

БШФФ-2013

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КОСМОСЕ
И ОКОЛОЗЕМНОЙ СРЕДЕ

9–14 сентября

ИРКУТСК



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

**XIII Конференция молодых ученых
«Взаимодействие полей и излучения с веществом»**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

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

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

Председатель оргкомитета Школы –
зам. директора ИСЗФ СО РАН д.ф.-м.н. В.И. Куркин

Международная Байкальская молодежная научная школа по фундаментальной физике поддержана:

- Российским фондом фундаментальных исследований (гранты 13-05-06820-МОЛ-г, 13-05-06038-г);
- Институтом солнечно-земной физики СО РАН;
- Иркутским государственным университетом;
- Физическим факультетом Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова;
- Московским физико-техническим институтом;
- Советом молодых ученых ИСЗФ СО РАН (проект «Научная молодежь»).

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

ЛЕКЦИИ

**ДИНАМИКА НЕОДНОМЕРНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ВОЛНОВЫХ СТРУКТУР
В СРЕДАХ С ПЕРЕМЕННОЙ ДИСПЕРСИЕЙ
(ВКЛЮЧАЯ ИОНОСФЕРУ, МАГНИТОСФЕРУ И ГИДРОСФЕРУ)**

В.Ю. Белашов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
vybelashov@yahoo.com

**DYNAMICS OF MULTIDIMENSIONAL NONLINEAR WAVE STRUCTURES
IN MEDIA WITH VARIABLE DISPERSION
(INCLUDING IONOSPHERE, MAGNETOSPHERE AND HYDROSPHERE)**

V.Yu. Belashov

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

Лекция посвящена проблеме динамики 2D- и 3D-солитонов и нелинейных волн в средах с переменным во времени и пространстве дисперсионным параметром $\beta = \beta(t, \mathbf{r})$. Такая ситуация, например, имеет место при изучении эволюции 3D-БМЗ-волн в плазме, которая описывается уравнением Кадомцева–Петвиашвили:

$$\partial_t h + \alpha h \partial_x h + \beta(t, \mathbf{r}) \partial_x^3 h = \kappa \int_{-\infty}^x \Delta_{\perp} h dx,$$

где $h = B_{\perp} / |\mathbf{B}|$, когда $\beta = v_A (c^2 / 2\omega_{0i}^2) (\text{ct } g^2 \theta - m_e / m_i)$, $v_A = f [B(t, \mathbf{r}), n(t, \mathbf{r})]$, $\theta = (\mathbf{k} \wedge \mathbf{B})$ (n – электронная концентрация). Аналогичная ситуация наблюдается для волн на поверхности «мелкой» жидкости, когда $\beta = (c_0 / 6)(H^2 - 3\sigma / \rho g)$, $c_0 = \sqrt{gH}$ – фазовая скорость линейных волн малой амплитуды, $H(x, y, t)$ – глубина жидкости (примером может служить задача о трансформации волн цунами при выходе их на побережье). Еще один характерный пример – распространение солитоноподобных ВГВ и возбуждаемых ими ПИВ на высотах F -слоя ионосферы в областях резких градиентов основных ионосферных параметров (в том числе на фронтах солнечного терминатора и пятна солнечного затмения). Рассматриваются и другие примеры. Материал лекции есть 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 в средах с переменной дисперсией.

This lecture is devoted to the problem of dynamics of 2D and 3D solitons and nonlinear waves in media with the varying in time and space dispersion $\beta = \beta(t, \mathbf{r})$. For example, that takes place on studying of the evolution of the 3D FMS waves in magnetized plasma, which is described by the KP equation $\partial_t h + \alpha h \partial_x h + \beta(t, \mathbf{r}) \partial_x^3 h = \kappa \int_{-\infty}^x \Delta_{\perp} h dx$ where $h = B_{\perp} / |\mathbf{B}|$ when $\beta = v_A (c^2 / 2\omega_{0i}^2) (\text{ct } g^2 \theta - m_e / m_i)$, $v_A = f [B(t, \mathbf{r}), n(t, \mathbf{r})]$, $\theta = (\mathbf{k} \wedge \mathbf{B})$ (n is the plasma density). Similar situation has place for the waves on surface of the “shallow water” when $\beta = (c_0 / 6)(H^2 - 3\sigma / \rho g)$, $c_0 = \sqrt{gH}$ is a phase velocity of small amplitude linear waves, $H(x, y, t)$ is a depth (as an example, the problem of transformation of tsunami waves at their output at coast). One more characteristic example is the propagation of the solitons-like IGW and TID of the electron density excited by them at the heights of the ionosphere's F -layer in regions with sharp gradients of the ionospheric parameters (including the regions of the fronts of solar terminator and spot of the solar eclipse). Other examples are also considered. 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 in media with variable dispersion.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОЩНЫХ КВ-РАДИОВОЛН
С ПЛАЗМОЙ ВЕРХНЕЙ ИОНОСФЕРЫ**

С.М. Грач

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (национальный исследовательский университет),
Нижний Новгород, Россия
sgrach@rf.unn.ru

**PHYSICAL BACKGROUND OF THE INTERACTION OF HIGH-POWER HF RADIO WAVES WITH
THE PLASMA OF THE UPPER IONOSPHERE**

S.M. Grach

Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod (National Research University), Nizhni Novgorod, Russia

Обсуждаются основные свойства и физические процессы, лежащие в основе возбуждения искусственной ионосферной турбулентности (ИИТ) в области отражения мощной радиоволны обыкновенной поляризации (с частотой f_0). ИИТ включает в себя высокочастотные квазипотенциальные плазменные волны с частотами $f \sim f_0$ и различные низкочастотные возмущения: ионно-звуковые и нижнегибридные волны, вынужденные ионно-звуковые колебания, неоднородности концентрации плазмы, вытянутые вдоль геомагнитного поля, с поперечными масштабами от десятков сантиметров до километров. ВЧ плазменные волны ускоряют электроны до энергий 10–50 эВ, что, в результате столкновений этих электронов с нейтральными частицами, приводит к дополнительной ионизации ионосферной плазмы и к усилению оптического свечения ионосферы. В то же время нагрев электронов плазменными волнами должен приводить к подавлению свечения за счет уменьшения коэффициента рекомбинации с ростом температуры и, следовательно, уменьшению концентрации возбужденных нейтральных частиц. Информативным проявлением ИИТ является генерация искусственного радиоизлучения ионосферы – шумовой составляющей малой интенсивности (от –50 до –80 дБ) в спектре отраженного от ионосферы сигнала мощной волны. Обсуждается зависимость основных свойств ИИТ от соотношения f_0 и гармоник электронной циклотронной частоты.

Main properties of the artificial ionospheric turbulence (AIT) near the reflection region of powerful ordinary polarized HF radio waves (with a frequency f_0) and process providing AIT excitation are discussed. AIT involves HF quasi-potential plasma waves with frequencies $f \sim f_0$ and a variety of low-frequency disturbances: ion-acoustic and lower-hybrid waves, heavily damped ion-acoustic oscillations, the geomagnetic field aligned plasma density irregularities with transverse scales from tens of centimeters to kilometers. High-frequency plasma waves accelerate electrons up to energies of 10–50 eV; these electrons, colliding with neutral particles, excite additional ionization of the ionospheric plasma. and the strengthening of the optical emission of the ionosphere. In the same time, heating of the electrons by plasma waves lead to the suppression of optical emission due to reduction of recombination coefficient (and a number of excited neutral particles) with increasing temperature. An informative manifestation of the AIT is the generation of the Stimulated Electromagnetic Emission – the low intensity noise component (from –50 to –80 dB) in the spectrum of the powerful wave signal reflected from the ionosphere. The dependence of AIT properties of on the ratio between f_0 and harmonics of the electron cyclotron frequency is also discussed.

ВЫДЕЛЕНИЕ КЛАССОВ КЛИМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПО СТЕПЕНИ ИХ ДЕТАЛЬНОСТИ

А.В. Елисеев

Институт физики атмосферы им. Обухова РАН, Москва, Россия
eliseev@ifaran.ru

CLASSIFICATION OF CLIMATIC MODELS ACCORDING TO THE DEGREE OF DETAIL

A.V. Eliseyev

A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Современные климатические модели (КМ) характеризуются различной степенью детальности описываемых физических процессов. В связи с этим принято выделять несколько классов КМ. Наиболее простыми климатическими моделями являются энергобалансовые модели (ЭБМ). Они описывают лишь основные климатообразующие процессы и используются, как правило, лишь для оценок осредненных по глобусу и году характеристик климата; их достоинством является физическая простота и возможность в ряде случаев получения аналитического решения. Наиболее детальными КМ являются модели общей циркуляции (МОЦ). При значительной вычислительной дороговизне они позволяют проводить детальное описание климатообразующих процессов с высоким пространственным и временным разрешением. Примерно в последнее десятилетие в мире выделился также класс климатических моделей промежуточной сложности (КМПС), занимающих промежуточное положение между ЭБМ и МОЦ, относительно дешевых с вычислительной точки зрения и допускающих анализ не только глобальных, но и региональных процессов. В лекции проводится обзор разных классов КМ. При этом отмечается, что широкий спектр задач науки о климате требует использования не только моделей какого-либо одного из классов, а всей иерархии существующих климатических моделей.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ АККРЕЦИИ НА МАГНИТНЫЕ КОМПАКТНЫЕ ЗВЕЗДЫ

Н.Р. Ихсанов

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия
nazar.r.ikhshanov@gmail.com

ACTUAL QUESTIONS IN THE THEORY OF ACCRETION BY MAGNETIC COMPACT STARS

N.R. Ikhsanov

Pulkovo Astronomical Observatory RAS, St. Petersburg, Russia

В лекции представлен критический анализ полувековой истории развития теории аккреции на компактные звездные объекты. Формулируются основные принципы и предположения, положенные в основу моделей квазисферической аккреции и аккреции из турбулентного Кеплерова диска. Справедливость этих предположений обсуждается в ходе сравнения теоретических выводов, полученных на их основе, с результатами наблюдений рентгеновских двойных систем крупнейшими наземными и космическими телескопами. Представлен сценарий аккреции вещества, обладающего собственным магнитным полем, на компактный звездный объект. Показано, что данные наблюдений рентгеновских пульсаров свидетельствуют в пользу реализации именно такого «магнитного» аккреционного сценария. В заключение представлен список основных проблем, решение которых является следующим этапом развития теории аккреции.

