕТНОЙ ОПАСНОСТИ: РАБОТА ДЛЯ УЧЕНЫХ!**Б.М. Шустов**Институт астрономии РАН, Москва, Россия
bshustov@inasan.ru**THE PROBLEM OF ASTEROID-COMET RISK: JOB FOR SCIENTISTS!****B.M. Shustov**

Institute of Astronomy RAS, Moscow, Russia

Астероидно-кометная опасность (АКО), т. е. угроза столкновения Земли с малыми телами Солнечной системы, – весьма серьезная проблема, и не только научная. На рубеже 20-го и 21-го веков произошла существенная переоценка ее значимости. Долгое время АКО была предметом изучения для узкого круга специа-

листов, но теперь она осознается гораздо более широко как комплексная глобальная проблема, стоящая перед человечеством. Причина такого драматического изменения состоит в том, что накопилась некоторая критическая масса фундаментальных знаний о населенности Солнечной системы малыми телами, о динамической и физической эволюции этого населения, в частности, о механизмах пополнения популяции опасных тел, частоте столкновений малых тел с планетами, в особенности с Землей, возможных последствиях столкновений и т. д. Астрономия – ключевая наука для решения глобальной проблемы астероидно-кометной опасности, реальность которой уже не может вызывать сомнений. Это, конечно, не основной аргумент в пользу развития астрономических исследований и поддержки распространения астрономических знаний в обществе, но он весьма конкретный.

По своей сути проблема АКО является комплексной. Выделяют следующие основные составляющие:

- обнаружение (выявление) всех опасных тел и определения их свойств;
- противодействие и уменьшение ущерба;
- кооперация в подходе к глобальной проблеме АКО.

Комплексность проблемы предполагает комплексный же подход к ее решению, затрагивающий внешнюю и внутреннюю политику, технологию в широком смысле этого слова, в том числе и военного применения, социальную сферу, науку, – в общем, многие компоненты человеческой цивилизации. Особенно велика роль и ответственность фундаментальной науки, прежде всего астрономии и геофизики.

Основная цель этой лекции – рассказать, что делается в России для решения проблемы АКО. Рассмотрены научные, технические и очень кратко политические аспекты проблемы. Описан проект комплексной программы противодействия космическим угрозам, разрабатываемый в нашей стране с активным участием астрономов и геофизиков ряда научных учреждений.

НАША ГАЛАКТИКА: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

Б.М. Шустов

Институт астрономии РАН, Москва, Россия
bshustov@inasan.ru

THE GALAXY: PAST, PRESENT AND FUTURE

B.M. Shustov

Institute of Astronomy RAS, Moscow, Russia

В астрономическом плане и нашу Галактику, и другие галактики можно считать необъятным «всем», поскольку в этих гигантских природных лабораториях мы сталкиваемся практически с любыми известными процессами и объектами за исключением присущих самым ранним стадиям развития Вселенной. Более того, измерения функции светимости галактик в скоплениях показывают, что в галактиках, подобных Млечному Пути, содержится большая часть светящегося вещества во Вселенной. Это дает основания полагать, что сделанные для нашей Галактики выводы можно отнести ко всем «нормальным» галактикам, т. е. к большей части видимого вещества во Вселенной. Желание получить связанное и возможно более полное жизнеописание галактик реализуется в форме теорий галактической эволюции.

Пока что всеобъемлющая теория образования и эволюции Галактики не создана. Обычно рассматривают отдельные эволюционные аспекты, прежде всего основные: динамический и химический. Хотя можно говорить и о связанных (вторичных) видах эволюционных моделей: морфологической, цветовой и т. д.

В этой общей лекции прежде всего рассказывается о том, что такое наша Галактика по современным представлениям. Основное внимание уделено ее «жизненному пути». Для этого дано описание подходов к моделированию эволюции галактик, а затем с помощью выбранного конкретного метода описана эволюция нашей Галактики, начиная от самых ранних фаз и кончая очень далеким будущим, когда Галактика уже перестанет быть обособленным звездным островом Вселенной. Поскольку на тему астрофизического будущего работ мало и они начали появляться лишь в последние годы, нам кажется естественным опереться на результаты исследований, проведенных нами в Институте астрономии РАН.

КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
СЕКЦИЯ А
АСТРОФИЗИКА И ФИЗИКА СОЛНЦА

**АВТОМАТИЧЕСКОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ В АТМОСФЕРЕ СОЛНЦА
С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ПОТОЧЕЧНОЙ ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТАЦИИ**

С.А. Анфиногентов, Р.А. Сыч

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

**AUTOMATED DETECTION OF OSCILLATIONS IN THE SOLAR ATMOSPHERE
BY POINT-TO-POINT WAVELET FILTRATION**

S.A. Anfinogentov, R.A. Sych

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

Введение в строй космических обсерваторий SOHO, TRACE, STEREO и SDO открыло новые возможности для исследования динамических процессов в солнечной атмосфере. Традиционно поиск колебаний производится путем визуального исследования данных. Однако для анализа все возрастающих объемов данных чрезвычайно важно иметь быстрый и эффективный алгоритм поиска колебаний и определения их параметров.

В работе представлен новый метод для автоматического детектирования колебаний и волн в атмосфере Солнца, основанный на поточечной вейвлет-фильтрации (ПВФ). Процесс полностью автоматизирован и не требует участия человека. Данный алгоритм позволяет обнаруживать источники колебаний в атмосфере Солнца и определять их параметры.

Метод был протестирован на модельных данных и на реальных наблюдениях. Результаты тестирования показали, что метод достоверно обнаруживает колебания и работает достаточно быстро для обработки потока данных SDO/AIA в реальном времени.

The modern orbital solar observatories (SOHO, TRACE, STEREO and especially SDO) provide facilities for studying oscillations in solar atmosphere. Usually manual detection is used for finding oscillating areas. However this way is inefficient for very large data volume which is produced by Solar Dynamics Observatory (SDO). It is quite important to develop a fast and robust algorithm of automated oscillations detection.

We present the new approach for automated detection of oscillations and waves in solar atmosphere which is based on Pixelize Wavelet Filtration Method. Our algorithm is fully automated. It detects oscillation sources in temporal image sequences and finds out their properties. The algorithm was tested both on model data and on real observation in EUV and microwave emission. The test's result is that our method reliably detects oscillation sources almost without false detection and it is fast enough for the real time processing of the SDO/AIA data.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ТРЕХМИНУТНЫХ КОЛЕБАНИЙ
В АТМОСФЕРЕ СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН**

¹Р.А. Сыч, ¹С.А. Анфиногентов, ²В.М. Накаряков

¹ Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
² Университет Уорвика, Ковентри, Великобритания
anfinogentov@iszf.irk.ru

**INVESTIGATION INTO FREQUENCY STABILITY OF THREE-MINUTE OSCILLATIONS
IN THE SUNSPOT ATMOSPHERE**

¹R.A. Sych, ¹S.A. Anfinogentov, ²V.M. Nakaryakov

¹Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia.
²University of Warwick, Coventry, UK

Представлены наблюдения осцилляций радио- и ультрафиолетового излучения над солнечными пятнами по данным радиогелиографа Нобейма и Solar Dynamic Observatory. Мы исследовали корреляционные кривые NoRH и временные ряды изображений в крайнем ультрафиолете. Были обнаружены повторяющиеся цуги волн длительностью ~ 8–20 мин и с периодами ~ 2–4 мин. Наблюдаемые цуги нестационарны по частоте, времени и мощности. Обнаружены дрейфы частоты колебаний на протяжении цугов. С помощью вейвлет-анализа выявлены три типа дрейфов: положительный – в сторону высоких частот, отрицательный и ну-

левой. Мы провели статистические исследования дрейфов. Негативные дрейфы преобладают в микроволновом излучении. Обнаружено образование тонкоструктурных деталей в источниках колебаний во время прохождения цугов, связанных с образованием следов от распространяющихся волн. Показано, что дискретная структура спектра 3-минутных колебаний может быть объяснена как частотными дрейфами, так и наличием нескольких источников колебаний с различной частотой одновременно.

We present the observations of oscillations in microwave and EUV emission above sunspots using data obtained by the Nobeyama radioheliograph and the Solar Dynamic Observatory. We investigated the NoRH correlation curves, as well as time series of 2D images. We found significant oscillations above sunspots in the form of repetitive wave trains with duration ~8–20 min. and periods ~2–4 min. Observed trains are transient in frequency, time and power. During the development of individual trains we detected repetitive frequency drifts. Wavelet analysis showed that there are 3 types of frequency behavior: positive drifts to high frequencies, negative and no drift. We did a statistical investigation of these drifts. It is shown that negative frequency drifts dominate in microwave emission. Studying of the oscillations sources showed the appearance of the fine spatial structures as a wave traces during the development of trains. It is shown that the formation of multi-peaked structure in the Fourier spectrum may be caused by the frequency drifts and by the coexistence of multiple oscillation sources with different frequencies.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ИСТОЧНИКОВ КОЛЕБАНИЙ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НАД СОЛНЕЧНЫМИ ПЯТНАМИ

¹С.А. Анфиногентов, ^{1,2}Р.А. Сыч, ³В.М. Накаряков

¹Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

²Национальная астрономическая обсерватория Китая (НАОК), Пекин, Китай

³Университет Уорвика, Ковентри, Великобритания

anfinogentov@iszf.irk.ru

THE SPATIAL STRUCTURE OF OSCILLATION SOURCES IN EUV EMISSION ABOVE SUNSPOTS

¹С.А. Anfinogentov, ^{2,1}R.A. Sych, ³V.M. Nakaryakov

¹Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

²National Astronomical Observatory (NAOC), Beijing, China

³University of Warwick, Coventry, UK

Представлены результаты исследования в ультрафиолетовом диапазоне источников колебаний и волн в атмосфере над солнечным пятном NOAA 1131 8 декабря 2010 г. с использованием уникальных данных Solar Dynamic Observatory (SDO). Впервые получены узкополосные изображения источников основных мод колебаний на 10 длинах волн. В докладе представлено исследование пространственной структуры источников колебаний с разными частотами в солнечных пятнах на разных уровнях солнечной атмосферы. Исследование показало уменьшение частоты колебаний в хромосфере от расстояния до центра пятна. Обнаружен эффект спиральности при распространении волновых фронтов. В короне источник колебаний состоит из вытянутых структур, ориентированных вдоль магнитного поля. В докладе предложено объяснение наблюдаемых свойств колебаний в рамках предположения о распространении медленных магнитоакустических волн вдоль жгута закрученных линий магнитного поля из подфотосферных слоев в корону.

We consider waves and oscillations over the sunspot using Solar Dynamical Observatory (SDO) data. We obtained for the first time narrowband images of the oscillation sources at ten wavelengths. We investigate the spatial structure of the oscillation sources above sunspot at different atmospheric levels and oscillation frequencies. It is shown that in the chromosphere there is a linear decrease of oscillation frequency depends on distance from the center of sunspot. The helical structure of propagating wave fronts is found. At the corona level extended elongated structure located in the penumbra area was observed and coincide with the footpoints of the magnetic field lines. We explain the observed oscillations properties in the framework of assumption that slow magnetoacoustic waves propagate along the twisted magnetic field lines from the underphotospheric levels to the corona.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ БЫСТРОЙ МАГНИТОЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ ВБЛИЗИ МАГНИТНОЙ НУЛЕВОЙ ТОЧКИ

Афанасьев А.Н.

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

PECULIARITIES OF FAST MAGNETOACOUSTIC WAVE PROPAGATION IN THE NEIGHBORHOOD OF A MAGNETIC NULL POINT

Afanasyev A.N.

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

Распространение быстрых МГД волн в неоднородной среде может привести к диссипации энергии волн. Как известно, это дает существенный вклад в общий энергетический баланс солнечной короны. Предполагается, что диссипация энергии волны происходит наиболее эффективно вблизи магнитных нулевых точек. Волна захватывается нулевой точкой, а ее амплитуда значительно увеличивается как из-за уменьшения альфвеновской скорости, так и из-за сходимости волнового фронта в окрестности нулевой точки. Изначально линейная волна преобразуется в ударную волну, распространение которой всегда сопровождается диссипацией энергии.

В работе моделируется распространение быстрой магнитоакустической волны вблизи двумерной магнитной нулевой точки. Рассматривается поведение линейной, а также ударной волн в приближении нелинейной геометрической акустики. Проведен расчет амплитуды волны на основе лучевого приближения и законов затухания уединенной ударной волны.

Propagation of fast-mode MHD waves in an inhomogeneous medium can result in the wave energy dissipation, which is known to contribute into the general energy balance of the solar corona. The wave energy dissipation is believed to occur most efficiently near magnetic null points. The wave is captured by the null point and the amplitude of the wave increases considerably due to the Alfvén speed decrease as well as the wave front convergence in the neighborhood of the null point. The initial linear wave transforms into a shock wave whose propagation is always accompanied by the energy dissipation.

We model the propagation of a fast-mode MHD wave near a 2D magnetic null point. We consider the behavior both of a linear wave and shock one. For this purpose we apply the nonlinear geometrical acoustics method. We also calculate the wave amplitude, using the ray approximation and the laws of the solitary shock wave damping.

НАБЛЮДЕНИЯ ЭФФЕКТОВ, СВЯЗАННЫХ С МОЩНЫМИ РЕНТГЕНОВСКИМИ ВСПЫШКАМИ НА ВИДИМОЙ И ОБРАТНОЙ СТОРОНАХ СОЛНЦА

В.И. Выборнов, М.А. Лившиц

Институт Земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН
Институт космических Исследований РАН, Москва, Россия
likakam@gmail.com

OBSERVATIONS OF EFFECTS ASSOCIATED WITH POWERFUL X-RAY FLARES ON THE DISC AND REVERSE SIDE OF THE SUN

V.I. Vybornov, M.A. Livshits

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

Разработана методика анализа данных, получаемых прибором HEND, созданным в ИКИ РАН и функционирующим более 10 лет на околомарсианской орбите. Составлен каталог мощных событий 23 цикла, зарегистрированных в диапазоне 30 КэВ–2 МэВ. Кратко рассмотрены большие вспышки, которые не были зарегистрированы аппаратами на околоземных орбитах в жестком рентгеновском диапазоне, и представлены характеристики событий на лимбе. Получены первые результаты изучения эффектов, наблюдающихся с Земли и связанных со вспышками на обратной стороне Солнца.

The methods for analysis of data from the HEND that was created in Space Research Institute of Russian Academy of Sciences are devised. This instrument has been functioning for over 10 years on the circum-martian orbit as a part of the mission "Mars-Odyssey". The catalog of powerful events recorded in the range from 30 keV to 2 MeV in 23rd cycle was made. We briefly considered the powerful flares have not been registered by instruments on near-Earth orbits in the hard X-ray band and characteristics of the events at the limb. The first results of studying the ef-

facts observed from the Earth and associated with flares on the reverse side of the Sun are obtained.

ПЕРЕНОС ТЕПЛА В ЗАМАГНИЧЕННОЙ НЕЙТРОННОЙ ЗВЕЗДЕ

М.В. Глушихина, Г.С. Бисноватый-Коган

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия
mg.fpfe@gmail.com

HEAT TRANSFER IN MAGNETIZED NEUTRON STAR

M.V. Glushikhina, G.S. Bisnovaty-Kogan

Space Research Institute RAS, Moscow, Russia

Наблюдения излучения нейтронных звезд позволяют получить данные не только о магнитном поле, температуре и химическом составе поверхности, но и свойствах материи при высоких плотностях внутри звезды. В сильном магнитном поле тепловой поток становится анизотропным, что приводит к неоднородному распределению температуры по поверхности нейтронной звезды. Наблюдения периодических изменений тепловой (рентгеновской) светимости вращающейся нейтронной звезды могут дать информацию как о структуре магнитного поля, так и свойствах вещества слоев, где формируется анизотропия теплового потока.

Изучение анизотропии теплового потока в нейтронной звезде проводилось многими авторами в одномерном приближении, где рассматривались потоки тепла вдоль или поперек магнитного поля. В настоящей работе выведено уравнение теплопроводности при наличии произвольного аксиально симметричного поля и точного учета тензорных свойств коэффициента теплопроводности. Рассмотрен случай полностью ионизованной релятивистской вырожденной плазмы. Это позволит применить полученное уравнение для исследования переноса тепла в плотных областях коры нейтронной звезды.

Observations on thermal emission from neutron stars can provide not only information on physical properties such as the magnetic field, temperature, and chemical composition of surface but also information on the properties of matter at higher densities deeper inside the star. There is an anisotropic heat transport in the neutron star's envelope governed by the magnetic field geometry, that produces a non-uniform surface temperature. Observation of periodic changes in thermal (X-ray) radiance of a rotating neutron stars can provide information on both the magnetic field structure and properties of the matter layers, where the anisotropy of the heat flux is formed.

Study of the anisotropy of the heat flux in a neutron star was held by many authors in the one-dimensional approximation, where a heat flows along or across a magnetic field. In this paper the heat equation is derived in the presence of an arbitrary axially symmetric field, with an accurate account of tensor properties of the thermal conductivity. We consider the case of a fully ionized relativistic degenerate plasma. The resulting equation will be applied for a study of the heat transfer in dense regions of neutron star crust.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХРОМОСФЕРНЫХ И КОРОНАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА ПО МИКРОВОЛНОВЫМ И УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ СОЛНЦА

Е.Ю. Голодков, Д.В. Просовецкий

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

INVESTIGATION INTO CHROMOSPHERIC AND CORONAL SOURCES OF THE SOLAR WIND FROM MICROWAVE AND UV DATA

E.Yu. Golodkov, D.V. Prosovetsky

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

По спектральным наблюдениям ультрафиолетового излучения было найдено, что солнечный ветер (СВ) имеет скорость $\sim 80\text{--}150$ км/с на уровне нижней короны, а его ускорение происходит в переходной области. Для определения источников СВ было произведено сопоставление пространственного распределения скоростей плазмы (данные инструмента SUMER/SOHO) в солнечной атмосфере и изображений в микроволновом излучении (ССРТ, радиогелиограф в Нобееме и Нанси), ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах (AIA/SDO, EIT/SOHO, Hinode) на спокойном Солнце и в корональных дырах. В результате были локализованы участки атмосферы Солнца, ответственные за генерацию СВ, и получены характеристики плазмы в них.

We found that the solar wind (SW) has the velocity $\sim 80\text{--}150$ km/s at low corona and its acceleration takes place in transition region according to spectral UV observation. In order to definite the sources of SW the comparison of spatial distribution of the plasma velocities in solar atmosphere (SUMER/SOHO data) and images in microwave (SSRT, NoRH, Nancey), UV (AIA/SDO, EIT/SOHO) and X-ray (Hinode) for the quiet Sun and coronal hole was

carried out. As the result, areas of solar atmosphere where the solar wind is generated were localized and its plasma characteristics were obtained.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЛН РОССБИ НА СОЛНЦЕ

В.И. Мордвинов, Е.В. Девятова, В.М. Томозов

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

ROSSBY WAVE PROPAGATION ON THE SUN

V.I. Mordvinov, E.V. Devyatova, V.M. Tomozov

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

Приводятся результаты исследования условий распространения волн Россби в подфотосферных слоях Солнца. Источником волн Россби на Солнце могут быть неоднородности зональных течений на границах полярных вихрей. В свою очередь, волны Россби, распространяющиеся в меридиональном направлении, могут быть источниками крутильных колебаний и крупномасштабных неоднородностей в распределении магнитного поля Солнца. Эти неоднородности, накладываясь на почти осесимметричную картину магнитного поля, обусловленную действием основного динамо-механизма, порождают сложную динамическую картину солнечного цикла.

The results of the investigation of the Rossby waves propagation conditions in the subphotospheric solar layers are demonstrated. The zonal flow nonuniformities on the polar vortexes borders can be the source of the solar Rossby waves. In turn, the meridionally propagated Rossby waves can be the sources of the torsional oscillations and large-scale nonuniformities of the solar magnetic field. These nonuniformities, overlapping on the almost axisymmetric magnetic field pattern due to main dynamo-mechanism, generate complex solar cycle dynamics.

РЕНТГЕНОВСКИЕ СПЕКТРЫ И МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ ОБ-ЗВЕЗД

В.В. Душин

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
slava.dushin@math.spbu.ru

X-RAY SPECTRA AND MAGNETIC FIELDS OF OB-STARS

V.V. Dushin

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

В профилях линий спектров звезд ранних спектральных классов были обнаружены переменные детали («пики»), смещающиеся от центра к крыльям линии, связанные с компактными неоднородностями в атмосфере [Холтыгин и др., 2003]. Эти детали являются короткоживущими: срок их жизни составляет несколько часов и менее. Такой характер изменчивости профилей может быть интерпретирован в рамках стохастической облачной модели атмосфер [Кудряшова, Холтыгин, 2001].

Для моделирования спектров неоднородных атмосфер горячих звезд необходимо учитывать конечное время жизни неоднородностей в атмосфере.

В работе представлены результаты расчетов нестационарного заселения уровней и ионизации водородоподобных ионов в атмосферах горячих звезд.

In spectral line profiles of early-type stars were discovered variable details («spires»), which are moving from the center to the wings of the line, this details are associated with compact atmospheric inhomogeneities [Холтыгин и др., 2003]. Described details are short-living: time of their live is about few hours or less. Such type of line profile variability can be interpreted it the frame of stochastic cloud model of atmospheres [Кудряшова, Холтыгин, 2001].

In order to model inhomogeneous atmospheres we need to take into account short time of life of the inhomogeneities in atmosphere.

This work presents results of calculation of non-stationary filling and ionization of helium-like ions in atmospheres of hot stars.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАССЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ С ВЫСОКИМ ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ НОВОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА PROBA-2

Я.И. Егоров, В.Г. Файнштейн

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

STUDYING CORONAL MASS EJECTIONS USING HIGH-RESOLUTION DATA FROM NEW PROBA2 SPACECRAFT

Ya.I. Egorov, V.G. Fainshtein

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

Показано, что новый инструмент SWAP/PROBA-2 является эффективным прибором для изучения начальной стадии движения лимбовых эруптивных структур (эруптивного протуберанца, коронального выброса массы (КВМ) и др.). С помощью SWAP/PROBA-2 исследована начальная стадия движения двух лимбовых КВМ и нескольких эруптивных протуберанцев. Двумя способами получены зависимости от времени положения фронта, скорости и ускорения этих КВМ и связанных с ними эруптивных протуберанцев. Установлено, что основное ускорение рассмотренных КВМ начинается на несколько минут раньше начала связанной с КВМ рентгеновской вспышки. Показано, что тело каждого рассмотренного КВМ имеет относительно крутой фронт, размер которого составляет несколько десятых долей радиуса Солнца и возрастает с расстоянием. Сделан вывод, что для событий 14 и 18 августа 2010 г. перед КВМ в поле зрения LASCO C3 существует, по-видимому, бесстолкновительная ударная волна. Показано, что развитие эруптивного протуберанца, не связанного с КВМ, может носить сложный характер.

It has been shown that the new SWAP/PROBA2 spacecraft is an effective device for studying the initial phase of motion of limb eruptive structures (eruptive prominence, coronal mass ejection (CME), etc.). SWAP/PROBA2 has been used to examine the initial phase of motion of two limb CMEs and several eruptive prominences. Two methods have been employed to obtain dependences of these CMEs and their associated eruptive prominences on time, position of the front, velocity and acceleration. It has been established that the main acceleration of the CMEs under study started several minutes before the CME-associated X-ray flare began. It has been shown that the body of either of these CMEs had a relatively steep front the size of which made up several tenths of the solar radius and increased with distance. It has been concluded that there must have been a collisionless shock wave in front of the 14 and 18 August 2010 CMEs in the LASCO C3 fields of view. It has been shown that the development of the CME-unrelated eruptive prominence might be complicated.

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ СПЕКТРОПОЛЯРИМЕТРА 4–8 ГГц

Д.А. Жданов, В.Г. Занданов

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

RESULTS OF 4–8 GHz SPECTROPOLARIMETER OBSERVATIONS

D.A. Zhdanov, V.G. Zandanov

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

Мы представляем первые результаты наблюдений спектрополяриметра 4–8 ГГц, расположенного в радиоастрофизической обсерватории Института солнечно-земной физики СО РАН. Регулярные наблюдения проводятся с 1 августа 2010 г. За период с момента старта наблюдений по настоящее время было зарегистрировано множество интересных событий, включая самую мощную вспышку в новом солнечном цикле, произошедшую 15 февраля 2011 г.

Считается, что микроволновые всплески могут быть связаны с первичным энерговыделением во вспышках. Наблюдения Сибирского солнечного радиотелескопа (ССРТ) позволяют локализовать источники радиоизлучения. С помощью динамических спектров спектрополяриметра 4–8 ГГц можно оценить спектральное и временное поведение этих источников.

Данные спектрополяриметра 4–8 ГГц представляют собой количественные измерения интенсивности и поляризации в микроволновом диапазоне от 4 до 8 ГГц с высоким временным (до 10 мс) и спектральным (до 120 МГц) разрешением. Кроме того, наблюдений спектра в этом волновом диапазоне и временном интервале в мире не ведется, что делает данные уникальными.

We present the first observations results of the 4–8 GHz spectropolarimeter located in the Radioastrophysical observatory of the Institute of solar-terrestrial physics RAS SB. Regular observations is conducted since 1 August

2011 1. A large number of interesting moments were registered from first observations to present, including the strongest flare of 15 February 2011 within new solar cycle.

Microwave bursts are supposed to have relation with primary energy release in flares. With the Siberian solar radio telescope (SSRT) we can locate sources of these microwave bursts on the Sun. 4–8 GHz spectropolarimeter data are particular useful for the temporal and spectral diagnostics of microwave bursts.

4–8 GHz spectropolarimeter data are quantitative measurements of both the intensity and the polarization in microwave band from 4 GHz to 8 GHz with the high temporal resolution of up to 10 ms and the spectral resolution of up to 120 MHz. Further, this frequency and temporal range observations are not performed in the world; it does 4–8 GHz spectropolarimeter data to be unique.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ДВИЖЕНИЯ КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАССЫ ТИПА ГАЛО

Ю.С. Загайнова, В.Г. Файнштейн

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

EXAMINING THE INITIAL PHASE OF MOTION OF HALO CORONAL MASS EJECTIONS

Yu.S. Zagainova, V.G. Fainshtein

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

По данным GOES/SXI исследована начальная стадия движения шести корональных выбросов массы типа гало (ГКВМ) и прослежено движение этих ГКВМ в поле зрения SOHO/LASCO C2 и C3. Для этих ГКВМ найдены в зависимости от времени положение, скорость и ускорение их фронта, а также угловой размер и ширина фронта. Траектории движения отобранных ГКВМ в целом близки к прямолинейным. До начала поступательного движения рассмотренные ГКВМ проявляются в виде одной (5 событий) или более (1 событие) петлеобразных структур, совершающих колебательные движения со скоростью 50÷250 км/с. Все рассмотренные ГКВМ начинают свое поступательное движение до начала рентгеновской вспышки. Время основного ускорения близко ко времени нарастания интенсивности рентгеновского излучения, связанного с ГКВМ вспышки. Среднее измеренное ускорение ГКВМ близко к величине, которая получается делением максимальной скорости ГКВМ на время нарастания интенсивности рентгеновского излучения. Аргументируется утверждение, что по крайней мере три ГКВМ начинают свое движение не радиально. Не подтверждается результат [Temmer et al., 2008], согласно которому временной профиль основного ускорения ГКВМ повторяет профиль нарастания жесткого рентгеновского излучения RHESSI.

GOES/SXI data have been used to study the initial phase of motion of six halo coronal mass ejections (HCME) and to trace their motion in the SOHO/LASCO C2 and C3 fields of view. For these HCMEs we have determined the time-dependent position, velocity and acceleration of their front as well as its angular size and thickness. For the most part, the motion paths of the selected HCMEs were close to rectilinear propagation. Before starting the translational motion, these HCMEs manifested themselves as one (five events) or more (one event) looplike structures oscillating at a velocity of 50÷250 km/s. All the HCMEs began moving translationally before the onset of an X-ray flare. The time of the main acceleration is close to the time of the HCME-associated flare X-ray intensity enhancement. The estimated mean HCME acceleration is close to the quantity derived by dividing the HCME maximum velocity into the time of X-ray intensity enhancement. Arguments are brought forward that at least three of the HCMEs started moving nonradially. The result obtained by Temmer et al. (2008) is not confirmed. It implies that the time profile of the main HCME acceleration copies the RHESSI hard X-ray enhancement profile.

КАЛИБРОВКА 10-ЭЛЕМЕНТНОГО МАКЕТА МНГОВОЛНОВОГО РАДИОГЕЛИОГРАФА

Е.Ф. Иванов, С.В. Лесовой

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

CALIBRATION OF 10-ANTENNA PROTOTYPE OF A MULTI-WAVE RADIO HELIOGRAPH

E.F. Ivanov, S.V. Lesovoi

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

В докладе представлены результаты калибровки 10-элементного макета мнговолнового радиогелиографа. В качестве естественного калибратора использовалась Луна, яркостная температура радиоизлучения которой известна. Для повышения точности калибровки учтена зависимость яркостной температуры Луны

от ее фазы. Также для увеличения отношения сигнал/шум при калибровке использовался суммарный сигнал от всех десяти антенн макета. Результаты калибровки планируется использовать при повседневных наблюдениях Солнца макетом, а также для калибровок всего многоволнового радиогелиографа в будущем.

In this report results of 10-antenna multiwave radio heliograph prototype calibration are represented. The Moon was used as natural calibrator with known brightness temperature. To increase precision of calibration the Moon brightness temperature dependency due to its phase was calculated. Moreover for better signal to noise ratio averaged data from all ten prototype antennas was used. Calibration results meant to be used in prototype daily solar observation as well as in future calibration of whole multiwave radio heliograph.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНЗИТНЫХ ЭФФЕКТОВ
В ЭКЗОПЛАНЕТНЫХ СИСТЕМАХ TrES-2 И TrES-3**

К.И. Иванов, О.А. Гресс, Е.С. Горбовской, В.В. Крушинский

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

STUDY OF TRANSIT EFFECTS IN EXOPLANET SYSTEMS TRES-2 AND TRES-3

K.I. Ivanov, O.A. Gress, E.S. Gorbvskoy, V.V. Krushinsky

Astronomical Observatory of the Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

«МАСТЕР» (мобильная астрономическая система телескопов-роботов) – единственная на территории России система автоматизированных телескопов, способная решать множество научных задач современной астрономии. Проект начал разрабатываться в 2002 г. с целью изучения космических гамма-всплесков. Сегодня «МАСТЕР» представляет собою комплексную систему автоматических наблюдательных станций, предназначенную для наблюдения оптических транзиентов различной природы – от метеоров и ИСЗ до гамма-всплесков и экзопланетных систем.

Одной из самых интересных современных задач, решаемых в рамках проекта «МАСТЕР», является наблюдение экзопланетных систем методом транзитов. чектырехсотмиллиметровые телескопы «МАСТЕР-II» дают возможность прецизионной фотометрии транзита экзопланеты по диску родительской звезды, что позволяет выявить ряд тонких эффектов, сопровождающих транзит. В докладе представляются первые результаты фотометрии транзитов экзопланет TrES-2 и TrES-3, выдвигаются предположения о возможной природе наблюдаемых транзитных эффектов.

The «MASTER» project (Mobile Astronomical System of Telescopes-Robots) is a unique in Russia the system of automatic telescopes, capable to solve set of scientific problems of modern astronomy. Founded in 2002 for space gamma-ray bursts studying, today «MASTER» is a complex system of the automatic observant stations intended for supervision optical transients of various nature, from meteors and an artificial satellite before gamma-ray bursts and exoplanet systems.

One of the most interesting and modern problems solved by the «MASTER» project is a research of exoplanet systems by the transit method. 400-millimetric telescopes «MASTER-II» makes possible a precision photometry of exoplanet transit through a disk of a parent star that allows to reveal a number of the thin effects accompanying transit. In the report the first photometry results of exoplanet transits TrES-2 and TrES-3 are represented, assumptions of the possible origin of this transit effects are put forward.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИКИ КВМ В СОБЫТИИ 1 ИЮНЯ 2002 г.

С.С. Калашников

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

DETERMINATION OF CME KINEMATICS IN THE EVENT OF 1 JUNE 2002

S.S. Kalashnikov

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

Последовательно измеряя расширение особенности от центра эрупции, мы получаем зависимость расстояние–время, которую используем для оценки. Затем выбираем регулярную функцию в соответствии с зависимостью расстояние–время и оцениваем параметры выброса. Используя аналитические кривые, мы вычисляем ожидаемые точки расстояние–время, сравниваем их с результатами наблюдений и улучшаем кривую. Все кинематические кривые рассчитываются путем интегрирования или дифференцирования аналитической кривой, а не экспериментальных измерений.

Sequentially measuring the expansion characteristics of the eruption center, we get a distance-time plot and use it as an initial approximation. Then we choose a regular function to match the distance-time plot and estimate its parameters. Using the analytic fit, we calculate expected distance-time points, compare them with observations, and improve the fit. All kinematical plots are calculated by means of integration or differencing the analytic fit rather than experimental measurements.

АСИММЕТРИЯ V-ПАРАМЕТРА СТОКСА В ПРИСУТСТВИИ КОРОНАЛЬНЫХ ДЫР

А.В. Киселев, Д.Ю. Колобов, В.С. Пещеров, М.Л. Демидов, В.М. Григорьев

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

ASYMMETRY OF THE STOKES V PROFILE IN THE PRESENCE OF CORONAL HOLES

A.V. Kiselev, D.Yu. Kolobov, V.S. Peshcherov, M.L. Demidov, V.M. Grigoryev

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

Данная статья посвящена анализу распределения асимметрии V-профиля Стокса в зависимости от мест вероятного присутствия значительно градиента скорости и магнитного поля по лучу зрения. Целью настоящей работы является проверка гипотезы, что существует связь между местами расположения усиленной асимметрии V-профиля Стокса спектральных линий и областями формирования солнечного ветра (корональными дырами). Профили Стокса для Солнца как звезды и карты их распределения по солнечному диску получены на основе наблюдений, выполненных на СТОП (ССО). С этими данными сопоставлялись контуры корональных дыр, полученные с разных инструментов. Приводятся обсуждения полученных результатов.

This paper is devoted to an analysis of the distribution of asymmetry of the Stokes V profile depending on probable place of significant gradient velocity and magnetic fields along the line of sight. The purpose of this work is to test hypothesis about the relationship between locations with enhanced asymmetry of the Stokes V profile spectral lines and regions of formation of the solar wind (coronal holes). The Stokes profiles for Sun-as-a-star and the maps of their distribution over the solar disk obtained based on observations at the STOP(SSO). These data and contours of coronal holes derived from different instrument are compared. The discussion of obtained results are presented.

БАЗИСНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ МЕТЕОРОВ В ИРКУТСКЕ

Е.С. Комарова

Астрономическая обсерватория Иркутского государственного университета, Иркутск, Россия
eskomarik@gmail.com

BASIC OBSERVATIONS OF METEORS IN IRKUTSK

E.S. Komarova

Astronomical Observatory of the Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Проведение базисных наблюдений метеоров позволяет получить характеристики их орбитальных параметров и тем самым расширить представление о метеорных роях и о происходящих в них процессах. Односторонние наблюдения метеоров в Иркутске были начаты осенью 2008 г., вторая камера была установлена в конце мая 2011 г. Тип обеих камер LCL-903Q, у первой объектив с фокусным расстоянием 6 мм, у второй – 8 мм. Поле зрения первой камеры порядка $60 \times 50^\circ$, у второй – $40 \times 30^\circ$. Камеры работают в согласованном режиме, обе направлены в зенит, что позволяет перекрыть большую околозенитную часть неба. Базис между камерами составляет около 6 км. На таком базисе метеор с расстояния 90 км демонстрирует параллакс около 4° . Точность координатных измерений в камерах около $1/4^\circ$, поэтому параллакс измеряется с точностью не хуже 8 %, что вполне достаточно для вычисления орбиты метеора.

Carrying out of basic supervision of meteors allows to receive characteristics of their orbital parameters and by that to expand representation about meteoric streams and about processes occurring in them. Unilateral supervision of meteors in Irkutsk have been begun in the autumn of 2008, the second chamber has been established in the end of May, 2011. Both chambers LCL-903Q, at the first a lens with focal length 6 mm, at the second 8 mm. A field of vision of the first chamber of an order of $60 \times 50^\circ$, at the second $40 \times 30^\circ$. Chambers work in the coordinated mode, both are directed to zenith that allows to block big околозенитную a sky part. The basis between chambers makes about 6 km. On such basis the meteor from distance of 90 km will show a parallax about 4° . Accuracy of coordinate measurements in our chambers should be about $1/4^\circ$, therefore a parallax should be measured with accuracy not worse 8 % that is quite enough for calculation of an orbit of a meteor.

**ИССЛЕДОВАНИЕ БИМОРФНОГО ЗЕРКАЛА АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ
ДЛЯ БОЛЬШОГО СОЛНЕЧНОГО ВАКУУМНОГО ТЕЛЕСКОПА**

Е.А. Копылов, В.П. Лукин

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

**A STUDY OF THE BIMORPH MIRROR OF ADAPTIVE SYSTEM IN
THE LARGE SOLAR VACUUM TELESCOPE**

E.A. Kopylov, V.P. Lukin,

Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk, Russia

Разрешение солнечных наземных телескопов существенно снижает атмосферная турбулентность. Чтобы улучшить пространственное разрешение действующих телескопов, в их состав включают адаптивные оптические системы (АОС). Основные элементы АОС – это датчик волнового фронта и корректор волнового фронта. Коллективом авторов [Лукин и др., 2007] разрабатывается АОС с одним корректирующим элементом, позволяющим одновременно производить коррекцию общих наклонов волнового фронта и высших аберраций. В работе представлены результаты исследования деформируемого биморфного зеркала DM2-100-31 на световой апертуре 60 мм.

The resolution of ground bases telescopes is strongly decreased atmospheric turbulence. In order to improve their spatial resolution special adaptive optical systems are used (AOS). Important elements AOS it is the wave front sensor and the wave front correcting unit. By collective of authors [Лукин и др., 2007] it is designing AOS with one correcting element allowing simultaneously to make correction of the tip-tilt of wave front and the higher aberrations. In work results of research deformed bimorph mirrors DM2-100-31 on the light aperture 60mm are presented.

СОЛНЕЧНОЕ ПРОТОННОЕ СОБЫТИЕ 15 ИЮНЯ 1991 г.

М.В. Кравцова, В.Е. Слобнов

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

SOLAR PROTON EVENT ON 15 JUNE 1991

M.V. Kravtsova, V.E. Sdobnov

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

Используя данные мировой сети нейтронных мониторов, методом спектрографической глобальной съемки рассчитаны изменения жесткостного спектра и анизотропии космических лучей (КЛ) во время возрастания интенсивности КЛ, обусловленного событием на Солнце 15 июня 1991 г. Приведены спектры КЛ, а также фазы питч-угловой анизотропии КЛ в отдельные моменты этого события.

Using data from the worldwide network of neutron monitors, we calculated variations in cosmic ray (CR) rigidity spectrum and anisotropy with increasing CR intensity (caused by the solar flare event of 15 June 1991) by the method of spectrographic global survey. Spectra of CR and phases of the CR pitch-angle anisotropy at different moments of this event are presented.

**ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ В СОЛНЕЧНЫХ ВОЛОКНАХ
ПО НАБЛЮДЕНИЯМ В ЛИНИИ He 10830 Å**

А.С. Кустов

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

PERIODIC MOTIONS IN SOLAR FILAMENTS FROM OBSERVATIONS IN THE HE 10830 Å LINE

A.S. Kustov

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

Представляется исследование колебаний в волокнах на высотах верхней хромосферы и переходной зоны. Временные серии получены в линии He 10830 Å в Саянской солнечной обсерватории. Основное внима-

ние уделяется колебаниям с периодами 10–40 мин, а также приводятся некоторые результаты для более коротких периодов. Анализируются периодические изменения лучевой скорости, интенсивности и ширины профиля линии.

The investigation of oscillations in filaments at upper chromosphere and transition region heights are presented. Time series were obtained using He 10830 Å line at the Sayan Solar Observatory. I focus my attention on studying intermediate period oscillations (10–40 min), but some results for short period oscillations are presented as well. Periodical variations of line-of-sight velocity, intensity and the line profile width have been analyzed.

О РАЗРЫВНЫХ ТЕЧЕНИЯХ ПЛАЗМЫ В ОКРЕСТНОСТИ ПЕРЕСОЕДИНЯЮЩИХ ТОКОВЫХ СЛОЕВ

¹Л.С. Леденцов, ²Б.В. Сомов

¹Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга, Москва, Россия

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
koob@mail.ru

ON DISCONTINUOUS PLASMA FLOWS IN THE VICINITY OF RECONNECTING CURRENT SHEETS

¹L.S. Ledentsov, ²B.V.Somov

¹P.K. Sternberg Astronomical Institute, Moscow, Russia

²M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Рассмотрен вопрос об интерпретации лабораторных и численных экспериментов по магнитному пересоединению в солнечных вспышках. В рамках классической постановки задачи о разрывных МГД-течениях установлено соответствие между стандартной классификацией МГД-разрывов и параметрами, характеризующими величину потока массы через разрыв и конфигурацию магнитного поля. Также найдено представление зависимости между углами вектора магнитного поля относительно нормали к плоскости разрыва по обе ее стороны. Получены условия эволюционных переходов между различными типами разрывов при постепенном изменении характеристик плазмы. Результат применен к аналитическому решению задачи о структуре магнитного поля в окрестности пересоединяющего токового слоя, полученному ранее Безродных, Власовым, Сомовым. Показано, что вблизи торцов токового слоя (при наличии в нем обратных токов) появляются области неэволюционных ударных волн.

The question about the interpretation of laboratory and numerical experiments on magnetic reconnection in solar flares is considered. A correspondence between the standard classification of MHD discontinuities and the parameters characterizing the mass flux through a discontinuity and the magnetic field configuration has been established within a classical formulation of the problem on discontinuous MHD flows. A relationship between the angles of the magnetic field vector relative to the normal to the discontinuity plane on both its sides has also been found. Conditions of evolutionary transitions between different types of discontinuities by gradual changing of plasma's parameters are obtained. The result is applied to the analytical solution of the problem on the magnetic field structure in the vicinity of a reconnecting current sheet obtained previously (Bezrodnykh, Vlasov, Somov). The regions of nonevolutionary shocks are shown to appear near the endpoints of a current sheet with reverse currents.

СОЛНЕЧНЫЙ СПЕКТРОПОЛЯРИМЕТР ДИАПАЗОНА 2–8 ГГц

А.А. Муратов

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
mutolya@mail.ru

2–8 GHz SOLAR SPECTROPOLARIMETER

А.А. Muratov

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

Приводится описание нового радиоспектрополяриметра, осуществляющего наблюдения излучения в обеих круговых поляризациях в диапазоне 2–8 ГГц. Антенной спектрополяриметра служит параболическая антенна диаметром 1.8 м, в фокусе которой установлен облучатель с возможностью одновременного приема обеих поляризаций. Передача СВЧ-сигнала осуществляется с помощью оптической линии связи. Радиометр собран по корреляционной схеме. Основа спектрополяриметра – коррелятор задержек, работающий в полосе до 200 МГц, реализованный на базе оценочной платы Altera DK-DEV-4SGX230N Stratix IV GX. Спектрополяриметр находится в режиме наблюдений.

There is a description of the new radiospectropolarimeter, performing observations in both circular polarizations in the range of 2–8 GHz. Spectropolarimeter antenna is a parabolic antenna with diameter of 1.8 meters, feed installed in the focus of this antenna has a possibility of simultaneous reception of both polarizations. Transmission of microwave signals is provided by optical transmission line. Radiometer performed as a correlation scheme. The basis of the spectropolarimeter is autocorrelator with bandwidth of up to 200 MHz, implemented on the base of the evaluation board Altera DK-DEV-4SGX230N Stratix IV GX. Spectropolarimeter performs observations.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ШИНЫ ВВОДА/ВЫВОДА ДАННЫХ ДЛЯ КОРРЕЛЯТОРА
МНОГОВОЛНОВОГО РАДИОГЕЛИОГРАФА И ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ**

Н.О. Муратова

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
munatali777@list.ru

**CREATION OF THE I/O DATA BUS FOR CORRELATOR OF THE MULTI-WAVE
RADIOHELIOGRAPH AND SUBSEQUENT PROCESSING OF THESE DATA**

N.O. Muratova

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

Предлагается оптимизированный вариант коррелятора для модернизированного ССРТ (Сибирского солнечного радиотелескопа). Была поставлена непростая задача – создать более экономичный, нежели предыдущие, вариант коррелятора и шины данных, не упрощая при этом его функций. В качестве протокола передачи данных решено использовать Basic, осуществляемый скоростными приемопередатчиками ПЛИС, и не применять более сложные протоколы, такие, например, как Ethernet или PCI Express, что позволит увеличить пропускную способность канала и упразднить ненужные функции данных протоколов.

Изменение концепции работы коррелятора и шины данных привело к усложнению прошивки ПЛИС и повышению частоты обработки данных, благодаря этому удалось добиться положительных результатов, среди которых такие, как экономичность – вместо ПЛИС Stratix4GX будет использоваться ПЛИС Arria2GX (стоимость Stratix4GX 9000–12 000 \$, Arria2GX – 3000 \$), сокращение числа используемых кабелей и разъемов PCI Express как минимум в два раза, возможность реализации коррелятора на одной плате и др.

Optimized version of the correlator for upgraded SSRT (the Siberian Solar Radiotelescope) is suggested. It is difficult task to create lower cost correlator and data bus without constraints of their functionality. High-speed FPGA transceivers will provide Basic protocol for the data transmission, but more complex protocols, such as Ethernet or PCI Express, won't be used, consequently channel throughput will be improved and there won't be any unnecessary protocol functions.

Change in correlator and data bus work basics was resulted in complication of the FPGA firmware and growth of clock frequency, but thanks to it, positive effects were reached, such as: lower cost of the correlator – FPGA Arria2GX will be used instead of FPGA Stratix4GX (single Stratix4GX costs 9000–12 000 \$, Arria2GX – 3000 \$) in the circuitry, decrease of the number of PCI Express cables and connectors at least twice, a possibility of single-board realization of the correlator and etc.

**РЕЛЯТИВИСТСКОЕ КИНЕТИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ ДЛЯ ПОЛЯРИЗОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ,
УЧАСТВУЮЩЕГО В КОМПТОНОВСКОМ РАССЕЙНИИ НА ЭЛЕКТРОНАХ
В СИЛЬНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ**

¹А.А. Муштуков, ²Д.И. Нагирнер

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

²Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия
al.mushtukov@gmail.com

**RELATIVISTIC KINETIC EQUATION FOR COMPTON SCATTERING OF POLARIZED
RADIATION IN STRONG MAGNETIC FIELD**

¹A.A. Mushtukov, ²D.I. Nagirner

¹Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

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

В работе выведено кинетическое уравнение для излучения, участвующего в комптоновском рассеянии на электронах в сильном магнитном поле. Учитываются поляризация излучения и обменные взаимодействия (принцип запрета Паули для электронов и возможность вынужденного рассеяния для фотонов). Получены

формы кинетического уравнения для более частных случаев. Полученные результаты могут быть полезны для построения численных моделей переноса излучения в атмосферах нейтронных звезд.

Relativistic kinetic equation for Compton scattering of polarized radiation in strong magnetic field is deduced using the Bogolyubov method. Induced scattering and Pauli principle are taken into account. Polarization of the electron gas is taken into account too in the general form of the kinetic equation. Special forms of the equation for the cases of non-polarized electrons, rarefied electron gas and 2-modes distribution of radiation are found. The equations can be useful for construction of models of atmospheres and magnetospheres of neutron stars.

К ВОПРОСУ О РЕКОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ УСКОРЕННЫХ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК ЭЛЕКТРОНОВ

¹Г.Г. Нахатова, ²И.В. Кудрявцев

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

²Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия

galinanakhatova@yandex.ru

ON RECONSTRUCTION OF ENERGY SPECTRA OF THE ELECTRONS ACCELERATED DURING SOLAR FLARES

¹G.G. Nakhatova, ²I.V. Kudryavtsev

¹Central Astronomical Observatory of the Russian Academy of Sciences at Pulkovo, St. Petersburg, Russia

²A.F. Ioffe Physical-Technical Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

Жесткое рентгеновское излучение солнечных вспышек, как известно, является тормозным излучением высокоэнергетических электронов, которое генерируется в солнечной плазме, и формы спектров этого излучения определяются функцией распределения быстрых электронов. В связи с этим встает задача определения энергетических распределений электронов, которые должны дать указания относительно механизмов ускорения заряженных частиц во время солнечных вспышек. В докладе рассматривается метод восстановления энергетического распределения электронов на основе измеренных спектров рентгеновского излучения. С помощью различных примеров показано, что рассмотренный метод обладает хорошей точностью и позволяет находить энергетические спектры ускоренных во время вспышек электронов.

Hard X-rays from solar flares, as is known, is the bremsstrahlung of high-energy electrons, which is generated in the solar plasma, and forms of spectra of the radiation are determined by the distribution function of fast electrons. In this connection there is the problem of determining the energy distribution of electrons, which should provide guidance on mechanisms for accelerating charged particles during solar flares. The report examines the method of recovery of the energy distribution of electrons from the measured spectra of hard X-rays. On the basis of various examples shown that the considered method has good accuracy and allows to find the energy spectra of accelerated electrons during flares.

ОЦЕНКА ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ РОЛИ МЕХАНИЗМА БЭБКОКА–ЛЕЙТОНА В ГЕНЕРАЦИЮ ПОЛОИДАЛЬНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛНЦА

С.В. Олемской, Л.Л. Кичатинов

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

osv@iszf.irk.ru

ESTIMATING ROLE OF THE BABCOCK-LEIGHTON MECHANISM TO GENERATION OF THE POLOIDAL MAGNETIC FIELD OF THE SUN WITH OBSERVATIONAL DATA

S.V. Olemskoy, L.L. Kitchatinov

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

Теория динамо объясняет магнитную активность Солнца действием двух основных эффектов: генерацией тороидального поля из полоидального дифференциальным вращением (омега-эффект) и обратным преобразованием тороидального поля в полоидальное мелкомасштабными циклоническими движениями (альфа-эффект). Основанный на этих двух эффектах механизм генерации магнитного поля получил название альфа-омега-динамо. Относительно простой омега-эффект хорошо изучен, и его присутствие на Солнце подтверждается наблюдениями. Дифференциальное вращение мало меняется во времени, не содержит мелкомасштабных неоднородностей, и в этом смысле омега-эффект является регулярным. Совершенно иная ситуация сложилась с альфа-эффектом. Известно несколько причин возникновения такого эффекта. Он может появляться из-за неоднородности плотности в турбулентной вращающейся среде, а также из-за неодно-

родности интенсивности турбулентности. К его возникновению могут приводить магнитострофические волны в основании конвективной зоны Солнца. Наконец, механизм Бэбкока–Лейтона генерации полоидального магнитного поля также является разновидностью альфа-эффекта. В отличие от других разновидностей альфа-эффекта, он не подвержен катастрофическому подавлению из-за сохранения магнитной спиральности. Поэтому вполне очевидно, что механизм Бэбкока–Лейтона является доминирующим в генерации полоидального поля Солнца.

По данным наблюдений солнечных пятен для трех солнечных циклов проведена оценка вклада механизма Бэбкока–Лейтона в генерацию полоидального магнитного поля Солнца. Сравнение полученных величин со значениями A -индекса крупномасштабного поля показывает высокую корреляционную связь.

The theory of a dynamo explains magnetic activity of the Sun by action of two main effects: generation of a toroidal field from poloidal field differential rotation (omega-effect) and return transformation of a toroidal field in poloidal field small-scale cyclonic flows (alpha-effect). The mechanism of generation of a magnetic field based on these two effects has received the name an alpha-omega-dynamo. Concerning simple omega-effect it is well investigated also its presence on the Sun proves to be true supervision. Differential rotation varies in time a little, does not contain small-scale heterogeneity and in this sense the omega-effect is regular. Absolutely other situation has developed with an alpha-effect. Some reasons for occurrence of such effect are known. It can appear because of heterogeneity of density in the turbulent rotating environment, and also because of heterogeneity of intensity of turbulence. In its occurrence can result magnetostrophic waves in the basis convective zones of the Sun. At last, Babcock-Leighton mechanism of generation a poloidal magnetic field also is a version an alpha-effect. Unlike other versions an alpha-effect, it is not subject to catastrophic suppression because of preservation magnetic helicity. Therefore it is quite obvious, that Babcock-Leighton mechanism is dominating in generation poloidal fields on the Sun.

Using observed sunspot data for three solar cycles the estimation of the contribution of mechanism's Babcock-Leighton is lead to generation a poloidal magnetic field of the Sun. Comparison of the received sizes with values A -index a large-scale field shows high relationship.

МОДЕЛЬ СОЛНЕЧНОГО ДИНАМО С НЕЛОКАЛЬНЫМ АЛЬФА-ЭФФЕКТОМ

Л.Л. Кичатинов, С.В. Олемской

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

SOLAR DYNAMO MODEL WITH NONLOCAL ALPHA-EFFECT

L.L. Kitchatinov, S.V. Olemskoy

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

Приводятся результаты, полученные с помощью динамо-модели генерации крупномасштабных магнитных полей Солнца, в которой учитываются диамагнитный эффект неоднородной турбулентности и нелокальный альфа-эффект, возникающий при всплывании магнитных петель. Нелокальный альфа-эффект не подвержен катастрофическому подавлению, связанному с сохранением магнитной спиральности. Магнитные поля концентрируются (с учетом диамагнитного переноса) вблизи основания конвективной оболочки, несмотря на то, что область моделирования охватывает всю толщину зоны конвекции. Период магнитного цикла, характер экваториальной симметрии поля, его меридиональный дрейф и соотношение амплитуд полярного и тороидального полей, полученные по модели, согласуются с наблюдениями. Имеются также определенные несоответствия наблюдениям, указывающие пути совершенствования модели.

The first results of the solar dynamo model that allows for the diamagnetic effect of inhomogeneous turbulence and the nonlocal alpha-effect due to the rise of magnetic loops are discussed. The nonlocal alpha-effect is not subject to the catastrophic quenching related to the conservation of magnetic helicity. Given the diamagnetic pumping, the magnetic fields are concentrated near the base of the convection zone, although the distributed-type model covers the entire thickness of the convection zone. The magnetic cycle period, the equatorial symmetry of the field, its meridional drift, and the polar-to-toroidal field ratio obtained in the model are in agreement with observations. There is also some disagreement with observations pointing the ways of improving the model.

СПЕКТРЫ И ЗЕНИТНО-УГЛОВЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ НЕЙТРИНО ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

¹О.Н. Петрова, ²Т.С. Синеговская, ¹С.И. Синеговский

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

²Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Россия

HIGH-ENERGY SPECTRUM AND ZENITH-ANGLE DISTRIBUTION OF ATMOSPHERIC NEUTRINOS

¹O.N. Petrova, ²T.S. Sinegovskaya, ¹S.I. Sinegovsky

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

²Irkutsk State Railway University, Irkutsk, Russia

Нейтрино высоких энергий рождаются в распадах мезонов, генерируемых в соударениях космических лучей с ядрами атомов атмосферы Земли, образуя неустранимый фон при решении задачи детектирования нейтрино от астрофизических источников, расположенных в Галактике или за ее пределами. Исследование атмосферных нейтрино представляет также интерес и относительно к вычислению фона, поскольку сопоставление данных эксперимента с результатами расчета энергетического спектра и угловых распределений нейтрино может служить проверкой высокоэнергетических моделей адронных взаимодействий. В работе представлен расчет энергетических спектров атмосферных нейтрино, мюонных и электронных, и зенитно-угловой зависимости их потоков, выполненный для известных моделей адрон-ядерных взаимодействий (SIBYLL2.1, QGSJET-II, модель Кимеля–Мохова) и двух параметризаций первичного спектра. Сравнение усредненных по углу спектров мюонных нейтрино с результатами (данными измерений) экспериментов IceCube, AMANDA-II и Frejus показывает, что даже в области энергий выше 100 ТэВ выделить вклад нейтрино от распада очарованных частиц непросто, поскольку здесь на неопределенности сечения рождения чарма накладываются неопределенности сечений рождения каонов. Представлены формулы, параметризующие численный расчет.

High-energy neutrinos, arising from decays of mesons that were produced through the cosmic rays collisions with air nuclei, form unavoidable background in the astrophysical neutrino detection problem. Furthermore, the AN studies are of interest as the way to test the high-energy hadronic models. In the work presented is the calculation of the neutrino spectra and zenith-angle dependence, performed by means of the method with usage of known hadronic models (SIBYLL2.1, QGSJET-II, Kimel & Mokhov) for two of the primary spectrum parameterization. The comparison of the angle-averaged spectrum with experiment data – IceCube, AMANDA-II and Frejus, make it clear that even at energies above 100 TeV the prompt neutrino contribution is not so evident because of tangled uncertainties of kaon and charm particle production cross sections. An analytic description of the calculated neutrino fluxes is presented.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПО ДАННЫМ SOHO/MDI В ОБЛАСТИ ГЕНЕРАЦИИ КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАССЫ ТИПА ГАЛО И СВЯЗАННЫХ С НИМИ ВСПЫШЕК

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

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

STUDYING THE MAGNETIC FIELD DYNAMICS FROM SOHO/MDI DATA IN THE GENERATION REGION OF HALO CORONAL MASS EJECTIONS AND THEIR ASSOCIATED FLARES

T.E. Popova, V.G. Fainshtein, L.K. Kashapova

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

По данным SOHO/MDI исследованы вариации магнитного поля в области генерации 20 самых быстрых (скорость $V > 1500$ км/с) и 20 медленных ($V < 650$ км/с) корональных выбросов массы типа гало (ГКВМ) и связанных с ними вспышек. Показано, что для 80 % быстрых и 72 % медленных ГКВМ началу связанных с ними вспышек в течение 0.3–2.5 сут предшествует немонотонный рост $\langle B_l \rangle$ и $\langle |B_l| \rangle$. Здесь B_l – измеряемая по лучу зрения компонента магнитного поля, скобки $\langle \rangle$ означают усреднение поля в пределах площадки с центром в центре вспышки. Установлено, что вспышка в большинстве событий с быстрыми ГКВМ происходит, когда $\langle B_l \rangle > 140$ Гс, а $\langle |B_l| \rangle > 170$ Гс (при средних по событиям значениях этих величин 487 Гс и 617 Гс). Для медленных ГКВМ эти значения составляют 60 Гс и 40 Гс (171 Гс и 322 Гс). Анализ девяти событий с быстрыми ГКВМ, для которых имелись магнитограммы, полученные с одноминутным временным интервалом, показал, что в области вспышки начало вспышки сопровождается либо импульсным изменением, либо ступенчатым уменьшением, либо и тем и другим изменением $\langle B_l \rangle$ и $\langle |B_l| \rangle$ с длительностью, близкой времени нарастания интенсивности мягкого рентгеновского излучения.

SOHO/MDI data have been used to examine magnetic field variations in the region of generation of 20 fastest ($V > 1500$ km/s) and 20 slow ($V < 650$ km/s) halo coronal mass ejections (HCME) and their related flares. It has been shown that in 80 % of fast and 72 % of slow HCME $\langle B_l \rangle$ and $\langle |B_l| \rangle$ increase non-monotonically for 0.3–2.5 days before the HCME-associated flares commence. Here B_l is the magnetic field component measured along the line of sight; brackets $\langle \rangle$ mean the averaging of the field within an area centred at the flare centre. It has been established that flares in most fast HCME occur when $\langle B_l \rangle > 140$ G; $\langle |B_l| \rangle > 170$ G (given average event values of 487 and 617 G). For slow HCME these values are 60 and 40 G (171 and 322 G). The analysis of nine events with fast HCME, for which there were data with one-minute interval between magnetograms, has revealed that in the flare area the flare commencement is accompanied with a pulse change or a step decrease, or with both of these changes in $\langle B_l \rangle$ and $\langle |B_l| \rangle$ with the duration close to the time of soft X-ray intensity enhancement.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЯЮЩИХСЯ КОЛЕБАНИЙ В СОЛНЕЧНЫХ ФАКЕЛАХ В ЛИНИИ $H\alpha$ 6563 Å

В.А. Пуляев, Н.И. Кобанов, С.А. Чупин, А.С. Кустов

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

STUDY OF PROPAGATING OSCILLATIONS IN SOLAR FACULAE IN THE $H\alpha$ LINE AT 6563 Å

V.A. Pulyaev, N.I. Kobanov, S.A. Chupin, A.S. Kustov

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

Мы исследовали поведение лучевой скорости в паре спектральных линий $H\alpha$ 6563 Å и FeI 6569 Å в факельных областях. Цель этого исследования – выявление распространяющихся вверх колебаний. Были выявлены случаи распространения колебаний пятиминутного диапазона как из фотосферы в хромосферу, так и наоборот, в различных частях одного факела. На этом основании мы можем сделать вывод, что часть энергии возвращается в фотосферу. Обнаружено, что спектральный состав колебаний различается для разных частей факела. Также следует отметить, что роль более низкочастотных колебаний из диапазона 0.5–2 мГц в передаче энергии из нижних слоев солнечной атмосферы в верхние может быть более значительна.

We investigated behavior of the line-of-sight velocity in a pair of spectral lines H-alpha 6563 Å & FeI 6569 Å in faculae regions. The purpose of the investigation was to identify upward propagating oscillations. We observed both upwards and downwards traveling waves with five-minute period in different parts of faculae. On this basis it is possible to conclude that part of the energy returns to the photosphere. We found, that power spectra of LOS-velocity are different for various parts of faculae region. Also we noted the role of low-frequency oscillations (0.5–2 mHz) in the upward energy transport could be more significant.

ГЕНЕРАЦИЯ ВОЛНОВОГО ПОТОКА НА ФОТОСФЕРНОМ УРОВНЕ В ЭПОХУ МИНИМУМА АКТИВНОСТИ ЦИКЛА

**¹В.Г. Еселевич, ¹М.В. Еселевич, ²Н.В. Кучеров, ²В.А. Романов, ²Д.В. Романов,
³К.В. Романов, ²И.В. Семенов**

¹Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

²Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия

³Красноярский институт железнодорожного транспорта, Красноярск, Россия
d-v-romanov@ya.ru

GENERATION OF ACOUSTIC WAVES AT THE PHOTOSPHERIC LEVEL DURING SOLAR CYCLE MINIMUM

**¹V.G. Eselevich, ¹M.V. Eselevich, ²N.V. Kucherov, ²V.A. Romanov, ²D.V. Romanov,
³K.V. Romanov, ²I.V. Semeonov**

¹Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

²V.P. Astafiev Krasnoyarsk State Pedagogical University, Krasnoyarsk, Russia

³Krasnoyarsk Institute of Railway Transport, Krasnoyarsk, Russia

В приближении недиссипативной магнитной газодинамики исследуется процесс нелинейных колебаний тонкой магнитной трубки в конвективной зоне Солнца. Для младших ($m \leq 5$) крупномасштабных гармоник расчетным путем установлены следующие закономерности:

1. Глубины достижения максимальной скорости подъема магнитной трубки V_{\max} (км/с) располагаются ниже фотосферного уровня и практически не зависят от волнового числа m и напряженности магнитного поля H трубки на глубине потери устойчивости.

2. Глубина потери устойчивости для младших гармоник ($m \leq 5$) не зависит от волнового числа m и напряженности магнитного поля H трубки и расположена на дне конвективной зоны. На всех стадиях подъема скорости магнитной трубки существенно ниже звуковых.

Subject of this paper is a transport of strong magnetic field from the generation point to the atmosphere of the Sun and generation of acoustic waves caused by tube moved with high speed. Field is treated as magnetic tube immersed into field-free plasma, and studied using ideal magnetohydrodynamical approximation. The dynamic of tube is analyzed by studying nonlinear stage of oscillations of thin magnetic tube located in convective zone of the Sun. Following results about large scale modes ($m \leq 5$) of oscillations were obtained numerically:

1. Depths where vertical speed of tube (measured in km/sec) is the highest are located below the photosphere and practically do not depend on wave number and initial strength of magnetic field H .

2. All lower modes with wave number $m < 5$ are unstable in wide region aligned to the bottom of convective zone for any magnetic field strength, so the bottom can be hinted as the depth of initial stability loss. Speed of magnetic field remains strongly subsonic during the entire rising.

К ВОПРОСУ О ЛОКАЛИЗАЦИИ МЕСТ ГЕНЕРАЦИИ КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАССЫ НА СОЛНЦЕ

¹М.Ю. Савинкин, ^{1,2}С.А. Язев

¹Астрономическая обсерватория Иркутского государственного университета, Иркутск, Россия

^{1,2}Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

syazev@gmail.com

ON LOCALIZATION OF GENERATION OF CORONAL MASS EJECTIONS ON THE SUN

¹M.Yu. Savinkin, ^{1,2}S.A. Yazev

¹Astronomical Observatory of the Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

^{1,2}Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Предложена методика локализации мест генерации корональных выбросов массы (КВМ) на базе авторской компьютерной программы «Солнцеворот». Методика, основанная на продолжении направления движения КВМ до пересечения с возможной областью генерации на видимом или обратном полушарии Солнца, применена к данным о 300 КВМ, наблюдавшихся коронографами SOHO в течение октября 2006 г. – февраля 2007 г. Предложенная методика позволила связать более 90 % анализируемых КВМ с активными областями на разных фазах развития, включая факельную (беспятенную) стадию. Приведены распределения, позволяющие оценить «зону влияния» активных областей в пространстве и во времени, где могут возникать КВМ.

We propose a method for localization of generation of coronal mass ejections (CME) with the aid of the author's computer program Solstice. This method relies on the continuation of CME motion in the intended direction until they intersect a possible region of generation on visible or far sides of the Sun. It has been applied to data on 300 CME observed by SOHO coronagraphs from October 2006 to February 2007. This method enabled us to relate over 90 % of CME under study to active regions at different phases of development, including the facular (spotless) one. We present distributions which allow us to estimate the zone of influence of active regions in space and time, where CME may appear.

**ГЕНЕРАЦИЯ СИЛЬНЫХ УДАРНЫХ ВОЛН ИЗ ПОДФОТОСФЕРНОГО УРОВНЯ
И ВЫБРОС МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В СОЛНЕЧНУЮ АТМОСФЕРУ
В ЭПОХУ МАКСИМУМА АКТИВНОСТИ ЦИКЛА**

**¹В.Г. Еселевич, ¹М.В. Еселевич, ²Н.В. Кучеров, ²В.А. Романов, ²Д.В. Романов,
³К.В. Романов, ²И.В. Семенов**

¹Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

²Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия,

³Красноярский институт железнодорожного транспорта, Красноярск, Россия
samvs@ya.ru

**GENERATION OF STRONG SHOCK WAVES IN THE SUBPHOTOSPHERE AND EJECTION
OF MAGNETIC FIELDS INTO THE SOLAR ATMOSPHERE DURING SOLAR CYCLE MAXIMUM**

**¹V.G. Eselevich, ¹M.V. Eselevich, ²N.V. Kucherov, ²V.A. Romanov,
²D.V. Romanov, ³K.V. Romanov, ²I.V. Semeonov**

¹Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

²V.P. Astafiev Krasnoyarsk State Pedagogical University, Krasnoyarsk, Russia

³Krasnoyarsk Institute of Railway Transport, Krasnoyarsk, Russia

Методом численного моделирования исследуется процесс нелинейных колебаний магнитной трубки для гармоник с волновым числом $m \geq 8$. Проведено сравнение с колебаниями младших гармоник ($m < 5$), и обнаружены следующие закономерности:

1. Глубины потери устойчивости трубки с ростом волнового числа m приближаются к фотосферному уровню. Для старших гармоник ($m \geq 16$) глубины потери устойчивости порядка $4 \cdot 10^4$ км от фотосферного уровня и, как и для случая младших гармоник ($m < 5$), практически не зависят от напряженности магнитного поля H трубки.

2. Реализуются выбросы сильных магнитных полей непосредственно в солнечную атмосферу со сверхзвуковыми скоростями. Данное обстоятельство позволяет понять механизм реализации корональных транзиентов.

This paper continues work which studies transport of strong magnetic field from the point of generation to the atmosphere of the Sun together with generation of acoustic waves by moving tube. Field is described using ideal magnetohydrodynamical approximation as magnetic tube immersed into field-free plasma. This paper focuses on nonlinear oscillations of magnetic tubes which are studied numerically for wave number $m \geq 8$. Compared to lower modes ($m < 5$), these modes are different in few ways:

1. Depth of stability loss shifts closer to photosphere as wave number grows. For higher modes $m \geq 16$ the depth where equilibrium becomes unstable is $4 \cdot 10^4$ km down the photosphere and, similar for the lower modes $m < 5$, almost insensitive to the initial strength of magnetic field H .

2. Magnetic field itself enters the atmosphere with supersonic speeds. This circumstance offers partial explanation of nature of several coronal mass ejections.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ И УСКОРИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ
В СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШКАХ**

Т.С. Сизых

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

sizykht@gmail.com

STUDY OF THERMAL AND ACCELERATION PROCESSES IN SOLAR FLARES

T.S. Sizykh

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

В настоящее время известно, что температура и плотность вспышечной плазмы, а также и спектральный индекс и поток электронов являются важными характеристиками процессов выделения и переноса энергии в солнечных вспышках. Кроме традиционного изучения изменений этих параметров во времени, можно также использовать взаимные зависимости. Хорошо известны диаграмма зависимости меры эмиссии (плотности) от температуры, которая используется для описания процессов нагрева и охлаждения вспышечной плазмы, а также диаграмма зависимости спектрального индекса от потока, используемая для изучения процессов ускорения во время импульсной фазы вспышки. Мы применили оба этих подхода для выявления характерных особенностей вспышек, сопровождавшихся выбросом корональной массы. Проводится сравнение результатов, полученных для нескольких вспышек, с известными теоретическими моделями нестационарных процессов на Солнце.

At the present time it is well known that plasma temperature, density of flare plasma, spectral index and electron flux are important characteristics of energy transport and release processes in solar flares. The diagrams constructed of these parameters could be used besides traditional methods of studying their evolution. Dependence of emission measure (density) on temperature is very popular for studying of heating and cooling processes in flaring plasma. A dependence of spectral index on photon flux is often used to analyze acceleration processes in solar flares during the impulsive phase. We apply both these methods to reveal characteristics of flares followed by CMEs events. We carried out comparison of the results obtained for a several of flares with known models of solar non-stationary processes.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛИННОПЕРИОДИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НАД СОЛНЕЧНЫМИ ПЯТНАМИ В МИЛЛИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ

¹В.В. Смирнова, ²В.С. Рыжов, ²А.В. Жильцов, ³А. RiehoKainen, ^{3,4}J. Kallunki

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

²Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

³Университет Турку, Финляндия

⁴Университет Аалто, Радиобсерватория Метсахови, Финляндия

vvsvd@rambler.ru, v_ryzhov@mail.ru, zhilcovave8@mail.ru, alerie@utu.fi, kallunki@kurp.hut.fi

INVESTIGATION INTO LONG-PERIOD OSCILLATIONS IN THE MILLIMETER EMISSION ABOVE SUNSPOTS

¹V.V. Smirnova, ²V.S. Ryzhov, ²A.V. Zhiltsov, ³A. RiehoKainen, ^{3,4}J. Kallunki

¹St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

²Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

³University of Turku, Finland

⁴Aalto University, Metsähovi Radio Observatory, Finland

Проанализированы данные наблюдений активных областей над пятнами в отсутствие вспышек на частотах 93 и 37 ГГц на радиотелескопах РТ-7.5 МГТУ им. Н.Э. Баумана и РТ-14 Метсахови. В результате обработки полученных треков путем вейвлет-преобразования были обнаружены квазипериодические колебания с периодами 10–60 и 80–120 мин. Была предложена предварительная интерпретация длинных периодов колебаний в рамках модели «мелкого пятна».

We analyzed millimeter data above sunspots without the flare activity at frequencies of 37 and 93 GHz at radio-telescopes RT-7.5 BMSTU and RT-14 Metsahovi observatory. Quasi-periodic oscillations with periods about 10–60 and 80–120 minutes were found by the use of the wavelet analysis. The preliminary interpretation was suggested within the “shallow sunspot” model.

ТЕПЛОВАЯ И НЕТЕПЛОВАЯ КОМПОНЕНТЫ МИЛЛИМЕТРОВЫХ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЛЕСКОВ

В.В. Смирнова, В.Г. Нагнибеда

Научно-исследовательский астрономический институт им. В.В. Соболева
Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия
vvsvd@rambler.ru, vnag@VN1014.spb.edu

THERMAL AND NON-THERMAL COMPONENTS OF MILLIMETER SOLAR BURSTS

V.V. Smirnova, V.G. Nagnibeda

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

Проанализирован ряд вспышечных событий различных классов в миллиметровом диапазоне (35 ГГц) по данным радиогелиографа и радиополяриметра Nobeyama. Полученные мгновенные и динамические спектры для некоторых радиовсплесков показали несоответствие спектральных кривых теоретической модели. С использованием данных GOES (1–8 А) временной профиль миллиметрового всплеска был разделен на тепловую подложку и импульсную (нетепловую) составляющие, что дало возможность оценить вклад тепловой компоненты в наблюдаемый поток радиоизлучения на разных этапах всплеска и частично интерпретировать некоторые особенности спектральных кривых.

We analyzed some flare events at the millimeter range (35GHz) used Nobeyama radio heliograph and radio polarimeter data. Instantaneous and dynamic spectra were obtained for selected events and spectral peculiarities are not corresponded with classical theory were found. By using of GOES data (1–8 A), the millimeter burst light-curve

was divided to the thermal background and the impulsive (non-thermal) component that gave the possibility to estimate the contribution of the thermal component to the observed flux during the burst and partially interpret some spectral features.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ФОТОКАМЕРЫ «SARNOFF 1M100-SFT»
ДЛЯ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СОЛНЦА**

В.Е. Томин, Д.Ю. Колобов, М.Л. Демидов, В.М. Григорьев

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

**EXAMINING CAPABILITIES OF “SARNOFF 1M100-SFT” CAMERA TO MAKE VECTOR
MEASUREMENTS OF SOLAR MAGNETIC FIELDS**

V.E. Tomin, D.Yu. Kolobov, M.L. Demidov, V.M. Grigoryev

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

Наземные измерения солнечных магнитных полей сопряжены с рядом технических трудностей. Основные ошибки вносятся за счет влияния земной атмосферы. Обычно время экспозиции одного кадра достаточно велико – изображение на щели спектрографа успевает сместиться из-за нестабильности земной атмосферы. За время сканирования щелью всего диска Солнца измеряемые величины (магнитное поле, доплеровская скорость) могут значительно измениться. Высокоскоростная камера «Sarnoff 1M100-SFT», как ожидается, должна в значительной степени уменьшить подобные ошибки. В работе обсуждаются преимущества и недостатки данной камеры для решения задачи векторных измерений солнечных магнитных полей.

Conducting ground based measurements of magnetic fields faces with number of difficulties. Most of errors are caused by the Earth atmosphere influence. Usually exposition time is long enough so image on the spectrograph slit can move due to the instability of the Earth atmosphere. During the scan of the solar disk by the spectrograph slit measurable parameters (magnetic field, Doppler velocity) can be significantly changed. It is expected that high speed camera “Sarnoff 1M100-SFT” will significantly reduce these errors. In this paper advantages and disadvantages of using this camera to solve problems of solar magnetic fields measuring are described.

**ФОТОСФЕРНЫЕ ТЕЧЕНИЯ ПЛАЗМЫ, СОПРОВОЖДАЮЩИЕ ПОЯВЛЕНИЕ
АКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ НА СОЛНЦЕ**

А.И. Хлыстова

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

**PHOTOSPHERIC PLASMA FLOWS ACCOMPANYING EMERGENCE
OF ACTIVE REGIONS ON THE SUN**

A.I. Khlystova

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

Анализируется динамика скоростей течений плазмы при появлении магнитных полей активных областей в фотосфере Солнца по данным SOHO/MDI. Для активных областей, возникающих в центральной части диска, ранее были хорошо установлены следующие факты. При вспышке отдельных магнитных петель наблюдается подъем вещества, который занимает небольшие участки и существует несколько десятков минут, при этом значения скоростей сопоставимы со скоростями конвекции. По мере развития активной области в местах наибольшей концентрации магнитных полей возникает опускание вещества, скорость которого существенно превышает скорости конвективных течений. Анализ активных областей, возникающих вблизи лимба, показал, что есть усиление отрицательных скоростей на линии раздела полярностей и положительных скоростей в магнитном полюсе, удаленном от центра диска. Структура поля скоростей формируется в начале выхода магнитных полей, занимает протяженную область и присутствует несколько часов, а значения скоростей существенно превосходят скорости конвекции. Дается интерпретация наблюдаемых течений фотосферной плазмы.

Dynamics of the plasma flow velocities during appearance of the active region magnetic fields at the solar photosphere with data SOHO/MDI is analyzed. The following facts have been well established earlier for active regions emerging in the central part of disk. Substance upflow is observed for the active regions of the central part of the disk during emergence of the separate magnetic loops, which occupies small regions and exist several tens minutes, at that velocity values are comparable to the convection ones. As active region evolves, the substance downflow is

observed, essentially exceeding convective flow velocities in places of the largest concentration of the magnetic fields. The analysis of the emerging active regions close to the limb has shown that there is a strengthening of negative velocities on the polarity inversion line and positive velocities in the magnetic pole distant from the disk center. The velocity structure is formed in the beginning of the magnetic field appearance. It occupies the extensive region and exists several hours, velocity values essentially surpass convection velocities. The interpretation of the observable flow of the photospheric plasma is given.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ПОЯВЛЕНИЕМ АКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ НА УРОВНЕ ФОТОСФЕРЫ СОЛНЦА

А.И. Хлыстова

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

REGULARITIES ASSOCIATED WITH EMERGENCE OF ACTIVE REGIONS AT THE PHOTOSPHERIC LEVEL OF THE SUN

A.I. Khlystova

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

Представлено статистическое исследование связи параметров магнитного поля и скоростей течений плазмы в первые часы возникновения активных областей на уровне фотосферы Солнца по данным SOHO/MDI. Выбранные активные области имеют разные пространственные масштабы, возникают на разном расстоянии от центра солнечного диска и изолированы от крупных комплексов существующих магнитных полей. В работе исследуются:

- 1) связь величин доплеровских скоростей с положением возникающих активных областей на диске, проводится сопоставление со скоростями конвективных течений спокойного Солнца;
- 2) связь доплеровских скоростей с максимальной напряженностью магнитного поля и скоростью роста полного магнитного потока отдельно для активных областей, возникающих в центре и на краю диска;
- 3) связь скорости роста полного магнитного потока и максимальной напряженности выходящих магнитных полей;
- 4) связь характеристик магнитного поля и скоростей течения плазмы между первыми часами появления и максимумом развития активных областей.

Statistical research of relation of parameters of a magnetic field and plasma flow velocities during the first hours of emergence of active regions at the photospheric level of the Sun with data SOHO/MDI is presented. Selected active regions have different spatial scales, arise on different distance from the solar disk center and isolated from large concentration of existing magnetic fields. In research have been considered:

- 1) relation of Doppler velocity values with position of emerging active region on the disk, the comparison with convective flow velocities of the quiet Sun is performed;
- 2) relation of Doppler velocities with the maximum of magnetic field strength and growth rate of total magnetic flux for active regions emerging on the center and the edge of disk separately;
- 3) relation of growth rate of total magnetic flux and the maximum strength of emerging magnetic fields;
- 4) relation of parameters of magnetic fields and plasma flow velocities between the first hours and maximum development of active regions.

ПРОБЛЕМА ФАЗОВЫХ СВЯЗЕЙ КОЛЕБАНИЙ ЛУЧЕВОЙ СКОРОСТИ В СОЛНЕЧНЫХ ФАКЕЛАХ ПРИ НАБЛЮДЕНИЯХ В ЛИНИЯХ Si 10827 Å И He 10830 Å

С.А. Чупин, Н.И. Кобанов, В.А. Пуляев, А.С. Кустов

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

THE PROBLEM OF PHASE RELATIONS OF FLUCTUATIONS IN THE LINE-OF-SIGHT VELOCITY IN SOLAR FACULAE OBSERVED IN THE Si 10827 Å AND He 10830 Å LINES

S.A. Chupin, N.I. Kobanov, V.A. Pulyayev, A.S. Kustov

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

Солнечные факелы часто наблюдаются в солнечной атмосфере. Они предположительно играют значительную роль в процессах обмена энергией между слоями солнечной атмосферы. Распространяющиеся волны в факелах могут быть одним из возможных путей транспортировки энергии. В данной работе мы пытаемся выявить связь 5-минутных колебаний в фотосфере и хромосфере. Анализ проводился на основе спек-

тральных данных, полученных с помощью Горизонтального солнечного телескопа Саянской солнечной обсерватории. Посчитаны средние задержки между фотосферными и хромосферными путями колебаний для нескольких наблюдательных временных серий. Некоторые задержки показали распространение колебаний из хромосферы в фотосферу.

Solar faculae are often observed in the solar atmosphere. They may supposedly play a significant role in energy exchange processes between layers of the solar atmosphere. One of possible ways to transport energy is waves propagating in faculae. In this paper, we try to establish the relation between 5-min oscillations in the photosphere and chromosphere. The spectral data analyzed here were obtained using the horizontal solar telescope at the Sayan Solar Observatory. Average time lags of the chromospheric oscillation trains relative to the photospheric ones were calculated for several observational time series. Some lags have shown the propagating of oscillations from the chromosphere into the photosphere.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗВИТИЯ МОЩНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ВСПЫШЕК В ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ

¹А.Б. Струминский, ²И.Н. Шарыкин

¹Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

²Московский физико-технический институт, Москва, Россия

ivan.sharykin@phystech.edu

RESEARCH INTO THE EVOLUTION OF POWERFUL IMPULSIVE SOLAR FLARES IN SPACE AND TIME

¹A.B. Struminky, ²I.N. Sharykin

¹Space Research Institute, Moscow, Russia

²Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russia

Исследуется взаимосвязь поведения источников мягкого и жесткого рентгеновского излучения с эволюцией спектра нетепловых электронов в двух импульсных вспышках 1 января и 13 сентября 2005 г. В этих событиях балла X1.7 нагрев плазмы происходил в течение ~10 мин ускоренными электронами в нескольких эпизодах, которые различались по месту и механизму выделения энергии. Вначале электроны преимущественно взаимодействовали в короне, формируя корональный источник жесткого и мягкого рентгеновского излучения. Далее наблюдалось несколько эпизодов ускорения электронов с более жестким спектром. Показано, что существенную роль в динамике излучения играл как корональный источник, так и петля, заполненная горячей плазмой в результате хромосферного испарения. В некоторые моменты времени обнаружен явный избыток жесткого рентгеновского излучения по сравнению с наблюдаемым мягким рентгеновским излучением, что обусловлено слабой эффективностью нагрева плазмы нетепловыми электронами с жестким спектром и высоким порогом обрезания низкоэнергетической части спектра.

A relationship between behavior of SXR and HXR sources and evolution of nonthermal electron spectra during two powerful impulsive flares of 2005 January 1 and September 13 is investigated. In these events of GOES class X1.7 the plasma was heated by accelerated electrons during about 10 minutes in several episodes, which differed by location and mechanism of energy release. In the beginning the electrons interacted mostly in corona, forming the coronal source of SXR and HXR emission. Later several episodes of electron acceleration with harder spectrum were observed. It is shown that both coronal source and magnetic loop filled by hot plasma after the chromospheric evaporation play an important role in radiation dynamics. In some time moments a surplus of HXR emission in comparison with the SXR emission is observed due to a weak efficiency of plasma heating by non-thermal electrons with hard spectrum and high low energy cutoff.

СЕКЦИЯ В

Физика околоземного космического пространства

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭФФЕКТА ФАРАДЕЯ НА КАЧЕСТВО ИЗВЛЕКАЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРЫ ИЗ СИГНАЛОВ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ

С.С. Алсаткин, А.А. Щербakov, А.В. Медведев

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
alss22@mail.ru

MODELING THE INFLUENCE OF THE FARADAY EFFECT ON QUALITY OF IONOSPHERIC PARAMETERS OBTAINED FROM INCOHERENT SCATTER SIGNALS

S.S. Alsatkin, A.A. Shcherbakov, A.V. Medvedev

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

Дано описание методик моделирования: спектра мощности ионосферной плазмы, отклика ионосферы с заданной формой спектра мощности, зондирующего сигнала, а также формы фарадеевских вариаций. Представлены результаты, показывающие степень этого влияния на качество параметров ионосферы, полученных в ходе вторичной обработки сигнала НР.

Are given the description of techniques of modelling: a power spectrum of ionosphere plasmas; the ionosphere response with the set form of a power spectrum, a probing signal, and as forms of Faradeivsky variations. The results showing degree of this influence on quality of ionosphere parameters, received are presented during secondary processing of IS signal.

ВЛИЯНИЕ B_x -КОМПОНЕНТЫ ММП НА ПОЛОЖЕНИЕ И ГЕОМЕТРИЮ НЕЙТРАЛЬНОГО СЛОЯ ХВОСТА МАГНИТОСФЕРЫ

М.В. Амосова, Е.И. Гордеев, В.А. Сергеев

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
masha_amosova@mail.ru

THE INFLUENCE OF THE IMF B_x -COMPONENT ON POSITION AND GEOMETRY OF THE TAIL NEUTRAL SHEET

M.V. Amosova, E.I. Gordeev, V.A. Sergeev

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

По результатам глобального МГД-моделирования исследовано влияние B_x -компоненты межпланетного магнитного поля (ММП) на конфигурацию хвоста и положение нейтрального слоя (НС). В двух симуляциях с изменяемым параметром B_z ММП при наличии ММП $B_x = \pm 6$ нТл расчеты показали наличие больших смещений НС вдоль z -координаты, зависящих от знака B_x -компоненты ММП (вверх/вниз при отрицательной/положительной B_x). Величина смещения оказалась также связана со знаком и величиной ММП B_z . Амплитуда смещений НС зависит от радиального расстояния и увеличивается с удалением от Земли, достигая величин порядка 2–2.5 R_E на расстоянии $x = -30 R_E$. Обработка данных спутника Geotail за 1995–2005 гг. подтвердила, что B_x ММП оказывает влияние на положение НС и наблюдаемые смещения лежат в правильном направлении относительно знака B_x -компоненты ММП и имеют амплитуду порядка $1R_E$.

Using global MHD simulation we investigated the influence of interplanetary magnetic field (IMF) B_x -component on the configuration of the magnetotail and neutral sheet (NS) location. IMF B_z -component varied in time while other solar wind parameters were fixed, two simulations were run with $B_x = -6$ nT, $B_x = 6$ nT. Calculations showed large z -displacements of the tail NS depending on IMF B_x sign (goes up for $B_x < 0$, down for $B_x > 0$). The shifts associated with sign of B_z as well as with B_z value. The magnitude of NS shift also depends on radial distance and increases in tailward direction achieving values 2–2.5 R_E at $x = -30 R_E$. Processing of Geotail observed data for 1995–2005 confirms that IMF B_x exerts influence on the position of NS. The observed shifts have magnitude $1R_E$ and the same direction as obtained from MHD simulation.

**ИОНОЗОНДОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЭФФЕКТОВ ЧАСТИЧНОГО СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ
4 ЯНВАРЯ 2011 г. В ХАРЬКОВЕ**

В.В. Барабаш, Л.Ф. Черногор

Институт ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина
Barabash_VV@ukr.net

**IONOSONDE OBSERVATIONS OF THE PARTIAL SOLAR ECLIPSE OF 4 JANUARY 2011
IN KHARKIV**

V.V. Barabash, L.F. Chernogor

Institute of Ionosphere NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Целью доклада является изложение результатов наблюдения эффектов в ионосфере, вызванных частичным (фаза – 0.78) солнечным затмением (СЗ) 4 января 2011 г. Начало затмения было в 09:30, главная фаза – в 10:59, а окончание – в 12:29 по местному времени, которое опережает мировое время на 2 ч.

В момент близкий к главной фазе СЗ регистрировались наклонные отражения зондирующей радиоволны и диффузные отражения практически во всем диапазоне частот и высот. Отмечен рост действующей высоты, который в среднем составил около 70 км. Значение f_0F2 уменьшилось приблизительно на 1.5 МГц. Минимум f_0F2 запаздывал по отношению к моменту главной фазы затмения на 16 мин.

The purpose of the report is to present the results of observing the effects in the ionosphere caused by the partial (magnitude is 0.78) solar eclipse (SE) 4 January, 2011. Eclipse beginning was at 09:30, the main phase – at 10:59 and ending – at 12:29 local time, which lead world time on 2 hours.

The oblique reflection of sounding radio wave and diffuse reflection were recorded near the main phase of the SE practically in the whole range of frequencies and heights.

An increase in the current height, which averaged about 70 km was observed. The value of f_0F2 decreased by approximately 1.5 MHz. The minimum value of f_0F2 lag with respect to the SE main phase for 16 minutes.

**ВАРИАЦИИ СПЕКТРА КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ
В СРЕДНЕЙ ИОНОСФЕРЕ, СОПРОВОЖДАВШИХ СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ
4 ЯНВАРЯ 2011 г. НАД ХАРЬКОВОМ**

В.В. Барабаш, Л.Ф. Черногор

Институт ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина
Barabash_VV@ukr.net

**SPECTRUM VARIATIONS OF QUASI-PERIODIC DISTURBANCES IN THE MIDDLE IONOSPHERE,
ACCOMPANYING THE SOLAR ECLIPSE OF 4 JANUARY 2011 OVER KHARKIV**

V.V. Barabash, L.F. Chernogor

Institute of Ionosphere NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Спектральному анализу подвергались временные вариации f_0F2 , $h'F2$ и h_p в день частичного (фаза – 0.78) солнечного затмения 4 января 2011 г. и в контрольные дни. Для системного спектрального анализа использовались оконное и адаптивное преобразования Фурье и вейвлет-преобразование. Показано, что в день затмения и в контрольные дни спектральные характеристики возмущений в ионосфере значительно отличались. Изменения спектрального состава начинались через 30 мин после наступления затмения и продолжались в зависимости от периода колебаний от 2 до 4 ч.