The lecture presents a critical analysis of the semi-centennial history of the theory of accretion onto compact stellar objects. I formulate basic principles and assumptions of the models of both the quasi-spherical accretion and accretion from the turbulent Keplerian disk. The validity of these assumptions is discussed while comparing their theoretical predictions with observational results on x-ray binary systems obtained with the largest ground-based and space telescopes. I introduce an accretion scenario in which a compact object is assumed to accrete magnetized matter. It will be shown that observational data on x-ray pulsars provide evidence in favor of this “magnetic accretion” scenario. When summarizing, I will list key problems, the solution of which will determine the next step in development of the accretion theory.

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ГЛОБАЛЬНОЙ ВЧ-ДИАГНОСТИКИ ИОНОСФЕРЫ

С.Б. Кащеев, Ю.М. Ямпольский

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

TODAY'S ASPECTS OF THE GLOBAL HF DIAGNOSTICS OF THE IONOSPHERE

S.B. Kashchev, Yu.M. Yampolski

Institute of Radioastronomy NAS of Ukraine, Kharkov, Ukraine

Рассмотрены возможности глобальной диагностики ионосферы с использованием широкоэмиттерных передатчиков и многопозиционных приемных систем ВЧ-диапазона. Влияние крупномасштабных ионосферных образований на распространение ВЧ-сигналов приводит к вариациям траекторных параметров на прямых радиотрассах и появлению дополнительных пространственных мод со значительными отклонениями от дуги большого круга. Основными информационными параметрами при решении задач радиозондирования ионосферы являются углы прихода, доплеровские смещения частоты и времена группового запаздывания сигналов (для импульсных передатчиков). На сегодня создана и функционирует Интернет-управляемая сеть цифровых приемников, расположенных в Украине, Антарктике, Северной Скандинавии, на арх. Шпицберген, в Лагосе (Нигерия), Джикамарке (Перу) и в Иркутске (Россия). В лекции приведены примеры успешной диагностики ряда глобальных ионосферных процессов, выполненной в РИНАН Украины в содружестве с коллегами из ИСЗФ СО РАН, университетов городов Тромсё (Норвегия) и Лагос (Нигерия).

The potential of the global diagnostics of the ionosphere using signals from broadcast radios and special-purpose transmitters and multiposition HF receiving systems. The effect of large-scale ionospheric formations on HF radio wave propagation leads to variations of the signal trajectory parameters at direct radio paths and appearance of additional spatial modes characterized by significant deviations from the great-circle arc. The main informative parameters for solving the problem of radio sounding of the ionosphere are angles of arrival, Doppler frequency shift and group time delay (in the case of pulsed transmission) of the probe signals. At present, an Internet-controllable network of digital receivers located in Ukraine, Antarctica, Northern Scandinavia, at Spitsbergen Archipelago, in Lagos (Nigeria), Jacamars (Peru) and Irkutsk (Russia). In the lecture, examples are presented of successful diagnostics of a number of global ionospheric processes which have been carried out by the IRA NASU (Kharkov, Ukraine) in cooperation with colleagues from the ISTP SB RAS and Universities of Tromso (Norway) and Lagos (Nigeria).

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ВАРИАЦИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В ГЕЛИОСФЕРЕ (ОСНОВНЫЕ НАБЛЮДАЕМЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И СТЕПЕНЬ ПОНИМАНИЯ)

М.Б. Крайнев

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва
mkrainev46@mail.ru

LONG-TERM VARIATIONS IN INTENSITY OF GALACTIC COSMIC RAYS IN THE HELIOSPHERE (MAIN REGULARITIES, SIMULATION, AND DEGREE OF UNDERSTANDING)

M.B. Kraynev

P.N. Lebedev Physical Institute RAS, Moscow, Russia

Обсуждаются наблюдаемые проявления и степень понимания в настоящее время долговременных вариаций интенсивности галактических космических лучей (ГКЛ) – как обусловленных пятнообразовательной солнечной активностью (пятенный цикл), так и обусловленных изменением напряженности и полярности высокоширотных магнитных полей Солнца (магнитный цикл).

Последовательно прослеживается развитие обоих циклов на Солнце, в гелиосферных характеристиках и в интенсивности ГКЛ.

Выделяются основные наблюдательные закономерности и методы и результаты их интерпретации как в нормальном для второй половины 20-го века периоде солнечной активности (~1980–2000 гг.), так и в аномальную эпоху пониженной активности Солнца (2000–2013 гг.). В лекции будут широко использованы методы и результаты, разработанные и полученные автором в течение последних ~30 лет и особенно в последние годы.

ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ИОНОСФЕРЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН

С.И. Козлов, А.Н. Ляхов

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

PROBABILISTIC IONOSPHERE MODELS FOR RADIO WAVES PROPAGATION

S.I. Kozlov, A.N. Lyakhov

Institute for Dynamics of Geospheres RAS, Moscow, Russia

Все ионосферные модели на сегодня делятся на исследовательские, с помощью которых пытаются получить новые знания о поведении среды, о физических механизмах, отвечающих за процессы развития возмущений, или уточняют существующие представления, и прикладные, предназначенные для решения в первую очередь задач распространения радиоволн широкого диапазона частот.

Прикладные модели классифицируются по двум признакам: по методам их построения – теоретические, полуэмпирические, эмпирические; по своей физической сущности – детерминированные или стохастические. К последнему классу относится и предлагаемая схема вероятностно-статистического моделирования.

При построении таких моделей исходят из постулата, что ионосфера представляет собой нерегулярную, непрерывно изменяющуюся среду, причем изменения происходят на самых разных пространственно-временных масштабах – как разрешаемых прямыми средствами измерений, так и недоступных для наблюдений *in situ*, но воздействующих на распространение радиоволн.

В рамках вероятностно-статистического подхода модель ионосферы объединяет моделирование пространственных случайных полей радиофизических параметров среды (с определенными из экспериментальных данных корреляционными параметрами) и моделирование распространения радиоволн выбранного частотного диапазона. Выходными параметрами модели являются плотности вероятности заданных радиофизических характеристик.

В лекции обсуждаются разные подходы к моделированию случайных полей ионосферных параметров – строго стохастический и детерминированно-стохастический, включающий расчетно-теоретическое ядро модели. Обсуждаются подходы к оценке сходимости решения.

В качестве примера стохастического подхода рассматривается успешное построение модели загоризонтной радиолокации. Детерминированно-стохастический подход иллюстрируется моделью нижней ионосферы Земли для расчета распространения СДВ-/ДВ-радиоволн на длинных трассах.

В заключение сформулированы основные нерешенные задачи и направления развития рассматриваемого подхода к моделированию ионосферы.

Up to date the ionospheric models can be divided into research codes, implemented for the investigation of the physical processes in the ionosphere and applied models, which are mainly developed for the forecast of radiowaves propagation in various frequency range.

The applied models can be separated into various classes under the following features: principles of implementation (theoretical, semi-empirical, empirical); physical background (deterministic or stochastic). The proposed scheme of the probabilistic ionosphere simulation belongs to the last class.

The implementation starts from the postulate that the ionosphere is an irregular, non-stationary media with wide spatial and temporal spectra of processes. Only some spatio-temporal scales can be resolved by the up-to-date in-

struments, more are unobservable in direct measurements but are responsible for various effects in radiowaves propagation.

Under the probabilistic approach the ionospheric model includes the simulation of spatial random fields of certain parameters using existing evidence for the setup of correlation parameters and the calculation of radiowaves propagation in the given frequency range. On output we receive the probability density functions for the required radio-physics values.

We discuss various attempts to the simulation of random fields of ionospheric parameters, namely pure stochastic and with deterministic numerical core, as well as the convergence detection criteria.

As an example we consider the successful implementation of the probabilistic ionosphere model in the stochastic framework for the over-the-horizon radar. Deterministic-stochastic approach is illustrated by the lower ionosphere model for VLF-LF propagation on the long paths.