The temporal variations of f_0F2 , $h'F2$ and h_p during day of partial (magnitude is 0.78) solar eclipse on January 4, 2011, and control days were processed using spectral analysis method. Short time Fourier transform, adaptive Fourier transform and wavelet transform were used for the system spectral analysis. Spectral characteristics of disturbances in the ionosphere were shown for day of solar eclipse and control days to differ significantly. Changes in the spectral composition are recorded began 30 minutes after the eclipse beginning, and continued from 2 to 4 hours depending on the period of oscillations.

**МНОГОЧАСТОТНОЕ ДОПЛЕРОВСКОЕ РАДИОЗОНДИРОВАНИЕ ИОНОСФЕРЫ
И ИСКУССТВЕННЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ**

И.В. Безлер, В.Б. Иванов

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

**MULTIFREQUENCY DOPPLER RADIOSOUNDING OF THE IONOSPHERE
AND ARTIFICIAL PLASMA CLOUDS**

I.V. Bezler, V.B. Ivanov

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

В работе представлены результаты компьютерного моделирования возможного исследования динамики ионосферы и искусственных плазменных образований при помощи многочастотного доплеровского радиозондирования. Полученные результаты сопоставляются с экспериментальными данными.

In this article results of compute modeling of possibility of investigation of ionosphere and artificial plazma clouds dynamic by multyfrequency dopler sounding are presented. The obtained results compare with experimental data.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ИОНОСФЕРУ ЗЕМЛИ МОЩНОЙ КВ-РАДИОВОЛНОЙ,
ИЗЛУЧАЕМОЙ НАГРЕВНЫМ СТЕНДОМ «СУРА»**

И.А. Болотин

Научно-исследовательский радиофизический институт, Нижний Новгород, Россия
g-bolt@bk.ru

**RESULTS OF MODIFICATION OF THE EARTH'S IONOSPHERE BY HF POWERFUL RADIO WAVES
EMITTED BY «SURA» HEATING FACILITY**

I.A. Bolotin

Radiophysical Research Institute, Nizhny Novgorod, Russia

Ракурсное рассеяние радиоволн является одним из действенных методов изучения характеристик искусственных ионосферных неоднородностей (ИИН), возбуждаемых при модификации ионосферы Земли мощными КВ-радиоволнами. Целью данной работы является исследование особенностей использования метода ракурсного рассеяния на коротких радиотрассах для локации ИИН с масштабами $l_{\perp} \approx 50-200$ м на основе обычной техники вертикального зондирования ионосферы. Данная работа является результатом нагревной кампании на стенде «Сура», проходившей 18–26 августа 2010 г. В работе также продемонстрировано применение разработанной методики для решения задачи гирогармонического нагрева ионосферы, т. е. воздействия на ионосферу волной накачки, близкой к гирогармонике электрона. Отдельной частью доклада является исследование пространственной структуры возмущенной области ионосферы, выполненное с использованием сигналов GPS.

Aspect scattering of radio waves is one of the most effective methods for studying the characteristics of artificial ionospheric irregularities (AII), excited by the modification of the Earth's ionosphere by powerful HF radio waves. The aim of this work is to study the features of usage of the method of aspect scattering on short radio paths for location AII with scales $l_{\perp} \approx 50-200$ m on the basis of the usual technique of vertical sounding of the ionosphere. This work is the result of the heating campaign held on 18–26 of August 2010 on «Sura» heating facility. We also demonstrate the application of the developed technique for solving the problem of gyrofrequency heating of the ionosphere, i.e. disturbance of the ionosphere by the pump wave close to gyroharmonic of electron. Separate part of the report is exploration of the spatial structure of the disturbed region of the ionosphere, performed using the signals GPS.

ИОНОСФЕРНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ В БАЛКАНСКОМ РЕГИОНЕ

И.А. Борисова

Бэлцкий государственный университет, Бэлць, Молдова
borisovausb@rambler.ru

IONOSPHERIC DISTURBANCES CAUSED BY SEISMIC ACTIVITY IN THE BALKAN REGION

I.A. Borisova

University State of Balty, Balty, Moldova

Исследована изменчивость критических частот слоев E и F2 по данным наклонного радиозондирования на трассе Кипр–Бэлць (Молдова) и станций вертикального радиозондирования Афины (Греция), Сан Вито (Италия), Прухониче (Чехия) и Дарбес (Бельгия), расположенных на расстоянии 500–2000 км от эпицентра землетрясений магнитудой $M=3.6$ (Румыния) и $M=4.4$ (Греция). Выделены локальные возмущения в слоях E и F2, сопутствующие подготовке сейсмических событий: повышение критических частот за день до землетрясения и понижение в день землетрясения. Сопоставлены статистические и корреляционные характеристики при сравнительном анализе данных на трех ионосферных станциях и по данным наклонного радиозондирования. Приведены оценки скорости распространения ионосферных возмущений. Представлены результаты расчетов действия внутренних гравитационных волн для различных землетрясений.

In this work it is investigated the variability of critical frequency of E and F2 layers of radio-sounding oblique data on the route Cyprus-Balty (Moldova) and vertical radiosonde stations Athens (Greece), San Vito (Italy), Pruhoniche (Czech Republic) and Dourbes (Belgium), situated at the distance of 500 km to 2000 km from the epicenter of the earthquake magnitude $M=3.6$ (Romania) and $M=4.4$ (Greece). There are marked local disturbances in the layers E and F2 associated with the preparation of seismic events – the rise of critical frequencies a day before the earthquake, and a decrease in the day of the earthquake. There are compared the statistical and the correlation characteristics of a comparative analysis of data on the three ionospheric stations and oblique radio-sounding data. There are showed the rate of propagation of ionospheric disturbances. The results of calculations of the internal gravity are waved for different earthquakes.

ВОЛНОВЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ В ИОНОСФЕРЕ, СОПРОВОЖДАВШИЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЗАТМЕНИЯ НАД ХАРЬКОВОМ В 1999–2011 гг.

В.П. Бурмака, Л.Ф. Черногор

Институт ионосферы Национальной академии наук и Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, Харьков, Украина
viktor_burmaka@ukr.net

IONOSPHERIC WAVE DISTURBANCES ACCOMPANYING THE SOLAR ECLIPSE OVER KHARKOV IN 1999–2011

Burmaka V.P., Chernogor L.F.

Institute of Ionosphere of the National Academy of Sciences of Ukraine and the Ministry of Education, Science, Youth and Sports of Ukraine, Kharkov, Ukraine

Анализируются квазипериодические вариации мощности некогерентно рассеянных сигналов, вызванные волновыми возмущениями в ионосфере, в дни частных солнечных затмений: 11 августа 1999 г. (фаза 0.78), 31 мая 2003 г. (фаза 0.74), 3 октября 2005 г. (фаза 0.24), 29 марта 2006 г. (фаза 0.77), 1 августа 2008 г. (фаза около 0.42) и 4 января 2011 г. (фаза 0.78).

Общим для всех солнечных затмений было возникновение минимума в высотно-временных зависимостях абсолютных $\Delta N(t)$ и относительных $\delta N(t)$ вариаций концентрации электронов вблизи главной фазы затмения и изменение спектрального состава волновых возмущений N и δN . Составляющие с $T \approx 120$ –180 мин отражают факт уменьшения N в течение солнечных затмений, а составляющие с $T \approx 20$ –120 мин – факт генерации внутренних гравитационных волн.

The quasi-periodic variations of incoherent scattered signals power due to wave disturbances in the ionosphere during the partial solar eclipses: August 11, 1999 (phase 0.78), May 31, 2003 (phase 0.74), October 3, 2005 (phase 0.24), March 29, 2006 (phase 0.77), August 1, 2008 (phase 0.42) and January 4, 2011 (phase 0.78) were analyzed.

Common to all solar eclipses was the emergence of a minimum in the altitude-time dependences of the absolute $\Delta N(t)$ and relative $\delta N(t)$ variations of electron density near the main phase of the eclipse and the changing of the spectral content of wave disturbances of N and δN . Components of the $T \approx 120$ –180 minutes reflect the fact of a decrease in N during the solar eclipse, and the components with $T \approx 20$ –120 minutes – a fact of the generation of internal gravity waves.

**МОДЕЛЬ ФОНОВОЙ ИОНОСФЕРЫ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ КОРРЕКЦИИ
НА ТЕКУЩУЮ СИТУАЦИЮ В НЕСКОЛЬКИХ ВЫСОТНЫХ ОБЛАСТЯХ**

Е.М. Вдовин, В.А. Голыгин, М.К. Ивельская, В.И. Сажин

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
zhekos85@mail.ru

**BACKGROUND IONOSPHERE MODEL WITH A POSSIBILITY OF CORRECTING
FOR THE CURRENT SITUATION IN SEVERAL HEIGHT REGIONS**

E.M. Vdovin, V.A. Golygin, M.K. Ivelskaya, V.I. Sazhin

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Высотный профиль среднемесячных значений электронной концентрации $N(h)$, даваемый моделью, состоит из нескольких участков. В точке максимума и на высотах ниже его для описания $N(h)$ используется полумпирическая модель ионосферы, разработанная в ИГУ. Этот участок профиля допускает задание текущих значений критических частот слоев E и F2, а также высоты максимума слоя F2. Участок выше максимума представлен в виде двух сопрягаемых кривых. Первая имеет вид функции Чепмена, в которой шкала высот однородной ионосферы не остается постоянной, а линейно меняется с высотой, рассчитываемой по данным модели IRI-07. Вторая кривая описывает форму $N(h)$ от этой высоты до высоты условного окончания ионосферы. Величина N на этой высоте выбрана как среднее значение по вариациям, даваемым моделью IRI-07. Таким образом, для участка $N(h)$ выше максимума в модели существует возможность коррекции значений N на уровне сопряжения двух рассматриваемых кривых. Оценка применимости модели проведена на основе использования усреднения величин полного электронного содержания (ПЭС), определяемых из данных СРНС и размещаемых в Интернет. Выполненное сравнение показывает, что разработанная модель удовлетворительно описывает средний тренд годовых вариаций ПЭС для отдельных часов.

Given by the model, height profile of the electron density average values $N(h)$ consists of several parts. Developed at ISU semi-empirical ionosphere model is used to describe $N(h)$ at the point of maximum and at altitudes below one. This profile part assumes the specifying of current values of critical frequencies of E and F2 regions as well as the height of the maximum F2 region. Area above the maximum is presented in the form of two conjugated curves. The first curve has the form of Chapman function, in which the height scale of homogeneous ionosphere is not constant, and varies linearly with height calculated according to the model of IRI-07. The second curve describes the shape of $N(h)$ from this height to the height of a relative ionosphere ending. The value of N at this height is selected as the average in the variations given by the IRI-07 model. Thus, for the part $N(h)$ above the maximum in the model there is an ability to correct the values of N at the conjugation level of two examined curves. Evaluation the model applicability have been carried out on the base of averaging of the total electron content (TEC) determined from GNSS data and on the Internet. The comparison shows that the developed model describes the average annual trend of TEC variations for single hours.

**ЛАБОРАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВСПЫШЕЧНЫХ ПРОЦЕССОВ
В РАЗРЕЖЕННОЙ ПЛАЗМЕ**

М.Е. Викторов, С.В. Голубев

Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород, Россия
mikhail.viktorov@appl.sci-nnov.ru

LABORATORY MODELING OF BURST PROCESSES IN RAREFIED PLASMA

M.E. Viktorov, S.V. Golubev

Institute of Applied Physics RAS, Nizhny Novgorod, Russia

Неравновесная плазма электронно-циклотронного резонансного (ЭЦР) разряда позволяет исследовать в лабораторных условиях целый ряд процессов резонансного взаимодействия волн и частиц. Одним из таких процессов является функционирующий в условиях магнитосферы Земли и планет плазменный циклотронный мазер, проявляющийся в генерации широкополосных всплесков излучения и выбросов заряженных частиц из геомагнитной ловушки. В данной работе проведено исследование циклотронной неустойчивости на стадии распада плазмы импульсного ЭЦР-разряда в прямой аксиально-симметричной магнитной ловушке. В распадающейся плазме, где выполняется условие $f_{pe} / f_{ce} \ll 1$ (f_{pe} и f_{ce} – плазменная и циклотронная частоты электронов), зарегистрированы квазипериодические серии импульсов электромагнитного излучения, направленного поперек магнитного поля ловушки. Наблюдаемая неустойчивость имеет много общего с явлениями, наблюдаемыми в космических магнитных ловушках, например с генерацией аврорального километ-

рового радиоизлучения (АКР) Земли, где эффективное резонансное взаимодействие волн и частиц происходит в областях с пониженной плотностью плазмы.

Non-equilibrium plasma produced by electron cyclotron resonance (ECR) discharge allows to investigate in laboratory setup a number of processes of resonant interaction between waves and particles. One of such processes is plasma cyclotron maser which operates in magnetosphere of the Earth and other planets and results in the generation of broadband bursts of radiation and precipitation of charged particles from the geomagnetic trap. In this paper we study the development of cyclotron instability during plasma decay after pulsed ECR discharge in a mirror magnetic trap. In decaying plasma, where the condition $f_{pe} / f_{ce} \ll 1$ is satisfied (f_{pe} – electron plasma frequency, f_{ce} – electron gyrofrequency), series of quasi-periodic pulses of electromagnetic radiation propagated across the ambient magnetic field were detected. Observed instability has much in common with the phenomena observed in space magnetic traps, such as the generation of auroral kilometer radio emission (AKR) of the Earth, where the effective resonant interaction of waves and particles occurs in areas with low density of plasma.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ УДАРНЫХ ВОЛН В СОЛНЕЧНОМ ВЕТРЕ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕСОЕДИНЕНИЯ

Е.О. Винникова, Ю.Л. Сасунов, В.С. Семенов

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
oscilograf87@mail.ru

IDENTIFICATION OF SHOCK WAVES IN THE SOLAR WIND APPEARING DURING RECONNECTION

E.O. Vinnikova, Yu.L. Sasunov, V.S. Semenov

St. Petersburg State University, Department of Earth Physics, St. Petersburg, Russia

Подробно исследовано 51 событие пересоединения в солнечном ветре, зарегистрированное спутником WIND в период 1998–2005 гг. Для каждого случая был определен вектор нормали к первоначальному токовому слою, что позволило представить данные по магнитному полю и скорости в нормальной системе координат через область вытекания. Также была сосчитана энтропия, являющаяся одной из самых важных характеристик ударных волн. Поскольку на фронтах ударных волн энтропия всегда возрастает, удается показать существование двух медленных ударных волн возникающих в процессе магнитного пересоединения. Статистика показывает, что из 51 события пересоединения зафиксировано 73 случая увеличения энтропии (из 102 ожидаемых), что составляет 72 %, т. е. в 72 % случаев пересоединения удается уверенно наблюдать медленные ударные волны.

Our database consisting of 51 events of solar wind reconnection received from WIND data covering the period 1998–2005 was formed and analyzed. For every event the normal vector to the initial current layer at the front of CME (Coronal Mass Ejection) and time behaviors of magnetic field, velocity, temperature and density were determined across the reconnection layer. Entropy was calculated as well, since it is one of most important characteristic of a shock wave. The increase of entropy has been observed in many cases of the solar wind reconnection from our data base. It follows from theory that two slow shock waves form during solar wind reconnection. Our statistics show that from 51 events of solar wind reconnection we are able to pick out 73 events of entropy increase across a slow shock waves (of 102 expected) that are 72 %. Notably, in 72 % of solar wind reconnection events we can sure observe slow shock waves.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЛЯРНОСТИ МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПО ГЕОМАГНИТНЫМ ДАННЫМ

М.В. Вохмянин, Д.И. Понявин

Институт физики, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
vohmyaninmv@gmail.com

RECONSTRUCTION OF THE INTERPLANETARY MAGNETIC FIELD POLARITY FROM GEOMAGNETIC DATA

M.V. Vokhmyanin, D.I. Ponyavin

St. Petersburg State University, Institute of Physics, St. Petersburg, Russia

В представленном докладе описывается новый метод восстановления полярности межпланетного магнитного поля (ММП). Техника основана на эффекте Свальгаарда-Мансурова. В работе используются геомагнитные данные высокоширотных станций, обладающих длительным периодом наблюдений, включаю-

щим доспутниковый период. Данный метод призван улучшить качество и точность восстановления полярности, дополняя результаты предыдущих методов Свальгаарда [Svalgaard, 1975] и Веннерстрома [Vennerstroem et al., 2001]. Для большого доспутникового периода с 1926 г. точность метода оценивается, следующим образом: ~ 89 % совпадений с полярностью ММП, определенной по спутниковым данным. Восстановленная полярность также соответствует известным закономерностям секторной структуры ММП.

In this report we present a new method of inferring the Interplanetary Magnetic Field polarity (IMF). The technique is based on the well-known Svagaard-Mansurov effect. We use the data from high-latitude geomagnetic stations with a long time series, including pre-satellite era. This method is intended to improve the quality and accuracy of polarity inferring, complementing the previous results of Svalgaard [Svalgaard, 1975] and Vennerstroem [Vennerstroem et al., 2001]. For a large period since 1926 the accuracy of our method is about 89 % of matches with polarity determined from satellite measurements. The inferred polarity is also consistent with major rules of the sector structure of IMF.

ПРОЯВЛЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ПЕРИОДИЧНОСТЕЙ В ГЕОЛОГИИ ФАНЕРОЗОЯ (ПОСЛЕДНИЕ 550 МЛН ЛЕТ)

Д.О. Глазачев

Институт динамики геосфер, Москва, Россия
GlazachevD@gmail.com

MANIFESTATION OF COSMIC PERIODICITIES IN PHANEROZOIC GEOLOGY (PAST 550 MILLION YEARS)

D.O. Glazachev

Institute of Geosphere Dynamics RAS, Moscow, Russia

Во многих процессах, таких как изменения в структуре материков, изменения в биоразнообразии видов, влияние галактики, падения космических тел, обнаруживается цикличность. В течение 50 лет ставятся задачи обнаружения цикличности в каждом из процессов и корреляционных связей между отдельными из них. В докладе приводятся результаты спектрального, вейвлет- и корреляционного анализов рядов данных, представляющих эти процессы, и делается вывод о том, что многие обладают цикличностью, некоторые периоды присутствуют в как в одних процессах, так и в других, и обсуждается галактическое происхождение циклов в десятки и сотни миллионов лет.

There is cyclisity in many processes, such as the changes in mainlands' structure, variation in biodiversity of species, galaxy influence, impacts of cosmic bodies. The problem setting of cyclicity and correlation of all those processes discovering has been performed for 50 years. The results of spectral, wavelet and correlation analysis of data series representing those processes are shown in the report and the conclusion of the fact that most of them are cyclic, some of the periods are present in all the processes, has been made and the galactic causes of the tens and thousands million years cycles are discussed.

ТЕНЗОРНОЕ УСРЕДНЕНИЕ КОМПОНЕНТ МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

П.Ю. Гололобов, Г.Ф. Крымский

Институт космофизических исследований и аэронауки имени Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
ryu87@mail.ru

TENSOR AVERAGING OF THE INTERPLANETARY MAGNETIC FIELD

P.Yu. Gololobov, G.F. Krymsky

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

Изучается поведение тензорного эллипсоида, построенного путем усреднения квадратов компонент межпланетного магнитного поля за 1963–2010 гг. Обнаружена зависимость направления тензорного эллипсоида со скоростью солнечного ветра, а также корреляция формы тензорного эллипсоида с активностью Солнца.

The behaviour of the tensor ellipsoid produced by averaging of components of the interplanetary magnetic field is observed during 1963–2010. A dependence of the direction of tensor ellipsoid with the speed of the solar wind and a correlation between the tensor ellipsoid form and the solar activity are found.

УТОЧНЕНИЕ МОДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ КРИТИЧЕСКИХ ЧАСТОТ ИОНОСФЕРЫ В ТЕКУЩЕЙ СИТУАЦИИ ПО ВЕЛИЧИНЕ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ

В.А. Голыгин, Е.М. Вдовин, В.И. Сажин

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
stealth1024@yahoo.com

SPECIFICATION OF THE MODEL IONOSPHERIC CRITICAL FREQUENCY FROM A TOTAL ELECTRON CONTENT MAGNITUDE IN THE CURRENT SITUATION

V.A. Golygin, E.M. Vdovin, V.I. Sazhin

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Ранее нами рассматривалась подобная возможность на основе использования модифицированного варианта полуэмпирической модели ионосферы. В настоящей работе осуществлен переход к модели фоновой ионосферы. Эта модель более адекватно учитывает вариации формы профиля электронной концентрации на высотах, значительно больших высоты максимума. Показано, что при таком переходе существенно увеличивается эффективность уточнения значений критических частот.

Предлагаемая методика позволяет корректировать модельные значения критических частот в протяженном пространственном регионе, что дает возможность улучшить описание продольных градиентов электронной концентрации на дальних ионосферных радиотрассах.

При использовании значений полного электронного содержания, размещаемых в Интернет, рассматривается возможность временной экстраполяции определяемых для конкретного пункта земной поверхности значений критических частот.

Previously, we examined such possibility by using a modified version of the semi-empirical ionosphere model. In this paper, the transformation to a background ionosphere model is realized. This model more adequately takes into account shape variations of the electron density profile at altitudes much higher than peak height. It is shown that this transition significantly increases the efficiency of critical frequencies specification.

The proposed method allows to correct the model values of critical frequencies at extended spatial region, and due to the method there is possibility to improve the description of longitudinal electron density gradients on long-haul ionospheric transmission paths.

Using the total electron content values, placed on the Internet, the possibility of time extrapolating of critical frequencies, determined for a specific point on the earth's surface, is considered.

АКТИВНАЯ ИОНОСФЕРНАЯ АНТЕННА

А.В. Гурин, Н.В. Калитёнков

Мурманский государственный технический университет, Мурманск, Россия
KalitenkovNV@mail.ru

ACTIVE IONOSPHERIC ANTENNA

A.V. Gurin, N.V. Kalitenkov

Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia

Подход к организации и ведению КВ-/ПВ-радиосвязи в северной части морского района А4 обладает спецификой. Специфика обусловлена тем, что здесь радиоканал для сигналов КВ-/ПВ-диапазона отличается от типового. Для известных маршрутов плавания и определенной геометрии расположения корреспондентов радиосвязи радиоволна на нисходящем участке траектории может падать на неоднородность электронной концентрации под углом, превышающим угол полного внутреннего отражения. В этих условиях развивается целый ряд физических явлений, которые необходимо учитывать при ведении радиосвязи. Радиоволна становится продольно-поперечной с отличной от нуля компонентой электрического поля вдоль направления распространения. Фазовая скорость радиоволны становится по величине меньше скорости света. Радиоволна способна взаимодействовать с пучками авроральных электронов. Пучки электронов, вторгающихся в полярную ионосферу, и ориентированные вдоль направления геомагнитного поля неоднородности электронной концентрации, могут играть роль активной ионосферной антенны.

Approach to the organization of HF/MF radio channels in the northern part of Sea Area A4 is peculiar due to the fact that the HF/MF radio channel differs from the standard one. For the well-known routes and specific propagation conditions, we have situations, when radio waves on a downward trajectory part falls on the irregularity of the electron density at an angle that exceeds the angle of total internal reflection. In these circumstances, a some of physical phenomenon appear, these must be considered in the arrangement of radio communications. Radio wave becomes a longitudinal-transverse with a nonzero electric field component along the direction of propagation. The phase veloc-

ity these of radio waves becomes less than the speed of light. Radio waves can interact with beams of auroral electrons. The beams of electrons, intruding into the polar ionosphere, and oriented along the direction of the geomagnetic field irregularities of the electron density can act as an active ionospheric antenna.

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕРЕНКОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ ШАЛ

Ю.А. Егоров, С.П. Кнуренко, З.Е. Петров

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

THE EXPERIMENTAL FACILITY FOR STUDYING SPATIAL-TEMPORAL CHARACTERISTICS OF CHERENKOV LIGHT AND CHARGED PARTICLES OF EAS

Yu.A. Egorov, S.P. Knurenko, Z.E. Petrov

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

На Якутской комплексной установке ШАЛ много лет ведутся исследования формы импульса как от черенковских, так и от сцинтилляционных детекторов. В настоящее время для этих целей используется установка, в которую входят три пункта пространственно-временных измерений (ПВИ), состоящих из сцинтилляционных, черенковских детекторов и быстрой регистрирующей электроники. В каждом пункте ПВИ черенковским дифференциальным детектором, состоящим из светоизолированной камеры с узкой щелью, под которой расположена мозаика из фотоумножителей, измеряются характеристики продольного развития черенковского излучения.

На установке ШАЛ для изучения характеристик атмосферы используется стратосферный лидар на длине волны $\lambda=532$ нм. Кроме того, лидар применяется для проверки работоспособности системы регистрации, оценки прозрачности атмосферы и абсолютной калибровки черенковских детекторов.

For many years at Yakutsk EAS array the form of pulse in cherenkov and scintillation detector has been studied. For this purpose a special array is used, consisting of three detector station for spatial-temporal measurements (STM). Each STM station measures long characteristics of cherenkov light with a differential cherenkov detector composed of a darkened camera with small aperture and a set of PMT.

The stratosphere lidar with a wave lengths $\lambda=532$ nm is being used to study atmosphere characteristics, also lidar is utilized to check the functionality of registration system, to estimate transparency of atmosphere and to perform absolute calibration of cherenkov detectors.

ВОЛНОВЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ МГД-ПРИРОДЫ, ГЕНЕРИРУЕМЫЕ СОЛНЕЧНЫМ ТЕРМИНАТОРОМ. СЕЗОННЫЕ И ШИРОТНЫЕ ВАРИАЦИИ ИХ ПАРАМЕТРОВ

И.К. Едемский, С.В. Воейков, Ю.В. Ясюкевич

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

SEASONAL AND LATITUDINAL VARIATIONS IN PARAMETERS OF MHD WAVE PACKETS GENERATED BY SOLAR TERMINATOR

I.K. Edemsky, S.V. Voeykov, Yu.V. Yasyukevich

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

Ранее с использованием данных измерений полного электронного содержания были обнаружены волновые пакеты (ВП), установлен факт их генерации солнечным терминатором (СТ), найдены аргументы в пользу их магнитогидродинамической природы. В данной работе представлены сезонные особенности регистрации ВП, генерируемых солнечным терминатором. Эти особенности получены по данным наиболее плотных на сегодняшний день сетей GPS-приемников, расположенных в Японии и в США. При общем числе станций порядка 1220 число регистрируемых ВП в Японии выше, чем в США, примерно в два раза зимой и в 5-6 раз в остальные сезоны. Сезонное изменение времени начала регистрации ВП находится в согласии с гипотезой о магнитогидродинамической (МГД) природе ВП, предложенной ранее. Важным подтверждением гипотезы о МГД-природе ВП является наблюдение изменения начала регистрации ВП с изменением широты.

Previous investigations of GPS based total electron content measurements shows presence of wave packets (WP) in ionosphere. There also was found connection of WPs with solar terminator (ST) movement and proofs of WPs MHD-nature hypothesis. This paper presents seasonal registration features of wave packets (WP), generated by solar

terminator (ST). Results achieved using data of most dense GPS-site networks, located in Japan and USA. Total number of sites for the both networks is about 1220 sites. Registered WPs quantity in Japan is higher in total than in USA: in winter in Japan are registered in two times more WPs than in USA. For other seasons number of registered in Japan WPs is higher about 5-6 times then in USA. Seasonal variation of WPs registration start is in agreement with magnetohydrodynamic (MHD) hypothesis of WP nature, which was suggested before. Important evidence of this hypothesis is observed variation of WP registration time with latitude.

**ОТКЛИК ИОНОСФЕРЫ НА ПОЛНЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ЗАТМЕНИЯ
22 ИЮЛЯ 2009 г. И 11 ИЮЛЯ 2010 г.**

И.В. Живетьев, ²С.В. Воейков, ²Ю.В. Ясюкевич

¹Институт космофизических исследований и распространения радиоволн,
пос. Паратунка, Камчатская область, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
i.zhivetiev@gmail.com

IONOSPHERIC RESPONSE TO THE TOTAL SOLAR ECLIPSES OF JULY 22, 2009 AND JULY 11, 2010

I.V. Zhivetiev¹, S.V. Voeykov², Yu.V. Yasyukevich²

¹Institute of Cosmophysical Research and Radiowave Propagation FEB RAS, Paratunka, Russia

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

В работе анализируется отклик ионосферы на полные солнечные затмения 2009 и 2010 гг. Особое внимание уделяется отклику магнитосопряженной ионосферы при прохождении лунной тени. На станциях GPS, проходящих вдоль трека затмения, наблюдалось характерное уменьшение полного электронного содержания (ПЭС). В то же время было обнаружено, что для ряда станций наблюдались вариации ПЭС при прохождении лунной тени в магнитосопряженной области.

This paper presents analysis of the effects of the total solar eclipses on the ionosphere. We placed special emphasis on the ionospheric response in the magneto-conjugate areas. We found typical decrease of the total electron content (TEC) along the path of the umbral shadow on the one hand and variations of the TEC in the magneto-conjugate area on the other.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИОНОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ ЭФФЕКТАМИ, ПО ДАННЫМ ДОПЛЕРОВСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

Б.А. Загидуллин, В.В. Бочкарев, И.Р. Петрова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
bulatza@gmail.com

**INVESTIGATION INTO IONOSPHERIC DISTURBANCES CAUSED BY
METEOROLOGICAL EFFECTS, USING DOPPLER PROBE DATA**

B.A. Zagidullin, V.V. Bochkarev, I.R. Petrova

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

По данным доплеровского зондирования ионосферы фазо-угломерным комплексом «Спектр» исследована пространственная динамика возмущений в ионосфере на трассах Москва–Казань (частоты 4996, 9996 КГц), Архангельск–Казань (частота 6160 КГц). Преимуществами этого метода являются высокая чувствительность к малым изменениям частоты и, как следствие этого, высокое временное разрешение, возможность организации непрерывных наблюдений. Для выявления действия приземных атмосферных процессов на ионосферу были привлечены карты метеорологических параметров реанализа, полученных по данным архива NCEP/NCAR Reanalysis. В работе исследуется зависимость интенсивности ионосферных возмущений от изменения метеорологических параметров. Исследование пространственного распределения вариации карт проводится по методу главных компонент (метод естественных ортогональных функций). Данный метод позволяет представить изучаемые случайные поля параметров, а также вариации двух и более полей в виде суперпозиции ортогональных пространственных мод. Показана реализация данного метода при исследовании реакции ионосферы на тропосферные воздействия.

In that report a results of spatial structure research of the ionosphere variations are proposed. The ionosphere variations data set obtained at the Doppler ionosphere complex «Spectr» (on the frequencies 4996, 9996 kHz (Moscow–Kazan) and 6160 kHz (Arkhangelsk–Kazan)) are considered. An advantage of Doppler measuring method are

high sensitivity to small changes in frequency, high time resolution and possibility to organization continuous observations. Reanalysis maps of meteorological parameters obtained from the NCEP / NCAR Reanalysis data archive are used to reveal the action of surface atmospheric processes on the ionosphere. In this paper the dependence between ionospheric disturbances and changes in meteorological parameters are proposed. A principal components analysis (method of natural orthogonal functions) is used to research a spatial structure of variation maps. That method allows to represent fields of parameters that are researched as a superposition of orthogonal spatial modes and to reveal the most intensive ones of them. Reaction of the ionosphere on tropospheric effects using that method are shown.

ЭФФЕКТЫ СОЛНЕЧНЫХ ЗАТМЕНИЙ ПО ДАННЫМ НАКЛОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

В.А. Иванова, Л.В. Чистякова, Н.М. Полех, В.И. Куркин, И.Г. Брынько, А.И. Орлов

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

EFFECTS OF SOLAR ECLIPSES AS DEDUCED FROM OBLIQUE-INCIDENCE SOUNDING DATA

V.A. Ivanova, L.V. Chistyakova, N.M. Polekh, V.I. Kurkin, I.G. Brynko, A.I. Orlov

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

Проведено исследование эффектов солнечных затмений 19 марта 2007 г. и 1 августа 2008 г. с использованием наклонного КВ-зондирования на системе радиотрасс, пересекающих зону движения тени Луны в атмосфере Земли. Проведенные эксперименты показали резкое уменьшение максимальных наблюдаемых частот, вызванное падением электронной концентрации в зоне тени в течение 20–30 мин. Было проведено численное моделирование вариаций критических частот F2-области ионосферы вдоль трассы распространения радиосигналов при движении лунной тени.

Investigation of the solar eclipses on March 19, 2007, and August 1, 2008, has been carried out. We used data of oblique-incidence high frequency sounding over the system of radiopaths crossing the zone of Lunar shadow motion in Earth's atmosphere. These experiments show sharp decrease of maximum observed frequencies caused by decrease of electron density in the shadow zones during 20–30 minutes. Numerical simulation of F2-region critical frequencies variations over radiowave propagation paths during lunar shadow motion has been performed.

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В ИОНОСФЕРЕ ЗЕМЛИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВИХРЕВЫХ ДВИЖЕНИЙ

Ю.Н. Извекова, С.И. Попель

Институт динамики геосфер РАН, Москва, Россия
besedina_yn@mail.ru

REDISRTIBUTION OF DUST PARTICLES IN THE EARTH'S IONOSPHERE DUE TO VORTEX MOTIONS

Yu.N. Izvekova, S.I. Popel

Institute of Geosphere Dynamics RAS, Moscow, Russia

Рассматривается поведение пылевых частиц в акустико-гравитационных вихрях, которые могут формироваться на высотах 110–130 км. В результате взаимодействия с вихрями слои пылевых частиц в ионосфере толщиной порядка километра, образующиеся на высотах, меньших 120 км, распределяются по области существования акустико-гравитационных вихревых структур. Показано, что наряду с другими, механизмами переноса пылевых частиц в ионосфере являются вертикальные потоки (стримеры), генерируемые пылевыми вихрями в результате развития модуляционной неустойчивости в атмосфере с градиентом концентрации пылевых частиц.

We consider acoustic-gravity vortices, which can be formed at the altitudes of 110–130 km as well as the behavior of dust particles in these vortices. Due to interaction with the vortices the layers of meteoritic dust at the altitudes less than 120 km (which have usually the width of about 1 km) can change their form, the dust can be redistributed over the whole existence region of the vortex. We also show a possibility of the formation of dust flows in a vertical direction (streamers) generated by dust vortices as a result of the modulational instability in the atmosphere with a dust density gradient.

**ПЫЛЕВЫЕ ИОННО-ЗВУКОВЫЕ СОЛИТОНЫ В ИОНОСФЕРЕ ЗЕМЛИ В ПРИСУТСТВИИ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Ю.Н. Извекова, А.П. Голубь, Т.В. Лосева, С.И. Попель

Институт динамики геосфер РАН, Москва, Россия
besedina_yn@mail.ru

**DUST ION-ACOUSTIC SOLITONS IN THE EARTH'S IONOSPHERE IN THE PRESENCE OF
ELECTROMAGNETIC RADIATION**

Yu.N. Izvekova, A.P. Golub, T.V. Loseva, S.I. Popel

Institute of Geosphere Dynamics RAS, Moscow

Рассматриваются пылевые ионно-звуковые солитоны в пылевой плазме в присутствии электромагнитного излучения, когда в результате фотоэффекта пыль приобретает положительный заряд. Получены решения в виде пылевых ионно-звуковых солитонов сжатия. Найдены параметры плазмы и пылевых частиц, при которых указанные возмущения распространяются в пылевой плазме. Получены выражения для диссипативных частот взаимодействия ионов с пылевыми частицами. В случае эффективной генерации фотоэлектронов возможна ситуация, когда в пылевой плазме существуют истинные ионно-звуковые солитоны, в которых диссипация (приводящая к их замедлению и уменьшению амплитуды) незначительна.

Dust ion-acoustic solitons in complex plasmas in the presence of electromagnetic radiation when positive dust particles' charge is caused by photoelectric effect is considered. The solutions in a form of compressive dust ion-acoustic solitons are obtained. We find plasmas' and particles' parameters for these perturbations to exist. The expressions for dissipative frequencies for interaction of ions with dust particles are derived. When photoelectrons' generation is sufficient, there is a possibility for "true" (for which dissipation leading to deceleration and damping is insignificant) ion-acoustic solitons in complex plasmas to exist.

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВЕРТЫВАНИЮ СЕТИ ПРИЕМНИКОВ GPS-ГЛОНАСС И
НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ
ИОНОСФЕРЫ В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ**

**С.В. Воейков, И.К. Едемский, А.Б. Ишин, Н.П. Перевалова, К.Г. Раговский,
Р.А. Рахматулин, Ю.В. Ясюкевич**

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

**PROPOSALS TO DEPLOY GPS-GLONASS NETWORK AND LOW-ORBIT SATELLITE SYSTEMS
FOR DIAGNOSTICS OF IONOSPHERIC CONDITIONS IN THE SIBERIAN REGION**

**S.V. Voeykov, I.K. Edemsky, A.B. Ishin, N.P. Perevalova, K.G. Ratovsky,
R.A. Rakhmatulin, Yu.V. Yasyukevich**

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

Исследование ионосферы в Сибирском регионе представляет достаточно большой интерес. В данной работе представлен проект создания сети зондирования ионосферы на базе приемников систем навигации GPS/ГЛОНАСС и низкоорбитальных спутников для решения радиотомографической задачи, таких как Cosmos, Formosat, Oscar и др. Данная сеть должна расширить и дополнить набор инструментов ИСЗФ СО РАН и стать основой создания региональной Прибайкальской сети спутниковых приемников. В работе на основе анализа геометрии размещения предлагаются варианты размещения приемных пунктов. Предлагается размещение станций в населенных пунктах Торы – Усолье-Сибирское – Листвянка и Монды – Братск – Узуры, что позволит исследовать ионосферные возмущения с характерными масштабами от 300 км. Для размещения станций низкоорбитальной радиотомографии предлагается геометрия меридиональной цепочки с узлами, размещенными в населенных пунктах по Енисею: в Красноярске, Енисейске, Подкаменной Тунгуске, Туруханске, Игарке. Данная цепочка позволит восстанавливать двумерный профиль ионосферы, что дополнит интегральные измерения, производимые приемниками GPS/ГЛОНАСС.

Investigation of ionosphere in Siberian region is of great importance. This work presents project of ionosphere sounding network based on navigation GPS-GLONASS system receivers and receivers of LEO systems (Cosmos, Formosat, Oscar etc.) applied for ionosphere tomography tasks. Proposed network should to expand and to append array of ISTP SB RAS investigation instruments. This network is a base for development of regional Baikal satellite receivers network. The work presents variants of network nodes location deduced from positioning geometry analysis. We suggest location of sites in form of triangles: Toty-Usolie-Sibirskoe-Listyanka and Mondy-Bratsk-Uzury. Such geometry should allow to investigate ionospheric disturbances with scales of 300 km and longer. Location of

LEO receivers is proposed in form of meridian chain, which nodes are located along Enisey river: in Krasnoyarsk, Eniseysk, Podkamennaya Tunguska, Turukhansk, Igarka. Such network should allow to get 2D profile of ionosphere and it will append GPS-GLONASS integral measurements data.

МЕТОДИКА ОПЕРАТИВНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ ИЗ ДАННЫХ НАКЛОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ

А.Г. Ким, Г.В. Котович, К.Г. Ратовский

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
kim_anton@mail.ru

AN OPERATIVE TECHNIQUE FOR RECONSTRUCTING IONOSPHERIC PARAMETERS FROM OBLIQUE INCIDENCE DATA

A.G. Kim, G.V. Kotovich, K.G. Ratovsky

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

Наклонное зондирование ионосферы позволяет получать информацию о среде вдоль трассы распространения до высоты максимума электронной концентрации, но только в случае успешного решения обратной задачи. Для создания же систем диагностики и мониторинга ионосферы в реальном времени необходимым условием также является наличие быстрых алгоритмов и оперативных методик. Для решения этих задач может быть использована предлагаемая методика оперативного восстановления параметров среды из ионограмм наклонного зондирования ионосферы. Точность данной методики была численно и экспериментально проверена на трассах различной протяженности и ориентации. Для экспериментальной проверки использовались данные российской сети ЛЧМ-ионозондов, полученные в течение длительных наблюдений в разные сезоны года и в условиях различной геомагнитной возмущенности.

Oblique ionospheric sounding allows us to obtain information about ionosphere along radio path upward to peak heights of the electron density. However it can be done only in the case of successful decision making the inverse problem. Construction of real-time systems for ionospheric diagnostics and monitoring asks for fast algorithms and operative techniques. The proposed operative technique for ionospheric parameters reconstruction from oblique incidence ionograms can be used to reach a decision of such problems. The accuracy of our technique was checked computationally and by experiment on radio paths with different lengths and orientations. Russian FMCW-ionosondes network data obtained during long-term observations (during the different seasons and with different geomagnetic conditions) were used for the experimental check.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФРАЗВУКА В ИОНОСФЕРЕ

И.Ю. Лобычева, А.Г. Ким

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

STUDY OF IONOSPHERIC INFRASOUND

I.Yu. Lobycheva, A.G. Kim

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

Инфразвуковые сигналы наблюдаются от различных источников как естественного, так и искусственного происхождения. Инфразвуковые волны могут распространяться на большие расстояния без существенного затухания, сохраняя в себе информацию о свойствах атмосферы по трассе прохождения и об источниках, их порождающих. По характеристикам записываемого электрического сигнала можно определить источник и смоделировать трассу распространения инфразвука. Инфразвук может распространяться на различных высотах (в областях увеличения скорости звука с высотой). В данной работе уделено внимание исследованиям инфразвука на ионосферных высотах.

Infrasonic signals are observed from different sources both natural and artificial occurring. Infrasonic waves can enlarge upon long distances without important fading and with this they preserve information about atmospheric properties along its way and about sources which bring to birth them. According to electric signal characteristics one can determine the source and make the way of infrasound spreading. Infrasound can spread on different heights (in regions of increasing sound velocity with the height). In this project attention is paid to infrasound investigations on ionosphere heights.

**СВОЙСТВА ДНЕВНЫХ ДЛИННОПЕРИОДНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ,
ВОЗБУЖДАЕМЫХ ИМПУЛЬСАМИ ДАВЛЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА**

Ю.Ю. Клибанова, В.В. Мишин, Б. Цэгмед

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
malozemova81@mail.ru

**PROPERTIES OF DAY TIME LONG PERIOD PULSATIONS GENERATED
BY IMPULSES OF SOLAR WIND PRESSURE**

Yu.Yu. Klibanova, V.V. Mishin, B. Tsegmed

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

По данным двух сетей канадских станций, а также вне- и внутримангнитосферных спутников исследуются длиннопериодные геомагнитные пульсации, наблюдаемые в дневное время после импульсов динамического давления солнечного ветра. Показано, что существует тенденция связи направлений распространения и поляризации геомагнитных пульсаций, а также изменения их амплитуды в азимутальном направлении. Исследуется также связь спектра колебаний в солнечном ветре, магнитосфере и на Земле.

Under data of two webs of the Canadian stations, and also of satellites outside of and inside the magnetosphere we research longperiod geomagnetic pulsations observed in daytime after impulses of the solar wind dynamic pressure. It is shown, that there is a tendency of connection of directions of propagation and polarizations of geomagnetic pulsations, and also change of their amplitude in the azimuth direction. Connection of a spectrum of oscillations in the solar wind, the magnetosphere and on the ground is also explored.

**F3-СЛОЙ В ЭКВАТОРИАЛЬНОЙ ИОНОСФЕРЕ – МОРФОЛОГИЯ И МЕХАНИЗМ
ФОРМИРОВАНИЯ**

¹М.В. Клименко, ¹В.В.Клименко, ²А.Т. Карпачев, ³К.Г. Ратовский, ³А.М. Веснин

¹Западное отделение, Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн
им. Н.В. Пушкова РАН, Калининград, Россия

²Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн
им. Н.В. Пушкова РАН, Москва, Россия

³Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
maksim.klimenko@mail.ru

**F3-LAYER IN THE EQUATORIAL IONOSPHERE – MORPHOLOGY AND FORMATION
MECHANISM**

¹M.V. Klimenko, ¹V.V. Klimenko, ²A.T. Karpachev, ³K.G. Ratovsky, ³A.M. Vesnin

¹ N.V. Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Waves Propagation RAS,
West Department, Kaliningrad, Russia

²N.V. Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Waves Propagation RAS, Moscow, Russia

³Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Формированию дополнительных слоев в F-области экваториальной ионосферы посвящено большое число работ, первая из которых была опубликована более 60 лет назад. Первоначально появление таких слоев получило название «расслоение экваториального F2-слоя». Однако в середине 90-х годов прошлого века было показано, что в экваториальной ионосфере достаточно регулярно и в определенные часы местного времени существует дополнительный максимум выше максимума F2-слоя. С этого момента максимум выше F2-слоя стали называть F3-слоем. Теоретические и экспериментальные исследования, проведенные в последние 20 лет, показали, что F3-слой формируется вертикальным E×B-дрейфом плазмы F2-области ионосферы на геомагнитном экваторе под действием зонального электрического поля. Отмечается важная роль меридиональной компоненты термосферного ветра в пространственном положении F3-слоя. Четко сформулированный физический механизм формирования F3-слоя существует только для утренних часов местного времени, хотя F3-слой наблюдается и в другие часы местного времени. Кроме того, до сих пор неизвестно пространственное (широтно-долготное) распределение этого явления. Данная работа посвящена детальному исследованию механизма формирования F3-слоя в спокойных геомагнитных условиях и его вариаций во время различных возмущений. Эти исследования основываются на результатах расчетов, полученных с использованием ГСМ ТИП, а также данных наблюдений спутника Интеркосмос-19 (ИК-19) и цифровых ионозондов. По данным спутника ИК-19 выявлено, что F3-слой наблюдается в основном в дневное и вечернее время, но иногда он фиксируется и в послеполуночные–утренние часы. Показано, что F3-слой формируется в результате действия неоднородного по высоте вертикального E×B-дрейфа плазмы на геомагнитном экваторе.

Many papers have been devoted the formation of additional layers in the F-region of equatorial ionosphere, the

first one was published more than 60 years ago. Originally the appearance of these layers has been called as "equatorial F2-layer stratification". However, as demonstrated in the middle of 90s of the last century the additional maximum above F2-layer maximum in the equatorial ionosphere exists regular enough and at the certain Local Time. Hence the maximum above the F2-layer was called the F3-layer. Theoretical and experimental studies in the last 20 years have demonstrated that the F3-layer is formed by the vertical $E \times B$ plasma drift in the ionospheric F2-region at the geomagnetic equator due to the zonal electric field. The important role of the meridional component of thermospheric wind has been noted for the F3-layer spatial position. There is clearly formulated physical mechanism for the F3-layer formation, but only for the morning hours of local time. Note the F3-layer is also observed in other hours of local time. In addition, we do not know thoroughly the spatial (latitude-longitude) distribution of this phenomenon. This study is devoted to a detailed investigation of the F3-layer formation mechanism in quiet geomagnetic conditions and its variations during various disturbances. This study was performed using the calculation results obtained by the global self-consistent model of the thermosphere, ionosphere and protonosphere, as well as observation data of Intercosmos-19 (IK-19) satellite and digital ionosonde. According to the IK-19 satellite data, we found that the F3-layer is observed mainly in the afternoon and evening hours, but sometimes it is fixed in the night and morning hours. Simulated results showed that the F3-layer is formed as a result of nonuniform in height vertical $E \times B$ plasma drifts at the geomagnetic equator.

ТРАНСФОРМАЦИЯ МГД-КОЛЕБАНИЙ В МАГНИТОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Д.А. Козлов, А.С. Леонович

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

TRANSFORMATION OF MHD WAVES IN THE EARTH'S MAGNETOSPHERE

D.A. Kozlov, A.S. Leonovich

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

В работе исследуется резонансная трансформация быстрых магнитозвуковых (БМЗ) колебаний, проникающих внутрь магнитосферы Земли из солнечного ветра, в альфвеновские и медленные магнитозвуковые колебания. Определено пространственное распределение скорости поглощения энергии потока БМЗ-волн. В численных расчетах для потока падающих БМЗ-волн использовался колмогоровский спектр, типичный для волн в переходном слое между ударной волной и магнитопаузой. Показано, что скорость поглощения энергии БМЗ-волн за счет резонансной раскачки медленных магнитозвуковых колебаний на несколько порядков величины больше скорости поглощения их энергии, связанного с резонансными альфвеновскими волнами, на тех же магнитных оболочках.

Resonant transformation of fast magnetosonic (FMS) waves into Alfvén and slow magnetosonic (SMS) oscillations during their propagation from the solar wind to the magnetosphere is investigated. Spatial distribution of energy dissipation rate of penetrating FMS oscillations is studied. In order to determine integrated properties of the FMS wave absorption after their transformation into resonant Alfvén and SMS oscillations, we use the Kolmogorov spectrum typical of waves in turbulent plasma of the solar wind. The FMS wave energy dissipation rate caused by magnetosonic resonance excitation is shown to be several orders of magnitude greater than that caused by the Alfvén resonance excitation at the same surface.

АНАЛИЗ ПОЯВЛЕНИЯ УСЛОВИЙ G ПО ДАННЫМ ИРКУТСКОГО ДИГИЗОНДА

О.Е. Колпакова, Н.М. Полех, Г.П. Кушнаренко, Г.М. Кузнецова, К.Г. Ратовский

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

ANALYSIS OF THE OCCURRENCE OF G CONDITIONS USING IRKUTSK DIGISONDE DATA

O.E. Kolpakova, N.M. Polekh, G.P. Kushnarenko, G.M. Kuznetsova, K.G. Ratovsky

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

Проведено исследование появления условий G по данным Иркутского дигизонда за 2003–2007 гг. Использовались результаты 5- и 15-минутных измерений.

Обнаружено, что с уменьшением солнечной активности количество случаев появлений условия G увеличивается. Наиболее часто условие G в годы умеренной солнечной активности наблюдается при $K_p \geq 5$, а в

годы минимальной солнечной активности – при $K_p \geq 2$. Наибольшее количество случаев появления условий G приходится на летние месяцы в утренние часы местного времени.

We study of the G conditions occurrence using the Irkutsk digisonde data in 2003–2007. The results of 5 and 15 min. measurements were used. It was found that the number of the condition G occurrences cases increases with the solar activity decrease. G condition is observed the most often during the periods of the average solar activity when $K_p \geq 5$ and of the minimum solar activity when $K_p \geq 2$. The most number of G conditions occurrences cases is observed in the morning local time hours in the summer months.

ВОЗМОЖНОСТЬ УЧЕТА ИОНОСФЕРНОЙ ОШИБКИ ВТОРОГО ПОРЯДКА В ДВУХЧАСТОТНЫХ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМАХ

Е.В. Конецкая, М.В. Тинин

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
spb7.12.2010@gmail.com, mtinin@api.isu.ru

TAKING ACCOUNT OF THE SECOND-ORDER RESIDUAL ERROR IN DUAL-FREQUENCY GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS

E.V. Konetskaya, M.V. Tinin

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Рассматривается ионосферная поправка второго порядка в одночастотных и двухчастотных глобальных навигационных спутниковых системах. Сравниваются значения ионосферной поправки и остаточной ошибки второго порядка, вычисленные с использованием модели диполя магнитного поля и модели IGRF. Исследуется возможность учета ионосферной поправки второго порядка в двухчастотных измерениях.

The second order ionospheric correction is considered in the single-frequency and dual-frequency global navigation satellite systems. The second order ionospheric correction and residual error values calculated using the models of a dipole magnetic field and the IGRF are compared. The possibility of taking into account the second order ionospheric correction in dual-frequency measurements is investigated.

О ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ЗАРЯДОВ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В ИОНОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЕ

С.И. Копнин, С.И. Попель

Институт динамики геосфер РАН, Москва, Россия
Serg_Kopnin@mail.ru

ON LIMITING VALUES OF DUST CHARGES IN IONOSPHERIC PLASMA

S.I. Kopnin, S.I. Popel

Institute of Geosphere Dynamics, Moscow, Russia

Получено аналитическое выражение, описывающее процесс получения заряда пылевыми частицами в результате действия интенсивного фотоэффекта в ионосферной плазме. Электростатическое давление на поверхности заряженных пылевых частиц может оказывать влияние на прочностные характеристики этих частиц. Получены предельные значения зарядов пылевых частиц, при которых может происходить их полное или частичное разрушение. Определены необходимые условия и параметры источников рентгеновского излучения, способных создать критические значения зарядов, приводящих к их полному или частичному разрушению.

We investigate limiting values of charges of microparticles in the ionospheric complex (dusty) plasmas containing solid grains in the presence of Solar radiation. We obtain analytical expression describing dust particle charging as a result of intensive photoelectric effect. The electrostatic pressure on the surface of charged solid dust particles can affect the strength characteristics of these particles. We obtain the limiting values of the charges of solid dusts, exceeding of this charge value leading to total or partial dust particle destruction. Necessary conditions and parameters for X-ray sources of electromagnetic radiation are defined to reach these limiting values of dust charges.

**О МИНИМАЛЬНОМ РАЗМЕРЕ КАПЕЛЬ ЖИДКОСТИ В ИОНОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЕ
В ПРИСУТСТВИИ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

С.И. Копнин, Т.И. Морозова, С.И. Попель

Институт динамики геосфер РАН, Москва, Россия
Serg_Kopnin@mail.ru

**ON MINIMUM SIZE OF LIQUID DROPLETS IN IONOSPHERIC PLASMA
IN THE PRESENCE OF SOLAR RADIATION**

S.I. Kopnin, T.I. Morozova, S.I. Popel

Institute of Geosphere Dynamics, Moscow, Russia

Рассмотрена модель ионосферной плазмы, содержащей заряженные жидкие капли. Получено условие существования заряженных жидких капель в ионосферной плазме в присутствии интенсивного электромагнитного излучения. Оказывается, что электростатическое давление накладывает заметные ограничения на минимальные размеры заряженных жидких капель, которые могут существовать в ионосферной плазме. Определены минимальные размеры жидких капель в зависимости от интенсивности источников электромагнитного излучения и параметров комплексной плазмы.

We consider ionospheric plasma model containing liquid droplets. The condition for the existence of charged liquid droplets in complex plasmas in the presence of electromagnetic radiation is found. The minimum size of liquid droplets existing in complex ionospheric plasmas is determined by electrostatic pressure. The droplets with the sizes smaller than this minimum size are evaporated. The dependences of the minimum size of liquid droplet on powers of Solar radiation sources as well as parameters of complex ionospheric plasmas are presented.

This work is supported by the Division of Earth Sciences, the Russian Academy of Sciences (the basic research program "Nanoscale particles in nature and technogenic products: conditions of existence, physical and chemical properties, and mechanisms of formation"), the Division of Physical Sciences, the Russian Academy of Sciences (the basic research program "Plasma processes in the Solar System"), the Dynasty Foundation, and the RFBR.

**О ВЛИЯНИИ НЕЙТРАЛЬНОЙ КОМПОНЕНТЫ НА ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ
ЗАПЫЛЕННОЙ ИОНОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЫ**

С.И. Копнин, А.А. Моржакова, С.И. Попель

Институт динамики геосфер РАН, Москва, Россия
Serg_Kopnin@mail.ru

**ON INFLUENCE OF NEUTRAL COMPONENTS ON FORMATION PROCESSES
OF IONOSPHERIC DUSTY PLASMA**

S.I. Kopnin, A.A. Morzhakova, S.I. Popel

Institute of Geosphere Dynamics, Moscow, Russia

В ионосферной плазме могут содержаться нано- и микромасштабные частицы. В результате заряжения этих частиц формируется запыленная ионосферная плазма. В настоящей работе рассмотрено влияние эффектов резонансной перезарядки ионов при их взаимодействии с нейтралами, а также нагрева электронов при фотоэффекте (эффективность нагрева электронов зависит от концентрации нейтралов) на зарядение пылевых частиц в ионосферной плазме в присутствии достаточно интенсивного электромагнитного излучения. Определены области высот, на которых указанные выше эффекты могут оказывать заметное влияние на зарядение нано- и микромасштабных частиц различного происхождения. Оказывается, что рассматриваемые эффекты важны при описании серебристых облаков, полярных мезосферных радиоотражений и частиц метеорного происхождения.

In the ionospheric plasma may contain nano- and microscale particles. Dusty ionospheric plasma are formed by charging of these particles. In this paper we examine the influence of resonant charge exchange of ions in their interaction with neutrals and heating electrons by photoelectrons emission on the dust grains charging in the ionospheric plasma in the presence of sufficiently intense electromagnetic radiation. Determined altitudes at which the above-mentioned effects can have a noticeable effect on the charging of different nature nano- and microscale particles. It turns out that the considered effects are important in the description of noctilucent clouds, polar mesospheric summer echoes and the particles of meteoric origin.

**СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ ИМПУЛЬСНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ
ОНЧ-РАДИОШУМОВ, РЕГИСТРИРУЕМЫХ В ЯКУТСКЕ В 2001–2010 гг.**

В.И. Козлов, А.А. Корсаков

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия
korsakov84@yandex.ru

**SOLAR ACTIVITY AND SEASONAL VARIATIONS IN THE PULSE COMPONENT OF VLF-NOISES
REGISTRATED IN YAKUTSK FROM 2001 TO 2010**

V.I. Kozlov, A.A. Korsakov

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

Атмосферика (радиоимпульсы грозовых разрядов) регистрировались в окрестностях Якутска (62° N; 129.7° E), вдали от промышленных помех. Принятый рамочной антенной (восток–запад) сигнал сравнивался с порогами напряжений; при превышении порогов напряжений сигнал, поступал на счетчик. Рассматриваются данные количества атмосфериков за каждый час с 2001 по 2010 гг., сигналы которых превышали пороговый уровень поля 1.75 мВ/м (дальность до 10000 км). В суточном ходе потока атмосфериков выделяются экстремумы: 8–12 UT (грозовая активность Восточной Азии); 15–19 UT (Африканский мировой грозовой очаг); 3–7 UT (очаг в Тихом океане). Сопоставлены сезонные хода экстремумов плотности потока атмосфериков и усредненные за месяц ежедневные относительные числа Вольфа. Грозовая и солнечная активности находятся в противофазе. Минимум 3–7 UT с 2001 по 2010 гг. практически не меняется. Активность очага Восточной Азии (8–12 UT) более подвержена вариациям. В 15–19 UT регистрируется наибольшая вариация потока атмосфериков, основным источником которых является Африканский мировой грозовой очаг.

Atmospherics (radio-frequency pulses of lightning discharges) were registered near Yakutsk (62° N; 129.7° E), far from sources of industrial noise. The signal was received by a loop antenna (East-West) and was compared with voltage thresholds. It was taken to account if it exceeded the threshold. In the present paper threshold field level is 1.75 mV/m, the value gives an opportunity to receive atmospherics from 10000 km. Atmospherics quantity per an hour from 2001 to 2010 years are considered. Extremumes in daily variations of the atmospherics flux are assigned. There are 8–12 UT (Eastern Asia thunderstorm activity), 15–19 UT (activity in Africa), 3–7 UT (The Pacific Ocean thunderstorm activity). Season variations of extremumes have been confronted with the month mean Sunspot number (Ri). Thunderstorm and solar activities are in an antiphase for one another. The Pacific Ocean thunderstorm activity (3–7 UT) is not change in practice. The Eastern Asia activity (8–12 UT) changes more, and the most atmospherics flux variations from year to year are registrated at 15–19 UT. The flux is generally determined by African thunderstorm activity.

**ПРОДОЛЬНАЯ СТРУКТУРА И СОБСТВЕННЫЕ ЧАСТОТЫ
ДРЕЙФОВО-КОМПРЕССИОННЫХ ВОЛН В МАГНИТОСФЕРЕ**

^{1,2}Д.В. Костарев, ²П.Н. Магер, ²Д.Ю. Климушкин

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
Danya.irk@mail.ru

**LONGITUDINAL STRUCTURE AND ACTUAL FREQUENCIES
OF DRIFT-COMPRESSION WAVES IN THE MAGNETOSPHERE**

^{1,2}D.V. Kostarev, ²P.N. Mager, ²D.Yu. Klimushkin

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

В данной работе в рамках кинетики была изучена продольная структура дрейфовых компрессионных УНЧ-волн в магнитосфере. Найдены собственные частоты этих волн и условия их раскачки. В ходе работы было получено и численно решено интегральное уравнение, описывающее собственные моды волны. Показано, что эти волны локализованы вблизи геомагнитного экватора, а собственные частоты пропорциональны частоте диамагнитного дрейфа (ω^*). Неустойчивость возникает при положительном градиенте температуры (рост температуры с удалением от Земли) и только для волн, азимутальная фазовая скорость которых совпадает с направлением дрейфа протонов.

In this work within the limits of kinetics we have studied the longitudinal structure of drift-compression UHF waves in the magnetosphere. Also, we have calculated eigenfrequencies this waves and instability condition. The integral equation governing the eigenmode has been obtained and numerically solved. The drift-compression waves

are localized in the vicinity of the geomagnetic equator. Their eigenfrequencies are proportional to the diamagnetic drift frequency (ω^*). Mode instability takes place when plasma temperature grows with distance and only for waves whose azimuthal phase velocity wave coincides with direction of protons drift.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ НАБЛЮДЕНИЯ ИОНОВ ГЕЛИЯ С ПОМОЩЬЮ РАДАРОВ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЙНИЯ

Д.В. Котов, Л.Ф. Черногор

Институт ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина
iion@kpi.kharkov.ua

ON PECULIARITIES OF OBSERVATIONS OF HELIUM IONS EMPLOYING THE INCOHERENT SCATTERING TECHNIQUE

D.V. Kotov, L.F. Chernogor

Institute of Ionosphere NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Ионный состав внешней ионосферы является многокомпонентным. Наряду с ионами атомарного кислорода и водорода в общем случае в плазме могут присутствовать и ионы гелия. Анализ экспериментальных данных, полученных с помощью различных методов, и модельные расчеты свидетельствуют о том, что относительное содержание ионов гелия в диапазоне высот 400–1500 км в обычных условиях мало (не более 10–15 %). Систематическое получение достоверных данных о концентрации ионов гелия с помощью метода некогерентного рассеяния является сложной задачей. В докладе рассматриваются особенности специализированной обработки экспериментальных данных радара некогерентного рассеяния Института ионосферы (г. Харьков). Показано, что предложенная методика позволяет уверенно регистрировать ионы гелия и оценивать их относительное содержание.

Ion composition of the topside ionosphere is multicomponent. The helium ions can be also contained in plasma along with the ions of atomic oxygen and hydrogen in general case. Analysis of experimental data obtained using different methods and model calculations show that the helium ion fraction for altitude range 400–1500 km is small under normal conditions (less than 10–15 %). Systematic obtaining of the reliable data about the helium ions concentration using the incoherent scattering technique is a difficult problem. The features of a specialized data processing of the incoherent scatter radar data for Institute of the ionosphere (Kharkiv) are considered in the report. It is shown that the proposed method can reliably detect helium ions and estimate their fraction.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ВАРИАЦИИ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ ВОДОРОДА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СОСТОЯНИЯХ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ

Д.В. Котов, Л.Ф. Черногор

Институт ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина
iion@kpi.kharkov.ua

SPACE-TIME VARIATIONS IN CONCENTRATION OF HYDROGEN IONS UNDER VARIOUS SPACE WEATHER CONDITIONS

D.V. Kotov, L.F. Chernogor

Institute of Ionosphere NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Целью доклада является анализ пространственно-временных вариаций концентрации ионов водорода во внешней ионосфере, полученных с помощью Харьковского радара некогерентного рассеяния для существенно различных гелиогеофизических условий, и сопоставление этих вариаций с данными, предоставляемыми международной справочной моделью ионосферы IRI. Сопоставление данных радара Института ионосферы с прогнозами модели IRI позволило выявить качественные и существенные количественные отличия рассматриваемых вариаций. Анализ полученных результатов свидетельствует о необходимости дальнейших исследований вариаций концентрации ионов водорода и, в перспективе, создания модели ионного состава внешней ионосферы для региона Центральной Европы.

The aim of this report is to analyze the spatial-temporal variations of the hydrogen ions concentration in the topside ionosphere, obtained by the Kharkiv incoherent scattering radar for a significantly various heliogeophysical conditions, and compare these variations with the data provided by the international reference ionosphere model IRI. Comparison of the Institute of ionosphere radar data with the IRI model predictions revealed qualitative and substantial quantitative differences of considered variations. Analysis of the results shows the need for further studies of

hydrogen ions concentration variations and in perspective for creation of topside ionosphere ion composition model for the region of Central Europe.

**ВОЗМУЩЕНИЯ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ,
СОПРОВОЖДАВШИЕ МОЩНОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 11 МАРТА 2011 г. В ЯПОНИИ**

¹Е.С. Крупович, ²С.В. Воейков, ²Н.П. Перевалова, ²Ю.В. Ясюкевич, ³И.В. Живетьев

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

³Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Паратунка, Россия
pereval@iszf.irk.ru

**DISTURBANCES OF TOTAL ELECTRON CONTENT AFTER THE POWERFUL EARTHQUAKE IN
JAPAN ON 11 MARCH 2011**

¹E.S. Krupovich, ²S.V. Voeykov, ²N.P. Perevalova, ²Yu.V. Yasyukevich, ³I.V. Zhivetiev

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

³Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

В работе представлены результаты исследования возмущений полного электронного содержания (ПЭС), сопровождавших мощное землетрясение 11 марта 2011 г. в Японии, по данным GPS-измерений на плотной японской сети станций GEONET. Был проведен анализ двумерной пространственной картины возмущений ПЭС, а также поля скоростей и направлений их перемещения.

We present the results of investigation into the total electron content (TEC) disturbances detected after powerful earthquake on March 11, 2011 in Japan as deduced from GPS measurements on dense Japanese network GEONET. The analysis of a 2-dimensional spatial distribution of TEC disturbances as well as velocities and directions of their propagation has been carried out.

**О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА СМИТА
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ МАКСИМУМА $h_m F_2$ ИОНОСФЕРНОГО СЛОЯ
ПО ДАННЫМ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

О.А. Ларюнин, В.И. Куркин

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

laroleg@inbox.ru

**ON THE POSSIBILITY OF USING THE SMITH METHOD FOR DETERMINING
THE IONOSPHERIC LAYER PEAK HEIGHT $h_m F_2$ FROM VERTICAL SOUNDING DATA**

O.A. Larvunin, V.I. Kurkin

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

В работе анализируются возможности определения высот максимума E- и F-слоев ионосферы в анизотропном случае по данным вертикального зондирования. Входными данными (в этой постановке задачи) являются наклонение магнитного поля и высотно-частотная характеристика (ВЧХ) для обыкновенной и необыкновенной волны. Для решения задачи может служить известная эмпирическая формула вида

$$h_m F_2 = \frac{1490}{M(3000)F_2 + \Delta M} - 176. \text{ Параметр } M(3000)F_2 = \frac{МПЧ(3000)}{f_0 F_2} \text{ определяется из ВЧХ } h'(f) \text{ методом}$$

Смита. Однако применение данного метода при вертикальном зондировании может быть некорректным. Неточность определения параметра $M(3000)F_2$ здесь будет связана с тем, что метод Смита не учитывает магнито-ионное расщепление, а производит пересчет ВЧХ вертикального зондирования в ВЧХ наклонного зондирования лишь в изотропном случае. Обсуждается возможность корректного применения метода Смита в данном случае.

The possibility is analyzed in the present paper to determine $h_m F_2$, the peak of the anisotropic ionospheric layer, from vertical sounding data. The input data in the problem provided are magnetic inclination and virtual height functions $h'(f)$ for ordinary and extraordinary wave. For this purpose, one can use the known empirical formula of the

view: $h_m F2 = \frac{1490}{M(3000)F2 + \Delta M} - 176$. The parameter $M(3000)F2 = \frac{MUF(3000)}{f_o F2}$ is determined from the $h'(f)$

function by the Smith method. However, applying the method for vertical sounding can be incorrect due to the fact that the Smith method is designed for the isotropic ionosphere. The possibility to correctly apply the method in this case is discussed.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМУЩЕНИЙ ИОНОСФЕРЫ ВО ВРЕМЯ ГЕОМАГНИТНЫХ БУРЬ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ДАННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

В.А. Леонович

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

EXAMINATION OF IONOSPHERIC DISTURBANCES DURING GEOMAGNETIC STORMS, USING OPTICAL OBSERVATIONS AND SIMULATION

V.A. Leonovich

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

В работе исследовались вариации эмиссий атомарного кислорода 557.7 и 630 нм ночной термосферы во время геомагнитных бурь в регионе Восточной Сибири (52° N, 103° E) с использованием как данных оптических и радиофизических наблюдений, так и моделирования. Было выявлено несколько десятков магнитных бурь (МБ), во время которых наблюдались возмущения вариаций эмиссий 557.7 и 630 нм, имевшие подобную форму и происходившие синхронно в течение всей ночи. При этом вариации рассматриваемых эмиссий были коррелированы с возмущениями ПЭС. Корреляция вариаций возмущений ПЭС и эмиссии 557.7 нм является индикатором того, что возмущения этой эмиссии могут быть связаны с возмущением заряженной компоненты F- или E-области ионосферы. Соотношение между амплитудами возмущений интенсивностей зеленой и красной эмиссий, расположенных в F-области ионосферы, может изменяться во время МБ. Результаты моделирования показали, что это соотношение может зависеть от высоты максимума F₂-слоя. При понижении максимума F₂-слоя это соотношение увеличивается.

This paper investigated 557.7 and 630 nm atomic oxygen emission variations in the nocturnal thermosphere during geomagnetic storms in Eastern Siberia (52° N, 103° E), using optical and radiophysical observations and simulation. We found several tens of magnetic storms (MS) with disturbances of 557.7 and 630 nm emission variations being similar in form and occurring synchronously all night long. The emission variations in the process were correlated with TEC disturbances. In those cases, the source of the 557.7 nm emission disturbance might have been the dissociative recombination of O₂⁺ and electrons in the F region. The comparison between disturbance amplitudes of intensities of the green and red emissions located in the F region may change during MS. The simulation results show that this comparison may depend on the height of the F₂-layer maximum. It increases with decreasing F₂-layer maximum.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКВАТОРИАЛЬНОЙ АНОМАЛИИ: РАДИОТОМОГРАФИЯ И МОДЕЛИ IRI-2001, NeQuick

Е.С. Андреева, Е.А. Леонтьева

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
Leon-03@bk.ru

STUDY OF THE EQUATORIAL ANOMALY: RADIOTOMOGRAPHY VS MODELS IRI-2001, NeQuick

E.S. Andreeva, E.A. Leontyeva

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Представлены результаты сравнительного анализа ионосферных моделей IRI-2001, NeQuick с радиотомографическими (РТ) сечениями ионосферы, полученными по данным РТ низкоширотной системы Манила–Шанхай. Основной особенностью низкоширотной ионосферы является экваториальная аномалия (ЭА). В докладе приведены примеры сопоставлений измеренных в РТ-эксперименте значений наклонного относительного ПЭС и соответствующих значений ПЭС, вычисленных по моделям IRI и NeQuick. Сопоставление модельных сечений с измерениями ионозондов показало, что наибольшее расхождение в значениях критических частот F₂-слоя ионосферы наблюдается в области сильных пространственных градиентов в окрестности гребня ЭА. В докладе обсуждаются особенности динамики гребня ЭА по модельным и эксперимен-

тальным данным. Проведенные исследования показали, что модели IRI, NeQuick описывают в среднем «фонтан-эффект», но не отражают устойчивые структурные особенности ЭА, которые наблюдались в РТ-сечениях, в частности ориентацию сформировавшегося ядра ЭА вдоль силовых линий магнитного поля Земли после полудня. Поэтому был разработан метод коррекции моделей IRI, NeQuick в области максимума гребня ЭА. В докладе приведены и обсуждаются результаты коррекции моделей IRI, NeQuick.

We present the results of comparison IRI-2001 and NeQuick models predictions and with radiotomography (RT) images of the ionosphere reconstructed from the data of the low latitude RT chain Manila-Shanghai. Main specific feature of low latitude ionosphere is equatorial anomaly (EA). In our presentation we show the examples illustrating the comparison of the slant relative TEC measured in RT experiments with the corresponding TEC values calculated from the IRI and NeQuick models. Maximum discrepancies in the F2 layer critical frequencies are observed in regions of steep spatial gradients in electron density, e.g. in the region of EA. We consider the peculiarities of the dynamics of equatorial anomaly inferred from the models and from the experiments. Our analysis showed that the IRI, NeQuick models rather well reproduce an average (a general) fountain effect, but not reproduce structural features of EA persistent in the RT images. Therefore, correction method is developed of IRI and NeQuick models in the vicinity of the maximum of EA crest. We present and discuss correction results of IRI and NeQuick models.

**АНАЛИЗ ИОНОСФЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПО РАДИОЗАТМЕННЫМ,
ИОНОЗОНДОВЫМ ИЗМЕРЕНИЯМ И ДАННЫМ МОДЕЛЕЙ IRI, NeQuick**

Е.С. Андреева, В.Е. Куницын, М.В. Локота

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
marialokota@mail.ru

**ANALYSIS OF IONOSPHERIC PARAMETERS USING RADIO OCCULTATION AND
IONOSONDE MEASUREMENTS AND IRI/NeQuick MODEL DATA**

E.S. Andreeva, V.E. Kunitsyn, M.V. Lokota

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Представлены результаты верификации радиозатменных (РЗ) данных системы FormoSat-3/COSMIC по измерениям ионозондов в различных регионах в период 2006–2008 гг.

Наблюдается хорошее согласование значений критических частот, вычисленных из РЗ-профилей и по данным ионозондов, для спокойных условий. С ростом геомагнитной возмущенности увеличивается расхождение критических частот, вычисленных из РЗ-профилей и по данным ионозондов.

Проведено сопоставление результатов, полученных с помощью моделей NeQuick, IRI-2001, IRI-2007, с РЗ-профилями системы FormoSat-3/COSMIC при различных уровнях геомагнитной возмущенности.

Модели NeQuick, IRI-2001, IRI-2007 хорошо воспроизводят максимальный уровень электронной концентрации практически независимо от уровня геомагнитной возмущенности. Однако модели хуже отображают профиль электронной концентрации.

Verification results of FormoSat-3/COSMIC Radio Occultation data based on ionosondes measurements in different regions of the world during the period of 2006–2008 are presented.

The F2-layer critical frequencies yielded by radio occultation profiles are in fairly good agreement with those from ionosondes data for quiet geomagnetic conditions. The discrepancy in the F2-layer critical frequencies from radio occultation profiles and ionosondes data increases with ionospheric storminess enhancement.

The results of comparisons of the IRI-2001, IRI-2007, NeQuick models with the radio occultation profiles for different geomagnetic conditions are reported.

Models NeQuick, IRI-2001, IRI-2007 rather well reproduce the maximum values of electron density practically regardless of geophysical conditions. But models reproduce the electron density profiles much worse.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ
В ГЕОКОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЕ
ПО ДАННЫМ РАДАРА НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЙНИЯ В ХАРЬКОВЕ**

М.В. Ляшенко

Институт ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина
mlyashenko@ya.ru

**MODELLING OF PARAMETERS OF DYNAMIC AND THERMAL PROCESSES
IN GEOSPACE PLASMA ACCORDING TO KHARKIV INCOHERENT SCATTER RADAR DATA**

M.V. Lyashenko

Institute of Ionosphere NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Представлены результаты моделирования сезонно-суточных вариаций параметров динамических и тепловых процессов на фазе роста 24-го цикла солнечной активности. Для анализа физических процессов в геокосмической плазме использованы данные радара некогерентного рассеяния в Харькове.

Приведены результаты сравнительного анализа вариаций параметров физических процессов в геокосмической плазме на фазах роста 23-го и 24-го циклов солнечной активности.

Полученные результаты используются для развития региональной модели ионосферы по данным Харьковского радара некогерентного рассеяния.

Modeling results of season and diurnal variations of dynamic and thermal processes parameters during rising phase of 24th solar activity cycle are presented. Kharkiv incoherent scatter radar data for geospace plasma physical processes analysis are used.

Comparative analysis results of the physical processes parameters variations in geospace plasma on rising phases of 23rd and 24th solar activity cycles are presented.

The received results for regional ionospheric model development based on Kharkiv incoherent scatter radar database are used.

**ФАЗОВЫЕ ФЛУКТУАЦИИ РАДИОВОЛН ПРИ ПОЛНОМ ОТРАЖЕНИИ
ОТ СЛОЯ ПЛАЗМЫ СО СЛУЧАЙНЫМИ НЕОДНОРОДНОСТЯМИ**

¹Н.Т. Афанасьев, ²А.Н. Афанасьев, ²О.А. Ларюнин, ¹В.П. Марков

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
nta@api.isu.ru

**PHASE FLUCTUATIONS OF RADIO WAVES EXPERIENCING TOTAL REFLECTION FROM
A PLASMA LAYER WITH RANDOM INHOMOGENEITIES**

¹N.T. Afanasiev, ²A.N. Afanasiev, ²O.A. Larunin, ¹V.P. Markov

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

Исследуется задача малоуглового рассеяния радиоволн при полном внутреннем отражении от случайно-неоднородного слоя плазмы. Рассматривается случай нормального падения волн на плазменный слой. Для учета особенности рассеяния волны в окрестности точки отражения введено аналитическое преобразование решения уравнения эйконала, полученного в приближении метода возмущений. Это преобразование позволяет рассчитать флуктуации фазы радиоволны для случая произвольного монотонного профиля регулярной диэлектрической проницаемости плазмы. На основе аналитического преобразования решения уравнения эйконала в работе получены приближенные формулы для дисперсии и двумерного пространственного спектра фазовых флуктуаций в зависимости от трехмерного пространственного спектра плазменных неоднородностей. Определены условия применимости полученных формул для расчета статистических моментов фазы.

We examine the problem of small-angle scattering of radio waves experiencing total reflection from a randomly inhomogeneous layer of plasma. We consider the waves to be normally incident on the layer. To take into account the scattering peculiarities in the neighborhood of the reflection point, we introduce an analytical transformation for the eikonal equation solution derived by the perturbation method. This transformation permits calculations of radio-wave phase fluctuations for any monotonous profile of the regular dielectric permittivity of the plasma in the layer. Using this approach, we have derived analytical formulas for the variance and two-dimensional spatial spectrum of phase fluctuations, depending on the three-dimensional power spectrum of plasma fluctuations. We have also determined the limits of applicability of the derived formulas.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИОНОСФЕРЫ С ПОМОЩЬЮ КЛАССИФИЦИРУЮЩИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ПЕРСЕПТРОНОВ

Ю.С. Масленникова, В.В. Бочкарев

Казанский (Поволжский) федеральный университет, Казань, Россия
yuliamsl@gmail.com

FORECASTING IONOSPHERIC PARAMETERS WITH SELF-ORGANIZING CLUSTERING NEURAL NETWORK AND PERCEPTRONS

Yu.S. Maslennikova, V.V. Bochkarev

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan', Russia

Ионосфера представляет собой чрезвычайно сложную нелинейную систему. Значительные изменения динамики ионосферы можно наблюдать на различных временных масштабах от нескольких часов до нескольких лет (соответствующих, например, длине солнечного цикла). Эти флуктуации обусловлены прежде всего вращением Земли, сезоном года, уровнем солнечной и геомагнитной активности. Поэтому построение точного прогноза основных параметров ионосферы должно производиться с учетом этих факторов. Для решения подобного рода задач широко используются нелинейные методы прогнозирования, в частности искусственные нейронные сети. В данной работе представлен метод прогнозирования с использованием классифицирующих нейронных сетей и персептронов применительно к временным рядам критической частоты и высоты слоя F2, а также к ряду значений полного электронного содержания над окрестностью Казани. Вначале производится классификация текущего состояния ионосферы по признаку линейной предсказуемости. В качестве признаков кластеризации используются предварительно найденные коэффициенты линейного предсказания, а также параметры, характеризующие уровень солнечной и геомагнитной активности. Далее осуществляется прогнозирование временного ряда с использованием персептронов. Подобный подход позволил получить хорошие результаты прогнозирования в условиях повышенной геомагнитной активности.

The ionosphere is an extremely complicated nonlinear system. One can see considerable changes of ionosphere dynamic on different time scales from several hours to several years. These changes are mainly caused by the Earth's rotation, the current season and the level of solar and geomagnetic activities. To make precise predictions of basic ionospheric parameters all these factors must be considered. In this paper the novel forecasting approach using classification neural networks and perceptrons has been developed to predict ionospheric F2 layer critical frequency and total electron content (TEC). The coincidence of predicted results with observed data opens wide prospects for future application of the method in conditions of high geomagnetic activity.

ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРАЦИЯ ИОНОГРАММ

А.Д. Акчурин, В.В. Бочкарев, Ю.С. Масленникова

Казанский (Поволжский) федеральный университет, Казань, Россия
yuliamsl@gmail.com

WAVELET FILTRATION OF IONOGRAMS

A.D. Akchurin, V.V. Bochkarev, Yu.S. Maslennikova

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan', Russia

Ионосфера играет важную роль в различных системах радиосвязи. Ионограммы вертикального зондирования являются одним из источников информации об ионосфере. К сожалению, ионограммы, как правило, кроме отраженного от ионосферы сигнала содержат шумовой фон различной природы. Эти недостатки существенным образом затрудняют создание автоматических систем анализа. В данной работе мы предлагаем алгоритм фильтрации, который позволяет повысить контрастность ионограмм. Для исключения сосредоточенных помех используется фильтрация на основе анализа порядковых статистик. Медианный уровень мощности для данной частоты сопоставляется с медианным уровнем мощности, полученным по всем частотам. Частоты, для которых медианный уровень мощности выше порога, исключаются из обработки. Далее применяется вейвлет-фильтрация с использованием двумерного стационарного вейвлет-преобразования (используются вейвлеты Хаара и симлеты). При этом порог шумоподавления выбирается отдельно для каждого уровня разложения с использованием универсального критерия Донохо–Джонстона. Ионограммы, использованные в работе, были получены на зондирующем комплексе «Циклон» Казанского университета. Предложенный алгоритм позволяет улучшить качество ионограмм, что может быть полезно для дальнейшего экспертного анализа или работы автоматических систем.

The ionosphere plays an important role in radio communications such as satellite and cellular communication and global positioning system (GPS). Ionograms provide useful information of the ionosphere. Unfortunately, they are generally corrupted by noise which causes large difficulties in further analysis, especially by automatic systems. In this research we propose a filtering algorithm to contrast ionograms. At the beginning we use the order statistics analysis to exclude concentrated frequency artifacts. Then ionograms are being filtering using two dimensional stationary wavelet transform. The ionograms used in the experiments were collected at ionosphere complex "Cyclone" of the Kazan State University. The proposed algorithm raises the quality of ionograms which is useful for further expertise or automatic system analysis.

МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ ПЛОСКИХ КВАЗИМОНОХРОМАТИЧЕСКИХ ВОЛНОВЫХ СТРУКТУР ПО ДАННЫМ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ НА ПЛОТНЫХ СЕТЯХ GPS

А.П. Медведев, С.В. Воейков

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
Serg3108@iszf.irk.ru

METHOD OF DETECTING PLANE QUASI-MONOCROMATIC WAVE STRUCTURES USING TOTAL ELECTRON CONTENT DATA FROM DENSE GPS NETWORKS

A.P. Medvedev, S.V. Voeykov

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

Данная работа посвящена разработке и тестированию нового метода обнаружения и расчета характеристик плоских квазимонохроматических волновых структур, основанного на анализе пространственных распределений вариаций полного электронного содержания, полученных на плотных сетях приемников GPS. Показано, что метод позволяет в большинстве случаев обнаружить перемещающиеся ионосферные возмущения (ПИВ) и рассчитать их характеристики в приближении плоской квазимонохроматической волны. Данный метод может быть использован как в качестве независимого метода определения характеристик ПИВ, так и для коррекции уже существующих методов.

The work is devoted to development and testing of a new method of detection of plane quasi-monochromatic wave structures based on analysis of space distributions of total electron content variations obtained from dense networks of GPS receivers. It was shown that the method allows traveling ionospheric disturbances (TID) to be detected and their characteristics to be determined to a plane quasi-monochromatic wave approximation. The method can be used both as independent method of determination of TID characteristics and as tool for correction of the existing methods.

СУТОЧНАЯ И СЕЗОННАЯ ЗАВИСИМОСТИ ШУМОВОГО КОСМИЧЕСКОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ НА ЧАСТОТЕ 158 МГц

А.Е. Мирошников, Л.Ф. Черногор

Институт ионосферы, Харьков, Украина,
iion@kpi.kharkov.ua

DAILY AND SEASONAL DEPENDENCE OF COSMIC RADIO NOISE AT 158 MHz

A.E. Miroshnikov, L.F. Chernogor

Institute of Ionosphere, Kharkiv, Ukraine

В докладе изложены результаты наблюдения сезонно-суточных вариаций мощностей радишума на частоте 158 МГц, полученные при помощи Радара некогерентного рассеяния Института ионосферы (г. Харьков). Эффективная площадь антенны 3700 м², полоса пропускания радиоприемного устройства 19 кГц, его шумовая температура 120 К, шумовая температура системы 450–980 К. Временные зависимости представлены для четырех характерных сезонов – весеннего и осеннего равноденствий, зимнего и летнего солнцестояний в период с 2003 по 2011 гг. Объясняются основные закономерности в поведении временного хода мощности космического радишума на частоте 158 МГц.

The report presents the results of monitoring daily and seasonal variations of the space radio noise power at a frequency 158 MHz obtained by the incoherent scatter radar of the Institute of Ionosphere (Kharkiv). Effective antenna area 3700 m², bandwidth of radio receiver 19 kHz, noise temperature of radio receiver 120 K, noise temperature of system 450 K. Time dependences are presented for four specific seasons – spring and autumn equinoxes, winter and summer solstices in the period from 2003 to 2011 year. Basic regularities in the behavior of the time variation the space radio noise power at a frequency of 158 MHz are interpreted.

**ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ F-ОБЛАСТИ ИОНОСФЕРЫ:
РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ НА ХАРЬКОВСКОМ РАДАРЕ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЙЯНИЯ**

Л.Я. Емельянов, А.Е. Мирошников, Л.Ф. Черногор

Институт ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина
iion@kpi.kharkov.ua

**DYNAMIC PROCESSES IN THE IONOSPHERIC F REGION:
RESULTS OF MEASUREMENTS AT KHARKIV INCOHERENT SCATTER RADAR**

L.Ya. Emelyanov, A.E. Miroshnikov, L.F. Chernogor

Institute of Ionosphere NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

В докладе рассматриваются высотные, временные и сезонные вариации вертикальной компоненты скорости движения ионосферной плазмы V_z . Приводятся результаты измерения V_z во время редких событий (ионосферных бурь, солнечных затмений и т.п.), а также результаты расчета составляющих вертикальной скорости, обусловленных процессами диффузии и переноса плазмы нейтральным ветром. Обычно в дневное время на высотах вблизи и ниже максимума ионизации плазма движется вниз ($V_z < 0$) и V_z принимает значения $-40-0$ м/с, а на высотах выше максимума ионизации $V_z > 0$. Высота, на которой V_z изменяет свой знак, зависит от солнечной активности и близка к 500 км. Наибольшие значения $|V_z|$ имеют место в околополуденное время. Ночью на всех исследуемых высотах $V_z < 0$. Утром наблюдается экстремум во временных вариациях V_z . Его величина растет с высотой.

The altitude, temporal and seasonal variations of the vertical component of ionosphere plasma drift velocity V_z are considered in the report. The results of plasma velocity measurements during infrequent events (ionospheric storms, solar eclipses etc.), and the results of calculations of vertical velocity components due to diffusion and transfer of plasma by neutral wind are presented. Usually in the daytime plasma moves down ($V_z < 0$), and V_z takes values $-40-0$ m/s at altitudes near and below the ionization maximum, and $V_z > 0$ at altitudes above the ionization maximum. Height at which V_z changes its sign depends on solar activity and is near 500 km. The largest values of $|V_z|$ occur at noon. At night $V_z < 0$ at all investigated altitudes. There is an extremum in V_z temporal variations in the morning. Its value increases with altitude increasing.

**ДИНАМИКА F-ОБЛАСТИ ИОНОСФЕРЫ ПРИ СОЛНЕЧНОМ ЗАТМЕНИИ
В ХАРЬКОВЕ 4 ЯНВАРЯ 2011 г.**

Д.А. Дзюбанов, Л.Я. Емельянов, А.Е. Мирошников

Институт ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина
iion@kpi.kharkov.ua

**DYNAMICS OF THE IONOSPHERIC F REGION OVER KHARKIV DURING THE SOLAR ECLIPSE
OF 4 JANUARY 2011**

D.A. Dzyubanov, L.Ya. Emelyanov, A.E. Miroshnikov

Institute of Ionosphere NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Представлено сопоставление вариаций ионосферных параметров во время солнечного затмения 4 января 2011 г. и в контрольный день 5 января 2011 г. При использовании данных по высотному распределению электронной концентрации, температуре заряженных частиц и вертикальной скорости движения плазмы рассчитаны вертикальные компоненты скоростей диффузии и увлечения плазмы термосферным ветром. Обнаружено существенное уменьшение направленной вверх скорости диффузии во время затмения. Это явление обусловлено уменьшением скорости ионообразования и охлаждением электронно-ионного газа, проявившимися в уменьшении высотных градиентов электронной концентрации и температуры плазмы в F-области ионосферы.

A comparison of variations of ionospheric parameters obtained during a solar eclipse on January 4, 2011, and the control day, January 5, 2011 is presented. The vertical velocities of diffusion and plasma transport by thermospheric wind was calculated using data on the altitudinal distribution of electron density, charged particles temperature and vertical plasma velocity. Significant decreasing of the upward diffusion velocity during the eclipse was founded. This phenomenon occurs due to decreasing of ion production rate as well as cooling of electron-ion gas and cause reducing of the electron density and plasma temperature altitudinal gradients in the ionospheric F-region.

**СТРУКТУРА ПЕРИОДИЧЕСКИХ ПУЛЬСАЦИЙ РС1
ПРИ НАЛИЧИИ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ В ПЛАЗМЕ**

О.С. Михайлова, Д.Ю. Климушкин, П.Н. Магер

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

**STRUCTURE OF PC1 PERIODIC PULSATIIONS,
GIVEN HEAVY IONS IN PLASMA**

O.S. Mikhailova, D.Yu. Klimushkin, P.N. Mager

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

Доклад посвящен УНЧ-колебаниям в космической плазме с примесью тяжелых ионов. Частота колебаний предполагается порядка гирочастоты тяжелых ионов (диапазон Pc1). Подробно рассматривается продольная структура (вдоль силовых линий магнитного поля) колебаний: области прозрачности и непрозрачности. Рассматривается случай квазипоперечного распространения ($k_{\perp} \gg k_{\parallel}$). Найдено, что на экваториальной части силовой линии имеется резонатор, который служит резервуаром энергии. Резонатор отделен от околоионосферных областей широкими областями непрозрачности. Представляет интерес тот факт, что часть энергии туннелирует сквозь область непрозрачности из резонатора и попадает в околоионосферную область, где образуется стоячая волна. Частота волны определяется собственными частотами резонатора. В результате того, что эти частоты незначительно отличаются друг от друга, формируются биения, очень похожие на характерную структуру жемчужин.