In conclusion the main unsolved problems are formulated and further prospects of the probabilistic ionosphere simulation are discussed.

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДИНАМИКИ СТРАТОСФЕРЫ, НАБЛЮДАЕМАЯ В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

А.И. Погорельцев

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

CLIMATIC VARIABILITY OF THE STRATOSPHERIC DYNAMICS OBSERVED DURING THE LAST DECADES

A.I. Pogoreltsev

Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia

Данные UK Met Office были использованы для исследования изменений, наблюдаемых в крупномасштабной динамике зимней стратосферы Северного полушария. Были рассчитаны усредненные за первые (1992–2001 гг.) и последующие (2002–2011 гг.) десять лет распределения метеорологических полей. Затем были рассчитаны изменения, наблюдаемые в среднем потоке и в амплитуде стационарной планетарной волны с зональным волновым числом один (СПВ1), усредненных за все зимние месяцы (декабрь–февраль). Полученные результаты показывают, что наблюдается ослабление среднего потока от первого десятилетия ко второму, однако статистическая значимость этих изменений низкая. В то же время имеется существенное усиление внутрисезонной изменчивости среднего потока и статистическая значимость наблюдаемого изменения на средних широтах достаточно высокая (95 %). Изменения в амплитудах СПВ1, усредненных за зимние месяцы, имеют противоположный знак в нижней (наблюдается уменьшение амплитуд волны) и верхней (наблюдается усиление волновой активности) стратосфере, и усиление внутрисезонной изменчивости амплитуды СПВ1 в верхней стратосфере статистически значимо (около 90 %). Полученные результаты позволяют предположить, что изменения среднего потока, наблюдаемые в последние десятилетия, в начале и в конце зимы имеют противоположный знак. Чтобы проверить наше предположение, были рассчитаны распределения метеорологических полей, усредненные за десять первых и десять последующих лет для каждого месяца в отдельности, и сделаны оценки наблюдаемых изменений. Полученные результаты показали, что наиболее существенные изменения наблюдаются на средних широтах в верхней стратосфере в декабре. Так, например, амплитуда СПВ1 в декабре усилилась с фактором примерно 1.5. В январе наблюдается ослабление СПВ с максимальными изменениями на средних широтах вблизи 40 км, и в феврале наблюдаемые изменения незначительны. Чтобы понять возможные причины усиления СПВ1 в декабре, нижние граничные условия и условия распространения СПВ1 были проанализированы. Результаты численного моделирования показали, что вклад этих двух факторов сопоставим, и было высказано предположение, что изменения нижних граничных условий могут быть связаны с различными фазами декадных колебаний температуры Тихого океана. Анализ внутрисезонной изменчивости температуры и среднего потока позволил предположить, что причиной роста амплитуды СПВ1 в декабре является охлаждение нижней стратосферы высоких широт, которое наблюдается в последние десятилетия. Это охлаждение приводит к усилению среднего потока в нижней стратосфере. В результате волновод между тропосферой и стратосферой становится более широким и СПВ1 распространяется в верхнюю стратосферу более эффективно. Рассчитанная изменчивость потока волновой активности в течение зимних месяцев поддерживает высказанное предположение. В самом деле, в середине декабря имеется существенное увеличение вертикальной компоненты этого потока из нижней стратосферы в верхнюю. Отмечено, что изменения, наблюдаемые в стратосферной динамике в последующие месяцы, вызваны изменениями в декабре. Рост амплитуды СПВ1 в начале зимы ведет к нагреванию полярной стратосферы и ослаблению полярного вихря в январе. Условия распространения СПВ ухудшаются, и мы наблюдаем спокойную, без существенной активности планетарных волн, стратосферу в январе и даже в феврале. Обсуждается вопрос, какие процессы могут быть ответственны за охлаждение полярной стратосферы, наблюдаемое в декабре. Высказывается предположение, что ослабление амплитуды

СПВ2 (стационарной планетарной волны с зональным волновым числом два), наблюдаемое в последние десятилетия, может быть причиной низких температур полярной нижней стратосферы.

To investigate the changes observed during two latest decades in the large-scale dynamics of the winter stratosphere in the Northern Hemisphere, the UK Met Office data were used. The composites of the meteorological fields averaged over the first (1992–2001) and second (2002–2011) ten years were calculated. The observed changes of the mean flow and amplitude of stationary planetary wave with zonal wave number one (SPW1) averaged over all winter months (December–February) have been calculated. The results obtained show a decrease of the mean flow from the first decade to the second one is observed, however, these changes are statistically insignificant. On the other hand there is a substantial increase in the intraseasonal variability of the mean flow and the statistical significance of observed change at the middle latitudes is high (95 %). The changes in amplitudes of SPW1 averaged over winter months have an opposite sign in the lower (where a weakening of wave amplitude is observed) and in the upper (where a strengthening of wave activity is observed) stratosphere and an increase in intraseasonal variability of SPW1 amplitude in the upper stratosphere is statistically significant (of about 90 %). Results obtained allow us to suppose that changes of the mean flow have an opposite sign at the beginning and at the end of winter during the last decades. To prove this assumption the composites for each winter month were calculated separately and the estimations of observed changes have been performed. The results obtained show that the most significant changes are observed at the middle latitudes in the upper stratosphere in December. For instance, the SPW1 amplitude increases in December with the factor of about 1.5. In January the weakening of the SPW1 is observed with the maximum of changes at the middle latitudes near 40 km and in February the observed changes are insignificant. To understand possible reasons of the observed increase of the SPW1 amplitude in December, the lower boundary and propagation conditions of this wave have been analyzed. The results of numerical simulation show that the contributions of these two factors are comparable and it was suggested that changes of the lower boundary conditions can be connected with the different phases of the Pacific Decadal Oscillation. Analysis of intraseasonal variability of the temperature and mean flow allows us to suggest that the reason of an increase of the SPW1 amplitude in the upper stratosphere in December is the cooling of the lower stratosphere at high latitudes that is observed during the last decades. This cooling leads to an increase in the intensity of the mean flow in the lower stratosphere. In result the wave-guide between the troposphere and stratosphere becomes wider and SPW1 propagates into the upper stratosphere more effectively. Calculated variability of wave-activity flux during winter months supports this suggestion. Indeed, in the middle of December there is a substantial increase of the vertical component of this flux from the lower into the upper stratosphere. It is noted that the changes observed in the stratospheric dynamics during the following months are caused by the changes observed in December. An increase in the SPW1 amplitude at the beginning of winter leads to the heating of the polar stratosphere and weakening of the polar vortex in January. Propagation conditions for SPW become unfavorable and we observe quite stratosphere without a substantial activity of planetary waves during January and even in February. The question what processes can be responsible for the observed decrease of high latitude temperature of the polar lower stratosphere in December is discussed. The suggestion that decrease of the amplitude of the SPW2 (planetary wave with zonal wave number two) observed during the last decades can lead to the observed low temperature of the polar lower stratosphere is made.

МЕТОДЫ ОПИСАНИЯ ПОЛЯ ИОНОСФЕРНОЙ ВОЛНЫ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛА ПРИ ДИАГНОСТИКЕ НЕОДНОРОДНОЙ ИОНОСФЕРЫ

М.В. Тинин

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
mtinin@api.isu.ru

IONOSPHERIC WAVE FIELD DESCRIPTION METHODS AND SPATIAL PROCESSING OF SIGNALS IN DIAGNOSTICS OF INHOMOGENEOUS IONOSPHERE

M.V. Tinin

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

С помощью метода двойного взвешенного преобразования Фурье (ДВПФ) можно описать распространение сигнала в неоднородной ионосфере с учетом дифракционных эффектов различного типа. Кроме того, на базе ДВПФ можно создать алгоритмы пространственной обработки сигнала, оптимальные с точки зрения помехоустойчивости и повышения разрешения средств диагностики неоднородных сред. Мы исследуем возможности дальнейшего развития методов на основе ДВПФ для решения двух задач ионосферного распространения радиоволн:

- 1) обобщение приближения фазового экрана для протяженной неоднородной среды;
- 2) отражение волн от ионосферных слоев со случайными неоднородностями.

Обобщение приближения фазового экрана

Пусть неоднородная среда находится между плоскостями с источником и приемником. В отсутствие отражения в крупномасштабной неоднородной среде рассеяние происходит в основном вперед. В этом случае при решении волнового уравнения мы можем использовать малоугловое (параксиальное) приближение и

свести это уравнение к параболическому уравнению. Решая параболическое уравнение с использованием метода ДВПФ, получаем выражение для поля, рассеянного удаленной неоднородностью, в виде обобщенного метода фазового экрана. Теперь, если неоднородность находится вдали от источника и наблюдателя, мы можем использовать однократное интегрирование, а не двойное, присущее методу ДВПФ. Соответствующая пространственная обработка позволяет повысить разрешение измерений вневзятых источников. В отличие от обычной инверсии Френеля, предлагаемый подход, контролируя изменения вариаций амплитуды, позволяет нам для диагностики ионосферных неоднородностей выбрать параметры квазиоптимального виртуального экрана.

Отражение волн от ионосферного слоя со случайными неоднородностями

Чтобы решить проблему отражения волн от ионосферного слоя со случайными неоднородностями, мы применяем метод собственного времени Фока, в котором волновое уравнение сводится к параболическому уравнению. Для решения последнего с учетом дифракции Френеля на случайных неоднородностях, расположенных в непосредственной окрестности точки поворота, мы используем ДВПФ. Для неоднородной среды с линейным профилем диэлектрической проницаемости результаты этого асимптотического метода совпадают со строгими результатами. Для сигналов, отраженных от случайно-неоднородных слоев, мы выводим формулу, которая позволяет исследовать различные статистические моменты. Кроме того, полученные результаты могут быть использованы для разработки алгоритмов пространственной обработки сигналов со сверхфренелевским разрешением в условиях многолучевого распространения и сильных мерцаний.

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ВЛИЯНИЯ 11-ЛЕТНЕГО ЦИКЛА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА КЛИМАТ ВОСТОЧНО-АЗИАТСКОГО РЕГИОНА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Чэнь Вэнь, Цюнь Чжоу

Институт физики атмосферы, Китайская академия наук, Пекин, Китай
cw@post.iap.ac.cn

PHYSICAL PROCESSES OF THE INFLUENCE OF 11-YEAR SOLAR CYCLE ON THE EAST ASIAN WINTER CLIMATE

Chen Wen, Qun Zhou

Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China

In this talk, the influence of 11-year solar cycle on the East Asian (EA) winter climate is presented. Previous studies indicated that the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) and the Arctic Oscillation (AO) are important factors for the EA climate anomalies. Our recent works reveal that both the relations of EA climate to the ENSO and AO are modulated by the 11-year solar cycle.

The results indicate that the ENSO and East Asian climate relationship is robust and significant during winters with low solar (LS) activity, with evident warming in the lower troposphere over East Asia, which can be closely linked to the decreased pressure gradient between the cold Eurasian continent and the warm Pacific. Moreover, during the LS and El Niño winters there is a typical rainfall response in Southeast Asia, with wet conditions over South China and dry conditions over the Philippines, Borneo, Celebes, and Sulawesi, which can be explained by the anticyclone over the western North Pacific. However, during high solar (HS) activity winters, both the surface temperature and rainfall anomalies are much less closely associated with ENSO.

On the other hand, during winters with high solar activity (HS), robust warming appeared in northern Asia in response to a positive AO phase. This result corresponded to an enhanced anticyclonic flow at 850 hPa over north-eastern Asia and a weakened East Asian trough at 500 hPa, which implies that the cold waves affecting East Asia were relatively inactive. However, during winters with low solar activity (LS), both the surface warming and the intensities of the anticyclonic flow and the East Asian trough were much less in the presence of a positive AO phase.

The related physical processes will be presented, too.

КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
СЕКЦИЯ А
АСТРОФИЗИКА И ФИЗИКА СОЛНЦА

НОВЫЙ ПОДХОД К ДИАГНОСТИКЕ ГЕОЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ЭРУПЦИЙ

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

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

A NEW APPROACH TO THE DIAGNOSTICS GEOEFFECTIVENESS OF SOLAR ERUPTIONS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

МЕЛКОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ В СПЕКТРЕ ШАЛ И В АМПЛИТУДНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ИОНИЗАЦИОННЫХ ТОЛЧКОВ

А.П. Андреева, В.Е. Тимофеев

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

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

A.P. Andreeva, V.E. Timofeev

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

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

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОТОСФЕРНЫХ СЛОЕВ СОЛНЕЧНОЙ ВСПЫШКИ

¹Е.С. Андриец, ²Н.Н. Кондрашова

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

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

MODELING OF THE PHOTOSPHERIC LAYERS OF SOLAR FLARE

¹E.S. Andriiets, ²N.N. Kondrashova

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

²Main Astronomical Observatory, Kyiv, Ukraine

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

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

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

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

Е.Ю. Голодков, Д.В. Просовецкий

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

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

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

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

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

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУСУТОЧНОЙ ВАРИАЦИИ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

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

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

STUDYING SEMIDIURNAL VARIATIONS IN GALACTIC COSMIC RAYS

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

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

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

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

УСКОРЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ УДАРНЫМИ ВОЛНАМИ

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

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

SHOCK ACCELERATION OF SOLAR ENERGETIC PARTICLES

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

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

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

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

ДИНАМИКА КРУПНОМАСШТАБНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СОЛНЦА

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

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

THE LARGE-SCALE MAGNETIC FIELDS DYNAMICS OF THE SUN

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

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

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

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

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

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

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

¹А.С. Дерес, ²С.А. Анфиногентов

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

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

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

¹A.S. Deres, ²S.A. Anfinogentov

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ФОРМИРОВАНИЕ И НАЧАЛЬНАЯ СТАДИЯ ДВИЖЕНИЯ КОРОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ МАССЫ

Я.И. Егоров, В.Г. Файнштейн

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

FORMATION OF CORONAL MASS EJECTIONS AND INITIAL PHASE OF THEIR PROPAGATION

Ya.I. Egorov, V.G. Fainstein

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

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

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

ПЕРВЫЕ МИКРОВОЛНОВЫЕ СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ДВУХ ИСТОЧНИКОВ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНОЙ ВСПЫШКИ

Д.А. Жданов, В.Г. Занданов

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

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

D.A. Zhdanov, V.G. Zandanov

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

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

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

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

A.B. Zubkova, N.I. Kobanov

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

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

A.V. Zubkova, N.I. Kobanov

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

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

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

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

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

¹Коуровская астрономическая обсерватория Уральского федерального университета, Екатеринбург, Россия

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

TWO TRANSITING EXOPLANET CANDIDATES FROM THE MASTER PROJECT

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

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

²Astronomical Observatory of Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

РЕГИСТРАЦИЯ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ ШАЛ НА УСТАНОВКЕ TUNKA-REX

Ю.А. Казарина

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

DETECTION OF EAS RADIO EMISSION AT THE TUNKA-REX EXPERIMENT

Y.A. Kazarina

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

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

МИКРОВОЛНОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ОДИНОЧНЫХ ПЯТЕН ПО ДАННЫМ ССРТ И NoRH

В.П. Максимов, В.Э. Капустин

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

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

V.P. Maksimov, V.E. Kapustin

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА ПО ДАННЫМ КА STEREO

А.В. Кудрявцева, Д.В. Просовецкий

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

INVESTIGATION OF THE SOLAR WIND PARAMETERS ACCORDING TO STEREO OBSERVATIONS

A.V. Kudryavtseva, D.V. Prosovetsky

Institute of Solar-Terrestrial Physics, Irkutsk, Russia

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

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

НАБЛЮДЕНИЕ ПОТОКОВ ПЛАЗМЫ В СОЛНЕЧНЫХ ВОЛОКНАХ

А.С. Кустов, Д.Ю. Колобов

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

PLASMA FLOWS OBSERVED IN SOLAR FILAMENTS

A.S. Kustov, D.Y. Kolobov

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

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

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

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

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

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

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

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

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

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

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

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

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ В МИКРОВОЛНОВОМ ДИАПАЗОНЕ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК

О.В. Нелюбова

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

HIGH-TEMPERATURE SOURCES IN THE MICROWAVE RANGE DURING SOLAR FLARES

O.V. Nelyubova

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

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

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

МОДЕЛЬ СОЛНЕЧНОГО ДИНАМО С ФЛУКТУИРУЮЩИМ АЛЬФА-ЭФФЕКТОМ

С.В. Олемской, Л.Л. Кичатинов

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

SOLAR DYNAMO MODEL WITH FLUCTUATIONS IN THE ALPHA-EFFECT

S.V. Olemskoy, L.L. Kitchatinov

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ АНТЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МНОГОВОЛНОВОГО РАДИОГЕЛИОГРАФА ССРТ

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

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

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

V.V. Retivkykh, S.V. Lesovoy, A.A. Kochanov

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

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

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

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

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЛАБОКОНТРАСТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НА СОЛНЦЕ

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

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

METHODS FOR FAINTLY CONTRASTING SUN STRUCTURES RESEARCHING

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

We applied our results to data obtained by SSRT observation.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО СКАНИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ СОЛНЕЧНЫМИ ТЕЛЕСКОПАМИ

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

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

PROBLEMS OF AUTOMATED IMAGE SCANNING USING SOLAR TELESCOPES

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

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

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

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

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

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

РАСЧЕТ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ В АКТИВНЫХ ОБЛАСТЯХ СОЛНЦА

^{1,2}В.М. Садыков, ²И.В. Зимовец

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

²Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

THE COMPUTATION OF THE POTENTIAL MAGNETIC FIELD IN SOLAR ACTIVE REGIONS

^{1,2}V.M. Sadykov, ²I.V. Zimovets

¹Moscow Institute of Physics and Technology, Dolgoprudny, Russia

²Space Research Institute RAS, Moscow, Russia

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

С.Э. Коренблит, Д.В. Тайченачев

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

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

S.E. Korenblit, D.V. Taychenachev

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

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

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

ПРОТОТИП ШИРОКОУГОЛЬНОГО ЧЕРЕНКОВСКОГО ТЕЛЕСКОПА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

А.А. Иванов, Л.В. Тимофеев

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

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

A.A. Ivanov, L.V. Timofeev

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

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

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

ОБРАБОТКА ДАННЫХ СОЛНЕЧНЫХ ТЕЛЕСКОПОВ В ПРОЦЕССЕ НАБЛЮДЕНИЙ

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

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

SOLAR TELESCOPE DATA PROCESSING DURING OBSERVATIONS

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

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

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

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

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

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

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКЛИКА КОСМИЧЕСКОГО СОЛНЕЧНОГО ГАММА-СПЕКТРОМЕТРА ГРИС

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

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

SIMULATION OF THE SPACE SOLAR GAMMA-RAYS SPECTROMETER GRIS RESPONSE

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

National Research Nuclear University "MEPhI", Moscow, Russia

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

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

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

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

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

Н.А. Ходатаев, В.М. Антошина

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

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

N.A. Hodatayev, V.M. Antoshina

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

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

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

Полученные данные наблюдений позволят расширить область анализа поляризационных свойств Солнца.