The report deals with the ULF-waves in space plasma with the admixture of the heavy ions. The frequency of oscillations is supposed to be of the order of the heavy ion gyrofrequency (the range of Pc1 pulsations). The longitudinal structure of oscillations (along magnetic field lines) is considered in detail: the transparent and opaque regions are determined. The case of the quasi-transverse propagation ($k_{\perp} \gg k_{\parallel}$) is considered. A resonator is found at the equatorial part of the field line, which serves as a wave energy reservoir. Part of the wave energy tunnels through the opaque region from the resonator and gets to the near-ionosphere region, where a standing wave is formed. The wave frequency is determined by the resonator eigenfrequencies. At the result from the resonator's eigenfrequencies are very close to each other the beats are formed which resembles the characteristic structure of the Pc1 pearls.

**СВЯЗЬ ВНЕЗАПНЫХ АВРОРАЛЬНЫХ АКТИВИЗАЦИЙ И ГЕОМАГНИТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ
ВО ВРЕМЯ ВНЕЗАПНОГО НАЧАЛА МАГНИТНОЙ БУРИ**

¹А.В. Моисеев, ¹В.А. Муллаяров, ¹С.Н. Самсонов, ²А. Ду

¹Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск, Россия,
moiseyev@ikfia.ysn.ru

²Институт геологии и геофизики КАН, Пекин, Китай

**THE RELATIONSHIP BETWEEN SUDDEN AURORAL ACTIVATIONS AND GEOMAGNETIC
PULSATIIONS DURING MAGNETIC STORM SUDDEN COMMENCEMENT**

¹A.V. Moiseyev, ¹V.A. Mullayarov, ¹S.N. Samsonov, ²A. Du

¹Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS, Yakutsk, Russia

²Institute of Geology and Geophysics CAS, Beijing, China

По данным глобальных геомагнитных, радиофизических и спутниковых наблюдений рассмотрены внезапные авроральные активизации (SA) – бухтообразные возмущения геомагнитного поля. Обнаружено, что SA сопровождаются возбуждением геомагнитных пульсаций с периодом 3–5 мин в секторе 9–10 MLT на широтах $\Phi' = 66–71^\circ$. В большинстве событий пульсации регистрировались в фазе на разнесенных по долготе станциях, в отдельных событиях отмечалось азимутальное распространение колебаний в солнечном направлении. Пульсации и SA сопровождалась генерацией ОНЧ-излучения и высыпанием энергичных частиц.

Обсуждаются механизмы одновременной генерации SA и геомагнитных пульсаций, а также ускорения частиц во время этих явлений.

By global geomagnetic, radiophysics and satellite observations the sudden auroral activations (SA) – bay-like disturbances of the geomagnetic field were analyzed. It was found that SA by excitation of geomagnetic pulsations with a period of 3–5 minutes in the 9–10 MLT sector at latitudes $\Phi' = 66–71^\circ$ were accompanied. In most of the events pulsations were recorded in phase at longitudinally extended stations, in individual events it was noted the azimuthal propagation of pulsations in the solar direction. Pulsations and SA were accompanied by the generation of VLF emission and energetic particles precipitation. The mechanisms of simultaneous generation of SA and geomagnetic pulsations, as well as the acceleration of particles during these phenomena are discussed.

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗЕМНОЙ МАГНИТОСФЕРЫ
С СОЛНЕЧНЫМ ВЕТРОМ ПРИ ПОМОЩИ МОДИФИЦИРОВАННОГО
СЕТОЧНО-ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО МЕТОДА
НА ОСНОВЕ АДАптиРУЮЩЕЙСЯ ПОД РЕШЕНИЕ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СЕТКИ**

Е.А. Молоков, М.О. Васильев, А.С. Холодов

Московский физико-технический институт, Москва, Россия
Eugene.molokov@gmail.com

**SOLVING PROBLEM OF THE SOLAR WIND INTERACTION WITH THE EARTH'S
MAGNETOSPHERE BY EMPLOYING THE MODIFIED GRID-CHARACTERISTIC METHOD
IN THE HIERARCHICAL GRID ADAPTED TO SOLUTION**

E. Molokov, M. Vasiliev, A. Kholodov

Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russia

За прошедшие 50 лет космической эпохи человечество сделало огромный шаг в освоении космического пространства, произведя сотни запусков искусственных спутников Земли. Существенной проблемой эксплуатации спутников является их время жизни на околоземных орбитах, ограниченное вследствие воздействия космического излучения. Для определения необходимого уровня защиты спутников, а также для оперативного управления ими необходимы данные о характере распределения магнитогидродинамических параметров около Земли. Задачи этого класса являются одними из наиболее сложных задач современных численных методов – в литературе описано лишь несколько (BATSRUS, OpenGGCM и GUMICS) программных комплексов, решающих задачу обтекания земной магнитосферы с приемлемой точностью. Данная работа посвящена математическому моделированию взаимодействия магнитосферы Земли с солнечным ветром.

В основу разработанного вычислительного метода решения уравнений МГД положены метод Роу со вторым порядком аппроксимации, а также ячейки Йе, обеспечивающие солениодальность магнитного поля. Разработанный метод применяется на адаптирующей сетке и обладает консервативностью по массе и импульсу. При решении задачи обтекания магнитосферы Земли одной из главных проблем становится резкий градиент магнитного поля вблизи поверхности Земли, приводящий к значительным численным ошибкам. В ходе решения задачи обтекания фоновое магнитное поле вынесено из уравнений МГД и производится расчет его влияния на возмущение магнитного поля.

For pasted 50 years of Space Age humanity has made a giant step toward space development with hundreds of launching of the artificial Earth satellites. One of the crucial challenges of satellites operation is its lifetime at near-earth orbit that is limited by cosmic radiation influence. For satellites shielding and for its operational control the data about magneto-hydro dynamical parameters distribution around the Earth is required. Solution of tasks of this type is one of the most complicated sphere of modern calculating methods – only few (BATSRUS, OpenGGCM and GUMICS) software packages, described in literature, can solve the flow problem with the appropriate accuracy. This paper devotes to mathematical modeling of the Earth magnetosphere and sun wind interaction.

Roe method of the second order of accuracy and Yee cell guaranteed magnetic field non-divergence are taken at the basis of developed calculating method of MHD equations solution. Developed method is applied on adapted to the solution hierarchical grid and is conservative in mass and momentum. In solving the flow problem around the Earth one of the most important problem is a sharp gradient near Earth surface that results in big computational errors. In the developed method strong background magnetic field is excluded from MHD equations its impact on the magnetic field disturbance is accounted.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КАСКАДНОЙ КРИВОЙ
ШИРОКИХ АТМОСФЕРНЫХ ЛИВНЕЙ ПО ДАННЫМ СТЕРЕОНАБЛЮДЕНИЙ**

В.П. Мохначевская, С.П. Кнуренко, И.Е. Слепцов, З.Е. Петров

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

**PRELIMINARY RESULTS OF RECONSTRUCTION OF THE CASCADE CURVE OF EXTENSIVE
AIR SHOWERS USING STEREO OBSERVATION DATA**

V.P. Mokhnachevskaya, S.P. Knurenko, I.Ye. Sleptsov, Z.E. Petrov

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

Исследование продольного развития широких атмосферных ливней (ШАЛ) на Якутской комплексной установке осуществляется тремя черенковскими дифференциальными детекторами на основе камеры-обскуры. Основным объектом исследования является каскадная кривая развития ШАЛ и, в частности, глубина максимума.

В работе приводятся краткое описание установки, методика анализа данных наблюдений и результаты восстановления каскадной кривой в индивидуальных событиях ШАЛ с энергией в интервале 10^{16} – 10^{18} эВ, а также средние глубины максимума развития ШАЛ. Экспериментальные данные сравниваются с расчетными значениями глубины максимума, полученными по моделям адронных взаимодействий типа QGSJETII-03, и делается оценка массового состава первичных частиц космических лучей.

The study of longitudinal development of extensive air showers (EAS) at the Yakutsk complex array is implemented with three Cherenkov differential detectors based on a camera obscura. The main object of research is the cascade curve of EAS development and, in particular, the depth of maximum.

The paper gives a brief description of the array, method of analysis of observational data and results of reconstruction of the cascade curve in individual EAS events with energy in the range of 10^{16} – 10^{18} eV, and also average depths of maximum development of EAS. The experimental data are compared with the calculated values for the depth of maximum obtained in simulations performed within the framework of hadronic interaction models of the type QGSJETII-03, and the estimation of the mass composition the primary particles cosmic rays is made.

ЗОНДИРОВАНИЕ ИОНОСФЕРЫ, ВОЗМУЩЕННОЙ МОЩНЫМ КВ-РАДИОИЗЛУЧЕНИЕМ, СИГНАЛАМИ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

¹В.Е. Куницын, ¹Е.С. Андреева, ²В.Л. Фролов, ²Г.П. Комраков, ¹М.О. Назаренко, ¹А.М. Падокhin

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

²Научно-исследовательский радиофизический институт, Н. Новгород, Россия
padokhin@physics.msu.ru,

SOUNDING OF THE IONOSPHERE DISTURBED BY HF RADIO WAVES WITH NAVIGATION SATELLITE'S RADIO TRANSMISSIONS

¹V.E. Kunitsyn, ¹E.S. Andreeva, ²V.L. Frolov, ²G.P. Komrakov, ¹M.O. Nazarenko, ¹A.M. Padokhin

¹M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

²Radiophysical Research Institute, Nizhny Novgorod, Russia

В докладе приводятся результаты экспериментальных исследований свойств крупномасштабных возмущений плотности плазмы, создаваемых при нагреве F2-области ионосферы мощными КВ-радиоволнами. Измерения проводились на нагревном стенде «Сура» как в дневные часы, когда интенсивность искусственных возмущений обычно имеет достаточно низкий уровень, так и в ночных условиях. Диагностика неоднородностей осуществлялась с помощью зондирования возмущенной области ионосферы сигналами навигационных ИСЗ системы GPS, а также сигналами низкоорбитальных навигационных систем «Парус»/TRANSIT.

In the report we present experimental results of the studies of large-scale plasma density irregularities generated in the ionosphere F2-region, which was modified by powerful HF radio waves. The considered measurements were carried out at the Sura heating facility under daytime conditions, when plasma perturbations have usually low intensity and some peculiarities of its generation, and under nighttime conditions. Signals of GPS navigation satellites as well as signals of low-orbital navigational satellites Parus/TRANSIT were used for diagnostics of the irregularities.

ВОЗМУЩЕНИЯ СРЕДНЕШИРОТНОЙ ИОНОСФЕРЫ, ВЫЗВАННЫЕ УДАЛЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ МОЩНОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ И СОЛНЕЧНЫМ ТЕРМИНАТОРОМ

И.Ф. Домнин, С.В. Панасенко, Л.Ф. Черногор

Институт ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина
iion@kpi.kharkov.ua

DISTURBANCES IN THE MIDLATITUDE IONOSPHERE CAUSED BY THE REMOTE IMPACT OF HIGH POWER RADIO WAVES AND BY SOLAR TERMINATOR

I.F. Domnin, S.V. Panasenko, L.F. Chernogor

Institute of Ionosphere NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Целью работы является описание и анализ временных зависимостей относительных вариаций электронной концентрации на высотах 150–500 км по данным харьковского радара некогерентного рассеяния. Данные получены в период работы мощного нагревного стенда «Сура» и после ее окончания на фоне прохождения вечернего солнечного терминатора в пункте наблюдения и в магнитосопряженной области. Заметим, что стенд «Сура» удален от места наблюдения на расстояние около 1000 км. Эксперименты по модификации ионосферы проводились 20–23 сентября 2010 г. с 12:50 до 17:40 UT. На высотах 200–300 км через 60–90 мин по-

сле первого включения нагревного стенда возникало колебание с периодом около 30 мин, который соответствовал циклическому режиму работы стенда, и относительной амплитудой 0.08–0.1. Также возникли колебания с периодами около 60, 90 и 120 мин. Их амплитуда достигла 0.15–0.20 после прохождения солнечных терминаторов. Имело место различие в поведении исследуемых временных вариаций в период работы стенда и в фоновые интервалы времени.

This report is aimed at description and analysis of time dependences of related variations in electron concentration at the heights of 150–500 km from Kharkiv incoherent scatter radar data. The data were obtained during and after high power “Sura” facility experiments with solar terminator moving through the observation site and magnetically conjugate region. Note that the “Sura” facility is located at the distance of 1000 km from the observation site. The experiments to modify the ionosphere were conducted on September 20–23, 2010 between 12:50 and 17:40 UT. The oscillation with a period of near 30 min that correspond to facility cyclic operation and with relative amplitude of 0.08–0.10 was at the heights of 200–300 km 60–90 min after the first heating start. The oscillations with periods of 60, 90 and 120 min were also. Their amplitude reached 0.15–0.20 after the moving of solar terminators. There was a difference in behavior of studied time variations during high power facility experiments and during undisturbed time intervals.

ОБНАРУЖЕНИЕ И ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ СОЛИТОНОВ ОГИБАЮЩЕЙ В ВАРИАЦИЯХ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

С.В. Панасенко, Л.Ф. Черногор

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, Харьков, Украина
Leonid.F.Chernogor@univer.kharkov.ua

DETERMINATION AND ESTIMATION OF PARAMETERS OF ENVELOPE SOLITONS IN GEOMAGNETIC FIELD VARIATIONS

S.V. Panasenko, L.F. Chernogor

Vasyl Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Солитоноподобные отклики могут иметь место в ионосфере и геомагнитном поле под действием естественных и искусственных высокоэнергичных процессов. Целью доклада является применение алгоритмов теории оптимального обнаружения и оптимального оценивания для выявления экспериментально зарегистрированных вариаций горизонтальных компонент геомагнитного поля в виде солитонов огибающей на фоне гауссовского шума. При решении задачи обнаружения были получены аналитические выражения для критерия обнаружения, а также для вероятностей ложной тревоги и пропуска сигнала. Оценка параметров солитона огибающей проводилась по методу максимума правдоподобия. Были проанализированы временные зависимости флуктуаций Н- и D-компонент геомагнитного поля в период сильнейшей геокосмической бури 7–10 ноября 2004 г. Продемонстрировано, что солитоноподобный отклик имел место в обеих горизонтальных компонентах примерно в одно и то же время. Период колебания составил около 13 мин, амплитуда – 17.3 и 35.3 нТл для Н- и D-компоненты соответственно. Этот процесс, скорее всего, вызван увеличением притока энергии из межпланетного магнитного поля в магнитосферу Земли.

Soliton-like responses can occur in the ionosphere and in the geomagnetic field under the influence of natural and artificial processes. This report is aimed at algorithm application of optimal detection and optimal estimation theory for the detection of experimentally recorded variations in horizontal components of geomagnetic field in the form of envelope solitons in the presence of Gaussian noise. The analytical expressions were obtained for detection criterion and for the probabilities of false alarm and signal omission as well. The estimation of envelope soliton parameters was accomplished using maximum likelihood. The time dependences of geomagnetic field H- and D-components fluctuations during the severe geospace storm on November 7–10, 2004 were analyzed. The soliton-like response was demonstrated to occur in both horizontal components approximately at the same time. The oscillation period was near 13 min. Its amplitude was equal to 17.3 and 35.3 nT for H- and D- component, respectively. This process is likely caused by increase of the energy inflow from the interplanetary magnetic field into the Earth's magnetosphere.

**ВОЗМОЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПУЛЬСИРУЮЩИХ ВЫСЫПАНИЙ ЧАСТИЦ
НА ШИРОТАХ SAR-ДУГИ**

С.Г. Парников, И.Б. Иевенко

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

**POSSIBLE MECHANISMS OF PULSATING PRECIPITATIONS
OF PARTICLES AT LATITUDES OF THE SAR ARC**

S.G. Parnikov, I.B. Ievenko

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 интенсивных суббурь на широтах SAR-дуги обычно наблюдаются всплески пульсаций свечения в эмиссии N_2^+ 427.8 нм с частотами 0.05–1 Гц. Эти всплески 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. В представленной работе выполнен анализ возбуждения гидромагнитных волн в результате развития циклотронной неустойчивости на энергичных ионах H^+ и O^+ , которые доминируют в составе кольцевого тока. Результаты дают основание полагать, что гидромагнитные волны, возбуждаемые на ионах O^+ кольцевого тока, вызывают пульсирующие высыпания энергичных электронов в области частот 0.05–1 Гц на широтах внешней плазмосферы.

Photometric observations at the Yakutsk meridian (CGMC: 55–60° N, 200° E) showed, that during intense substorms at the latitudes of SAR arc usually occur the luminosity pulsations in the 427.8 nm N_2^+ emission with frequencies of 0.05–1 Hz are usually observed. These pulsations map 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 as the result of modulates of pitch-angle diffusion and, accordingly, the particles flux in a losses cone with frequency of a wave. In the submitted paper the analysis of excitation of hydromagnetic waves in a result of cyclotron instability development on energetic ions H^+ and O^+ which dominate in the ring current. Results give the basis to suppose, that the hydromagnetic waves raised on ions O^+ of a ring current cause the pulsating precipitations of energetic electrons in the region of 0.05–1 Hz at the latitudes of outer plasmasphere.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМУЩЕНИЙ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ НАД ЗОНАМИ
ДЕЙСТВИЯ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА**

А.С. Полякова, Н.П. Перевалова

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

**INVESTIGATION INTO TEC DISTURBANCES OVER TROPICAL CYCLONE ZONES
IN THE NORTHEASTERN PACIFIC OCEAN**

A.S. Polyakova, N.P. Perevalova

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

На основе данных фазовых измерений наземных двухчастотных приемников GPS и метеорологических данных архива NCEP/NCAR Reanalysis исследованы волновые возмущения полного электронного содержания (ПЭС) над зонами действия тропических циклонов (ТЦ). Исследование проводилось для шести циклонов различной мощности, действовавших в северо-восточной части Тихого океана в сентябре–ноябре 2005 г. Показано, что в периоды максимального развития циклонов над зонами их действия в ионосфере наблюдается усиление интенсивности колебаний ПЭС с различными диапазонами периодов. При этом амплитуда длиннопериодных колебаний превышает амплитуду короткопериодных более чем в два раза, однако динамика изменения интенсивности колебаний разных периодов совпадает. Наибольшая амплитуда вариаций ПЭС регистрируется, когда давление в центре ТЦ опускается до минимального значения, а площадь области пониженного давления максимальна. Интенсивность вариаций ПЭС оказывается выше, если в регионе действует несколько циклонов одновременно. Выявлено, что отклик ионосферы на ТЦ наблюдается только в те моменты, когда циклон достигает стадии урагана.

Wave disturbances of Total Electron Content (TEC) over tropical cyclones (TC) zones were investigated. The TEC data from international network of two-frequency ground-based GPS receivers and NCEP/NCAR meteorological archive data were used. The research was carried out for six different power cyclones acted in the Northeastern Pacific Ocean in September-November 2005. It is shown that intensification of wave TEC variation of different period ranges is observed during maximum cyclones stage. Long-period variation amplitude more than twice exceeds short-period variation one; however the dynamics of variation intensity changes coincides. The greatest TEC variation amplitude is registered when pressure in cyclone center has a minimal value and low-pressure area is maximal. The increase of TEC disturbance intensity appears more evident if several cyclones act in a region simultaneously. It is revealed that ionospheric response on TC is only observed when cyclone reaches the hurricane stage.

ОСОБЕННОСТИ СБОЕВ СИГНАЛА GPS В СПОКОЙНЫХ УСЛОВИЯХ

¹А.А. Пушнин, ^{1,2}Ю.В. Ясюкевич

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

yasukevich@iszf.irk.ru

CHARACTERISTIC FEATURES OF GPS PHASE SLIPS UNDER QUIET CONDITIONS

¹A.A. Pushnin, ^{1,2}Yu.V. Yasyukevich

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

В работе анализируются данные по сбоям сопровождения фазы несущей вспомогательной частоты L2 системы GPS. Особое внимание уделяется угловым характеристикам сбоев (относительно магнитного поля). Анализ угловых диаграмм сбоев показал, что в спокойных условиях увеличение числа сбоев наблюдается для лучей «приемник – спутник GPS», составляющих с локальным вектором магнитного поля на высоте ионосферы углы $\sim 90^\circ$ и $\sim 15^\circ$. Суммарная за сутки плотность сбоев на частоте L2 составляет при этом $\sim 3\%$ и $\sim 1.5\%$ соответственно ($\sim 1\%$ и 0.6% на частоте L1).

In the paper we analyzed L2 GPS phase slips. Special attention is devoted to angular (against magnetic field) characteristics of slips. Analysis of angular slips diagrams revealed that increasing of slips corresponds to angles between line-of-sight and local magnetic field vector $\sim 90^\circ$ and $\sim 15^\circ$. Corresponding total daily GPS L2 slip densities are $\sim 3\%$ and 1.5% ($\sim 1\%$ and 0.6 for GPS L1).

СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛИТОСФЕРНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Д.В. Санников, В.Н. Уваров, Г.И. Дружин

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Паратунка, Россия

vilgusi@mail.ru

SPECTRAL PROPERTIES OF ELECTROMAGNETIC RADIATION OF LITHOSPHERIC ORIGIN

D.V. Sannikov, V.N. Uvarov, G.I. Druzhin

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

Разработан метод регистрации, позволяющий выделять сигналы электромагнитного излучения источников, расположенных в ближней зоне, наиболее вероятными из которых в сейсмоактивных регионах являются источники литосферного происхождения. Изложены основы и обоснование метода и краткое описание его особенностей. Проанализированы результаты обработки первых экспериментальных измерений электромагнитного поля в регионе с малым уровнем техногенных помех и высоким уровнем микросейсмической активности, представлена предварительная классификация этих сигналов.

A method for registration, which allows to provide signals of electromagnetic radiation sources in the near zone, the most likely of which are in seismically active regions are sources of lithospheric origin has been developed. The foundations and justification of the method and a brief description of its features. Analyzed the results of processing the first experimental measurements of the electromagnetic field in a region with low levels of man-made interference and a high level of microseismic activity, and presents a preliminary classification of these signals.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАРИАЦИЙ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ПО ДАННЫМ ГЛОНАСС

П.В. Татаринов, Ю.В. Ясюкевич, С.В. Воейков

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

VARIATIONS IN THE TOTAL ELECTRON CONTENT AS DEDUCED FROM GLONASS DATA

P.V. Tatarinov, Yu.V. Yasyukevich, S.V. Voeykov

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

Исследования ионосферных процессов с помощью GPS ведутся во многих странах мира на протяжении последних десяти лет, в то время как подобных работ по данным ГЛОНАСС практически не проводилось. Причиной этого являлись малое количество спутников и малочисленная сеть приемников ГЛОНАСС. За последние годы спутниковая группировка ГЛОНАСС прилично выросла и достигла ~20 спутников (в GPS – около 30). Кроме того, сейчас в общем доступе появилось более 300 совмещенных GPS-ГЛОНАСС-приемников по всему миру. Появилась необходимость в специализированном программном пакете, позволяющем обрабатывать данные ГЛОНАСС для получения геофизической информации. В ИСЗФ СО РАН такой пакет был создан и протестирован. В докладе представлены методы и алгоритмы работы пакета, результаты его тестирования, ключевые особенности данных ГЛОНАСС и их отличие от GPS.

For the last 10 years many works devoted to study of the ionosphere using GPS data were published around the world but there were almost not the same works based on GLONASS data. The main reasons were small number of satellites and scarce network of GLONASS receivers. But recently number of GLONASS satellites has been grown considerably and comes to about 20 (for GPS is about 30). In addition now there are more than 300 mixed GPS-GLONASS receivers which data shared in Internet. So specialized program complex for GLONASS data to be processed to gain geophysical information is needed. Such a complex was created and tested in ISTP SB RAS. Methods and algorithms of the complex and its testing results as well as key points of GLONASS data and their difference from GPS data are presented in this report.

РАЗРАБОТКА ЧЕРЕНКОВСКОГО ТЕЛЕСКОПА ДЛЯ ЯКУТСКОЙ УСТАНОВКИ ШАЛ

А.А. Иванов, Л.В. Тимофеев

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

DEVELOPMENT OF THE CHERENKOV TELESCOPE FOR YAKUTSK EAS ARRAY

A.A. Ivanov, L.V. Timofeev

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

В этом докладе рассматривается метод детектирования черенковского света, излучаемого широкими атмосферными ливнями (ШАЛ) космических лучей (КЛ), изложены цели и задачи проекта разработки новых черенковских телескопов, которые будут работать в составе Якутской установки ШАЛ, в сравнении с существующими проектами. В основе проекта лежит идея применения черенковских телескопов, используемых в гамма-астрономии, адаптированных к области энергий выше 10^{15} эВ, работающих совместно с наземной установкой ШАЛ. Моделирование углового и временного распределения черенковского сигнала от ливня представлено здесь для того, чтобы дать представление о возможности идентификации частиц КЛ, инициирующих ШАЛ. В результате выполнения проекта будет создан качественно новый прибор для изучения ШАЛ – дифференциальный детектор черенковского света с круговым обзором, расширяющий возможности изучения массового состава КЛ с помощью Якутской установки ШАЛ. Работы над телескопом находятся на стадии создания прототипа и отработки методики измерений с учетом всех особенностей проекта.

In this presentation an atmosphere Cherenkov light detection technique is considered and existent projects and the planned ones are compared. The fundamental idea is to use reduced in size Cherenkov telescopes that are used in gamma astronomy at energy range above 10^{15} eV, which operates simultaneously with ground Extensive Air Shower (EAS) array. Simulations of angular and time distribution of Cherenkov light EAS signal are presented here to introduce possibilities of identification of initiating primary particles.

As a result of the given work we are planning to create a novel device for EAS investigation – a differential Cherenkov light detector with the round field of view increasing abilities of Yakutsk EAS array to research nuclear composition of cosmic rays.

The telescope is being constructed according to all characteristics of the project.

**ОРГАНИЗАЦИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ МАГНИТНЫХ ВАРИАЦИЙ
НА КОРДОНЕ БАЙГАЗАН АЛТАЙСКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

А.Ю. Гвоздарев, А.И. Бакиянов, А.А. Бетев, Е.О. Учайкин

Горно-Алтайский государственный университет, Горно-Алтайск, Россия
evgeniy_uch@mail.ru

**CONTINUOUS REGISTRATION OF MAGNETIC VARIATIONS
AT BAYGAZAN LOCATED IN THE ALTAY BIOSPHERE RESERVE**

A.Yu. Gvozdarev, A.I. Bakiyanov, A.A. Betyov, E.O. Uchaykin

Gorno-Altaysk State University, Gorno-Altaysk, Russia

С 03.12.2009 г. на Алтае начала непрерывную регистрацию *DHZ*-вариаций магнитного поля Земли новая геомагнитная станция Байгазан (BGZ). Станция расположена на территории Алтайского государственного природного биосферного заповедника на кордоне Байгазан (Телецкое озеро, $51^{\circ} 45.596' N$, $87^{\circ} 25.916' E$) и удалена от промышленных районов и транспортных магистралей, что позволяет получать записи с очень низким уровнем шума (0.01 нТл). Цифровая магнитовариационная станция «Кварц-3ЕМ» установлена в вариационном павильоне, изготовленном из немагнитных материалов. Для нее был разработан цифровой регистратор на основе 16-битного контроллера PIC24HJ128GP. Регистрация трех компонент магнитного поля и температуры производится с частотой 5 Гц на MMC/SD-флеш-карту емкостью 2 Гб, каждая запись является результатом усреднения десяти замеров. Полное потребление системы около 4 Вт. На станции используются пассивная система термостабилизации и энергосистема на основе солнечных батарей и ветрогенератора.

Since 03.12.2009 a new geomagnetical station Baygazan (BGZ) started continuous registration of *DHZ*-variations at Altay. Station is placed on the territory of the Altay Biosphere Reserve (cordon Baygazan, $51^{\circ} 45.596' N$, $87^{\circ} 25.916' E$) and is removed from industrial facilities and transportation routes. Digital quartz magnetometer «Quartz-3EM» have been installed in variation hut of nonmagnetic materials. A new digital recorder based on 16 bit controller PIC24HJ128GP have been designed by Robotics laboratory of Gorno-Altaysk State University. Registration of *D,H,Z* – components with low noise amplitude (0.01 nT) and temperature possesses at frequency of 5 Hz on a removable MMC/SD flash memory card of 2 GB capacity, each record is the result of 10 measurements averaging. Power consumption of the whole system is about 4 watts, operating temperature range of recorder is $-40...+50^{\circ} C$, one for block amplifiers is $-10...+50^{\circ} C$. Passive system of thermal stabilization and solar and wind power systems are used at station.

**ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНЕЙ ИОНОСФЕРЫ
ПО ДАННЫМ РАДАРА НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ И ПЭС,
ПОЛУЧЕННОГО СИСТЕМОЙ GPS**

Д.С. Хабитуев, Б.Г. Шпынев

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
hodbit@mail.ru

**ESTIMATING PARAMETERS OF THE OUTER IONOSPHERE FROM DATA OF
INCOHERENT SCATTER RADAR AND TEC GPS**

D.S. Khabituev, B.G. Shpynev

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

В работе исследуются вариаций параметров внешней ионосферы путем совместного анализа данных Иркутского радара некогерентного рассеяния и полного электронного содержания (ПЭС), полученного приемниками навигационной спутниковой системы GPS. В качестве аналитического описания используется модифицированная модель простого слоя, в которой учтены динамические процессы, связанные с нейтральным ветром, а также параметры переходной области между атомарным кислородом и протоносферой. На основе данной модели проведена оценка вклада полного электронного содержания протоносферы в общее ПЭС GPS, а также исследована динамика границы перехода O^+/H^+ . Показано, что относительный вклад плазмосферы в общее ПЭС может составлять более 30 % и должен учитываться при анализе вариаций ПЭС GPS.

The investigation of the top side ionosphere parameters by the data of the Irkutsk incoherent scattering radar and Total Electron Content (TEC) have been done in this work. TEC is obtained by the Global Positioning System receiver. The modified model of simple layer is used for analytical description. This model takes account of dynamic processes which connect up neutral winds and characteristics of the transition zone between atomic oxygen and protonosphere. On the basis of this model, the contribution of the protonosphere TEC in the general (TEC) GPS

has been estimated. And the dynamic of the transition boundary O^+/H^+ has been researched. The relational contribution of the plasmasphere in general TEC is allowed to make up more 30 % and it has to take account of the analysis variations TEC GPS.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРНОГО СЛОЯ F2
НА ОСНОВЕ ДАННЫХ 75-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА
НА ТОМСКОЙ ИОНОСФЕРНОЙ СТАНЦИИ**

Р.К. Хаитов, А.Н. Борисевич, С.А. Колесник, А.Г. Колесник

Томский государственный университет, Томск, Россия
hrk@mail.tsu.ru

**STUDY OF VARIATIONS IN THE F2-LAYER PARAMETERS WITH THE USE OF 75-YEAR
MONITORING DATA PERFORMED AT TOMSK IONOSPHERIC STATION**

R.K. Khaitov, A.N. Borisevich, S.A. Kolesnik, A.G. Kolesnik

Tomsk State University, Tomsk, Russia

Целью работы является подтверждение на ряде данных Томской ионосферной станции (ТИС), включающем полных шесть 11-летних циклов солнечной активности, основных закономерностей долгопериодных вариаций параметров среднеширотной ионосферы, подтверждение зависимости электронной концентрации области F2 ионосферы от солнечной активности (СА) и расчет коэффициентов кросскорреляции и регрессии.

В результате анализа данных Томской ионосферной станции за период с 1936 по 2010 г. получены следующие результаты:

1. Показано, что в качестве основной характеристики при представлении данных в мировую базу данных могут использоваться среднемесячные значения критических частот.
2. Установлено с использованием кросскорреляционного анализа запаздывание реакции ионосферы на солнечную активность с задержкой в трое суток, коэффициент корреляции между f_0F2 и W равен 0.73. В первом приближении регрессия хорошо описывается параболой, нелинейность сохраняется до значений $W=50-75$.

The aim is to confirm the data on the number of Tomsk ionospheric station (TIS), which includes a full six 11-year cycles of solar activity, the basic laws of long-term variations in the parameters of mid-latitude ionosphere, confirmation of the dependence of the electron density of the ionosphere F2 region of the solar activity (SA) and calculating the crosscorrelation and regression.

As a result of data analysis Tomsk ionospheric station for the period from 1936 to 2010 produced the following results:

1. It is shown that the main characteristic of presenting the data in the global database could be used monthly averages of critical frequencies.
2. Set using Crosscorrelation analysis, the delay response of the ionosphere on the solar activity with a delay of 3-th day, the correlation coefficient between f_0F2 and W is equal to 0.73. In a first approximation, regression is well described by a parabola, linearity is preserved up to values of $W=50-75$.

**НАБЛЮДЕНИЯ УМЕРЕННОЙ ИОНОСФЕРНОЙ БУРИ 20–21 ЯНВАРЯ 2010 г.
НА ХАРЬКОВСКОМ РАДАРЕ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ**

И.Ф. Домнин, С.В. Харитонова, Л.Ф. Черногор

Институт ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина
iion@kpi.kharkov.ua

**OBSERVATION OF THE MODERATE IONOSPHERIC STORM WITH KHARKIV INCOHERENT
SCATTER RADAR ON 20–21 JANUARY 2010**

I.F. Domnin, S.V. Kharitonova, L.F. Chernogor

Institute of Ionosphere NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Приведены результаты анализа вариаций параметров геокосмической плазмы в период весьма умеренной магнитной бури 20–21 января 2010 г. Наблюдения проводились с помощью радара некогерентного рассеяния в Харькове. Магнитная буря сопровождалась ионосферным возмущением с отрицательной фазой. Найдены количественные показатели ионосферных возмущений. На основе концентрации электронов, температуры электронов и ионов, а также скорости движения плазмы проведено моделирование процессов, сопутствовавших магнитной буре.

Представлены результаты сравнительного анализа параметров данной бури с параметрами более сильных геомагнитных бурь, которые отличаются по интенсивности и характеру прохождения.

Analysis results of variations of ionospheric plasma parameters for the highly moderate magnetic storm on January 20–21, 2010 are presented. The observations were performed out by the Kharkiv incoherent scatter radar. The magnetic storm was accompanied by ionosphere storm with negative phase. Numerical indices of ionosphere perturbations are received. The modeling of processes, which had accompanied to magnetic storm, is carried out on the base of the electron density, the temperature of electrons and ions and also the velocity of plasma moving.

Comparative analysis results of the parameters of the present storm with parameters of more strong geomagnetic storms, which differ in the intensity and the passing character, is presented.

**ИОНОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕЧЕНИЕ ЗИМНЕГО СОЛНЦЕСТОЯНИЯ 2010 г.:
РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ НА ХАРЬКОВСКОМ РАДАРЕ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ**

И.Ф. Домнин, М.В. Ляшенко, С.В. Харитонова, Л.Ф. Черногор

Институт ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина
iion@kpi.kharkov.ua

**IONOSPHERIC PROCESSES DURING THE 2010 WINTER SOLSTICE:
OBSERVATIONAL RESULTS WITH KHARKIV INCOHERENT SCATTER RADAR**

I.F. Domnin, M.V. Lyashenko, S.V. Kharitonova, L.F. Chernogor

Institute of Ionosphere NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Представлены результаты исследования вариаций основных параметров геокосмической плазмы (концентрации электронов, температуры электронов и ионов) в период зимнего солнцестояния 2010 г. на фазе роста солнечной активности по данным Харьковского радара некогерентного рассеяния. Выявлены особенности поведения параметров геокосмической плазмы в указанный период.

Выполнены теоретические расчеты параметров физических процессов в ионосфере в период зимнего солнцестояния. Представлены результаты сравнительного анализа вариаций параметров геокосмоса в зимний период на фазах роста 23-го и 24-го циклов солнечной активности.

The research results of variations of primary geospace plasma parameters (electron density, electron and ion temperature) during the winter solstice 2010 on increase phase of solar activity are presented and based on the Kharkiv incoherent scatter radar data. The behavioral peculiarities of geospace plasma parameters in the appointed period are revealed.

The theoretical calculations of parameters of physical processes in the ionosphere during the winter solstice are performed. The results of comparison analysis of geospace parameters variations in the winter period on rise phase of 23th and 24th solar activity cycles are presented.

**СУБАВРОРАЛЬНЫЕ УНЧ-ВОЛНЫ В СЕКТОРЕ ИОНОСФЕРНОЙ БУРИ:
СВОЙСТВА И ВОЗМОЖНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ИОНОСФЕРУ**

М.А. Челпанов, Н.А. Золотухина

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

**SUBAURORAL VLF WAVES IN THE IONOSPHERIC STORM SECTOR:
PROPERTIES AND POSSIBLE IMPACT ON THE IONOSPHERE**

M.A. Chelpanov, N.A. Zolotukhina

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

По данным станций 210-го геомагнитного меридиана исследована пространственно-временная эволюция поля высокоширотных геомагнитных УНЧ-колебаний в ходе магнитных супербурь в ноябре 2004 г. Рассмотрены явления с периодами больше 120 с, главным образом квазимонохроматические колебания диапазона Pc5 (150–600 с). В анализируемых событиях они возникали при взаимодействии магнитосферы с разрывами и высокоскоростными областями солнечного ветра. Время прихода гелиосферных неоднородностей к магнитосфере Земли определялось по данным космических аппаратов ACE и WIND и уточнялось по внезапным импульсам (SI) и внезапным началам бурь (SSC). Установлены пространственно-временные соотношения между характеристиками УНЧ-волн, авроральных электроджетов и ионосферных возмущений, наблюдавшихся одновременно на расположенных близко магнитосферных и ионосферных станциях.

The spatial-temporal evolution of the field of high-latitude geomagnetic ULF-oscillations during November 2004 magnetic superstorms is investigated. We utilize data from the 210 geomagnetic meridian chain of observatories. Phenomena with periods of more than 120 s are considered. The main attention is given to quasi-monochromatic oscillations in the Pc5 range (150–600 s). In the analyzed events they occurred during the interaction of the magnetosphere with shocks and a high-speed domain of solar wind. Time of arrival of heliospheric irregularities to the Earth's magnetosphere are determined from the ACE and WIND spacecraft data and corrected using a sudden impulse (SI) and storm sudden commencements (SSC). Space-time relations are evaluated between the characteristics of ULF waves, auroral electrojets and ionospheric disturbances simultaneously observed at the closely spaced magnetospheric and ionospheric stations.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНЫХ БУРЬ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ КОРОТКИХ РАДИОВОЛН

В.В. Чуев, В.А. Иванова, И.Г. Брынько, И.Н. Поддельский

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

INFLUENCE OF MAGNETIC STORMS ON PROPAGATION OF HIGH-FREQUENCY RADIO WAVES

V.V. Chuyev, V.A. Ivanova, I.G. Brynko, I.N. Poddelsky

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

Исследование околоземного космического пространства в последние десятилетия представляет огромный научный и практический интерес. Начало космической эры дало толчок развитию спутниковых систем, систем связи, пилотируемых космических аппаратов, электронные компоненты которых подвержены воздействию магнитных бурь. Работа космических систем зависит от состояния среды, и это состояние необходимо прогнозировать. С помощью радиозондирования в коротковолновом диапазоне можно проводить наземные исследования состояния ионосферы Земли во время магнитных бурь.

В работе исследуются вариации максимальных наблюдаемых частот, зарегистрированных на трассах наклонного зондирования Магадан–Торы и Норильск–Торы во время двух магнитных бурь 24 сентября 2006 г. и 13 марта 2007 г. Проводится сравнение со спокойными геомагнитными условиями. Выявляются особенности вариаций критических частот F2-области ионосферы вдоль исследуемых трасс во время данных бурь.

Studying of near-Earth space during last decades offers great scientific and practical interest. Space era beginning stimulated the development of satellite systems, communication systems, manned spacecrafts, which electronic components are influenced by geomagnetic storms. Operation of space systems depends on environment condition. It is necessary to predict this condition. Using high frequency radiosounding it is possible to carry out ground investigations of Earth ionospheric condition during geomagnetic storms.

In this work we study variations of maximum observed frequencies recorded over oblique-incidence sounding paths Magadan–Tory and Noril'sk–Tory during two geomagnetic storms on September 24, 2006, and March 13, 2007. Comparison with quiet geomagnetic conditions is carried out. Peculiarities of F2-region critical frequencies variations over both investigated paths during these magnetic storms are revealed.

ВОЗБУЖДЕНИЕ МАГНИТОСФЕРНОГО МГД-РЕЗОНАТОРА НЕУСТОЙЧИВОСТЬЮ КЕЛЬВИНА–ГЕЛЬМГОЛЬЦА НА МАГНИТОПАУЗЕ

В.А. Мазур, Д.А. Чуйко

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
ninesmartcats@yahoo.com

EXCITATION OF MAGNETOSPHERIC MHD-RESONATOR BY THE KELVIN–HELMHOLTZ INSTABILITY IN THE MAGNETOPAUSE

V.A. Mazur, D.A. Chuiko

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

В рамках одномерно-неоднородной модели магнитосферы и прилегающей к ней области солнечного ветра аналитически исследована неустойчивость Кельвина–Гельмгольца. Показано, что наличие в магнитосфере МГД-резонатора (обусловленное ее неоднородностью и скачком параметров среды на магнитопаузе) решающим образом сказывается на свойствах неустойчивости. Колебания системы образуют дискретный набор собственных мод. Получены аналитические выражения для частоты и инкремента неустойчивости каж-

дой моды и для функций, описывающих ее пространственную структуру. Все эти величины как от параметра зависят от $\omega_w = k_t V_w$ – доплеровского сдвига частоты. Каждая мода имеет по параметру ω_w нижний порог неустойчивости и острый максимум инкремента на собственной частоте магнитосферного резонатора. Рассмотрены три случая: однородный ветер, ветер, в котором скорость звука при удалении от магнитопаузы растёт, и ветер, в котором она падает.

Kelvin-Helmholtz instability is analytically investigated in the frames of model of one-dimensionally inhomogeneous magnetosphere and adjacent area of solar wind. Presence of magnetospheric MHD-resonator (formed by inhomogeneity of magnetosphere and the jump of plasma parameters on the magnetopause) is shown to have large effect on the instability properties. The system is shown to have discrete set of eigenmodes. Analytic expressions for frequency and increment of each mode are obtained, as are functions that determine spatial structure of the modes. All these values depend on parameter $\omega_w = k_t V_w$ – the Doppler shift. Each mode has lower instability threshold depending on parameter ω_w and a sharp peak of the increment on the eigenfrequency of the magnetospheric resonator. Three cases are considered – uniform solar wind, solar wind with sound speed increasing with distance from the magnetopause, and solar wind with decreasing sound speed.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСНОВНЫХ ПРОЦЕССОВ СУББУРИ В ХОДЕ СУПЕРБУРИ 29.10.2003 г.

А.А. Шейфлер, М.В. Толочко, В.М. Мишин

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

SEQUENCE OF MAIN PROCESSES OF THE SUBSTORM DURING THE SUPERSTORM OF 29 OCTOBER 2003

A.A. Shevfler, M.V. Tolochko, V.M. Mishin

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

Работа посвящена уникальному по уровню возмущенности событию – супербуре 29 октября 2003 г. с индексом $AE_{\max} > 4000$ нТл. В ходе этого события датчики многих приборов на спутниках вышли из строя, поэтому сколько-нибудь полное описание названной супербури отсутствует в литературе. В связи с этим мы использовали технику инверсии магнитограмм (ТИМ), созданную в ИСЗФ. С шагом 1–5 мин был вычислен набор основных параметров глобальных электродинамических процессов в системе ионосфера–магнитосфера и выполнено полуколичественное описание развития этих процессов в интервале 4–9 UT 29.10.2003 г. Полученные результаты сопоставлены с ожидаемыми по существующей теории магнитосферных бурь.

This work is dedicated to the disturbance event – superstorm October 29, 2003 with a unique high level of index $AE_{\max} > 4000$ nT. During this event, sensors of many instruments on satellites were out of order. Therefore a more or less complete description of the named superstorm is absent in the literature. In this regard, we used the magnetogram inversion technique, MIT method that was created in ISTP. With the steps 1–5 minutes, the set of basic parameters of the global electrodynamic processes in the ionosphere-magnetosphere was calculated and a semi-quantitative description of these processes in the interval 4–9 UT, 29.10.2003 was performed. The results have been compared with those expected in the current theory of magnetospheric storms.

ДИНАМИКА МАГНИТНОГО ПОТОКА ДОЛЕЙ ХВОСТА МАГНИТОСФЕРЫ ЗЕМЛИ В ХОДЕ СУПЕРБУРИ 29.10.2003 г.