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

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

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

ВЕРНЫЕ КОРОНАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ И ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЕ

А.А. Челпанов, Н.И. Кобанов

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

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

A.A. Chelpanov, N.I. Kobanov

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

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

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

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

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

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН В НЕОДНОРОДНЫХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПОЛЯХ

Я.М. Черняк

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

SIMULATION OF RADIO WAVE PROPAGATION IN INHOMOGENEOUS GRAVITATIONAL FIELDS

Y.M. Cherniak

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Space Research Institute RAS, Moscow, Russia

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

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

СОЛНЕЧНЫЕ ПРОТОННЫЕ СОБЫТИЯ В 16–24 ЦИКЛАХ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

П.В. Шатов

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

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

P.V. Shatov

Fedorov Institute of Applied Geophysics, Moscow, Russia

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

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

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

КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

СЕКЦИЯ В

ФИЗИКА ОКОЛОЗЕМНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

АВТОМАТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОФИЛЯ N_e ДЛЯ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В ГОДЫ МИНИМУМА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

С.С. Алсаткин, О.И. Бернгардт, А.В. Медведев, Б.Г. Шпынев, К.Г. Ратовский, А.Л. Воронов

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

AUTOMATIC ALGORITHM OF N_e PROFILE RESTORATION FOR SOLAR ACTIVITY MINIMUM PERIOD

S.S. Alsatkin, O.I. Berngardt, A.V. Medvedev, B.G. Shpynev, K.G. Ratovsky, A.L. Voronov

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

Разработан автоматический алгоритм восстановления профиля электронной концентрации по данным Иркутского радара некогерентного рассеяния, основанный на аппроксимации реального профиля N_e суммой модельных функций Чепмена. Расчет параметров функций Чепмена производится с помощью итерационной схемы, реализующей нахождение минимума функционала невязки. Полученные результаты показывают хорошее согласие с экспериментальными данными, и работа программы не требует вмешательства оператора.

We develop the automatic algorithm of electron concentration profile restoration on the base of approximation by model Chapman functions. The calculation of Chapman functions parameters is carried out with a help of iterative scheme based on finding the discrepancy functional minimum. The obtained results are in good accordance with experimental data and program functioning has no need in human interference.

ЛАБОРАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОЩНОГО РАДИОИМПУЛЬСА СВИСТОВОГО ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ С МАГНИТОАКТИВНОЙ ПЛАЗМОЙ

Н.А. Айдакина, М.Е. Гущин, И.Ю. Зудин, С.В. Коробков, А.В. Костров, А.В. Стриковский

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

LABORATORY MODELING OF THE INTERACTION OF A WHISTLER-MODE RADIO PULSE WITH A MAGNETIZED PLASMA

N.A. Aidakina, M.E. Gushchin, I.Yu. Zudin, S.V. Korobkov, A.V. Kostrov, A.V. Strikovskii

Institute of Applied Physics RAS, Nizhny Novgorod, Russia

В настоящее время на стенде «Крот» ведутся исследования физических явлений, возникающих при взаимодействии интенсивного электромагнитного излучения с замагниченной плазмой. Исследуется распространение в плазме импульсных сигналов различных частотных диапазонов киловаттного уровня мощности. Экспериментально показана генерация квазистационарного магнитного поля (КМП) в слабостолкновительной замагниченной плазме в пространственно неоднородном высокочастотном поле свистового диапазона частот. Показано, что основными источниками КМП являются нелинейные токи, возбуждаемые за счет продольной и поперечной компонент усредненной пондеромоторной силы, действующей на заряженные частицы в пространственно локализованном высокочастотном поле накачки. Исследована крупномасштабная и мелкомасштабная динамика квазистационарных магнитных полей и самосогласованных плазменно-полевых структур, формируемых мощным низкочастотным радиоимпульсом свистового диапазона.

The studies have being conducted on Krot device on interaction of intense electromagnetic radiation with magnetized plasmas. The propagation of pulsed signals of the various frequency bands and kilowatt power level in plasma is investigated. It has been shown experimentally that a quasistationary magnetic field is generated in a weakly-collisional magnetized plasma by a spatially nonuniform high-frequency whistler-mode field. It is shown that the sources of the quasistationary magnetic field are the nonlinear currents generated due to the longitudinal and transverse components of the ponderomotive force, acting on charged particles in the spatially localized high-frequency pump field. The large-scale and small-scale dynamics of pulsed magnetic fields and the self-consistent plasma-field structures formed by powerful whistler-mode radio pulses has been analyzed.

**КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ
В F2-СЛОЕ ИОНОСФЕРЫ: СЕЗОННО-СУТОЧНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ**

В.В. Барабаш, Л.Ф. Черногор

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

**QUASIPERIODIC FLUCTUATIONS OF ELECTRONS CONCENTRATION
IN IONOSPHERIC F2-LAYER: SEASONAL AND DAILY DEPENDENCES**

V.V. Barabash, L.F. Chernogor

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

Для периода роста солнечной активности (в 2011 г.) проведен анализ квазипериодических и регулярных сезонно-суточных вариаций концентрации электронов N в слое F2 ионосферы. Для спектрального анализа применены оконное и адаптивное преобразования Фурье и вейвлет-преобразование. Измерения проводились для таких геофизических периодов, как весеннее и осеннее равноденствия, а также летнее и зимнее солнцестояния. Для всех сезонов в слое F2 ионосферы наблюдалось преобладающее колебание с периодом $140 \div 200$ мин, амплитудой $\Delta N_a \approx (0.2 \div 2) \cdot 10^{11} \text{ м}^{-3}$ и относительной амплитудой $\Delta N_a / \bar{N} \approx 0.1 \div 0.2$. Продолжительность этих колебаний, в зависимости от сезона, изменялась от $5 \div 7$ до 24 ч. Амплитуда колебаний с другими периодами была заметно меньше.

The analysis of quasiperiodic and regular seasonal and daily variations of electron concentration N in F2 ionosphere layer is carried out for the period of growth of solar activity (in 2011). Fourier's window transform, Fourier's adaptive transform and wavelet transform were applied to carrying out the system spectral analysis. Measurements were carried out for the characteristic geophysical periods (spring and autumn equinoxes, and also summer and winter solstices). Prevailing fluctuation with the period of $140 \div 200$ min., amplitude $\Delta N_a \approx (0.2 \div 2) \cdot 10^{11} \text{ m}^{-3}$ and relative amplitude $\Delta N_a / \bar{N} \approx 0.1 \div 0.2$ was observed for all seasons in F2 ionosphere layer. The duration of this oscillation changed from $5 \div 7$ to 24 h depending on a season. Amplitude of fluctuations with other periods was much less.

КОРРЕКЦИЯ МОДЕЛИ ИОНОСФЕРЫ В НЕСКОЛЬКИХ ВЫСОТНЫХ ОБЛАСТЯХ

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

Иркутский государственный университет, Россия, Иркутск
zhelos85@mail.ru

CORRECTION IONOSPHERE MODEL IN SEVERAL AREAS OF HIGH-RISE

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

Irkutsk State University, Russia, Irkutsk

Используемая модель ионосферы допускает возможность уточнения формы $N(h)$ в областях максимумов слоев E и F2, а также на участке высот, значительно большем высоты максимума. В работе приводятся примеры коррекции модели на текущую ситуацию. Для оценки эффективности коррекции использованы значения ПЭС, измеряемые в системе GPS и размещаемые в виде карт в сети Интернет. Посредством моделирования была установлена степень относительного влияния вариаций того или иного корректирующего параметра на изменение значений ПЭС, вычисляемых по модели. При выполнении коррекции в модели корректируется вначале величина f_0F2 с помощью подстановки значений, определяемых из данных ВЗ в этом пункте. Если при этом достигается хорошее согласие модельных и измеренных значений ПЭС, коррекция заканчивается. Когда же различия ПЭС после коррекции f_0F2 остаются еще заметными, выполняется второй этап коррекции – уточнение формы $N(h)$ на верхнем участке. Как показало моделирование, при выполнении такой дополнительной коррекции удается в ряде случаев улучшить согласие модельных и измеренных значений ПЭС.

Работа выполнена при поддержке ФЦП соглашение № 8388.

The model allows the possibility of clarifying the ionosphere form $N(h)$ in the region of the maximum layers E and F2, as well as in the area of heights, much greater height maximum. This paper provides examples of the correction model to the current situation. To assess the effectiveness of the correction values used TEC as measured in the system GPS, and placed in the form of maps on the Internet. Was established by modeling the relative degree of influence of variations of a correction parameter to change the TEC values, calculated by the model. When the correction in the first model adjusted value f_0F2 , by substituting the values determined from the data of the OT at this point. If this model achieved a good agreement with the measured values of the TEC, the correction is over. When differences TEC after correction f_0F2 are still visible, a second step of correction – Clarification form $N(h)$ in the

upper section. As shown by simulation, in the performance of such additional compensation can in some cases improve the agreement between the simulated and measured values of the TEC.

ЛАБОРАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВСПЫШЕЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ВО ВНУТРЕННЕЙ МАГНИТОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

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 THE INNER MAGNETOSPHERE OF THE EARTH

M.E. Viktorov, S.V. Golubev

Institute of Applied Physics RAS, Nizhny Novgorod, Russia

Проведено исследование процессов генерации электромагнитных волн при циклотронной неустойчивости в плазме, создаваемой и поддерживаемой мощным миллиметровым излучением гиротрона в прямой аксиально-симметричной магнитной ловушке в условиях электронного циклотронного резонанса (ЭЦР). Впервые были проведены прямые измерения СВЧ-излучения плазмы в широком диапазоне частот. Это позволило изучить спектральный состав нестационарных импульсов электромагнитного излучения на трех стадиях ЭЦР разряда: на начальной стадии, когда плотность горячих частиц (N_h) превосходит плотность холодных (N_c), на развитой стадии разряда ($N_h \ll N_c$) и на стадии распада плазмы ($N_h \sim N_c$). На каждой стадии возможно развитие циклотронных неустойчивостей различных мод. В докладе обсуждается взаимосвязь наблюдаемых в лаборатории динамических режимов циклотронной неустойчивости с аналогичными явлениями, протекающими во внутренней магнитосфере Земли.

In the present report we investigate the generation of electromagnetic waves at the cyclotron instability in a mirror-confined plasma sustained by powerful millimeter-wave gyrotron radiation in axisymmetric magnetic trap under electron cyclotron resonance (ECR) conditions. Direct measurements of the microwave radiation from the plasma in a wide range of frequencies were performed. It has given us the possibility to study the transient spectral composition of pulses of electromagnetic radiation in three stages of the ECR discharge: the initial stage when the density of hot particles (N_h) exceeds the density of cold plasma (N_c), at an advanced stage of discharge ($N_h \ll N_c$), and in decaying plasma ($N_h \sim N_c$). At the each stage of the discharge cyclotron instabilities may develop in different modes. The report discusses the relationship of dynamic regimes of the cyclotron instability observed in the laboratory with similar events occurring in the inner magnetosphere of the Earth.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОКОЛОЗЕМНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ, ВОЗМУЩЕННОЙ ПРОХОЖДЕНИЕМ СОЛНЕЧНОГО ТЕРМИНАТОРА

А.Н. Вовк, Л.Ф. Черногор

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

RESEARCH INTO NEAR-EARTH SPACE PLASMA DISTURBED BY THE SOLAR TERMINATOR PASSING

A.N. Vovk, L.F. Chernogor

Kharkiv V.N. Karazin National University, Kharkiv, Ukraine

Проведено экспериментальное исследование реакции средней ионосферы (100–300 км) на прохождение солнечного терминатора.

Для анализа временных рядов применялся системный спектральный анализ на основе оконного и адаптивного преобразований Фурье и вейвлет-преобразования. Анализировались также энергограммы (зависимость энергии колебаний от периода). Для основных параметров возмущений в ионосфере строились гистограммы.

Обработано более 120 событий прохождения утреннего и вечернего терминатора. Вблизи моментов прохождения терминатора постоянная составляющая доплеровского смещения частоты (ДСЧ) увеличивалась/уменьшалась на 0.2–0.3 Гц в утреннее/вечернее время. Движение терминатора также сопровождалось генерацией и усилением квазипериодических вариаций ДСЧ. Амплитуда колебаний изменялась от 0.2 до 0.5 Гц (наиболее вероятное значение 0.35 ± 0.05 Гц), период – от 10 до 25 мин (наиболее вероятное значение 20 ± 5 мин).

The purpose of the report is an experimental study of the reaction of the middle ionosphere (100–300 km) to the solar terminator passing.

System spectral analysis with the use of window and adaptive Fourier transforms as well as wavelet transform was applied for time series. The energograms which are the dependence of the oscillation energy on the period are also analyzed. The histograms are shown for the main parameters of disturbances in the ionosphere.

More than 120 events of the morning and evening terminator passings were processed. Near the time of the terminator passing moments, the constant component of the frequency Doppler shift (FDS) increased/decreased 0.2–0.3 Hz in the morning/evening. The terminator passing was also accompanied by the generation and enhancement of FDS quasi-periodic variations. The oscillation amplitude varied from 0.2 to 0.5 Hz (the most probable value was 0.35 ± 0.05 Hz), and the period varied from 10 to 25 min (the most probable value was 20 ± 5 min).

ПУЛЬСАЦИИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ, СОПРОВОЖДАВШИЕ НАГРЕВ ИОНОСФЕРЫ РАДИОИЗЛУЧЕНИЕМ СТЕНДА «СУРА»

А.В. Давиденко, Л.Ф. Черногор

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Харьков, Украина
nedgem@mail.ru

THE PULSATIONS OF THE GEOMAGNETIC FIELD ACCOMPANYING HEATING OF THE IONOSPHERE OF THE RADIO FACILITY “SURA”

A.V. Davydenko, L.F. Chernogor

Kharkiv V.N. Karazin National University, Kharkiv, Ukraine

Для возмущения ионосферы использовался нагревный стенд «Сура» (Нижний Новгород). Воздействие мощным радиоизлучением осуществлялось 28–30 августа 2012 г. Продолжительность нагрева и пауз составляла 30 мин. Эффективная мощность равнялась 70–75 МВт.

Наблюдения за реакцией геомагнитного поля осуществлялись вблизи Харькова (расстояние между стендом и магнитометром-флюксметром было около 960 км). Регистрировался уровень флуктуаций геомагнитного поля в диапазоне периодов 1–1000 с. Обнаружены два типа эффектов – аперриодическое и квазипериодическое увеличение амплитуды колебаний уровня поля от 1 до 2 нТл с временами запаздывания 10–15 и 50 мин соответственно. Их продолжительности составляли 10–15 и 30–50 мин соответственно.

The ionosphere was modified by the facility “Sura” (Nizhny Novgorod). The measurements were made on August 28–30, 2012. The facility of 70–75 MW effective radiated power was turned on and off in 30-min intervals.

The observations were made at a site near Kharkiv city (the distance between the facility and magnetometer-fluxmeters was equal to approximately 960 km). The amplitudes of geomagnetic pulsations, with period of 1–1000 s, were acquired. The following two types of effect were observed: an aperiodic and quasi-periodic increase in the oscillation amplitude of 1 to 2 nT with a delay of 10–15 min and 50 min, respectively. These inferred effects had temporal durations of 10–15 min and 30–50 min, respectively.

ПОВЕДЕНИЕ ИОНОСФЕРЫ ВО ВРЕМЯ ВЗРЫВА ЧЕЛЯБИНСКОГО БОЛИДА

¹Н.П. Первалова, ²А.С. Жупитяева, ^{3,4}Н.В. Шестаков, ¹Ю.В. Ясюкевич, ¹С.В. Воейков

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

²Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

³Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

⁴Институт прикладной математики ДВО РАН, Владивосток, Россия
nessiduff@yandex.ru

IONOSPHERIC BEHAVIOR DURING EXPLOSION OF CHELYABINSK BOLIDE

¹N.P. Perevalova, ²A.S. Zhupityaeva, ^{3,4}N.V. Shestakov, ¹Y.V. Yasyukevich, ¹S.V. Voeykov

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

²Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

³Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

⁴Institute of Applied Mathematics, FEB RAS, Vladivostok, Russia

Утром 15 февраля около 03:20 UT (09:20 LT) произошел взрыв болида в районе г. Челябинска. Болид взорвался на высоте 15–20 км [http://www.inasan.ru/rus/asteroid_hazard/chelyabinsk_bolid.html]. На основе данных по вариациям полного электронного содержания (ПЭС) проведено исследование поведения ионосферы во время взрыва болида. ПЭС рассчитывалось по двухчастотным фазовым измерениям приемников GPS, расположенных в зоне взрыва. Для исследования выбирались непрерывные ряды вариаций ПЭС длительностью от 2 до 6 ч. С целью выделения возмущений, вызванных взрывом болида, исходные ряды ПЭС подвергались сглаживанию с временным окном 2 мин и удалению линейного тренда с временным окном 20 мин. Вариации ПЭС в день взрыва сравнивались с поведением ПЭС в предыдущий и последующий

дни. Через 14 мин после взрыва болида в вариациях ПЭС было зафиксировано возмущение, которое имело форму, соответствующую форме ударной акустической волны. Подобные возмущения наблюдались ранее при изучении землетрясений и запусков ракет. Зарегистрированные возмущения ПЭС имели период около 15 мин и распространялись радиально от точки взрыва до расстояний 500–600 км. Горизонтальная скорость перемещения возмущений составляла около 320–360 м/с, что близко к скорости звука в нижней атмосфере. Амплитуда колебаний ПЭС варьировалась от 0.1 до 0.5 TECU, что превышало уровень фоновых флуктуаций.