А.А. Шейфлер, М.В. Толочко, В.М. Мишин

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

MAGNETIC FLUX DYNAMICS IN TAIL LOBES OF THE EARTH'S MAGNETOSPHERE DURING THE SUPERSTORM OF 29 OCTOBER 2003

A.A. Shevfler, M.V. Tolochko, V.M. Mishin

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

Магнитный поток долей хвоста определяет значение потока электромагнитной энергии, поступающего в геомагнитосферу из солнечного ветра. Вопрос о линейном или нелинейном росте Ψ при увеличении активного электрического поля солнечного ветра E_m активно обсуждается в литературе, но пока не решен. Например, по данным Шухтиной и др. (2009) Ψ увеличивается линейно на $\sim 6 \cdot 10^8$ Вб с ростом E_m на каждые 5 мВ/м,

тогда как согласно Лопец (2009) вблизи уровня $1 \cdot 10^9$ Вб наступает насыщение Ψ .

В статьях, опубликованных в последние 10 лет, описаны бури в диапазоне $E_m \leq 5$ мВ/м. В отличие от этого мы использовали данные по супербуре 29.10.2003 г. с максимальным значением $E_m > 10$ мВ/м. Анализ выполнен на основе метода ТИМ, созданного в ИСЗФ, который позволяет определять значения Ψ на основе карт продольных токов, получаемых с шагом ~ 1 мин и погрешностью порядка 10 %. Наши данные подтверждают насыщение на уровне $\Psi \geq 1.25 \cdot 10^9$ Вб при $E_m \geq 5$ мВ/м.

The tail lobes magnetic flux Ψ determines variations of the electromagnetic energy flux entering into the Earth's magnetosphere from the solar wind. However, there are contradictions in literature on linear or nonlinear Ψ growth with an increasing of the solar wind active electric field E_m . For example, Shukhtina et al. (2005) had found a linear dependence of $\Psi(E_m)$, where Ψ is increased linearly by $\sim 6 \cdot 10^8$ Wb with growth of E_m by each 5 mV/m, but according to Lopez (2009) near level $10 \cdot 10^8$ Wb at $E_m \leq 5$ mV/m saturation of Ψ takes place.

In all above papers, the storms in the range $E_m \leq 5$ мВ/м were investigated. In contrast, we used the 29.10.2003 superstorm data with $E_m > 10$ мВ/м. The analysis is performed on the basis of MIT method that is created in the ISTP and allows determining the Ψ values by using the maps of the field-aligned currents with the steps 1 minute and errors ~ 10 %. Our data support the saturation at $\Psi \geq 1.25 \cdot 10^9$ Wb and $E_m \geq 5$ мВ/м.

ВАРИАЦИИ НЕЙТРАЛЬНОГО ВЕТРА В СРЕДНИХ ШИРОТАХ НА ВЫСОТАХ F2-СЛОЯ ИОНОСФЕРЫ В ПЕРИОД НИЗКОЙ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

А.А. Щербаков, А.В. Медведев, Д.С. Кушнарев

Институт солнечно-земной физики, Иркутск, Россия
scherbakov@iszf.irk.ru

VARIATIONS OF NEUTRAL WINDS IN THE F2 LAYER AT MIDDLE LATITUDES DURING LOW SOLAR ACTIVITY

A.A. Shcherbakov, A.V. Medvedev, D.S. Kushnarev

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

В исследованиях фундаментальных проблем физики ионосферы всегда большое внимание уделялось данным наблюдений в периоды низкой солнечной активности. Длительное «спокойное» состояние ионосферы дает возможность уточнить существующие представления о регулярных суточных и сезонных вариациях фонового нейтрального ветра. Период 2008–2009 гг. с этой точки зрения стал уникальным в истории аппаратных наблюдений, интервал крайне низкой активности Солнца охватил все сезоны года. Проведенные в этот период серии длительных непрерывных измерений на Иркутском радаре некогерентного рассеяния (ИРНР) позволили нам получить экспериментальные данные о закономерностях поведения ионосферных параметров с высокой статистической достоверностью.

В докладе представлено исследование длинных непрерывных рядов данных по скоростям дрейфа ионизированной компоненты плазмы вдоль луча зрения радара, приведены расчеты скоростей нейтрального меридионального ветра, а также скорости амбиполярной диффузии на высотах F2-слоя. Проанализирована среднесуточная динамика по сезонам года. Проведено сопоставление с результатами, полученными на других среднеширотных установках некогерентного рассеяния, а также с результатами моделирования.

In studies of the fundamental problems of the ionosphere physics has always paid much attention to the observational data during the low solar activity. Long "quiet" state of the ionosphere makes it possible to more accurately assess the current views on the regular daily and seasonal variations of the background neutral wind. Period 2008–2009, from this point of view, was unique in the history of hardware observations, the extremely low solar activity interval covered all seasons. Conducted during this period series of long continuous measurements at the Irkutsk Incoherent Scatter Radar (IRNR), allowed us to obtain experimental data concerning the behavior of ionospheric parameters with high statistical certainty. Thus, the report presents a study of long continuous series data of ionized component drift velocities along the radar line of sight, given the calculations of the neutral meridional wind velocities, as well as the rate of ambipolar diffusion on the heights of F2 layer, obtained by IRNR at low solar activity period at 2008–2009. Analyzed the average dynamics in each season of year. A comparison with results obtained in other mid-latitude incoherent scatter facilities, as well as with the simulation results, is shown.

**РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ГЕОМАГНИТНЫХ МИКРОПУЛЬСАЦИЙ
ЗА ПЕРИОД 1997–2011 г.**

М.А. Якимук, С.А. Колесник

Томский государственный университет, Томск, Россия
yua@mail.tsu.ru

RESULTS OF MONITORING OF GEOMAGNETIC MICROPULSATIONS FROM 1997 TO 2011

M.A. Yakimuk, S.A. Kolesnik

Tomsk State University, Tomsk, Russia

Геомагнитные пульсации представляют собой короткопериодные колебания геомагнитного поля и характеризуются квазипериодической структурой, занимая диапазон частот от тысячных долей герца до нескольких герц. В работе рассматриваются микропульсации геомагнитного поля типов Pc1–Pc5, зарегистрированные в Томске в период с 1997 по 2011 г. в режиме непрерывного мониторинга. С помощью спектральной обработки были получены колебания, из которых выявлялись устойчивые микропульсации заданных типов. Из частоты появления микропульсаций определено воздействие солнечной активности, времени суток и сезона года на микропульсации.

Geomagnetic pulsations represent short-period fluctuations of a geomagnetic field and are characterized by quasi-periodic structure, occupying a range of frequencies from thousand shares of hertz to several Hertz. In work micropulsations of a geomagnetic field of types Pc1–Pc5, fixed in the city of Tomsk from 1997 for 2011 in a mode of continuous monitoring are considered. By means of spectral processing fluctuations from which steady micropulsations of the set types came to light have been received. From frequency of occurrence of micropulsations have defined influence of solar activity, time of days and a season of year on a micropulsation.

СЕКЦИЯ С

Диагностика естественных неоднородных сред и конденсированные состояния

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОФИЛЯ И ОПТИЧЕСКОЙ ТОЛЩИНЫ АЭРОЗОЛЯ В АТМОСФЕРЕ МАРСА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАДИРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В БЛИЖНЕМ ИНФРАКРАСНОМ ДИАПАЗОНЕ

М.Д. Алов, А.В. Родин

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия
maximalov@gmail.com

EXAMINING THE TEMPERATURE PROFILE AND OPTICAL DEPTH OF MARTIAN AEROSOL, USING NADIR MEASUREMENTS IN THE NEAR-INFRARED RANGE

M.D. Alov, A.V. Rodin

Space Research Institute RAS, Moscow, Russia

Спектр теплового излучения (зависимость интенсивности излучения от длины волны), полученный при надирных измерениях атмосферы Марса в инфракрасном диапазоне вблизи полосы поглощения CO₂ 15 мкм, позволяет рассчитать высотную зависимость температуры атмосферы и полную оптическую толщину аэрозоля как функцию длины волны. Для этого производится численное решение уравнения переноса излучения с учетом собственного теплового излучения атмосферы и многократного рассеяния на аэрозоле. Полученный модельный спектр итерационно приближается к реальному спектру для выбранного географического места и сезона, который измерен космическим аппаратом на орбите Марса. В качестве параметра итераций выбирается вектор, составленный из температур и концентраций марсианского аэрозоля (пыль, водяной лед), определенных для набора узких атмосферных слоев с выполненным условием ЛТР на каждом из них.

The spectrum of thermal radiation (the intensity as a function of wavelength), received from nadir measuring of Martian atmosphere within the near-infrared range of broad CO₂ absorption band centered at 15 μm, allows us to calculate atmospheric temperature profile and total aerosol optical depth as a function of wavelength. To proceed, we perform the numerical solution of radiative transfer equation taking into account the intrinsic thermal radiation of the atmosphere and multiple scattering by aerosol. The resulting model spectrum is being approached iteratively to the real spectrum for the selected location and climate season, which has been measured by spacecraft orbiting Mars. The parameter of iterations is the vector of atmospheric temperatures and densities of Martian aerosol (dust and water ice), which are defined for a set of narrow atmospheric layers with the conditions of LTE on each of them.

КРАТКОСРОЧНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАДИОЛИНИИ НА ОСНОВЕ ПАССИВНОГО ИОНОЗОНДА

В.А. Иванов, Д.В. Иванов, Р.Р. Бельгибаев

Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола, Россия
IvanovVA@marstu.net

SHORT-TERM ESTIMATION OF RADIO LINE CONDITIONS WITH A PASSIVE SOUNDER

V.A. Ivanov, D.V. Ivanov, R.R. Belgibaev

Mari State Technical University, Yoshkar-Ola, Russia

Ионосфера является средой, через которую проходит множество различных радиолиний. Изменчивость ионосферы создает проблемы для работы различных радиотехнических систем. Наиболее существенно эти изменения влияют на системы ДКМ-диапазона, так как их рабочие частоты близки к плазменным частотам ионосферы. Существует несколько методов радиозондирования ионосферы, к которым относится и зондирование с использованием пассивного ЛЧМ-ионозонда, реализуемого на базе стандартных приемников. При этом для расширения области применения новый ионозонд должен удовлетворять минимальным требованиям к аппаратным средствам, то есть должен представлять собой гибко перестраиваемую систему, программная часть которого обеспечивала бы обработку как зондирующего ЛЧМ-сигнала, так и сигналов помех, а также синхронизацию приемника к шкале единого мирового времени. Все это требует научного обоснования принципов и алгоритмов работы такого устройства с учетом оптимальной обработки ЛЧМ-сигналов во временной области.

В работе представлен созданный в МарГТУ программно-аппаратный комплекс пассивного ЛЧМ-ионозонда, требующий минимальных аппаратных затрат и позволяющий получать характеристики декаметровых линий связи. Разработаны и апробированы эффективные алгоритмы измерения в автоматическом режиме этих характеристик.

The hardware-software complex created in MarSTU passive chirp sounder is presented in this work, demanding the minimum hardware expenses and allowing to receive characteristics HF communication lines. Effective algorithms of measurement in an automatic mode of these characteristics are developed and approved.

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ИОНОГРАММ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ, ОСНОВАННАЯ НА ИЗМЕНЕНИИ БАЗОВОГО ПРОФИЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

¹**А.М. Веснин**, ¹**К.Г. Ратовский**, ²**М.В. Клименко**, ²**В.В. Клименко**

¹Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
art-irk@inbox.ru

²Западное отделение Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, Калининград, Россия

TECHNIQUE OF VERTICAL SOUNDING IONOGRAM PROCESSING BASED ON THE MODIFICATION OF INITIAL ELECTRON DENSITY PROFILE

¹**A.M. Vesnin**, ¹**K.G. Ratovsky**, ²**M.V. Klimenko**, ²**V.V. Klimenko**

¹Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

²N.V. Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Waves Propagation RAS, West Department, Kaliningrad, Russia

Традиционно задача обработки ионограмм решается в два этапа: а) выделение на ионограмме следов отражения обыкновенной и необыкновенной составляющих; б) поиск профиля, который описывает следы отражения наилучшим образом. Из-за сильной зашумленности ионограмм, возникающей вследствие неоднородности ионосферы, антропогенной деятельности и других факторов бывает очень трудно решить задачу выделения трека. В данной работе представлена методика обработки экспериментальных ионограмм, в которой мы пытаемся обойти проблему выделения треков. Наш подход основан на изменении базового профиля электронной концентрации, которым может быть, например, прогноз модели IRI или профиль, полученный в предыдущий сеанс зондирования ионосферы. Описаны методы изменения профиля электронной концентрации, а также алгоритм подгонки профиля, представлены результаты практического применения методики. С помощью методики были обработаны ночные ионограммы, в том числе ионограммы с эффектом F-рассеяния. Методика использовалась для исследования явления кажущегося F1-слоя. Это явление наблюдалось во время магнитной бури 11 сентября 2005 г. на экваториальной станции в Джикамарке, а также во время проведения специального эксперимента 25 сентября 2009 на среднеширотной станции в Иркутске. Кажущийся F1-слой в Иркутске был проинтерпретирован на основе перемещающегося ионосферного возмущения, обусловленного внутренней гравитационной волной. Кажущийся слой F1 в Джикамарке объясняется появлением F3-слоя – дополнительного слоя в F-области.

The problem of ionogram processing is commonly solved in two stages: a) O and X echoes trace points are extracted from an ionogram; b) the electron density profile is calculated from the extracted traces. Our technique is design such way that it is not necessary to extract echo traces. It is often very difficult to solve the trace extraction problem because of low signal-to-noise ratio in the ionograms caused by the ionospheric irregularity, anthropogenic activity and other factors. This paper presents a technique for processing experimental ionograms that is an effort to avoid the trace extraction problem. Our approach is based on modifying initial electron density profile, which may be, for example, IRI model prediction or profile obtained in the previous sounding of ionosphere. This paper also describes methods for modifying the electron density profile and the profile fitting algorithm. The results of practical application of the technique are also presented. The technique was used to process nighttime ionograms including ionograms with F-spread. The technique was also used for studying an «apparent F1 layer» phenomenon. This phenomenon was observed at equatorial station, Jicamarca, during September 11, 2005 geomagnetic storm and at midlatitude station, Irkutsk, during special experiment on September 25, 2009. The «apparent F1 layer» phenomenon at station Irkutsk was interpreted in term of the travelling ionospheric disturbance caused by the atmospheric gravity wave. The «apparent F1 layer» at station Jicamarca was explained by the formation of F3-layer, F3-layer is an additional layer in F-region.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН
НА ТРАССЕ МОСКВА–КАЗАНЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ IRI**

Э.М. Гагаулин, О.Н. Шерстюков

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
edikgat@gmail.com

**MODELING RADIO WAVE PROPAGATION
IN THE MOSCOW-KAZAN RADIO PATH, USING THE IRI MODEL**

E.M. Gataullin, O.N. Sherstyukov

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

Работа посвящена моделированию распространения радиоволн коротковолнового диапазона на трассе Москва–Казань и сравнению расчетных данных с экспериментальными. С использованием модели IRI создано графическое приложение, которое позволило произвести расчет дальностно-угловой характеристики распространения радиоволн. С помощью этого приложения были построены зависимости минимальной дальности приема от частоты радиоволны для различных сезонов и времен суток. Для радиотрассы Москва–Казань построены зависимости угла возвышения, а также высоты отражения от рабочей частоты радиоволны. Исследовались сезонные и суточные изменения поглощения радиоволн для радиотрассы Москва–Казань. Определены зависимости поглощения от частоты радиосигнала. Произведено сравнение расчетных значений поглощения радиоволн с экспериментальными данными для радиотрассы Москва–Казань. Показано, что использованный метод моделирования радиотрассы дает совпадающие с экспериментальными значения поглощения радиоволн в ионосфере.

The work deals with modeling short wave radio propagation on the Moscow-Kazan radio paths and comparison of calculated data with experimental ones. Using the IRI model we created a graphical application that allows to calculate distance-angular characteristics of propagation of radio waves. With this application were plotted dependencies between minimum range of reception on the frequency of radio waves, for different seasons and times of day. For the Moscow-Kazan radio paths we plotted dependencies between the elevation angle and height of reflection on the operating frequency of radio waves. The seasonal and daily absorption variations of radio waves for Moscow-Kazan radio paths have been investigated. The dependence of the absorption on frequency of the radio signal have identified. The calculated values of the absorption of radio waves have compared with the experimental data for Moscow-Kazan radio paths. It is shown that the used method of modeling radio paths, gives agreement with the experimental values of the absorption of radio waves in the ionosphere.

**УЧЕТ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ СИГНАЛА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ
СИГНАЛОВ КОГЕРЕНТНОГО ЭХА**

К.В. Гркович, О.И. Бернгардт

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

**IMPROVEMENT OF COHERENT BACKSCATTER DATA PROCESSING TECHNIQUES BY TAKING
INTO ACCOUNT THE SIGNAL FINE STRUCTURE**

K.V. Grkovich, O.I. Berngardt

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

В работе проведено исследование структуры отдельных реализаций сигналов среднеширотного когерентного рассеяния на неоднородностях, вытянутых вдоль геомагнитного поля. Нами были выявлены особенности сигнала, позволяющие определять наличие когерентных радиоотражений, а также улучшить методы обработки такого сигнала. Установлено, что реализации этих сигналов приближенно можно считать состоящими из малого набора отдельных импульсов, которые с точностью до доплеровского сдвига частоты повторяют излученный сигнал, а также из аддитивных шумов. Наличие в принятом сигнале копий излученного сигнала было использовано как критерий присутствия в выбранной реализации сигнала когерентных радиоотражений для разработки методики получения усредненных профилей мощности с разрешением по дальности, значительно превышающим разрешение, определяемое длиной импульса зондирования. С помощью этой методики была проведена обработка данных, полученных на иркутском радаре НР, что показало хорошее соответствие модели экспериментальным данным.

The present work is dedicated to study of separate sample structure of mid-latitude coherent scatter signals received from geomagnetic field elongated irregularities generated by two-stream or gradient-drift instabilities. We

have determined signal features which allow us to detect coherent backscatter presence and improve approaches of this signal processing. The samples of this signal are found out to consist of small amount of pulses which imitate transmitted signal within the accuracy of Doppler shift and also of different kind of noise signals. We have used the presence of transmitted signal copies in received signal as a criterion of coherent backscatter occurrence in order to build the power profiles averaging approach with spatial resolution higher than sounding pulse length. Irkutsk IS radar data processing based on this approach showed good agreement between signal model and experimental data.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ СИСТЕМ ГЛОНАСС\GPS

В.А. Иванов, Н.В. Рябова, А.В. Зувев, А.Ю. Желонкин

Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола, Россия
ZuevAV@marstu.net

A STUDY OF CHARACTERISTICS OF GLONASS\GPS RADIO NAVIGATING SIGNALS

V.A. Ivanov, N.V. Ryabova, A.V. Zuev, A.U. Zhelonkin

Mari State Technical University, Yoshkar-Ola, Russia

В последнее время большое внимание уделяется изучению структуры и динамики ионосферы Земли по данным измерений полного электронного содержания (ПЭС), которое регистрируется при зондировании ионосферы сигналами спутниковых навигационных систем – GPS и ГЛОНАСС. Исследование характеристик возмущений ПЭС, обусловленных изменениями солнечной, геомагнитной и сейсмической активности, имеет важное значение для решения широкого круга задач физики ионосферы и распространения радиоволн.

В результате проведенных в работе экспериментов получены оценки амплитуды ПЭС для различного уровня возмущенности магнитного поля Земли. Получены также зависимости помехоустойчивости навигационных сигналов для возмущенной и невозмущенной ионосферы. Сравнение результатов показало, что помехоустойчивость радионавигационных сигналов во время магнитной бури снижается примерно на 2 %.

As a result of the experiments spent in work estimations of amplitude TEC, for various level of disturbance a magnetic field of the Earth are received. Dependences of a noise stability of navigating signals for the indignant and not indignant ionosphere are received also. Comparison of results has shown that the noise stability of radio navigating signals during a magnetic storm decreases approximately on 2 %.

О РАВНОВЕСНОМ ИЗЛУЧЕНИИ

Ф.Д. Сапожников, Д.С. Карпук

Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Белоруссия
dzmitry71@yahoo.co.uk

ON EQUILIBRIUM RADIATION

F.D. Sapozhnikov, D.S. Karpuk

Belarus State Agrarian Technical University, Minsk, Belarus

Лучеиспускающую способность абсолютно черных тел выразим в следующем виде:

$$\xi'_{\nu, T} = \frac{2\pi h\nu^3}{C^2 \exp(h\nu/kT)} + \frac{2\pi kT\nu^2}{C^2 \exp(2h\nu/kT)} \quad (1), \text{ где } h - \text{ постоянная Планка; } \nu - \text{ частота излучения; } c - \text{ скорость}$$

света; k – постоянная Больцмана; T – температура.

Расчеты показали, что значения $\xi_{\nu, T}$ и вычисленные по общепринятой функции Планка, почти совпадают во всем интервале T и ν . Подставляя во второе слагаемое $\xi_{\nu, T}$ уравнения (1) равенство $2h\nu = \xi_1 + \xi_2$ для слу-

чая $\xi_1 = \xi_2$, получим $\xi_{\nu, T} = \frac{\pi^2 (kT)^2}{2h^2 C^2} f^2(\xi) \xi$, где ξ_1 и ξ_2 – энергия взаимодействующих частиц (требуется уточнение, каких частиц), $f(\xi)$ – функция максвелловского распределения плотности вероятности частиц по энергиям. Проведенные исследования позволяют выдвинуть гипотезу о наличии в равновесном излучении квантов, частота которых прямо пропорциональна энергии взаимодействующих частиц, подчиняющихся максвелловскому распределению.

Blackbody emittance can be written as the following expression $\xi'_{\nu, T} = \frac{2\pi h\nu^3}{C^2 \exp(h\nu/kT)} + \frac{2\pi kT\nu^2}{C^2 \exp(2h\nu/kT)} \quad (1),$

where h – Planck's constant; ν – emitting frequency; c – speed of light; k – Boltzmann constant; T – temperature. Calculations have shown, that values $\xi_{\nu, T}$ and calculated on Planck's standart function, almost coincide in all inter-

val T and v . Substituting the second item $\xi_{1v,T}$ of equation (1) with the equality $2h\nu = \xi_1 + \xi_2$, for $\xi_1 = \xi_2$, the following expression can be obtained $\xi_{iv,T} = \frac{\pi^2 (kT)^2}{2h^2 C^2} f^2(\xi) \xi$, where ξ_1 and ξ_2 means energy of interacting particles (particles to be specified), $f(\xi)$ means Maxwell probability density distribution function. The carried out researches allow to put forward a hypothesis about presence in equilibrium radiation of the quanta which frequency is directly proportional to energy of the co-operating particles submitting Maxwellian distribution.

ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕЛКОМАСШТАБНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ДВОЙНОГО ВЗВЕШЕННОГО ФУРЬЕ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

С.И. Книжин, М.В. Тинин, Ю.А. Кравцов

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

IMAGING SMALL-SCALE INHOMOGENEITIES WITH THE USE OF DOUBLE FOURIER TRANSFORM

S.I. Knizhin, M.V. Tinin, Yu.A. Kravtsov

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

При исследовании неоднородной плазмы методами дифракционной и лучевой томографии довольно часто используются измерения фазы волны, прошедшей от источника к приемнику. В задачах томографии важную роль играют используемые модели, описывающие связь измеряемого поля сигнала с характеристиками среды распространения. Эти модели непосредственно связаны с тем или иным приближенным методом описания поля в неоднородной среде. Широко используемые в настоящее время такие методы, как метод геометрической оптики (ГО), приближение Рытова, приближение Борна и метод фазового экрана, имеют ряд ограничений.

В работах Тинина и Кравцова была предложена новая модель поля в виде двойного взвешенного фурье-преобразования (ДВФП). Данное представление имеет более широкую область применения по сравнению с вышеупомянутыми методами. ДВФП можно использовать в задачах со слабыми или сильными флуктуациями фазы. Кроме того, в ДВФП учитываются эффекты многолучевости. Метод ДВФП согласуется с приближениями Рытова, Борна, ГО и фазового экрана.

На основе метода ДВФП был получен алгоритм пространственной обработки сигнала. Такая обработка позволяет использовать алгоритм лучевой томографии при исследовании неоднородностей, масштаб которых не превосходит радиуса Френеля, т. е. в задачах диагностики неоднородных сред получать сверхфренелевское разрешение.

В представленной работе продолжены исследования возможностей метода ДВФП в диагностике неоднородных сред. Рассмотрена возможность получения изображений мелкомасштабных неоднородностей с помощью фазовой обработки сигнала на основе ДВФП и обратного преобразования Радона в случае слабых и сильных флуктуаций фазы.

Tomography analysis of inhomogeneous plasma uses a wide arsenal of approximate methods of the wave theory: the method of geometrical optics (GO method), the method of smooth perturbations by Rytov (Rytov's approximation- RA), the Born's method of small perturbations (Born's approximation – BA), the method of the phase screen (PS method). All these methods has their limitations.

The method of double weighted Fourier transform, suggested in the papers Kravtsov, Tinin, has a wider area of applicability as compared with GO, RA and BA. It is applicable both for weak and strong phase and amplitude variations and embraces all the methods, mentioned above.

On the basis of DWFT was obtained Kravtsov Yu. A., Tinin M.V. algorithm for spatial signal processing. Such processing allows to use of the ray tomography algorithm in the investigation of inhomogeneities whose scale is not greater than the radius of Fresnel, that is, for diagnostics of inhomogeneous media to obtain super-Fresnel resolution.

In the present paper we continue studying the possibility of DWFT in the diagnosis of inhomogeneous media. The possibility of obtaining images of small-scale inhomogeneities with the phase of signal processing based on DWFT and inverse Radon transform in the case of weak and strong phase fluctuations was considered.

БАРИОННЫЕ РЕЗОНАНСЫ $J=1/2$ И ЭФФЕКТЫ СМЕШИВАНИЯ

А.Е. Калошин, Е.А. Кобелева

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
kaloshin@physdep.isu.ru, elenyich@mail.ru

BARYON RESONANCES $J=1/2$ AND MIXING EFFECTS

A.E. Kaloshin, E.A. Kobeleva

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Мы исследуем влияние эффекта смешивания фермионных полей противоположной четности в системе барионов спина $1/2$. Возникающая система уравнений Дайсона–Швингера для одетых пропагаторов порождает на петлевом уровне эффекты смешивания при сохранении четности в вершине. В результате это приводит к сильной корреляции двух парциальных волн πN -рассеяния, что позволяет, в частности, получить дополнительную информацию о свойствах наиболее спорного резонанса N (1440).

We consider the effect of mixing of fermion fields of opposite parity in the baryons of spin $1/2$. The resulting system of Dyson-Schwinger equations for the dressed propagators gives rise to loop-level mixing effects, while maintaining parity in the top. As a result, this leads to a strong correlation between the two partial waves of πN -scattering, which allows in particular to obtain additional information about the properties of the most controversial of the resonance N (1440).

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ВОДНО-ПЕСЧАНОЙ СМЕСИ

А.А. Козик, С.И. Кузнецова

Томский государственный университет, Томск, Россия
annadela@sibmail.com

MAGNETIC FIELD EFFECTS ON THE REFRACTIVE INDEX OF WATER-SAND MIXTURE

A.A. Kozik, S.I. Kuznetsova

Tomsk State University, Tomsk, Russia

Дистанционное зондирование природных сред требует предварительных фундаментальных исследований в лабораторных условиях. В данной работе проведена диагностика электрофизических свойств неоднородной природной среды – смеси кварцевого песка с водой. Методом открытого конца коаксиала на частоте 3 ГГц измерена комплексная диэлектрическая проницаемость (КДП) и рассчитан коэффициент преломления смеси в диапазоне влажностей от 0 до 10 %.

По изменению наклона зависимости КДП от влажности обнаружены участки, соответствующие связанному и свободному состояниям воды. Воздействие постоянным магнитным полем 50–100 мТл на смесь с влажностью, соответствующей связанному состоянию воды, вызывало циклические изменения действительной части КДП, превышающие погрешность эксперимента. Наблюдалось уменьшение показателя преломления n связанной воды при воздействии магнитного поля и, после удаления магнитного поля, возврат n к прежнему значению.

Remote sensing of natural mediums requires preliminary basic research in laboratory environment. In this work carried out diagnostics of electrophysical characteristics inhomogeneous natural medium – mixed quartz sand with water. Dielectric constant was measured by technique of open-ended coax line on 3 GHz and index of refraction in humidity range 0–10 % was calculated.

On changing gradient of humidity dependence were revealed sections, corresponding bound and free states of water. Magnetic action by field 50–100 mT on mixture with humidity, corresponding bound state of water, generates cyclic changing real part of dielectric constant, which exceed experimental uncertainty. Under magnetic action decreasing refraction index of bound water was observed, and after moving off magnetic field n returns to previous value.

ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И СКОРОСТИ ВЕТРА В УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСА ПО ДАННЫМ СВЧ И АКУСТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Г.А. Курбатов

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
kurbatov_ga@physics.msu.ru

PECULIARITIES OF TEMPERATURE AND WIND VELOCITY VERTICAL PROFILES IN URBAN AREA AS DEDUCED FROM MICROWAVE AND ACOUSTIC SOUNDING DATA

G.A. Kurbatov

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

В городских условиях термическая и ветровая стратификация оказывает большое влияние на распространение загрязнений. В московском регионе Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова и Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН (ИФА РАН) проводят непрерывные наблюдения профилей скорости ветра и температуры.

Профиль скорости ветра измеряется в диапазоне высот от 50 до 500 м с помощью акустического локатора ЛАТАН-3 с разрешением по высоте 20 м. Термическое зондирование атмосферного пограничного слоя (АПС) осуществляется до высоты 600 м микроволновым температурным профилемером МТП-5 каждые 5 мин, с разрешением по высоте в 50 м.

В докладе приведены результаты длительных непрерывных наблюдений и анализ изменчивости профилей скорости ветра и температуры в московском регионе. Представлены средние профили скорости ветра в диапазоне высот от 50 до 300 м и средние профили и градиенты температуры в слое до 600 м.

Анализ основных характеристик АПС можно использовать для уточнения входящих данных для численных расчетов по математическим моделям для условий мегаполиса.

In urban conditions thermal and wind stratification influence greatly the propagation of atmospheric pollutions. Faculty of Physics of Moscow State University together with Institute of Physics of Atmosphere RAS conduct continuous measurements of wind velocity and temperature profiles.

Profiles of wind velocity are measured in the range of 50–500 m with height resolution of 20m with the acoustic sounder LATAN-3. Temperature profiles in atmospheric boundary layer (ABL) are obtained with time resolution of 5 min and height resolution of 50 m up to the height 600m by the microwave temperature profiler MTP-5.

We present the results of long-period continuous measurements of wind velocity and temperature profiles and analyze the variability of these profiles in Moscow region, as well as mean wind velocity profiles for the range 50–300 m and mean temperature and temperature gradients in the boundary layer.

Such analysis of the main characteristics of atmospheric boundary layer can be used to improve the input data of numerical models of air pollution propagation in the urban area.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

А.В. Луценко

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
luc_alex@mail.ru

PROCESSING OF IONOSPHERIC SENSING DATA FROM NEURAL NETWORKS

A.V. Lutsenko

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

В работе рассмотрена задача вторичной обработки геофизической и радиофизической информации, получаемой на базе ЛЧМ-иозонда Института солнечно-земной физики СО РАН. В рамках данной проблемы рассмотрены следующие задачи:

- а) проведение предобработки для удаления шума с изображения;
- б) сжатие данных и получение треков.

Для решения первой задачи предложен алгоритм, названный фильтром по соседям, в паре с клеточным автоматом обладающий следующими характеристиками: для вертикального зондирования на частотах выше критической убирает до 90 % шума, на частотах ниже критической сильно ослабляет шум, что дает хорошую основу для решения второй задачи.

В рамках второй задачи сделано следующее:

- 1) проведен обзор литературы по выделению треков с помощью нейронных сетей;
- 2) проанализировано влияние вида и характера функции ошибки на работу нейросети;
- 3) проанализировано влияние структуры нейронной сети;

- 4) проанализированы различные методы обучения нейронной сети;
- 5) реализован вариант программы с использованием нейросетевого алгоритма;
- 6) проведено тестирование алгоритма на данных ВЗ и НЗ ИСЗФ СО РАН.

The problem of secondary processing of geophysical and radiophysical data, which is obtained on ionosonde of ISTP, is analysed in this paper. Considered two parts of this problem:

- a) preprocessing with noise decay;
- b) data reduction.

Algorithm, named neighborfilter, is suggested for salvation of first part of problem. It has good features jointly cellautomate.

For salvation of second task done next:

- 1) publication of tracks separation with neuronets are observed;
 - 2) influence of energy function is explored;
 - 3) influence of geometry of neuronet is explored;
 - 4) different methods of neyrolearning are tested;
- neyroalgorithm is realized neyroalgorithm is tested on different data.

ВЛИЯНИЕ СТОХАСТИЧЕСКИ НЕРЕГУЛЯРНОЙ ДИСПЕРСИИ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОГО ЛЧМ-СИГНАЛА

Д.В. Иванов, Н.Н. Михеева

Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола, Россия
MiheevaNN@marstu.net

INFLUENCE OF STOCHASTICALLY IRREGULAR DISPERSION ON DISTRIBUTION OF BROADBAND CHIRP SIGNAL

D.V. Ivanov, N.N. Mikheyeva

Mari State Technical University, Yoshkar-Ola, Russia

Распространение сложных сигналов в дисперсных средах ограничивает полосу частот неискаженной передачи сигналов полосой когерентности канала распространения. В результате возникает препятствие для использования важнейших свойств широкополосных сигналов. Расширение полосы когерентности каналов возможно только с использованием методов коррекции дисперсионных искажений. В этом случае на передний план выходят задачи исследования всех возможных факторов, влияющих на дисперсионные искажения структурных функций широкополосных декаметровых радиоканалов.

В работе проведено исследование влияния стохастически нерегулярной дисперсии на импульсные характеристики (ИХ) широкополосных ЛЧМ-сигналов. Вычислительный эксперимент проводился для частот 0.5МПЧ, 0.7МПЧ и 0.9МПЧ для трассы протяженностью 2623 км и с параметрами регулярной ионосферы. Стохастически нерегулярная дисперсия задавалась в виде случайного процесса, имеющего нормальное распределение с параметрами $a=0$ и $\sigma>0$. В результате эксперимента была установлена зависимость уровня шумового пьедестала от величины σ . Получено, что с увеличением σ высота прямоугольника для ИХ уменьшается, а уровень шумового пьедестала поднимается.

Researches of influence stochastically irregular dispersion on impulse response broadband chirp signals are conducted in work. Computing experiment was spent for frequencies 0.5MUF, 0.7MUF and 0.9MUF for a line by extent of 2623 km and with parameters of a regular ionosphere. Stochastically irregular dispersion was set in the form of the casual process having normal distribution with parameters $a=0$ and $\sigma>0$. As a result of experiment dependence of level of a noise pedestal on size σ has been established. It is received that with increase σ the height of a rectangle for impulse response decreases, and level of a noise pedestal rises.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДИПОЛЬНОГО КЛАСТЕРА С ИОНОМ

Г.С. Павлов

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

DIPOLE CLUSTER AND ION INTERACTION

G.S. Pavlov

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

В этой работе изучается механизм образования тумана – образование капель воды на ионах. Проведено моделирование процесса испарения. Обнаружена зависимость процесса от знака заряда, и показано, что отрицательные ионы более эффективны.

In this work it's investigated the mechanisms of vaporization by ion. Evaporation and condensation processes of charged and uncharged water drops are modeled. The dependence of the process with the charge sign is found and it is shown that negative ion are more effective.

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ ЛЧМ-СИГНАЛОВ С ВЫСОКОЙ СКОРОСТЬЮ СКАНИРОВАНИЯ В ИОНОСФЕРНОМ РАДИОЗОНДИРОВАНИИ

А.В. Подлесный

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
pav1986@rambler.ru

THE ADVANTAGES OF USING CONTINUOUS CHIRP SIGNALS WITH HIGH-SPEED SCANNING IN IONOSPHERIC RADIO SOUNDING

A.V. Podlesny

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

В ИСЗФ СО РАН разработан подход к созданию унифицированных систем диагностики ионосферы в режимах ВЗ, НЗ и ВНЗ на базе цифрового ЛЧМ-ионозонда, основу которого составляют современные цифровые средства формирования, приема и обработки сигналов. Ионозонд может являться базовым элементом при разработке оптимальной системы ионосферного мониторинга, состоящей из нескольких передающих пунктов с мощностью излучения ~100 Вт для наклонного зондирования (НЗ) и достаточно плотной сети ЛЧМ-ионозондов вертикального зондирования (с излучаемой мощностью ~4 Вт), обладающих полной сигнальной совместимостью и временной синхронизацией с ионозондами НЗ. Такая система может обеспечить техническую базу для прогноза состояния ионосферы и каналов связи на территории России и являться одной из важных подсистем российской сети геофизического мониторинга.

In the ISTP SB RAS has developed an approach to the creation of unified systems of diagnosis of the ionosphere in the modes of the VS and OS digital chirp ionosonde, which is based on modern digital tools generation, receiving and processing signals. Ionosonde may be a basic element in the development of an optimal system of ionospheric monitoring, consisting of several transmitting points LFM probes with output power of 100 watts for oblique sounding (OS) and a rather dense network chirp ionosonde vertical sounding (with a radiated power of ~ 4 W) with full compatibility and signal timing with ionosonde OS. Such a system could form the basis for forecasting the state of the ionosphere and communication channels in Russia and is one of the most important subsystems of the Russian network of geophysical monitoring.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ФЛУКТУАЦИЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ВОЛН В СЛУЧАЙНО-НЕОДНОРОДНЫХ СРЕДАХ

М.В. Тинин, Н.Г. Русова

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

ESTIMATING EFFICIENCY OF SPATIAL PROCESSING TO ELIMINATE INTENSITY FLUCTUATIONS OF WAVES IN RANDOM INHOMOGENEOUS MEDIA

M.V. Tinin, N.G. Rusova

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

При распространении электромагнитных и звуковых волн через неоднородную среду возникают такие эффекты, как рассеяние волн, флуктуации амплитуды, частоты, фазы, изменение направления распространения и других параметров волны. Эти эффекты являются источниками искажений и ошибок в системах связи, локации, радионавигации, а также в системах управления.

В работе рассмотрена возможность уменьшения флуктуаций интенсивности волны в случайно-неоднородной среде с помощью пространственной обработки, базирующейся на обратном двойном взвешенном преобразовании Фурье. Асимптотический анализ и численное моделирование показывают эффективность такой пространственной обработки как при слабых, так и сильных флуктуациях интенсивности.

The propagation of electromagnetic and sound waves through an inhomogeneous medium having effects such as scattering of waves, there are fluctuations by amplitude, direction of propagation, frequency, phase and other parameters of wave. These effects are source of distortions and errors in communication systems, location, navigation, control systems.

The possibility of eliminating intensity fluctuations of waves propagating in random inhomogeneous media because of spatial processing, based the double weighted Fourier transform, was researched in this report. Asymptotic evaluation and numerical modeling show effectiveness such spatial processing by conditions of both weak and strong fluctuations.

МЕХАНИЗМЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЧ РАДИОВОЛН НА КОРОТКИХ ТРАССАХ И ЭФФЕКТЫ ЧАСТОТНОЙ ДИСПЕРСИИ ДЛЯ НИХ

V.A. Иванов, Д.В. Иванов, М.И. Рябова

Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола, Россия
RyabovaMI@marstu.net

MECHANISMS OF HF RADIO WAVE PROPAGATION OVER SHORT DISTANCES AND THEIR FREQUENCY DISPERSION EFFECTS

V.A. Ivanov, D.V. Ivanov, M.I. Ryabova

Mari State Technical University, Yoshkar-Ola, Russia

Квазизенитное распространение (КЗР или NVIS) позволяет осуществлять радиосвязь на коротких трассах (40–400 км) и чаще всего используется в стратегических целях и в телемедицине. Для оценки дисперсионных искажений, возникающих при КЗР, важно исследовать дифференциальные дисперсионные характеристики или полосу когерентности каналов с различными средними частотами для режима NVIS-связи.

В работе созданы аналитические модели NVIS-ионограмм и дифференциальных ионограмм. Проведено исследование зависимости $d\tau/df$ от высоты (h_0), полутолщины (y_m) и критической частоты (f_c) квазипараболического слоя, и получены аналитические выражения для этих зависимостей. В результате проведенных исследований получено, что величина $d\tau/df$ практически не зависит от высоты слоя, а зависимости от полутолщины и критической частоты выражаются эмпирическими формулами $d\tau/df(y_m) = 1.69y_m - 58.23$; $d\tau/df(f_c) = -16.43f_c + 300.41$ соответственно. Получены оценки полосы когерентности.

Показано, что в случае распространения в широкополосном дисперсном ВЧ NVIS-радиоканале сложных сигналов с различной частотно-временной структурой и одинаковой полосой при увеличении дисперсности в канале большие искажения испытывают фазоманипулированные сигналы и меньшие – сигналы с линейно-частотной модуляцией.

Possibilities of HF radio communication using quasi-zenithal incidence of waves on the ionospheric reflecting layer (Near Vertical Incidence Skywave–NVIS), for distances 40–400 km are considered. The technique and the program for the synthesis of NVIS ionograms and differential ionograms are developed. Dependencies of inclinations of dispersive characteristics on frequency of a signal, height, half-thickness and critical frequency of the ionospheric layer are received. Calculation results of HF channels coherence strip on various operating frequencies for the given type of communication are presented. Propagation distortions of complex signals with various time- and frequency structure in a wide-band HF NVIS radio channel are shown.

ТЕРМОПОЛЕВАЯ БОЗОНИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ТИРРИНГА. ПРАВИЛА ТИЛЬДА-СОПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ФЕРМИОНОВ. ГОРЯЧИЕ И ХОЛОДНЫЕ ТЕРМОПОЛЯ

V.V. Семенов, С.Э. Коренблит

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
korenb@ic.isu.ru

THERMOFIELD BOSONIZATION OF THIRRING MODEL. ON FERMIONIC TILDE CONJUGATION RULES. HOT AND COLD THERMOFIELDS

V.V. Semenov, S.E. Korenblit

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Предложено обобщение правил тильда-сопряжения Ожimy которое обнаруживает у термического вакуумного состояния свойства когерентного состояния и удобно для осуществления термополевой бозонизации. Введение понятия «горячие» и «холодные» термополя позволяет различать представления термополей для разных вакуумов и приводит к правильной нормальной форме термополевых решений модели Тирринга при конечной температуре, с правильными свойствами антикоммутиации и ренормировки.

A generalization of Ojima tilde conjugation rules is suggested, which reveals the coherent state properties of thermal vacuum state and is useful for the thermofield bosonization. The notion of hot and cold thermofields is introduced to distinguish thermofield representations for different vacuums, giving the correct normal form of thermofield solution for finite temperature Thirring model with correct anticommutation and renormalization properties.

**ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КОРОТКИХ РАДИОВОЛН В ИОНОСФЕРЕ
НА СИНХРОНИЗАЦИЮ СИСТЕМ СВЯЗИ И ЗОНДИРОВАНИЯ**

В.А. Иванов, Н.В. Рябова, А.А. Чернов

Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола, Россия
ChernovAS@marstu.net

**INFLUENCE OF PROPAGATION OF SHORT RADIO WAVES IN THE IONOSPHERE
ON SYNCHRONIZATION OF COMMUNICATION AND SOUNDING SYSTEMS**

V.A. Ivanov, N.V. Ryabova, A.A. Chernov

Mari State Technical University, Yoshkar-Ola, Russia

Сложное строение среды распространения и непрерывное во времени изменение параметров ионосферы оказывают негативное влияние на распространение радиоволн и изменяют условия синхронности работы передатчика и приемника систем связи. Таким образом, возникает задача автоматической синхронизации терминалов системы на ионосферной линии ВЧ-связи, слежения за вариациями из-за изменчивости среды (по данным зондирования и по модельным расчетам).

В работе проведен анализ проблемы синхронизации систем ВЧ-связи и зондирования ионосферных радиоканалов, обоснованы с использованием понятия функции рассеяния радиоканала принципы синхронизации во временной и частотной областях радиотехнических систем высокочастотной связи. Разработан алгоритм оценки величины смещения начала отсчета на оси разностной частоты приемного терминала панорамного ЛЧМ-зонда.

One effective way of overcoming the negative impact of volatility environment is to adapt the system to them, is solved by the sounding of the communication line. It is therefore necessary to justify the synchronization algorithm that takes into account variability of the environment and enables the automatic operation on previously unknown routes by taking into account the absolute signal propagation time from transmitter to receiver and the Doppler frequency shift. Encouraged to use the characteristic surface performance and measured during probing scattering function. Thus, for the implementation of the synchronization process must first detect a signal (in our case, scattering function), to determine the coordinates of the projection of its maximum on the plane and automatically generate the frequency and time shift.

**САМОЛЕТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ АЭРОЗОЛЬНОГО СОСТАВА ВОЗДУХА
НАД СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫМИ РАЙОНАМИ СИБИРИ**

Д.Г. Чернов, М.В. Панченко, В.С. Козлов, В.П. Шмаргунов

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия
chernov@iao.ru

**AIRCRAFT SOUNDING OF AEROSOL AIR COMPOSITION
OVER NORTHEASTERN SIBERIA**

D.G. Chernov, M.V. Panchenko, V.S. Kozlov, V.P. Shmargunov

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

Важную роль в исследованиях высотных профилей сажи и субмикронного аэрозоля в тропосфере играет самолетное зондирование аэрозольного состава воздуха. С помощью самолета-лаборатории АН-30 «Оптик-Э» в рамках проектов POLARCAT и YAK-AEROSIB осуществлялись полеты на севере Сибири над ее заполярными территориями – в районе Салехарда на западе и вплоть до Певека на востоке (66–72° N), в Восточной Сибири на широтах 55–62° N, а также над озером Байкал. Каждый перелет проходил на высотах от 500 до 7000 м с переменным набором высоты и снижением. При этом продолжительность полета на трех высотных эшелонах (500, 2000 и 7000 м) составляла 10–12 мин на каждой из высот. В ходе перелета проводилось до пяти таких вертикальных разрезов. Анализ самолетных измерений позволил оценить высотные профили сажи и субмикронного аэрозоля. Отмечено, что в приполярных северных районах Сибири реализовались условия наиболее высокой чистоты воздуха.

The aircraft sounding of aerosol air composition plays important role in studies of the high-altitude profiles of soot and sub-micron aerosol in the troposphere. With the help of the aircraft-laboratory An-30 "Optik-E" within the framework of projects POLARCAT and YAK-AEROSIB were accomplished the flights to the north of Siberia above its polar territories – in Salekhard region in the West and up to Pevek in the east (66–72° N), in East Siberia on the latitudes 55–62° N, and also above Baikal lake. Each overflight was passed at the heights from 500 to 7000 m with a variable climb and decrease. In this case the duration of flight on three high-altitude echelons (500, 2000 and 7000 m) made 10–12 minutes for each of the heights. In the course of each overflight it was carried out to 5 such elevations. The analysis of aircraft measurements made it possible to estimate the high-altitude profiles of soot and sub-micron aerosol. It is noted, that in the circumpolar northern regions of Siberia realized the conditions of the highest purity of air.

СЕКЦИЯ D

Физика нижней и средней атмосферы

ВЛИЯНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ИМПУЛЬСНЫЕ ОЧЕНЬ НИЗКОЧАСТОТНЫЕ СИГНАЛЫ ГРОЗОВЫХ РАЗРЯДОВ

В.В. Аргунов, В.А. Муллаяров

Институт космофизических исследований и аэронавтики имени Ю.Г. Шафера, Якутск, Россия
argunovVv@mail.ru

EARTHQUAKE EFFECTS ON VERY LOW-FREQUENCY PULSED SIGNALS OF LIGHTNING DISCHARGES

V.V. Argunov, V.A. Mullayarov

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

Проведен анализ вариаций очень низкочастотных (ОНЧ) сигналов грозовой природы на трассах, проходящих над очагами землетрясений. В данных сигналах эффект землетрясений с магнитудой более 5 проявляется в виде усиления амплитуды в день события и в несколько последующих дней после него. За несколько дней до землетрясения наблюдаются вариации амплитуды грозовых сигналов, как правило в виде возрастания амплитуды, которые могут рассматриваться в качестве предвестников.

Полученные результаты анализа импульсных ОНЧ-сигналов грозовой природы с разных азимутов относительно направления на землетрясение подтвердили связь указанных эффектов с землетрясениями. В данной работе наибольшее внимание было уделено произошедшим в марте этого года землетрясениям в Японии.

We analyzed variations in very low frequency (VLF) – signals of the thunderstorm that pass over the earthquake source. These signals effect of earthquakes with magnitudes greater than 5 is manifested in the form of strengthening the amplitude of the day and in the next few days after the event. A few days before the earthquake observed variations in the amplitude of thunderstorm signals, usually in the form of increasing amplitude, which may be regarded as precursors.

The obtained results of analysis of pulsed VLF thunderstorm signals from the different azimuth relative to the direction of the earthquake have confirmed the relationship of these effects with earthquakes. In this paper, most attention was paid to earthquakes in Japan that have occurred in March of this year.

СВЯЗЬ ДЛИТЕЛЬНОСТИ МАКРОСИНОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ВАРИАЦИЯМИ ПОТОКОВ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

И.В. Артамонова, С.В. Веретененко

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
artamonova@hotmail.ru

THE RELATIONSHIP BETWEEN DURATION OF ELEMENTARY SYNOPTIC PROCESSES AND COSMIC RAY INTENSITY VARIATIONS

I.V. Artamonova, S.V. Veretenenko

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

В работе проведено исследование влияния вариаций солнечных и галактических космических лучей на длительность элементарных синоптических процессов (ЭСП) над Атлантико-Европейским сектором. Обнаружено, что всплеск солнечных космических лучей приводит к увеличению длительности ЭСП, относящихся к западной и меридиональной формам атмосферной циркуляции. Показано, что форбуш-понижение галактических космических лучей сопровождается увеличением длительности ЭСП, относящихся к меридиональной форме атмосферной циркуляции, и уменьшением длительности ЭСП, относящихся к западной и восточной формам атмосферной циркуляции. Причиной наблюдаемых вариаций длительности ЭСП предположительно является влияние короткопериодных вариаций потоков космических лучей на структуру термобарического поля нижней атмосферы, которое приводит к изменению интенсивности циклонических процессов в умеренных и высоких широтах Северного полушария.

An investigation of influence of solar and galactic cosmic rays variations on duration of the elementary synoptic processes (ESP) over the North Atlantic and Northern Europe was carried out. It was revealed that bursts of solar protons result to an increase of duration of the ESP which were related to the western and meridional forms of atmospheric circulation. It was shown that Forbush-decreases of galactic cosmic rays was accompanied by an increase

of duration of the ESP which were related to the meridional form of atmospheric circulation and by a decrease of duration of the ESP which were related to the western end eastern forms of the atmospheric circulation.

The possible reason of the detected variations of the durations of elementary synoptic processes may be the influence of short-term variations of cosmic rays on the structure of the thermo-baric field of the troposphere which leads to change of intensity of cyclonic processes at middle and high latitudes of the Northern hemisphere.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ЛИДАРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕДЯНЫХ (ПЕРИСТЫХ) ОБЛАКОВ

^{1,2}**С.А. Будунова, ¹А.Г. Боровой, ¹Н.В. Кустова**

¹Институт оптики атмосферы им. В.Е.Зуева, Томск, Россия

²Томский государственный университет, Томск, Россия

sbudunova@gmail.com

THE USE OF SPACE LIDARS FOR STUDYING ICE (CIRRUS) CLOUDS

^{1,2}**S.A. Budunova, ¹A.G. Borovoi, ¹N.V. Kustova**

¹V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk, Russia

²Tomsk State University, Tomsk, Russia

По данным последнего отчета межправительственной группы экспертов по климатическим изменениям на сегодняшний день существуют достаточные основания полагать, что антропогенные выбросы человечества за последние три десятилетия послужили причиной глобального потепления. Перистые облака влияют на земной климат. Кристаллические облака в атмосфере являются одним из основных источников неопределенностей при построении численных моделей радиационного баланса Земли и глобального изменения климата. Существуют две основные причины этих неопределенностей. Во-первых, микрофизика перистых облаков изучена еще недостаточно. Во-вторых, даже при известной микрофизике расчет оптических характеристик ледяных кристаллов является достаточно сложной задачей. Одной из основных научных задач лидара CALIPSO является исследование микрофизических и оптических параметров перистых облаков.

According to the latest report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) there is now sufficient evidence to conclude that humans through anthropogenic emissions over the past three decades have caused a warming of the planet. One such cloud type that is of particular importance to the Earth's climate system is cirrus. Cirrus clouds are the main source of uncertainties in Earth-atmosphere radiation balance and global climate change. There are two principal causes of these uncertainties. First, microphysics of cirrus is still not enough studied. Second, even if the microphysics is known, calculation of optical characteristics of ice crystals is enough challenging task. One of the main scientific tasks of lidar CALIPSO is research of microphysical and optical parameters of cirrus clouds.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ПЕРИОД ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Л.А. Васильева

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

larisa_v@iszf.irk.ru

SPATIAL PATTERN OF TEMPERATURE VARIATIONS DURING GLOBAL WARMING

L.A. Vasilyeva

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

На основе данных NCEP/NCAR Reanalysis проведен анализ пространственной структуры происходивших во второй половине XX в. изменений температуры воздуха на различных уровнях. Анализ глобального потепления во второй половине XX в. позволил выделить четыре различающихся периода: 1950–1975, 1975–1983, 1983–1991, 1991–2007 гг. Во все периоды потепление наблюдалось на высоких широтах в холодный период, а в теплый период температура в высокоширотных областях уменьшалась. В первый период на низких и средних широтах Южного полушария происходило возрастание температуры, в то время как на этих широтах в Северном полушарии температура уменьшалась. В третий же период температура возрастала в Северном полушарии и уменьшалась на низких и средних широтах Южного полушария. Во второй и четвертый периоды температура возрастала на низких и средних широтах обоих полушарий.

Using the NCEP/NCAR reanalysis data, the spatial structure of the surface air temperature changes in second half of XX century was analyzed on the different atmospheric levels. Analysis of global warming in second half of XX cen-

ture allow mark out the four discriminate periods: 1950–1975, 1975–1983, 1983–1991, 1991–2007. The warming in cold season, and cooling in warm season was observed at high latitudes in all periods. The temperature at low and middle latitudes of south hemisphere rises in period 1950–1975, but it decreases in north hemisphere at these latitudes. In period 1983–1991 were observed the opposite trends of the temperature – it rises in north hemisphere, and decreases in south hemisphere at low and middle latitudes. The temperature at low and middle latitudes of north and south hemisphere rises in periods: 1975–1983, and 1991–2007.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ ИНДЕКСОВ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРИТОКА В ОЗЕРА В ВОДОСБОРНОМ БАССЕЙНЕ р. ВАЙТАКИ, НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ

¹В.В. Ветрова, ¹Н.В. Абасов, ²W.E. Bardsley

¹Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск, Россия

²Университет Вайкато, Гамильтон, Новая Зеландия
wild.manul@gmail.com

COMPARATIVE WAVELET ANALYSIS OF ATMOSPHERIC CIRCULATION INDICES AND VARIABILITY IN INFLOWS TO LAKES IN THE WAITAKI RIVER CATCHMENT, NEW ZEALAND

¹V.V. Vetrova, ¹N.V. Abasov, ²W.E. Bardsley

¹L.A. Melentyev Energy Systems Institute SB RAS, Irkutsk, Russia

²University of Waikato, Hamilton, New Zealand

Водосборный бассейн р. Вайтаки расположен в центральной части о. Южный Новой Зеландии. Озера Пукэки и Текапо являются основными водохранилищами в каскаде расположенных в бассейне р. Вайтаки восьми ГЭС, на которых вырабатывается 35–40 % электроэнергии страны. Для оценки спектральных характеристик притока был проведен непрерывный вейвлет-анализ. Во всех сезонах преобладают колебания с периодом до 15 лет. Изменчивость и тренды в региональном режиме температур и осадков связаны со сменами режима циркуляции в юго-западной части Тихого океана в 1950 и 1975 гг., что может являться причиной низкочастотных колебаний в зимнем притоке. Для уменьшения влияния высокочастотных колебаний исходные временные ряды были сглажены дискретным вейвлет-преобразованием а trous. Сравнительный вейвлет-анализ показал, что изменение тенденции в суммарном зимнем притоке в конце 1970-х гг. согласуется во времени со сменой фазы тихоокеанской декадной осцилляции (PDO). Исходный временной ряд суммарного зимнего притока является суммой сглаженного ряда, выраженного через PDO, и остаточного ряда, поэтому индекс PDO может быть использован для прогноза изменения тенденции в зимнем притоке, что требует дальнейшего исследования.

The Waitaki River catchment is located in the centre of the South Island of New Zealand. The Waitaki Lakes Tekapo and Pukaki are major reservoirs in hydro-power scheme consisted of 8 HPPs and producing 35–40 % of NZ's electricity. A continuous wavelet analysis was performed on seasonal inflow time series to estimate their spectral characteristics. The fluctuations up to 15 years are significant for all seasons. Variations and trends in regional temperature and rainfall have been related to circulation changes in the southwest Pacific around 1950 and 1975. Therefore changes in circulation patterns can be a possible factor of the occurrence of low-frequency fluctuations in the winter inflows. To eliminate high-frequency fluctuations, initial time series firstly were smoothed by the A trous discrete wavelet transform. The breakpoint in total winter inflows can be seen clearly in the end of 1970s as well as corresponding changes of phase in the Pacific Decadal Oscillation index. The time series of total winter inflows is the sum of this smoothed part expressed by PDO and residuals; it possibly can be used for breakpoint predictions, but requires further research.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

С.Ж. Вологжина

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
svologzhina@gmail.com

SIMULATION OF ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER POLLUTION IN THE BAIKAL REGION

S.Zh. Vologzhina

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Уровень загрязнения воздушного бассейна зависит за счет двух основных факторов: от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и от метеорологических условий местности. Уровни загрязнения поверхности

на какой-либо территории образуют двумерное поле, которое может быть изображено в виде карты. Такие карты позволяют рассчитать воздействие этих веществ на природу, здоровье, деятельность людей и т. д. Для оценки распространения примесей антропогенного характера целесообразно использовать математическое моделирование процесса распределения загрязняющих веществ. В данной работе расчет загрязнения атмосферы был выполнен с использованием математической модели, основанной на аналитических решениях дифференциального уравнения, которые описывают перенос и турбулентную диффузию примеси. Для расчетов были взяты следующие исходные данные: материалы инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для предприятий Байкальского региона, восьмистрочные ежедневные наблюдения за температурой и характеристиками ветра за 10 лет (2001–2010 гг.). На основе модели рассчитаны вероятностные характеристики области загрязнения атмосферы от антропогенных источников, определены зоны превышения ПДК и их размеры.

The level of air pollution is determined by two main factors: emissions of air pollutants and meteorological conditions of the area. Levels of surface contamination on any territory form two-dimensional field, which can be depicted in map form. These maps allow calculating the impact of these substances on the nature and health and human activities, etc. To assess the distribution of impurities of human nature is most expedient to use mathematical modeling of the distribution of pollutants. In this investigation, the calculation of air pollution was carried out using a mathematical model based on analytic solutions to differential equations describing the transport and turbulent diffusion of the impurity. For calculations were taken the following inputs: materials inventory of emissions to the atmosphere for businesses in the Baikal region, the 8-term daily observations of temperature and wind characteristics over 10 years (2001–2010). Based on the model calculated the probability characteristics of air pollution from anthropogenic sources identified zones exceeded maximum allowable concentrations and their sizes.

ЦИРКУЛЯЦИЯ ТРОПОСФЕРЫ ЛЕТОМ В СВЯЗИ С ВАРИАЦИЯМИ ВЕСЕННЕГО РЕЖИМА ЦИРКУЛЯЦИИ В СТРАТОСФЕРЕ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

¹Е.В. Девятова, ²А.И. Угрюмов, ¹В.И. Мордвинов, ²Е.К. Ульянец, ¹Л.А. Васильева

¹Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

²Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия
devyatova@iszf.irk.ru

THE CONNECTION BETWEEN SPRING STRATOSPHERIC CIRCULATION VARIATIONS AND THE SUMMER TROPOSPHERIC CIRCULATION IN THE NORTHERN HEMISPHERE

¹E.V. Devyatova, ²A.I. Ugryumov, ¹V.I. Mordvinov, ²E.K. Ulyanets, ¹L.A. Vasilyeva

¹Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

²Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia

В работе с помощью корреляционного метода по данным NCEP/NCAR Reanalysis с 1950 по 2009 гг. исследуется связь условий циркуляции в весенней стратосфере с вариациями высоты геопотенциальных поверхностей в средней (500 гПа) и нижней (1000 гПа) тропосфере. Расчет и сравнение корреляционных полей последовательно за различные десятилетия позволили выделить в долговременной динамике стратосферно-тропосферных связей три периода с различным характером корреляционных связей: приблизительно 1950–1970 гг., 1970–1980 гг. и 1980–2009 гг. Стоит отметить, что эти интервалы хорошо совпадают с периодами глобального похолодания, стационарного хода температуры и последнего потепления.

Connection between the spring stratospheric circulation conditions and the summer mid tropospheric (500 hPa) and low tropospheric (1000 hPa) geopotential heights variations in the Northern Hemisphere is investigated by correlation method, using NCEP/NCAR Reanalysis data for the 1950–2009 period. Calculation and comparison of the correlation patterns step by step for different decades show that in the long-time «stratosphere-troposphere» dynamics there are three periods with different correlation character: approximately 1950–1970, 1970–1980 and 1980–2009. Note, this three intervals is in a good agreement with periods of global cooling, stationary temperature regime and recent warming.

**АРХИВ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ WCRP CMIP-3
И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

¹О.С. Кочеткова, ¹Е.В. Девятова, ¹В.И. Мордвинов, ²О.Ю. Марченко, ²В.В. Ветрова, ³Л.Н. Сизова

¹Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

²Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск, Россия

³Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия, devyatova@iszf.irk.ru

THE WCRP CMIP-3 CLIMATE DATASET AND ITS AVAILABILITY

¹O.S. Kochetkova, ¹E.V. Devyatova, ¹V.I. Mordvinov, ²O.Yu. Marchenko, ²V.V. Vetrova, ³L.N. Sizova

¹Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

²L.A. Melentyev Energy Systems Institute SB RAS, Irkutsk, Russia

³Limnological Institute SB RAS, Irkutsk, Russia

В работе дается описание архива климатических мультимодельных данных WCRP CMIP-3 (WCRP CMIP3 multi-model dataset), созданного в рамках Программы по диагностике и сравнению климатических моделей (Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison, PCMDI). Архив представляет собой коллекцию модельных расчетов прошлого, настоящего и будущего климата более чем двух десятков моделей общей циркуляции атмосферы и океана нового поколения лидирующих мировых центров в области моделирования общей циркуляции атмосферы и климата. В архиве представлены результаты модельных расчетов для большого числа климатических переменных (давления, температуры воздуха, скорости ветра, количества осадков и многих других характеристик).

Архив может представлять интерес для исследований в области общей циркуляции атмосферы, климатической изменчивости, долгосрочного прогнозирования (на периоды до нескольких десятков лет) некоторых метеорологических, гидрологических, астроклиматических характеристик.

Адрес архива WCRP CMIP-3: http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/about_ipcc.php

The aim of our work is to represent the WCRP CMIP3 multi-model dataset (http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/about_ipcc.php) collected by Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison (PCMDI). CMIP3 is climate model output from simulations of the past, present and future climate more than 20 general circulation atmospheric and ocean models from the major modeling centers. The simulation results for a large number of climatic characteristics (sea level pressure, geopotential heights, air temperature, precipitation, etc.) is in the CMIP3 archive.

The archive is of interest to researches of general atmospheric circulation, climatic changes and long-time meteorological, hydrological, astroclimate forecasts.

**СВЯЗЬ ГЛОБАЛЬНОЙ ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТИ
И ХАРАКТЕРИСТИК ШУМАНОВСКОГО РЕЗОНАТОРА**

А.А. Деревянных

Томский государственный университет, Томск, Россия

derevyanyh@mail.tsu.ru

**CONNECTION BETWEEN GLOBAL STORM ACTIVITY AND CHARACTERISTICS
OF THE SCHUMANN RESONATOR**

A.A. Derevyannykh

Tomsk State University, Tomsk, Russia

В работе представлены сезонно-суточные закономерности глобальной грозой активности и характеристик шумановского резонатора. Данные по грозовой активности были получены спутником TRMM, на борту которого установлен датчик отображения молний (LIS), за пятилетний временной интервал (1997–2001 гг.). Этот датчик состоит из блока формирования изображений, который оптимизирован таким образом, чтобы обнаружить и определить местонахождение молнии на площади 600×600 км поверхности Земли. Датчик LIS обладает 90%-й эффективностью обнаружения молний. Данные по характеристикам шумановского резонатора регистрировались в г. Томске в период 1997–2011 гг. Показано, что сезонно-суточные распределения амплитуд первых четырех гармоник шумановского резонатора и количества молний имеют схожий характер.

In work seasonally-daily laws by a global thunder-storm of activity and characteristics шумановского the resonator are presented. The data on storm activity has been received by satellite TRMM on which board the gage of display of lightnings (LIS) for a five years' time interval (1997–2001) is established. This gage consists of the block of formation of images, which is optimized to find out and define a lightning site on the area (600×600 km) surfaces of the Earth. Gage LIS possesses 90 % efficiency of detection of lightnings. The data under characteristics of the resonator of schumman was registered in Tomsk in 1997–2011 Is shown that seasonally-daily distributions of amplitudes first four the resonator of schumman and quantity of lightnings have similar character.

ВЛИЯНИЕ КДК И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА МЕЖГОДОВУЮ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДАТ ВЕСЕННЕЙ ПЕРЕСТРОЙКИ СТРАТОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

¹А.Ю. Канухина, ¹Е.Н. Савенкова, ²Е.Г. Мерзляков, ¹А.И. Погорельцев

¹Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

²Институт экспериментальной метеорологии, Обнинск, Россия
anakan@rshu.ru

INFLUENCE OF QBO AND SOLAR ACTIVITY ON INTERANNUAL VARIABILITY OF SPRING TRANSITION OF STRATOSPHERIC CIRCULATION

¹A.Yu. Kanukhina, ¹E.N. Savenkova, ²E.G. Merzlyakov, ¹A.I. Pogoreltsev

¹Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia

²Institute for Experimental Meteorology, Obninsk, Russia

Стратосферная циркуляция определяется динамическими и радиационными процессами. Такие значимые динамические характеристики стратосферы, как внезапные стратосферные потепления (ВСП) или сезонные изменения зонального потока, оказывают влияние на верхнюю атмосферу посредством усиления планетарных волн. Весенняя перестройка стратосферной циркуляции обусловлена изменением зенитного угла Солнца. Однако наступление весенней перестройки также подвержено влиянию динамических факторов. Анализ данных UK Met Office и NCEP/NCAR показал наличие сильной межгодовой изменчивости дат весенней перестройки. За последние годы усилилась отрицательная корреляция амплитуд планетарных волн с волновым числом 1 и дат наступления стратосферной перестройки. В годы, которые соответствуют восточной фазе квазидвухлетних колебаний (КДК), указанная корреляция усиливается наиболее значительно. Выявлен статистически значимый эффект 11-летнего солнечного цикла на стратосферную температуру и зональный поток. В свою очередь период КДК подвержен влиянию 11-летнего солнечного цикла. Целью работы является исследование возможных динамических причин наблюдаемой межгодовой изменчивости дат весенней перестройки циркуляции стратосферы.

The stratospheric circulation is controlled by radiative processes as well as dynamical ones. Remarkable dynamical processes in the stratosphere (sudden stratospheric warmings - SSW, seasonal changes of the mean flow) influence the upper atmospheric layers through enhancement of planetary waves. The spring-time transition occurs because of the seasonal change of the Solar zenith angle. However, dynamical processes may considerably affect the behavior and time of breakup date. The analysis of data assimilated in the UK Met Office and NCEP/NCAR models shows that there exists a strong interannual variability of the spring-time transition date of the stratospheric circulation. During the last years the negative correlation between SPW1 amplitudes and spring-time transition date increased significantly. This correlation slightly increases in years with easterly phase QBO. The 11 year solar cycle is statistically significant in stratospheric temperature and zonal winds. Period of QBO is suggested to be modulated by the 11 year Solar cycle. The main purpose of the present paper is to investigate the possible dynamical reasons of observed interannual variability of the spring-time breakup date.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛЯ ВЕТРА ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЗЕМЛЕЙ СЕКТОРНЫХ ГРАНИЦ МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

А.А. Караханян, Г.А. Жеребцов, В.А. Коваленко, С.И. Молодых

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

PECULIARITIES OF THE WIND FIELD AS THE EARTH PASSES THROUGH SECTORAL BOUNDARIES OF THE INTERPLANETARY MAGNETIC FIELD

A.A. Karakhanyan, G.A. Zherebtsov, V.A. Kovalenko, S.I. Molodykh

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

Смена секторов межпланетного магнитного поля (ММП) оказывает влияние на процессы в магнитосфере, ионосфере и нижней атмосфере. Рассмотрена реакция горизонтальных составляющих (u , v) вектора скорости на прохождение секторных границ ММП в период низкой геомагнитной активности. Показаны особенности пространственной структуры поля ветра при переходе Земли из одного сектора ММП в другой в течение года.

The change of interplanetary magnetic field (IMF) sectors influences processes in the magnetosphere, ionosphere and lower atmosphere. We examined response of the velocity vector horizontal components (u , v) to the passage through sectoral boundaries IMF during low geomagnetic activity. Features of the wind field spatial structure are shown for the period when the Earth is going from one IMF sector to another within a year.

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА В ПЕРИОД ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

К.Е. Кириченко, С.И. Молодых, В.А. Коваленко

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
kirgloba@mail.ru

PECULIARITIES OF SPACE-TIME VARIATIONS OF SEA SURFACE TEMPERATURE DURING GLOBAL WARMING

K.E. Kirichenko, S.I. Molodykh, V.A. Kovalenko

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

Представлены результаты анализа изменений температуры поверхности Мирового океана (ТПО) за период 1854–2009 гг. Получено, что за анализируемый период глобальная ТПО изменялась немонотонно. Установлено, что в период глобального потепления в XX в. изменения ТПО в Северном и Южном полушариях значительно различаются. Обсуждаются возможные причины такого различия. Отмечаются два периода потепления: первый – в 1910–1940 гг., при этом ТПО в Северном полушарии возросла значительно больше, чем Южном, второй – в 1976–1998 гг., когда наблюдалась положительная корреляция ТПО Северного и Южного полушарий.

В изменениях ТПО в Северном полушарии выявлены отчетливые квазипериодические колебания на широтах 30–60° с периодом около 60 лет, которые наилучшим образом проявляются в Атлантическом океане. Обсуждается роль циркуляционных процессов в атмосфере и энергообмена между океаном, атмосферой и сушей.

Results of the analysis of changes of temperature of a surface of global ocean (TSO) for the period of 1854–2009 are submitted. It is received, that for the analyzed period global TSO changed gradually. It is established, that during global warming in XX century of change TSO in Northern and Southern hemispheres considerably differ. The possible reasons of such distinction are discussed. Two periods of warming are marked: the first – during 1910–1940 years, thus TSO in Northern hemisphere increased much more, than in Southern one, the second – 1976–1998, in this period positive correlation of TSO of Northern and Southern hemispheres was observed.

In changes TSO in Northern hemisphere distinct quasi-periodic fluctuations are found out at latitude 30–60° with the period about 60 years which are shown in the best way in Atlantic ocean. The role of circulating processes in an atmosphere and change of power between the ocean, the atmosphere and the land is discussed.

ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ АСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

¹О.С. Кочеткова, ²О.Ю. Марченко, ¹А.Ю. Шиховцев

¹Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

²Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск, Россия
olgak@iszf.irk.ru

EVALUATION OF CLIMATIC CONDITIONS FOR ASTRONOMICAL OBSERVATIONS

¹O.S. Kochetkova, ²O.Yu. Marchenko, ¹A.Yu. Shikhovtsev

¹Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

²L.A. Melentyev Energy Systems Institute SB RAS, Irkutsk, Russia

Астроклиматические характеристики во многом зависят от степени нестационарности атмосферных процессов. Прямым следствием такой нестационарности является оптическая нестабильность земной атмосферы в микро- и мезомасштабном диапазоне, количество и плотность облачного покрова в синоптическом диапазоне. В свою очередь, нестационарность атмосферных процессов зависит от величины и неоднородности распределения в пространстве кинетической энергии течений. Взаимосвязь атмосферных процессов на разных временных и пространственных масштабах позволяет надеяться использовать для прогноза астроклиматических условий результаты экспериментов с использованием современных моделей общей циркуляции атмосферы. В работе представлены результаты расчетов и схемы распределений облачности, флуктуаций показателя преломления воздуха, кинетической энергии атмосферных движений для разных барических уровней в атмосфере. Расчеты выполнены на основе данных NCEP/NCAR Reanalysis. Использование предлагаемой методики районирования позволило получить крупномасштабную картину распределения астроклиматических характеристик, выделить регионы с наименьшими значениями флуктуаций показателя преломления.

In many respects astroclimatic characteristics depend on atmospheric processes nonstationarity. The small-scale and meso-scale atmospheric optical instability, amount and opacity of cloud fields are a direct consequence of such nonstationarity. In turn, the nonstationarity of the atmospheric processes depend on spatial distribution of the kinetic

energy of atmospheric flows. The relationship between the atmospheric processes at different temporal and spatial scales gives us hope to use the results of the general atmospheric circulation model simulations for the astroclimatic conditions forecast. Using NCEP/NCAR Reanalysis data, we demonstrate the spatial patterns of cloudiness, atmospheric refractive index fluctuations and atmospheric flows kinetic energy for the different vertical atmospheric levels. These patterns analysis and comparison allow us to select the areas with most favorable astroclimatic conditions.

**КОЛЕБАНИЯ ВОДНОСТИ В БАССЕЙНЕ РЕКИ СЕЛЕНГИ
И ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК
ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ**

¹О.Ю. Марченко, ²О.С. Кочеткова

¹Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
olgayumarchenko@gmail.com

**VARIATIONS OF WATER CONTENT IN THE SELENGE RIVER BASIN
AND LONG-TERM CHANGES IN CHARACTERISTICS OF THE GENERAL
ATMOSPHERIC CIRCULATION**

¹O.Yu. Marchenko, ²O.S. Kochetkova

¹L.A. Melentyev Energy Systems Institute SB RAS, Irkutsk, Russia

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

Исследованы колебания стока реки Селенги в летние месяцы по данным гидрологической станции разъезда Мостовой (замыкающий створ) за период с 1934 по 2010 г. Изучены связи долговременных колебаний стока Селенги с характеристиками общей циркуляции атмосферы. Выявлено, что в 1975 г. произошло нарушение однородности ряда летних расходов воды реки. Периоды 1934–1975 и 1976–2009 гг. заметно отличаются по амплитуде колебаний. Исследования показали, что изменение амплитуды было связано с увеличением частоты появления аномалий летних атмосферных осадков. Возможными причинами появления таких аномалий могут быть изменения влагосодержания и условий выпадения влаги в рассматриваемом бассейне. Долговременные изменения горизонтальных полей ветра, а также средней и вихревой кинетической энергии подтверждают это предположение.

Variations of water content in the Selenge River basin in the summer months, using the hydrological recording station Mostovoy (outlet) data for the period 1934–2010, are investigated. The connections between the long-time variations of the Selenge water content and the general atmospheric circulation characteristics are studied. It was revealed, that the broken of the water content series homogeneity had happened in 1975. The water content variation amplitudes are very different in the periods 1934–1975 and 1976–2009. This difference provides by the increase of the summer precipitation anomaly. Probably, the changes of the specific humidity and the rainfall conditions in the Selenge basin can be reason of such anomalies. Long-time changes of the horizontal wind, mean and eddy kinetic energy confirm this assumption.

**ПЕЛЕНГАЦИОННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТЬЮ НА КАМЧАТКЕ
В ПЕРИОД 23 ЦИКЛА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ**

А.Н. Мельников, Г.И. Дружин, Н.В. Чернева

Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Паратунка, Россия
mukamol@yandex.ru

**APPLICATION OF DIRECTION-FINDING TO OBSERVE THUNDERSTORM ACTIVITY IN
KAMCHATKA DURING SOLAR CYCLE 23**

A.N. Melnikov, G.I. Druzhin, N.V. Cherneva

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

Рассматриваются грозовые разряды, зарегистрированные в пункте наблюдения «Паратунка» (Камчатка) с применением ОНЧ-пеленгатора, регистрирующего грозы на расстоянии до 4000 км, а также их суточная интенсивность и азимутальное распределение. Данные, полученные с помощью ОНЧ-пеленгатора, сравнивались с данными мировой сети станций по определению месторасположения гроз WWLLN. Проведено сравнение зависимостей количества дней с грозой в году и числа принимаемых ОНЧ-пеленгатором излучений с числом солнечных пятен за период 23-го солнечного цикла. Корреляции между метеорологическими данными, предоставленными Гидрометеослужбой Камчатского края, количеством дней с грозой и числом солнечных пятен не обнаружено. Пеленгационные наблюдения показали, что на фазе спада солнечной активности наблюдалось падение среднего количества принятых излучений от грозовых разрядов в период с 2001 по 2009 г.

We consider the thunderstorms registered at “Paratunka” site, Kamchatka, which were observed visually and by the means of VLF direction-finder registering thunderstorms at the distance up to 4000 km. Azimuthal distributions and intensities of thunderstorm discharges received by VLF direction-finder were compared with the data of world station network for detection of thunderstorm location WWLLN. We compared the dependence of the number of days with storms per year and the amount of storm radiation received by the VLF direction-finder with the number of sunspots for the period of the 23d solar cycle. The data from Hydrometeorological service of Kamchatka krai showed the absence of correlation between the number of days with storms with the number of sunspots. Direction-finding showed that at the phase of solar activity decay, within 2001 to 2009, decrease of the average amount of received radiation from thunderstorm discharges was observed.

МОДЕЛЬ ПРОХОЖДЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ЧЕРЕЗ ЗЕМНУЮ АТМОСФЕРУ

О.В. Михайлова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия
o.v.m.70@yandex.ru

MODEL OF SOLAR RADIATION PASSAGE THROUGH THE EARTH'S ATMOSPHERE

O.V. Mikhailova

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, Russia

Действие земной атмосферы таково, что в общем интегральном потоке лучистой энергии Солнца у поверхности Земли различные участки спектра излучения занимают обособленные места, что обусловлено их специфическими свойствами. В работе показана математическая модель прохождения солнечного излучения в инфракрасной области спектра, в том числе и расчет интенсивности потоков прямой радиации. Сопоставлены модельные данные с реальными экспериментальными данными. В расчете использовались сетевые термоэлектрические актинометры и пиранометры. В эксперименте для выделения спектрального участка 0.8–3.6 мкм термобатареи перекрывались плоскими и полусферическими стеклянными фильтрами. Градуировка приборов осуществлялась по пиргелиометру № 569. При этом контрольный и проверяемый приборы перекрывались идентичными фильтрами марки ИКС-3. Таким образом, вся измеренная радиация, полученная по модели и в эксперименте, была приведена к Международной пиргелиометрической шкале (МПШ)-56.

Action of terrestrial atmosphere is that that in the general integrated stream of radiant energy of the Sun at an earth surface various sites of a spectrum of radiation take the isolated places that is caused by their specific properties. In work the mathematical model of passage of sunlight in infra-red area of a spectrum, including calculation intensity of streams of direct radiation is shown. The data is compared with real experiments. In calculation were used network thermoelectric solar radiation instruments and pyranometers constructions. In experiment for allocation of a spectral site 0.8–3.5 microns of the thermo battery were blocked by flat and hemispherical glass filters. Graduation of devices was carried out on pyrhelimeter № 569. Thus control and checked devices were blocked by identical filters of mark IKS-3. Thus, all measured radiation received in model and experiment has been led International pyrhelimetrical scale.

ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

О.А. Ознобихина, В.И. Мордвинов, Е.В. Девятова

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

EMPIRICAL INVESTIGATION AND MATHEMATICAL MODELING OF WINTERTIME LOW-FREQUENCY ATMOSPHERIC DISTURBANCES

O.A. Oznobikhina, V.I. Mordvinov, E.V. Devyatova

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

В работе проведены эмпирическое исследование и математическое моделирование пространственной структуры и динамики зимних низкочастотных возмущений в стратосфере и тропосфере, ответственных за возбуждение крутильных колебаний – вариаций интенсивности среднезонального потока с временным масштабом 15–30 сут, распространяющихся вдоль меридиана. Некоторые особенности распространения низкочастотных возмущений выявлены с помощью метода одноточечных корреляций со сдвигом во времени. Для моделирования низкочастотных возмущений и крутильных колебаний использована линеаризованная баротропная квазигеострофическая модель. Модельные источники возмущений соответствовали динамике ано-

малый, выделенных в стратосфере и тропосфере с помощью метода одноточечных корреляций с временным сдвигом. В результате расчетов были воспроизведены основные особенности эмпирических низкочастотных возмущений и рассчитаны крутильные колебания, хорошо соответствующие наблюдаемым.

The spatial structure and dynamics of the wintertime low-frequency stratospheric and tropospheric disturbances responsible for excitation of the torsional oscillations (zonal-mean zonal wind variations with the timescale 15–30 days which propagate along meridian) are investigated, using empirical method and mathematical modeling. The main features of the low-frequency disturbances propagation and dynamics were revealed, using lag-correlation empirical method. The linearized barotropic quasi-geostrophic model was used for low-frequency disturbances and torsional oscillations simulations. The model disturbance sources corresponded to disturbance dynamics revealed in the troposphere and stratosphere by empirical lag-correlation method. As a result, the main features of the empirical low-frequency disturbances were simulated and torsional oscillations well corresponding by empirical one were calculated.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ С БАРОТРОПНОЙ КВАЗИГЕОСТРОФИЧЕСКОЙ МОДЕЛЬЮ ЦИРКУЛЯЦИИ

О.А. Ознобихина, В.И. Мордвинов, Е.В. Девятова

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

EXPERIMENTS WITH A QUASI-GEOSTROPHIC BAROTROPIC MODEL OF CIRCULATION

O.A. Oznobikhina, V.I. Mordvinov, E.V. Devyatova

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

Исследования, выполненные в 70–80-е гг. XX в., показали высокую эффективность простых квазигеострофических баротропных моделей при воспроизведении структуры стационарных волн в атмосфере Земли, а также низкочастотных возмущений, обусловленных баротропной неустойчивостью зонального переноса. Мы предположили, что это приближение можно использовать и для анализа некоторых квазирегулярных явлений в атмосферах Земли и Солнца, в частности, для объяснения квазидвухлетних колебаний на Солнце, крутильных колебаний в атмосферах Земли и Солнца. Проведенные нами численные эксперименты показали сильную зависимость структуры стационарных волн и бегущих возмущений от характеристик среднего потока, положения источников и других параметров.

The investigations which was realized in 70–80-years of 20th century showed high efficiency of the simple quasi-geostrophic barotropic models for reproducing the structure of the atmospheric stationary waves and low-frequency disturbances caused by barotropic instability of zonal flow. We supposed that this approximation can be used also for the analysis of some quasi-regular events in the atmospheres of Earth and the Sun (in particular, for explanation the quasi-biennial oscillations on the Sun and the torsional oscillations in the atmospheres of Earth and the Sun). The results of our numerical experiments showed strong dependence of the structure of stationary waves and traveling disturbances on the characteristics of the mean flow, source location and other parameters.

ОЦЕНКА ВОЗМУЩЕНИЙ ПЕРЕМЕННОГО ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ АТМОСФЕРНЫХ ФРОНТОВ МОЩНЫХ ЦИКЛОНОВ

С.А. Колесник, М.В. Пикалов

Томский государственный университет, Томск, Россия
pikalov@mail.tsu.ru

ESTIMATING PERTURBATIONS OF ALTERNATING GEOMAGNETIC FIELD WITH ATMOSPHERIC FRONTS OF POWERFUL CYCLONES PASSING THROUGH

S.A. Kolesnik, M.V. Pikalov

Tomsk State University, Tomsk, Russia

Механизм трансформации акустических колебаний инфразвукового диапазона в вариации компонент геомагнитного поля состоит в следующем. Акустические колебания инфразвукового диапазона, генерируемые атмосферными циклонами, достигая высот нижней ионосферы, приводят к появлению периодических изменений электронной концентрации в поле волны, как следствие – периодически меняется проводимость плазмы. Периодические колебания проводимости приводят к модуляции ионосферных токов на частоте (частотах) акустического воздействия. Возникшие в ионосферной плазме переменные токи далее являются причиной периодических колебаний магнитного поля Земли.

The mechanism of transformation of acoustic fluctuations of an infrasonic range in a variation a component of a geomagnetic field consists in the following. The acoustic fluctuations of an infrasonic range generated by atmospheric cyclones, reaching heights of the bottom ionosphere, lead to occurrence of periodic changes of electronic concentration in the field of a wave, as consequence – conductivity of plasma periodically changes. Periodic fluctuations of conductivity lead to modulation of ionospheric currents on frequency (frequencies) of acoustic influence. The alternating currents which have arisen in ionospheric plasma are at the bottom further of periodic fluctuations of a magnetic field of the Earth.

**СТРАТОСФЕРНО-ТРОПОСФЕРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ
ВО ВРЕМЯ ВЕСЕННЕЙ ПЕРЕСТРОЙКИ ЦИРКУЛЯЦИИ**

Е.Н. Савенкова

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия
savenkova.en@mail.ru

**STRATOSPHERE-TROPOSPHERE COUPLING DURING
THE SPRING BREAKUP OF CIRCULATION**

E.N. Savenkova

Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia

Квазистационарные планетарные волны (СПВ) играют важную роль в динамике стратосферы в течение зимних месяцев и весеннего переходного периода. При слабых СПВ на нижней границе (в нижней стратосфере) возможно устойчивое состояние, в то время как усиление нелинейного взаимодействия между СПВ и среднезональным потоком ведет к нерегулярным колебаниям амплитуд волн и интенсивности стратосферной струи – так называемым стратосферным васцилляциям. Еще большее усиление в амплитудах СПВ на высотах стратосферы может привести к бифуркациям от осциллирующего к хаотичному характеру и к развитию внезапных стратосферных потеплений (ВСП). Если эти события случаются в течение последних зимних месяцев, стратосферная циркуляция переходит в летний режим и мы наблюдаем раннюю весеннюю перестройку. Роль низкочастотных бегущих планетарных волн (так называемых нормальных стратосферных мод) исследуется в модели средней и верхней атмосферы. Показано, что межгодовая изменчивость дат весенней перестройки может объясняться интерференцией бегущих и стационарных планетарных волн.

Quasi-stationary planetary waves (SPWs) play an important role in the stratospheric dynamics during the winter and spring-time transition months. For a weak SPW forcing at the lower boundary (in the lower stratosphere) a steady state is possible, whereas for larger forcing the nonlinear interaction between the SPWs and mean flow leads to irregular oscillations of the wave amplitudes and intensity of the stratospheric jet, the so-called stratospheric vacillations. Further increase in the amplitudes of SPWs at the stratospheric heights can provide the bifurcations from oscillating to chaotic solutions and to development the sudden stratospheric warmings (SSW). If these events happen during the later-winter months, the stratospheric circulation reverses to the summer regime and we observe the early spring-time transition date. The role of low-frequency travelling planetary waves (the so-called normal atmospheric modes) is investigated with the middle and upper atmosphere model. It is shown that interannual variability of the spring breakup date can be explained by the interference of travelling and stationary planetary waves.

**СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА БАЙКАЛЕ
И ЦИРКУЛЯЦИЯ АТМОСФЕРЫ (1950–2008 гг.)**

Л.Н. Сизова

Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия
Sizova@lin.irk.ru

**RECENT CHANGES OF CLIMATE AT LAKE BAIKAL
AND ATMOSPHERIC CIRCULATION (1950–2008)**

L.N. Sizova

Limnological Institute SB RAS, Irkutsk, Russia

Изменения температуры воздуха на Байкале в XX–начале XXI вв. соответствуют ходу глобальной температуры. Потепление происходит вдвое быстрее, чем в среднем для земного шара, интенсивнее зимой и весной, чем летом и осенью. В изменении температуры воздуха наблюдаются значительные аномалии, связанные с колебаниями крупномасштабной атмосферной циркуляции. Эти процессы приводят к значительным колебаниям других климатических характеристик, влияющих на состояние экосистемы озера Байкал. Уравнения множественной регрессии, учитывающие связь характеристик с индексами Northern Hemisphere Teleconnection Patterns в 1950–2008 гг., адекватно описывают колебания сезонной и годовой температуры и влажности воздуха, годовых атмосферных осадков и скорости ветра, динамика которых характеризуется индексами AO, NAO, SCAND и EA.

Changes in air temperature at Lake Baikal in the XX–early XXI century correspond to global air temperature course. Warming occurs twice as fast as the average for the entire globe it is more intensive in winter and spring than in summer and autumn. Significant anomalies associated with fluctuations of large-scale atmospheric circulation are observed in air temperature variations. These processes result in significant fluctuations and other climatic parameters that affect the ecosystem state of Lake Baikal. Equations of multiple regressions taking into account the relationship of characteristics with indices of Northern Hemisphere Teleconnection Patterns in 1950–2008 adequately describe the seasonal and annual variations in temperature and humidity, annual precipitation and wind speed. Such indices as AO, NAO, SCAND and EA play a significant role in changes of these parameters.

АНАЛИЗ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ТУРБУЛЕНТНОСТИ С ПОМОЩЬЮ МЕЗОМАСШТАБНОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ АТМОСФЕРЫ

М.М. Смирнова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
marja1702@gmail.com

ANALYSIS OF TURBULENCE REPRESENTATION ACCORDING TO MESOSCALE ATMOSPHERIC MODEL

M.M. Smirnova

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Описание пограничного слоя атмосферы в мезомасштабных моделях динамики атмосферы основано на использовании различных параметризаций турбулентности, характеризующихся различными способами замыкания уравнений для турбулентных пульсаций. В связи с этим был проведен анализ воспроизведения модели турбулентной кинетической энергии (ТКЕ). Для оценки качества воспроизведения по модели турбулентных характеристик использовались данные высокочастотных ультразвуковых анемометров USA-1 и данные моностатического доплеровского содара ЛАТАН-3, установленных на крыше физического факультета МГУ и на Звенигородской научной станции ИФА РАН. Расчеты метеорологических полей осуществлялись с помощью модели WRF-ARW. Для расчетов была выбрана область, включающая в своей центральной части все точки, для которых доступны данные измерений, и имеющая пространственное разрешение 2 км. Были построены эмпирические функции распределения ТКЕ, проанализирован ее суточный ход. Сравнение показало достаточно значительные расхождения. Отдельно следует отметить тот факт, что ТКЕ в городе и за городом по измерениям различается гораздо в большей степени, чем в модели.