The bolide explosion occurred near Chelyabinsk in the morning of February 15, 2013 at about 03:20 UT (09:20 LT). The bolide exploded at a height of 15–20 km [http://www.inasan.ru/rus/asteroid_hazard/chelyabinsk_bolid.html]. We investigated the ionospheric behavior during the bolide explosion, using data on total electron content (TEC) variations. TEC was calculated from two-frequency phase measurements made by GPS receivers located in the zone of the explosion. For the investigation we chose continuous series of TEC variations with duration from 2 to 6 hours. To separate the disturbances caused by the bolide explosion, we smoothed the initial TEC series with the time window of 2 min and removed the linear trend with the time window of 20 min from them. The TEC variations on the earthquake day were compared to those on the previous and next days. Disturbances in the form of shock acoustic waves were registered in TEC variations 14 min after the bolide explosion. Similar disturbances had been observed after earthquakes and rocket launches. The registered TEC disturbances had a period of about 15 min and moved radially from the explosion epicenter up to distances of 500–600 km. The horizontal velocity of the disturbances (320–360 m/s) was close to the velocity of sound in the lower atmosphere. The TEC amplitude varied from 0.1 to 0.5 TECU and exceeded the level of background fluctuations.

ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ МНОГОЧАСТОТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА МАГНИТОАКТИВНУЮ ПЛАЗМУ

Н.А. Айдакина, М.Е. Гушчин, И.Ю. Зудин, С.В. Коробков, А.В. Костров, А.В. Стриковский

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

INTERMODULATION OF WHISTLER WAVES IN MAGNETIZED PLASMA

N.A. Aidakina, M.E. Gushchin, I.Y. Zudin, S.N. Korobkov, A.V. Kostrov, A.V. Strikovskii

Institute of Applied Physics RAS, Nizhny Novgorod, Russia

До настоящего момента не найдено исчерпывающего теоретического объяснения ряду нелинейных явлений, происходящих в околоземной плазме при участии интенсивных свистовых волн (генерация триггерных излучений, сателлитов, шумовых сигналов). Отчасти это объясняется многообразием возможных нелинейных эффектов и сложными законами дисперсии электромагнитных волн в магнитоактивной плазме. Эффективным подходом к решению подобного рода задач является лабораторное моделирование.

В экспериментах по многочастотному воздействию, выполненных на крупномасштабном плазменном стенде «Крот», был обнаружен и исследован ряд интермодуляционных эффектов: кросс- и самомодуляция интенсивных свистовых волн, генерация сигналов на комбинационных частотах. Доклад посвящен изложению результатов этих исследований, а также теоретической интерпретации некоторых наблюдавшихся явлений.

Some nonlinear effects which happen with whistler waves in the near Earth plasma (like trigger emission, spectral satellites generating and so on) haven't been properly described yet. In some degree it is a consequence of vast variety of nonlinear effects which can happen in magnetized plasma and complexity of dispersion of electromagnetic waves propagating through it. One of the most effective approaches for solving such kind problems is a laboratory simulation.

Some experiments of multifrequency affecting on magnetized plasma was carry out with Krot plasma facility. In the experiments some intermodulation effects was found out. It is cross and self modulation of intensive whistler waves and generating signals of their combination frequencies. The report is devoted to presentation of the results and to theoretical interpretation of some of them.

КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ВОЛНОВЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ В ПОЛЕ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТА COSMIC

А.С. Зарубин, Ю.Л. Рудакова, А.И. Погорельцев

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия
a-zarubin@mail.ru

LARGE-SCALE WAVE DISTURBANCES IN THE ELECTRON DENSITY FROM COSMIC EXPERIMENT

A.S. Zarubin, I.L. Rudakova, A.I. Pogoreltsev

Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia

На основе данных радиозатменных измерений эксперимента COSMIC исследуются крупномасштабные волновые возмущения в ионосфере. Для того чтобы минимизировать влияние ультрафиолетовой радиации, были выбраны годы с низкой солнечной активностью (2008–2010 гг.). Волновые возмущения, наблюдаемые в электронной концентрации, были разделены на стационарные (стоячие), а также на бегущие на восток и запад волны. Полученные результаты сравниваются с характеристиками планетарных волн в стратосфере, полученными из анализа данных, ассимилированных моделью UK Met Office. Обсуждаются возможные механизмы передачи метеорологических эффектов на высоты термосферы.

Large-scale wave disturbances in the ionosphere are investigated on the basis of radio occultation measurements of the COSMIC experiment. To minimize the influence of ultraviolet radiation, the years with low solar activity were selected (2008–2010). Wave-like disturbances observed in the electron density were separated into the stationary (standing), eastward and westward waves. The results are compared with characteristics of planetary waves in the stratosphere obtained from analysis of the data assimilated in UK Met Office model. Possible mechanisms of transfer the meteorological effects to thermosphere heights are discussed.

ИОНОСФЕРНАЯ БУРЯ 5–6 АВГУСТА 2011 г.: РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ НА ХАРЬКОВСКОМ РАДАРЕ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ

С.В. Кацко

Институт ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина
sophiaharytonova@gmail.com

THE IONOSPHERIC STORM ON 5–6 AUGUST 2011: RESULTS OF OBSERVATION WITH KHARKIV INCOHERENT SCATTER RADAR

S.V. Katsko

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

Приведены результаты наблюдений на радаре некогерентного рассеяния Института ионосферы (Харьков) вариаций параметров ионосферы во время сверхсильной магнитной бури 5–6 августа 2011 г. ($K_{pmax}=8-$). Магнитная буря сопровождалась отрицательным ионосферным возмущением, которое вызвало ряд изменений в ионосфере. Обнаружено падение концентрации электронов в максимуме слоя F2 в два раза. Уменьшение концентрации электронов сопровождалось значительным нагревом плазмы. Наблюдалось увеличение высоты максимума данного слоя с 310 до 510 км.

На основе измеренных концентраций электронов, температур электронов и ионов и скорости движения плазмы проведено численное моделирование процессов в атмосфере и ионосфере, сопутствовавших ионосферной буре.

Results of observations of ionospheric parameters variations during the severe magnetic storm of 5–6 August 2011 ($K_{pmax}=8-$) on the incoherent scatter radar in Kharkiv are presented. The magnetic storm was accompanied by the negative ionospheric disturbance which has produced a number of changes in ionosphere. The depression of electron density in F2-layer maximum is detected. The electron density decreasing was conducted with significant plasma heating. The increasing of F2-layer maximum high from 310 to 510 km was observed.

The numerical simulation of atmosphere and ionosphere processes which had attended to ionospheric storm is done on basis of measured electron density, electron and ion temperatures and velocity of plasma movement.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ТРАНСИОНОСФЕРНОМУ ЗОНДИРОВАНИЮ ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ НАД ЙОШКАР-ОЛОЙ СИГНАЛАМИ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ГЛОНАСС/GPS

В.А. Иванов, Н.В. Рябова, М.И. Рябова, А.А. Кислицын

Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия
RyabovaMI@volgatech.net

THE RESULTS OF EXPERIMENTS OF TRANSIONOSPHERIC SOUNDING OF THE EARTH'S IONOSPHERE ABOVE YOSHKAR-OLA CITY BY SIGNALS OF SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS GLONASS/GPS

V.A. Ivanov, N.V. Ryabova, M.I. Ryabova, A.A. Kislitsyn

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia

В настоящее время для исследования структуры и динамики ионосферы Земли и решения задач распределения полной электронной концентрации широкое применение получили спутниковые навигационные системы ГЛОНАСС/GPS.

В работе представлены результаты натурных экспериментов по определению полного электронного содержания (ПЭС) на основе данных зондирования сигналами навигационных систем ГЛОНАСС/GPS по фазовым измерениям псевдодальности на двух частотах. Кроме того, представлены данные вычислительного эксперимента с использованием международной справочной модели ионосферы IRI. Анализ результатов суточных данных измерений, полученных по наблюдению спутником № 22 системы GPS, показал, что максимум ПЭС соответствует промежутку времени с 11 до 14 ч и составляет $22.5 \cdot 10^{16} \text{ м}^{-2}$.

Currently, to study the structure and dynamics of the Earth's ionosphere and objectives of the distribution of the total electron content received widespread use satellite navigation systems GLONASS/GPS.