Atmospheric boundary layer description in mesoscale atmospheric models is based on various turbulence parameterizations, which use different schemes for computing turbulent mixing. This requires analysis of its representation in model and thus it was carried out in this work. Estimations of turbulent kinetic energy (TKE) were based on measurements by high frequency ultrasonic anemometers USA-1 and by monostatic doppler sodar LATAN-3, mounted on Faculty of Physics MSU and Zvenigorod station IAPh RAS. Mesoscale model used for this study is WRF-ARW. Model domain includes all points in its central part and has horizontal resolution of 2 km. distribution functions of TKE were calculated, its diurnal cycle was. Comparison showed many disagreements. It should be noted TKE has more differences between urban and rural area in measurement data than in model data.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБЛАЧНОСТИ И ЗОН ОСАДКОВ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО СПУТНИКОВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Е.Н. Сутырина

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
ensut@rambler.ru

DETERMINATION OF CLOUDINESS PARAMETERS AND PRECIPITATION ZONES WITH SATELLITE REMOTE SENSING DATA

E.N. Sutyryna

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

Применение спутниковой информации в условиях разреженной сети метеорологических станций позволяет получить намного более полное представление о пространственно-временном распределении полей метеорологических элементов. Значительный объем данных, поступающих с полярно-орбитальных метеорологических спутников, делает актуальной задачу разработки региональных алгоритмов, обеспечивающих автоматическое распознавание атмосферных явлений в облачности и позволяющих давать количественную оценку их интенсивности.

Автором разработаны региональные алгоритмы тематической обработки данных AVHRR/NOAA, позволяющие определять значения некоторых метеорологических параметров на территории Иркутской области

по яркостным характеристикам облачного покрова. К этим параметрам относятся температура и высота верхней границы облачности, вид облачности, положение зон осадков, количество осадков и т. д.

Under certain conditions of the rare network of weather-stations the application of satellite data allows us to acquire much more entire conception of spatio-temporal distribution of the fields of meteorological characters. Huge volume of data, received from polar-orbiting weather satellites, makes the task of the development of regional algorithms, supporting automated recognition of atmospheric phenomena of cloudiness and permitting its intensity quantification, actual.

Regional algorithms of thematic AVHRR/NOAA data processing, based on the use of brightness parameters of cloudiness and allowing us to estimate values of some meteorological characters over Irkutsk region, have been developed by author. Among these characters are temperature and altitude of the upper boundary of cloudiness, kinds of cloudiness, precipitations zones locations, rainfall, etc.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ПО КОЛИЧЕСТВУ ОБЛАКОВ

А.В. Чернокульский, И.И. Мохов

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия
chern_av@ifaran.ru

INTERCOMPARISON OF SATELLITE DATA FOR CLOUD COVER

A.V. Chernokulsky, I.I. Mokhov

A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics RAS, Moscow, Russia

Облачность, регулируя радиационный баланс Земли и участвуя в гидрологическом цикле, играет существенную роль в формировании глобального и регионального климата. Однако до сих пор существует неопределенность в количественной оценке облачности и в оценке ее изменений. В работе был проведен анализ современного состояния облачного покрова Земли с использованием широкого набора спутниковых данных (ISCCP D2, UW HIRS, Patmos-X, MODIS, CERES, PARASOL, AIRS-LMD, CALIPSO-GOCCP, MISR).

Согласно полученным результатам, доля покрытия облаками Земли по данным наблюдений составляет около 2/3, достигая по отдельным данным 3/4. Доля покрытия облаками суши находится в диапазоне от 1/2 до 3/5. Доля покрытия облаками Мирового океана больше – около 7/10. В Южном полушарии доля облаков больше, чем в Северном. В обоих полушариях как над сушей, так и над океаном отмечен максимум в летнее время и минимум в зимнее. Максимальные значения облачности проявляются в областях восходящих ветвей меридиональных ячеек, минимальные значения – в областях нисходящих ветвей. Наибольшие различия данных наблюдений отмечены в регионах с высоким альбедо подстилающей поверхности, в частности над полярными широтами и пустынями субтропического пояса.

Cloud cover plays the key role in the climate system by regulating radiation budget of the Earth through reflecting solar radiation and detaining longwave radiation. Probably the largest uncertainty in the climate change estimates is associated with uncertainties of cloud's amount estimation and its changes. An analysis was carried out to intercompare global, zonal and regional values of cloudiness from several up-to-date cloudiness satellite datasets including ISCCP D2, UW HIRS, Patmos-X, MODIS, CERES, PARASOL, AIRS-LMD, CALIPSO-GOCCP, MISR. The amount of global annual mean cloudiness (n) from different observations is about 2/3 in average. It reaches 3/4 for certain data. The amount of n is estimated between 1/2 and 3/5 over land and about 7/10 over ocean. According to all observations clouds amount in the Southern Hemisphere is larger than in the Northern Hemisphere with maximum in summer and minimum in winter. The largest distinctions between different satellite data are noted over regions with high albedo, in particular over polar regions and subtropical deserts.

ИССЛЕДОВАНИЕ КРУПНОМАСШТАБНЫХ И СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АТМОСФЕРНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

П.Г. Ковadlo, А.Ю. Шиховцев, О.С. Кочеткова

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
artempochta2009@rambler.ru

STUDY OF LARGE-SCALE AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF ATMOSPHERIC TURBULENCE

P.G. Kovadlo, A.Yu. Shikhovtsev, O.S. Kochetkova

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

Спектр атмосферной турбулентности изучен в широком диапазоне волновых чисел. На основе данных о характеристиках колебаний в произвольном диапазоне и известной формы спектра можно составить схему

пересчета полученных характеристик в количественные характеристики произвольной полосы волновых чисел. При астроклиматических исследованиях косвенная оценка оптической неустойчивости земной атмосферы является важной задачей. Схема предусматривает расчет по метеорологическим данным значений структурной характеристики показателя преломления воздуха. Полученные распределения среднего квадратичного отклонения и структурной характеристики показателя преломления воздуха над территорией России являются показателем оптической неустойчивости земной атмосферы. Результаты расчетов дали возможность выделить перспективные территории для проведения астроклиматических наблюдений.

The energy spectrum of atmospheric turbulence has been studied on a large range of wavenumbers. Using the fluctuation characteristics in some range and well-known shape of the energy spectrum, it is possible to make the calculating method of the numerical characteristics in some range of wavenumbers using calculated characteristics. The indirect estimation of optical instability of the earth's atmosphere is important problem of astroclimatic investigations. The method based on calculating the structure characteristic of air refraction index using meteorological data. The distributions obtained of the root-mean-square deviation, structure characteristic of air refraction index are presented on the Russian territory, which are index of optical instability of the earth's atmosphere. The calculating results gave the possibility to choose perspective areas for astroclimatic observations.

ОПТИЧЕСКАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЫ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ РОССИИ

П.Г. Ковадло, А.Ю. Шиховцев, О.С. Кочеткова

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
artemochta2009@rambler.ru

OPTICAL INSTABILITY OF THE EARTH'S ATMOSPHERE OVER RUSSIA

P.G. Kovadlo, A.Yu. Shikhovtsev, O.S. Kochetkova

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

При астроклиматических исследованиях косвенная оценка оптической неустойчивости земной атмосферы является важной задачей. По данным архива NCEP/NCAR Reanalysis рассчитаны значения среднего квадратичного отклонения показателя преломления воздуха, которые являются показателем оптической неустойчивости земной атмосферы. Расчеты выполнены для стандартных барических уровней атмосферы и представлены в виде распределений по сезонам. Кроме того, получены распределения продолжительности солнцесияния и коэффициента рассеянного света, который характеризует прозрачность атмосферы. Оценены вариации оптической неустойчивости земной атмосферы по вертикальной координате. Результаты расчетов дали возможность выделить перспективные территории для проведения астроклиматических наблюдений.

The indirect estimation of optical instability of the earth's atmosphere is important problem of astroclimatic investigations. Using the data of archive NCEP/NCAR Reanalysis the root-mean-square deviation of air refraction index are calculated on the Russian territory, which are index of optical instability of the earth's atmosphere. The calculations are performed for standard pressure levels of the atmosphere and presented as seasonal distributions on the surface of the earth. Furthermore, the distributions of continuance sun light and index of ambient light, which characterize atmosphere transparency, are obtained. The vertical variations of optical instability of the earth's atmosphere are estimated. The calculating results gave the possibility to choose perspective areas for astroclimatic observations.

СЕКЦИЯ Е

Проблемы физики глазами школьников

ПРОЯВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ В ИОНОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

В.А. Иванова, И.П. Инкинжинова, И.Г. Брынко, И.Н. Поддельский

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

MANIFESTATIONS OF SPACE WEATHER IN THE EARTH'S IONOSPHERE

V.A. Ivanova, I.P. Inkinzhinova, I.G. Brynko, I.N. Poddelsky

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

Космическая погода – относительно молодая область науки, изучающая влияние солнечных явлений на Землю с характерными временами порядка суток и менее. Кратковременные вариации параметров верхней атмосферы Земли во многом определяются различными воздействиями космической погоды, например солнечных вспышек или магнитных бурь. В работе исследуются ионосферные проявления нескольких солнечных вспышек, а также воздействие магнитных бурь на критические частоты F2-области ионосферы и максимальные наблюдаемые частоты. Для анализа используются данные радиозондирования в коротковолновом диапазоне.

Space weather is a rather new branch of science, studying the influences of solar phenomena on Earth with typical times less than 24 hours. Short-term variations of Earth's atmosphere parameters are identified very often by the influences of different manifestations of space weather, for example, solar flares or geomagnetic storms. In this work manifestations of several solar flares on the ionosphere of Earth are studied. We investigate also the influence of geomagnetic storms to F2-region critical frequencies and maximum observed frequencies. For the analysis data of high frequency radiosounding are used.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ТУМАНОВ В ИРКУТСКЕ

И.Ю. Лобычева, Е.С. Лазарева

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

STUDY OF CONDITIONS FOR FOG FORMATION IN IRKUTSK

I.Yu. Lobycheva, Ye.S. Lazareva

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

Туманом называется помутнение приземного слоя воздуха из-за наличия в нем взвешенных капель воды, ледяных кристаллов или их смеси, при котором горизонтальная дальность видимости становится менее 1 км хотя бы в одном направлении.

В настоящее время оправдываемость существующих расчетных методов для прогноза данного явления очень низкая. В то же время туман относится к опасным явлениям погоды (за счет ухудшения видимости) и от точности предсказания данного явления зависит движение всех видов транспорта (в большей степени – авиации).

Задача данного исследования – оценить вероятность образования тумана при различных метеопараметрах.

Fog – it is the dimness of surface air because of the water drops in suspension, ice crystals or their mixture, whereby the visibility is less than 1 km even if one direction.

At present success rate of exist computational methods for forecast of this phenomenon is very poor. At the same time fog is the dangerous weather phenomenon because of the bad visibility and the movement of all kind of transport especially air traffic depends on the precision of success rate of this phenomenon.

The task of this investigation is to value the probability of fog formation with different meteorological parameters.

КАКОЕ ОНО, НАШЕ СОЛНЦЕ

¹Т.Э. Сенцова, ¹Е.П. Провада, ²С.С. Калашников

¹МОУ Средняя общеобразовательная школа № 1, пос. Куйтун, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
kalashnikov@iszf.irk.ru

WHAT IS OUR SUN LIKE

¹T.E. Sentsova, ¹E.P. Provada, ²S.S. Kalashnikov

¹Secondary School No. 1, Kuitun, Russia

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

Выбор темы данной работы не случаен, ведь как известно, 2011 год объявлен Президентом Российской Федерации Годом космонавтики, в честь пятидесятилетнего юбилея первого полета человека в космос. Солнце – очень значимый объект для нас, землян. Ведь благодаря ему существует все живое, в том числе и мы. Главная цель данной работы – подробно изучить наше светило и поведать другим самое основное и интересное про Солнце.

Солнце освещает и согревает нашу планету. Без его энергии была бы невозможна жизнь на Земле. Оно необходимо не только человеку, но и флоре и фауне. Солнце – это регулятор жизни всего живого, всей нашей планеты!

The selection of this scientific work theme is not casual since 2011 are declared by President of the Russian Federation as the year of cosmonautics in the honor of fifty year anniversary from the first manned space flight. The Sun is very significant object for us. The Life (including us) exists owing the Sun. Therefore theme «The Sun» is very actual. The main aims of this work are to detailed study of «Our Principal Heavenly body» and to tell about the most important and interesting facts about the Sun. The Sun illuminates and heats up our planet. The Sun - main energy source, which feeds the proceeding on the Earth processes. The Sun is regulator of Life on the Earth. Without it to us in no way!

ПЯТЬ САМЫХ КРУПНЫХ ТЕЛЕСКОПОВ МИРА

¹А. Асадов, ¹Е.П. Провада, ²С.С. Калашников

¹МОУ Средняя общеобразовательная школа № 1, пос. Куйтун, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
kalashnikov@iszf.irk.ru

FIVE LARGEST TELESCOPES OF THE WORLD

¹A. Asadov, ¹E.P. Provada, ²S.S. Kalashnikov

¹Secondary School No. 1, Kuitun, Russia

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

В работе рассмотрены пять самых крупнейших телескопов мира. Информация о телескопах представлена так: инструменты рассматриваются с учетом их размера, от большего к меньшему. В работе дано описание телескопов, их расположение и местонахождение, название, строение, предназначение.

Также представлены фотографии каждого инструмента.

The paper discusses the 5 most of the world's largest telescopes. Information about telescopes is presented in such a way that telescopes considered from the largest to less than great. This paper gives a description of the telescopes, their location, name, internal structure, the purpose of the telescope. Also includes photographs of each instrument.

СИБИРСКИЙ СОЛНЕЧНЫЙ РАДИОТЕЛЕСКОП

¹Р.Ф. Ишмухаметов, ¹Е.П. Провада, ²С.С. Калашников

¹МОУ Средняя общеобразовательная школа № 1, пос. Куйтун, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
kalashnikov@iszf.irk.ru

SIBERIAN SOLAR RADIO TELESCOPE

¹R.F. Ishmukhametov, ¹E.P. Provada, ²S.S. Kalashnikov

¹Secondary School No. 1, Kuitun, Russia

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

Влияние процессов солнечной активности на геофизические явления общеизвестно. Порожденные выходом глубинных магнитных полей, они разворачиваются в солнечной короне. Радионаблюдения позволяют

изучать корону на фоне солнечного диска и существенно дополняют измерения в жестком и мягком рентгеновском излучении. ССРТ – специализированный солнечный радиотелескоп, предназначенный для изучения солнечной активности в микроволновом диапазоне (5.7 ГГц), где процессы, происходящие в солнечной короне, доступны наблюдениям по всему солнечному диску.

Сибирский солнечный радиотелескоп (ССРТ) – один из крупнейших астрономических инструментов. Он расположен в покрытой лесом живописной долине, разделяющей два горных хребта Восточных Саян, на расстоянии 220 км от Иркутска.

Influence of solar activity in geophysical phenomena is well known. Output generated by the underlying magnetic fields, they were unfolding in the solar corona. Radio observations allow us to study the crown on the background of the solar disk and substantially complement the measurement of hard and soft X-rays. SSRT specialized solar telescope designed to study solar activity in the microwave band (5.7 GHz), where the processes in the solar corona can be observed across the solar disk. Siberian Solar Radio SSRT one of the largest astronomical instruments. It is located in the forested scenic valley that separates the two mountain ranges of Eastern Sayan, a distance of 220 km from Irkutsk.

ПЯТЬ САМЫХ КРАСИВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ СОЛНЦА

¹М.С. Немчинова, ¹Е.П. Провада, ²С.С. Калашников

¹МОУ Средняя общеобразовательная школа № 1, пос. Куйтун, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
kalashnikov@iszf.irk.ru

FIVE MOST BEAUTIFUL IMAGES OF THE SUN

¹M.S. Nemchinova, ¹E.P. Provada, ²S.S. Kalashnikov

¹Secondary School No. 1, Kuitun, Russia

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

В честь юбилейного Года космонавтики нами собраны в красочный фотоальбом самые красивые, на наш взгляд, изображения Солнца. При составлении этого альбома учитывалась не только красота снимка, но и уникальность события, анализировались условия съемки и происходящие физические процессы.

In the honor of the anniversary year of cosmonautics we gathered the most beautiful images of the sun into the colorful photo album, in our view. With the composition of this album was considered not only the beauty of photograph, but also the uniqueness of event, the conditions for survey and the proceeding physical processes were analyzed.

КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР

¹Ю. Подолевская, ¹Е.П. Провада, ²С.С. Калашников

¹МОУ Средняя общеобразовательная школа № 1, пос. Куйтун, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
kalashnikov@iszf.irk.ru

SPACE DEBRIS

¹Yu. Podolevskaya, ¹E.P. Provada, ²S.S. Kalashnikov

¹Secondary School No. 1, Kuitun, Russia

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

В работе представлен обзор проблем, связанных с загрязнением околоземного пространства. Дано понятие «космический мусор», очерчены проблемы пути их решения. От успешного решения этой проблемы зависит возможность дальнейшего развития деятельности человечества в космосе. Определение предельно допустимых уровней воздействия на околоземную среду может быть главной задачей исследований ближайших нескольких лет.

The paper considers an overview of various problems affecting the pollution near-Earth space. The concept of «space debris», problems and challenges in solving pollution problems. The successful solution of this problem depends on the possibility of further development of space activities of mankind. The problem of determining the maximum permissible levels of exposure to low-Earth environment can be called the main task of research the next few years.

НЕСКОЛЬКО ЧАСОВ ДО СТАРТА

¹А.Ю. Чистяков, ¹Е.П. Провада, ²С.С. Калашников

¹МОУ Средняя общеобразовательная школа № 1, пос. Куйтун, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
kalashnikov@iszf.irk.ru

SEVERAL HOURS BEFORE LAUNCH

¹A.Yu. Chistyakov, ¹E.P. Provada, ²S.S. Kalashnikov

¹Secondary School No. 1, Kuitun, Russia

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

Как известно, 2011 год является Годом космонавтики. В своей работе мы хотели показать, как прошли часы и минуты, которые пережил Гагарин до полета и после него.

В работе прослеживается хронология событий до старта корабля и после его приземления. Работа содержит множество фотографий, которые позволяют проследить последовательность событий 12 апреля 1961 г.

As we know, 2011 is the year of space exploration. Our work, we wanted to show, how was the hours and minutes, which survived until Gagarin flight and its aftermath. The paper traces the chronological sequence before the start of the ship and after his touchdown. The work has a lot of photos, which allow us to trace the sequence of events for the day April 12, 1961.

ПЕРВЫЙ ПОЛЕТ ЧЕЛОВЕКА В КОСМОС

¹А.И. Шамонин, ¹Е.П. Провада, ²С.С. Калашников

¹МОУ Средняя общеобразовательная школа № 1, пос. Куйтун, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
kalashnikov@iszf.irk.ru

THE FIRST MANNED SPACE FLIGHT

¹A.I. Shamonin, ¹E.P. Provada, ²S.S. Kalashnikov

¹Secondary School No. 1, Kuitun, Russia

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

В работе рассмотрены следующие моменты, касающиеся первого полета человека в космос: первый искусственный спутник земли, запуск в космос Белки и Стрелки, формирование первого отряда советских космонавтов. Изучены биографии Ю. А. Гагарина, космонавта № 2 – Германа Титова и других последователей Юрия Гагарина, Валентины Терешковой – первой женщины-космонавта. В работе говорится о людях, навсегда вошедших в историю XX века и мировой цивилизации.

The paper discusses such events as: the first artificial satellite launched into space dogs Belka and Strelka, forming the first group of Soviet cosmonauts, biography of Yuri Gagarin, cosmonaut Gherman Titov, and other followers of Yuri Gagarin. Valentina Tereshkova – the first woman astronaut. Names of people always included in the history of XX century and of world civilization.

ПОЛЯРНЫЙ ВИХРЬ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПОГОДУ И КЛИМАТ СИБИРИ

¹Н.А. Имедоева, ¹В.В. Иmekshueva, ²Е.В. Девятова

¹МОУ Средняя общеобразовательная школа № 2, пос. Усть-Ордынский, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
devyatova@iszf.irk.ru

POLAR VORTEX AND ITS EFFECT ON WEATHER AND CLIMATE IN SIBERIA

¹N.A. Imedoeva, ¹V.V. Imekshueva, ²E.V. Devyatova

¹Secondary School No. 2, Ust-Orda, Russia

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

Полярный вихрь (циркумполярный вихрь) – один из элементов зимней атмосферной циркуляции в высоких широтах и интереснейший объект для исследования. Полярный вихрь – это вращение воздуха с запада

на восток в тропосфере и стратосфере вокруг полюса зимой. Причина формирования Полярного вихря - охлаждение полярной области зимой. В стратосфере полярный вихрь ведет себя как самостоятельный объект. В тропосфере – это скорее результат осреднения отдельных синоптических (погодных) процессов за некоторый промежуток времени. Поведение полярного вихря влияет на погоду в зимний период и может определять погодные условия следующий весной и даже летом в различных регионах, в том числе и на территории Сибири. Колебания интенсивности полярного вихря от одной зимы к другой демонстрируют такое интересное явление, как чередование зим с сильным и слабым полярным вихрем. Возможно, именно эта двухлетняя цикличность интенсивности вихря, являющаяся частью климатической изменчивости, приводит к чередованию теплых и холодных зим во многих регионах полушария.

Polar vortex is element of wintertime atmospheric circulation in high latitudes. It is very interesting object for investigation. Polar vortex is air rotation from west to east around pole in the wintertime troposphere and stratosphere. The reason for the formation of the Polar vortex is cooling of the polar region in winter. In the stratosphere, the Polar vortex behaves as an independent object. The tropospheric Polar vortex is result of the individual synoptic (weather) processes averaging for some period of time. The behavior of the Polar vortex affects the weather in winter and can determine the weather conditions which will develop later in the spring and summer in different regions, including the territory of Siberia. Fluctuations of the Polar vortex intensity from winter to winter demonstrate such an interesting phenomenon as alternating winters with strong and weak Polar vortex. Perhaps, namely this biennial cycle of vortex intensity, which is part of climatic variability, leads to an alternation of warm and cold winters in many parts of the hemisphere.

СОЛНЦЕ В ПРЕДСТАВЛЕНИИ ЛЮДЕЙ: С ДРЕВНИХ ВРЕМЕН ДО НАШИХ ДНЕЙ

¹А.Н. Степанов, ²Е.М. Голубева

¹МОУ Лицей ИГУ, Иркутск, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
pisaga@yandex.ru

THE SUN IN HUMAN INTERPRETATION: FROM ANTIQUITY TO THE PRESENT DAY

¹A.N. Stepanov, ²E.M. Golubeva

¹ISU Lyceum, Irkutsk, Russia

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

В работе рассмотрены изменения представлений людей о природе Солнца, начиная с глубокой древности до настоящего времени. Отмечается, что Солнцу всегда отводится ключевая роль в повседневной жизни человечества, несмотря на существенные расхождения во взглядах древних людей и наших современников. Обсуждается практическое значение исследований Солнца в настоящее время. Также предпринимается попытка проследить возможную дальнейшую эволюцию взглядов на природу нашего светила.

Modifications of human view on nature of the Sun, beginning from antiquity to now, are considered in this study. It is noted its key role in day-to-day life of the humanity, in spite of the essential cognitive dissonance between the ancients and our contemporaries. Practical significance of solar studies at present time is discussed. Also an attempt is made to deduce a likely evolution of the view on the solar nature in future.

СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА

¹Т.С. Беляевская, ¹И.В. Дмитриева, ²Е.М. Голубева

¹МОУ Гимназия №1, Саянск, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
tamara1294@mail.ru

SOLAR ACTIVITY AND SPACE WEATHER

¹T.S. Belyaevskaya, ¹I.V. Dmitrieva, ²E.M. Golubeva

¹Gymnasium No. 1, Sayansk, Russia

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

В работе рассмотрены общие вопросы, касающиеся строения Солнца, физических процессов в его недрах и атмосфере, а также проявлений солнечной активности в околоземном космическом пространстве и на Земле. Проведен анализ данных солнечной активности и геомагнитных наблюдений, полученных в конце марта и начале апреля 2001 г., что позволило проследить солнечно-земные связи на практике. Сделан вывод об актуальности прогнозирования космической погоды. Рассмотрены некоторые проблемы, имеющие место при решении этой задачи.

Main questions concerning the structure of the Sun, the physical processes in its interior and atmosphere, and manifestation of solar activity on the Earth and in near space are considered. Both solar activity data and geomagnetic observations made in the end of May and in the beginning of April 2001 are analyzed to observe solar-terrestrial relationships practically. The conclusion is made about actuality of solar weather predictions. Some problems taking place with solving this task are considered.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ КОСМОНАВТИКИ

¹М.С. Боровикова, ¹Д.И. Познярская, ²А.А. Щербаков

¹МОУ Средняя общеобразовательная школа № 75, Иркутск, Россия

²Институт солнечной земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
kx-tca132ru@mail.ru

RUSSIAN ASTRONAUTICS HISTORY

¹M.S. Borovikova, ¹D.I. Poznyarskaya, ²A.A. Shcherbakov

¹Secondary School No. 75, Irkutsk, Russia

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

Первый в мире полет человека в космос состоялся 12 апреля 1961 г. В 6 ч 7 мин со стартовой площадки космодрома «Байконур» был осуществлен пуск ракеты-носителя «Восток-К72К», которая вывела на околоземную орбиту советский космический корабль «Восток», пилотируемый Юрием Гагариным. Однако этому важному событию предшествовала долгая история развития российской космонавтики. Двадцать седьмого мая 1954 года С.П. Королев обратился к Д.Ф. Устинову с предложением по разработке искусственного спутника Земли. В данной работе подробно рассмотрены события этого отрезка времени – от момента возникновения идеи о возможности разработки ИСЗ до первого пилотируемого полета в космос.

First manned flight into space took place April 12, 1961. The start of carrier rocket «Vostok-K72K» was carried out at 6:07 a.m. from the Baikonur Cosmodrome. The carrier rocket launched to Earth orbit Soviet spaceship «Vostok» piloted by Yuri Gagarin. However, this important event was preceded by a long history of the Russian astronautics development. This history acquired the real shape May 27, 1954 when S.P. Korolev turned to the DF Ustinov with the suggestion about development of an artificial Earth satellite. In this paper, the events at this historical period - from submission of ideas about the possibility of developing a satellite before the first manned space mission – were considered carefully.

КАК РОССИЙСКИЕ КОСМОНАВТЫ ГОТОВЯТСЯ К КОСМИЧЕСКИМ ПОЛЕТАМ

¹Д.А. Давыдова, ²В.Г. Файнштейн, ¹Д.И. Познярская

¹МОУ Средняя общеобразовательная школа № 75, Иркутск, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
Dasha.Filia@yandex.ru

THE WAY RUSSIAN ASTRONAUTS GET READY FOR SPACE MISSIONS

¹D.A. Davydova, ²V.G. Fainshtein, ¹D.I. Poznyarskaya

¹Secondary School No. 75, Irkutsk, Russia

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

Первому полету человека в космос предшествовал комплекс медико-биологических исследований, направленных на выяснение влияния условий космического полета, включая запуск космического корабля и его приземление, на живой организм. Для этого было осуществлено несколько запусков космических аппаратов с животными и насекомыми на борту. Большую роль в этих исследованиях сыграл запуск в космос маленьких собачек. В докладе обсуждаются некоторые результаты подобных экспериментов с животными, а также некоторые вопросы подготовки космонавтов к космическим полетам. Основное внимание в докладе уделено таким вопросам, как контроль состояния здоровья космонавтов, физическая подготовка, тренировки на специальном оборудовании (макеты космических аппаратов и др.), тренировки на случай нештатного приземления космического аппарата в тайге, на воде, в пустыне и т. д.

The first human spaceflight was preceded by biomedical research to study effects of spaceflight conditions (including launch and landing of a spacecraft) on living bodies. For this purpose several spacecraft with animals and insects aboard were launched. Launching small dogs into space was of great importance in this research. The report discusses some results of space experiments with animals. The second part of this report is concerned with issues of astronaut training. Much attention is given to health check of astronauts, their physical training, working on special simulators (models of spacecraft, etc.), survival training in the case of contingency landing in taiga, in desert or on water, etc.

ПРОБЛЕМА КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

¹Е.О. Лузякина, ¹О.В. Захарова, ²Р.В. Васильев

¹МОУ Лицей №1, Иркутск, Россия,

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
menolli4@gmail.com

SPACE DEBRIS PROBLEM

¹E.O. Luzvakina, ¹O.V. Zakharova, ²R.V. Vasilyev

¹Lyceum No. 1, Irkutsk, Russia

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

Цель данной работы – проследить, как человечество влияет на космическое пространство, как нарушается экологическое равновесие, а также рассмотреть проблему космического мусора. Проблема засорения околоземного космического пространства космическим мусором возникла сразу после запусков первых искусственных спутников Земли в конце пятидесятых годов. И падение «Протона», российской ракеты-носителя, подняло новый виток обсуждений этой темы. На момент падения в «Протоне» оставалось порядка 218 тонн 978 килограммов токсичного топлива – гептила. С дальнейшим развитием космонавтики проблема загрязнения окружающей среды становится все острее. По подсчетам немецкого астронома М. Освальда, в настоящее время на околоземной орбите находится свыше 330 миллионов объектов, созданных руками человека, если учитывать только объекты диаметром более одного миллиметра. Известно, что большая часть этих объектов вокруг Земли движется со скоростью более 35405 км/ч. А предмет, движущийся с такой скоростью, при прямом попадании может нанести значительное повреждение космическому аппарату.

The purpose of this study is learn how the humanity affects the space, how disturbed the ecological balance, and also how to solve the problem of space garbage and prevent its occurrence in the future. The problem of near space clogging by the space garbage occurred immediately after the launch of satellites in the late fifties. New round of discussions on this topic was raised by the Russian carrier rocket "Proton" falling. At the time of the fall in the «Proton» remained about 218 tons 978 kgs of toxic fuel –geptil. With the further development of astronautics the environmental contamination problem becomes more sharply. It is estimated the German astronomer M. Osvald that now there are over 330 million man-made objects on the Earth orbit. It is known that the most of these objects moves with a speed of more than 35405 km/h around the Earth. And object moving with a such speed can cause significant spacecraft's damage.

ЗАЧЕМ НУЖНЫ РАДИОВОЛНЫ?

¹В.А. Крамаренко, ²А.Г. Ким

¹МОУ Средняя общеобразовательная школа № 31, Ангарск, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
kim_anton@mail.ru

WHY DO WE NEED RADIO WAVES?

¹V.A. Kramarenko, ²A.G. Kim

¹Secondary School No. 31, Angarsk, Russia

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

Радио в привычном для нас виде стало возможным благодаря открытию радиоволн – электромагнитных волн, которые могут передавать музыку, речь, изображения и другие данные невидимо через пространство. Создано множество устройств, использующих электромагнитные волны: радио, микроволновые печи, сотовые телефоны, игрушки с дистанционным управлением, телевидение и многое другое. В работе представлен краткий обзор сведений о радиоволнах, перечислены основные этапы изобретения радио и некоторые возможности применения радиоволн для изучения космоса. Доклад по данной теме был представлен на научной конференции школьников Иркутской области «Человек и космос», посвященной 50-летию первого полета человека в космос.

Radio can refer to either the electronic appliance that we listen with or the content listened to. However, it all started with the discovery of "radio waves" – electromagnetic waves that have the capacity to transmit music, speech, pictures and other data invisibly through the air. Many devices work by using electromagnetic waves including: radio, microwaves, cordless phones, remote controlled toys, television broadcasts, and more. We present a short review of radio wave investigations, its applications for broadcasting and space researching. The work was reported at the scientific conference of Irkutsk region's pupils "Human and Space", devoted to the 50th anniversary of the first human's flight into space.

ГЛОБАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ (ГЛОНАСС)

¹К.А. Зверев, ¹О.В. Бекетова, ²И.К. Едемский

¹МОУ Средняя общеобразовательная школа № 8, Зима, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
oksbeke@rambler.ru

GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS (GLONASS)

¹K.A. Zverev, ¹O.V. Beketova, ²I.K. Edemsky

¹Secondary School No. 8, Zima, Russia

²Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk

Эпоха открытия радиоволн существенно упростила навигацию и открыла новые перспективы перед человечеством во многих сферах жизни и деятельности, а с открытием возможности покорения космического пространства совершился огромный прорыв в области определения координат местоположения объекта на Земле. Навигационные спутниковые системы GPS и ГЛОНАСС предназначены для определения местоположения, скорости движения, а также точного времени морских, воздушных, сухопутных и других видов потребителей. Кроме ГЛОНАСС и GPS существуют Galileo (Галилео) — европейский проект спутниковой системы навигации и BEIDOU/ COMPASS – китайская система навигации. Спутниковые системы навигации перестали быть привилегией силовых структур, они постепенно проникают и в повседневную жизнь. Все больше и больше устройств оснащаются функцией навигации, начиная от телефонов и плееров и заканчивая фотоаппаратами.

The discovery of radio waves has simplified the task of navigation and has offered new challenges for humanity in various aspects of their lives. And the opportunity of space exploration has made a remarkable breakthrough in the field of the determination of the position of a definite target on the Earth's surface. The navigation satellite systems such as GPS and GLONASS are meant to determine the position, the speed of movement and also the correct time of different objects in the air, in the sea and on the ground. Besides GPS and GLONASS there is a European project of the navigation satellite system. It's called GALILEO and there's also a Chinese one. It's called BEIDOU/ COMPASS. Navigation satellite systems have stopped being the preference of the military departments. They are gradually penetrating our day-to-day-life. The number of devices with the function of navigation is constantly increasing and there is a wide range of them, from mobile phones and players to cameras.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАЧНОСТИ ИЗ КОСМОСА

¹А.И. Иванова, ¹О.В. Бекетова, ^{2,3}С.А. Будунова

¹МОУ Средняя общеобразовательная школа № 8, Зима, Россия

²Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия

³Кафедра космической физики и экологии Радиофизического факультета
Томского государственного университета, Томск, Россия
oksbeke@rambler.ru

SPACE-BASED STUDY OF THE EARTH'S CLOUDINESS

¹A.I. Ivanova, ¹O.V. Beketova, ^{2,3}S.A. Budunova

¹Secondary School No. 8, Zima, Russia

²V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk, Russia

³Tomsk State University, Radiophysics Faculty, Department of Space Physics and Ecology, Tomsk, Russia

Для исследования облачного покрова Земли и изучения образования и «эволюции» облаков НАСА в 2006 г. запустило два специализированных спутника – CloudSat и CALIPSO. 28 апреля 2006 г. ракета-носитель Boeing Delta II успешно стартовала с военно-воздушной базы «Ванденберг» в Калифорнии. Спутники CALIPSO и CloudSat отделились от второй ступени ракеты-носителя и приступили к выполнению миссии. CloudSat и CALIPSO позволяют получать трехмерные перспективы облаков и скоплений аэрозолей для того, чтобы проанализировать, как они образуются, изменяются и влияют на водные ресурсы, климат, погоду и качество атмосферного воздуха. Оба спутника оснащены активными сенсорами, которые излучают зондирующие импульсы и измеряют уровень отраженных сигналов.

In 2006 NASA launched two particularized satellites in order to investigate cloud cover of the Earth. April 28, 2006 the carrier rocket Boeing Delta II started with success from air force base Vandenberg (California, USA). The satellites CALIPSO and CloudSat separate from the second stage and to get down to performance of task. The CALIPSO and CloudSat allow to obtain the 3-D distributions of the clouds and particulate pollutant. With help of these distributions we can analyse the mechanisms of the cloud formations and changes and its influence on the weather, climate, water resources and air quality. Both satellites are rigged out by active sensors which radiate the direct impulses and measure echoed signal.

МИР ОБЛАКОВ

¹А.В. Масло, ¹О.В. Бекетова, ²Е.В. Девятова

¹МОУ Средняя общеобразовательная школа № 8, Зима, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
oksbeke@rambler.ru

THE CLOUD WORLD

¹A.V. Maslo, ¹O.V. Beketova, ²E.V. Devyatova

¹Secondary School No. 8, Zima, Russia

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

Облака – интереснейший объект для исследования и лирический образ, издавна манящий и вдохновляющий поэтов. Что же такое облака? Из чего они состоят, как образуются и куда движутся? Чем обусловлено многообразие форм облаков, которое мы каждый день наблюдаем на небе? И каким образом, являясь символом мягкости и покоя, они порой превращаются в мощных гигантов, олицетворяя собой грозную силу, приносящую разрушения. Наше исследование посвящено поиску ответов на эти вопросы.

Clouds are the most interesting object for investigations and lyrical fancy since olden times alluring and inspiring poets. What are the clouds? From what they consist? How are they born and where they move? What is the reason of the variety of cloud forms that every day we are seeing in the sky? And how, being a symbol of mildness and peace, they sometimes become powerful giants, embodying a formidable force, which brings destructions. Our study devotes to looking-for the answers to these questions.

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

А		Г	
Асадов А.	100	Галушко В.Г.	4
Абасов Н.В.	87	Гатауллин Э.М.	75
Акчурин А.Д.	56	Гвоздарев А.Ю.	66
Алов М.Д.	73	Глазачев Д.О.	39
Алсаткин С.С.	33	Глушихина М.В.	14
Амосова М.В.	33	Головко А.А.	3
Андреева Е.С.	53, 54, 61	Голодков Е.Ю.	14
Анфиногентов С.А.	11, 12	Гололобов П.Ю.	39
Аргунов В.В.	85	Голубев С.В.	37
Артамова И.В.	85	Голубева Е.М.	103
Афанасьев А.Н.	13, 55	Голубь А.П.	44
Афанасьев Н.Т.	55	Голыгин В.А.	37, 40
		Горбовской Е.С.	18
		Гордеев Е.И.	33
		Гресс О.А.	18
		Григорьев В.М.	19, 30
		Гркович К.Г.	75
		Гурин А.В.	40
Б		Д	
Бакиянов А.И.	66	Давыдова Д.А.	104
Барабаш В.В.	34	Девятова Е.В.	15, 88, 89, 93, 94, 102, 107
Безлер И.В.	35	Демидов М.Л.	19, 30
Бекетова О.В.	106, 107	Деревянных А.А.	89
Белашов В.Ю.	3	Дзюбанов Д.А.	58
Бельгибаев Р.Р.	73	Дмитриева И.В.	103
Беляевская Т.С.	103	Домнин И.Ф.	61, 67, 68
Бернгардт О.И.	75	Дружин Г.И.	64, 92
Бетев А.А.	66	Ду А.	59
Бисноватый-Коган Г.С.	14	Душин В.В.	15
Болотин И.А.	35		
Борисевич А.Н.	67	Е	
Борисова И.А.	36	Егоров Ю.А.	41
Боровикова М.С.	104	Егоров Я.И.	16
Боровой А.Г.	86	Едемский И.К.	41, 44, 106
Бочкарев В.В.	42, 56	Елисеев А.В.	6
Брынько И.Г.	43, 69, 99	Емельянов Л.Я.	58
Будунова С.А.	86, 106	Еселевич В.Г.	26, 28
Бурмака В.П.	36	Еселевич М.В.	26, 28
В		Ж	
Васильев М.О.	60	Жданов Д.А.	16
Васильев Р.В.	105	Желонкин А.Ю.	76
Васильева Л.А.	86, 88	Жеребцов Г.А.	4, 90
Вдовин Е.М.	37, 40	Живетьев И.В.	42, 52
Веретененко С.В.	85	Жильцов А.В.	29
Веснин А.М.	46, 74		
Ветрова В.В.	87, 89		
Викторов М.Е.	37		
Винникова Е.О.	38		
Войков С.В.	41, 42, 44, 52, 57, 65		
Вологжина С.Ж.	87		
Вохмянин М.В.	38		
Выборнов В.И.	13		

М

Магер П.Н.	50, 59
Мазур В.А.	69
Марков В.П.	55
Марченко О.Ю.	89, 91, 92
Масленникова Ю.С.	56
Масло А.В.	107
Медведев А.В.	33, 71
Медведев А.П.	57
Мельников А.Н.	92
Мерзляков Е.Г.	90
Мирошников А.Е.	57, 58
Михайлова О.В.	93
Михайлова О.С.	59
Михеева Н.Н.	80
Мишин В.В.	46
Мишин В.М.	70
Моисеев А.В.	59
Молодых С.И.	90, 91
Молоков Е.А.	60
Мордвинов В.И.	15, 88, 89, 93, 94
Моржакова А.А.	49
Морозова Т.И.	49
Мохначевская В.П.	60
Мохов И.И.	6, 97
Мулляров В.А.	59, 85
Муратов А.А.	21
Муратова Н.О.	22
Муштуков А.А.	22

Н

Нагирнер Д.И.	22
Нагнибеда В.Г.	29
Назаренко М.О.	61
Накаряков В.М.	11, 12
Нахатова Г.Г.	23
Немчинова М.С.	101

О

Ознобихина О.А.	93, 94
Олемской С.В.	23, 24
Орлов А.И.	43

П

Павлов Г.С.	80
Падохин А.М.	61
Панасенко С.В.	61, 62
Панченко М.В.	83
Парников С.Г.	63
Перевалова Н.П.	44, 52, 63
Петров З.Е.	41, 60
Петрова О.Н.	25
Петрова И.Р.	42
Пещеров В.С.	19
Пикалов М.В.	94
Погорельцев А.И.	7, 90
Поддельский И.Н.	69, 99
Подлесный А.В.	81
Подолевская Ю.	101
Познярская Д.И.	104
Полех Н.М.	43, 47
Поляков В.И.	8
Полякова А.С.	63
Понявин Д.И.	38
Попель С.И.	43, 44, 48, 49
Попова Т.Е.	25
Провада Е.П.	100, 101, 102
Просовецкий Д.А.	14
Пуляев В.А.	26, 31
Пушнин А.А.	64

Р

Ратовский К.Г.	44, 45, 46, 47, 74
Рахматулин Р.А.	44
Родин А.В.	73
Романов В.А.	26, 28
Романов Д.В.	26, 28
Романов К.В.	26, 28
Русова Н.Г.	81
Рыжов В.С.	29
Рябова М.И.	82
Рябова Н.В.	76, 83

С		Х	
Савенкова Е.Н.	90, 95	Хабитуев Д.С.	66
Савинкин М.Ю.	27	Хайтов Р.К.	67
Сажин В.И.	37, 40	Харитонов С.В.	67, 68
Самсонов С.Н.	59	Хлыстова А.И.	30, 31
Санников Д.В.	64	Холодов А.С.	8, 60
Сапожников Ф.Д.	76		
Сасунов Ю.Л.	38	Ц	
Сдобнов В.Е.	20	Цегмед Б.	46
Семенов В.В.	82		
Семенов В.С.	38	Ч	
Семенов И.В.	26, 28	Челпанов М.А.	68
Сенцова Т.Э.	100	Черепашук А.М.	9
Сергеев В.А.	33	Чернева Н.В.	92
Сизова Л.Н.	89, 95	Чернин А.Д.	9
Сизых Т.С.	28	Чернов А.А.	83
Синеговская Т.С.	25	Чернов Д.Г.	83
Синеговский С.И.	25	Черногор Л.Ф.	34, 36, 51, 57, 58, 61, 62, 67, 68
Слепцов И.Е.	60	Чернокульский А.В.	97
Смирнова В.В.	29	Чистяков А.Ю.	102
Смирнова М.М.	96	Чистякова Л.В.	43
Сомов Б.В.	21	Чуев В.В.	69
Степанов А.Н.	103	Чуйко Д.А.	69
Струминский А.Б.	32	Чупин С.А.	26, 31
Сурдин В.Г.	7		
Сутырина Е.Н.	96	Ш	
Сыч Р.А.	11, 12	Шамонин А.И.	102
		Шарыкин И.Н.	32
Т		Шерстюков О.Н.	75
Татаринов П.В.	65	Шейфлер А.А.	70
Тимофеев Л.В.	65	Шиховцев А.Ю.	91, 97, 98
Тинин М.В.	48, 77, 81	Шмаргунов В.П.	83
Толочко М.В.	70	Шпынев Б.Г.	66
Томин В.Е.	30	Шустов Б.М.	9, 10
Томозов В.М.	15	Щ	
		Щербаков А.А.	33, 71, 104
У			
Уваров В.Н.	64	Я	
Угрюмов А.И.	88	Язев С.А.	27
Ульянец Е.К.	88	Якимук М.А.	72
Учайкин Е.О.	66	Ямпольский Ю.М.	4, 6
		Ясюкевич Ю.В.	41, 42, 44, 52, 64, 65
Ф		В	
Файнштейн В.Г.	16, 17, 25, 104	Bardsley W.E.	87
Фирстова Н.М.	8		
Фролов В.Л.	61	К	
		Kallunki J.	29
		Р	
		Riehkainen A.	29