The paper presents the results of full scale experiments to determine the total electron content of the data of sounding by signals GLONASS/GPS by phase measurements of pseudorange at two frequencies. In addition, the data presented numerical experiments using international reference ionosphere model IRI. Analysis of the results of measurement data obtained by monitoring the satellite number 22 GPS system showed that the maximum TEC corresponds to time interval 11 to 14 hours, and is $22.5 \cdot 10^{16} \text{ m}^{-2}$.

СПЕКТР ДЛИННОПЕРИОДНЫХ ГЕОМАГНИТНЫХ ПУЛЬСАЦИИ ВО ВРЕМЯ СОБЫТИЙ КЛАССОВ SI И SSC

^{1,2}Ю.Ю. Клибанова

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

²Иркутская государственная сельскохозяйственная академия, Иркутск, Россия
malozemova81@mail.ru

THE SPECTRUM OF LONG-PERIOD GEOMAGNETIC PULSATIONS DURING THE SI AND SSC EVENTS

^{1,2}Yu. Yu. Klibanova

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

²Irkutsk State Agricultural Academy, Irkutsk, Russia

Исследуются дневные длиннопериодные геомагнитные пульсации, обусловленные резкими перепадами динамического давления солнечного ветра (СВ) во время внезапных импульсов (SI) и мгновенных начал бурь (SSC). Используются данные сетей IMAGE (Европа) и CARISMA (CANMOS, Канада) и азиатских станций Иркутск (Россия), Мемамбетсу и Какиока (Япония). Проведен спектральный анализ колебаний в диапазоне частот 1–6 мГц. Обнаружено, что колебания в диапазоне частот $f=2.3\text{--}2.8$ мГц наблюдаются глобально на высоких и средних широтах по всем долготам, но с максимумом амплитуды на дневной стороне. В этом диапазоне МГД-колебания в СВ отсутствуют. Сделан вывод о том, что рассмотренные пульсации возбуждаются резкими фронтами SSC. Более слабые изменения давления на фронте SI вызывают генерацию колебаний локально, т. е. только на отдельных станциях.

We study daytime long-period geomagnetic pulsations caused by sharp changes in the solar wind (SW) dynamic pressure during sudden impulses (SI) and sudden storms commencements (SSC). We use data of networks: IMAGE (Europe), CARISMA (CANMOS, Canada), and Asian stations: Irkutsk (Russia), Memambetsu and Kakioka (Japan). Spectral analysis of the oscillations within frequency range 1–6 mHz is made. Oscillations within frequency range $f=2.3\text{--}2.8$ mHz are found to be observed globally at high and mid latitudes through all longitudes, but with the maximum amplitude at the day side. MHD waves in the SW are absent in this range. Conclusion is made that the pulsations under consideration are excited by sharp SSC fronts. More weak pressure changes on the Si impulse front cause local response in pulsations not at all, but only at some stations.

СИСТЕМА ИОНОСФЕРА–ПЛАЗМОСФЕРА В ПЕРИОД ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОГО МИНИМУМА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И НА ФАЗЕ ЕЕ ПОСЛЕДУЮЩЕГО РОСТА

¹М.В. Клименко, ¹В.В. Клименко, ¹И.Е. Захаренкова, ¹Ю.В. Черняк, ²К.Г. Ратовский,
²Ю.В. Ясюкевич, ²А.А. Щербаков

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

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
maksim.klimenko@mail.ru

IONOSPHERE–PLASMASPHERE SYSTEM DURING A PROLONGED MINIMUM OF SOLAR ACTIVITY AND ITS SUBSEQUENT GROWTH PHASE

¹M.V. Klimenko, ¹V.V. Klimenko, ¹I.E. Zakharenkova, ¹I.V. Chernyak, ²K.G. Ratovsky,
²Yu.V. Yasukevich, ²A.A. Scherbakov

¹West Department of Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation RAS,
Kaliningrad, Russia

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

В данной работе представлены результаты исследований основных особенностей поведения системы ионосфера–плазмосфера в период затянувшегося минимума солнечной активности (2007–2010 гг.) и на фазе роста солнечной активности (2011–2012 гг.). Проведено сравнение результатов расчетов, полученных с использованием модели GSM ТИП, с данными высокоширотных и среднеширотных станций наземного зондирования ионосферы, а также с оценками вклада плазмасферной электронной концентрации в полное электронное содержание, полученными по данным GPS, COSMIC и радара некогерентного рассеяния в Иркутске. Особое внимание уделено глобальному распределению высоты перехода O^+/H^+ в различных гелиогеофизических условиях, а также сравнению изменчивости f_0F2 и полного электронного содержания.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 12-05-31217 и Программы № 22 РАН.

This report presents the results of the studies of the ionosphere-plasmasphere behavior during a prolonged minimum of solar activity (2007–2010) and on the growth phase of solar activity (2011–2012). A comparison of the calculation results obtained using the GSM TIP model, with observations of the mid and high-latitude ionospheric sounding stations, as well as estimates of the contribution of plasmaspheric electron density in the total electron content obtained from GPS and COSMIC satellites and incoherent scatter radar in Irkutsk. Particular attention is given to the global distribution of the O^+/H^+ transition height in various heliogeophysical conditions, and also to the comparison the f_0F2 and total electron content variability.

This work was supported by RFBR grant N 12-05-31217, and Program N 22 RAS.

ИЗМЕРЕНИЕ ВАРИАЦИЙ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ В ИОНОСФЕРЕ, СТИМУЛИРОВАННОЙ МОЩНЫМ КОРОТКОВОЛНОВЫМ РАДИОИЗЛУЧЕНИЕМ, С ПОМОЩЬЮ ДВУХЧАСТОТНОГО РАДИОПРОСВЕЧЕНИЯ СИГНАЛАМИ ГНСС

¹Д.А. Когогин, ¹И.А. Насыров, ²С.М. Грач, ²А.В. Шиндин

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

²Научно-исследовательский радиофизический институт, Нижний Новгород, Россия
legal_26.06@mail.ru

MEASUREMENT OF TEC-VARIATIONS IN THE IONOSPHERE STIMULATED POWERFUL HF RADIOEMISSION WITH USING DUAL-FREQUENCY PROBING GNSS SIGNALS

¹D.A. Kogogin, ¹I.A. Nasyrov, ²S.M. Grach, ²A.V. Shindin

¹Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

²Radiophysical Research Institute, Nizhny Novgorod, Russia

В работе рассматривается измерение полного электронного содержания (ПЭС) в возмущенной области ионосферы методом двухчастотного зондирования сигналами спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. Для исследования вариаций сигналов используется аппаратно-программный комплекс постобработки файлов навигационных сообщений, представленных в формате RINEX. Основные результаты работы представляют собой измерение вариаций ПЭС на сети наземных ГНСС-станций, расположенных вдоль геомагнитной широты: п. Васильсурск (56°47' N, 46°02' E); п. Зеленодольск (55°52' N, 48°33' E); п. Казань (55°48' N, 49°08' E). Расстояние между пунктами: Васильсурск–Зеленодольск – ~160 км; Васильсурск–Казань – ~200 км. В результате постобработки обращают на себя внимание вариации ПЭС на радиотрассах «спутник–ГНСС-сеть», достигающие 0.1–0.3 TECU для всех приемных пунктов. Однако радиотрассы «спутник–Зеленодольск» и «спутник–Казань» по условиям эксперимента не пересекали возмущенную область.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 12-02-00513-а и № 13-02-00957-а).

In this article presented results of measurement of TEC – variations in the disturbed part in the ionosphere by using dual frequency probing signals of navigation systems GLONASS and GPS. For research TEC – variations used by the hardware-software complex post-processing navigation files GNSS presented in RINEX. The main purpose of research: measurement are the TEC – variations on the terrestrial network of GNSS stations along the geomagnetic latitude: Vasilsursk; Zelenodolsk; Kazan. The distance between the measuring points: Vasilsursk–Zelenodolsk – ~160 km; Vasilsursk–Kazan – ~200 km. As a result, post-processing attract the attention of TEC variations in the radio paths SATELLITE – GNSS network reaching 0.1–0.3 TECU for all points. However, it should be noted that the radio path Satellite–Zelenodolsk and Satellite–Kazan on the conditions of the experiment did not cross the disturbed region. The results require further detailed study and discussion.

The work was supported by the RFBR grants N 12-02-00513-a and 13-02-00957a.

МГД-КОЛЕБАНИЯ В АКСИЛЬНО-СИММЕТРИЧНОЙ МАГНИТОСФЕРЕ С ТОКОВЫМ СЛОЕМ

Д.А. Козлов, А.С. Леонович

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

MHD-OSCILLATIONS IN AN AXISYMMETRICAL MAGNETOSPHERE WITH A CURRENT SHEET

D.A. Kozlov, A.S. Leonovich

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

Исследована пространственная структура и спектр азимутально-мелкомасштабных МГД-колебаний в аксиально-симметричной модели магнитосферы с токовым слоем. Найденные решения описывают альфвеновские и медленные магнитозвуковые (ММЗ) колебания, неустойчивые в присутствии токового слоя, и относятся к области вытянутых в хвост замкнутых магнитных силовых линий. Вдоль силовых линий магнитного поля рассматриваемые колебания представляют собой стоячие волны. Определены спектры собственных частот основных гармоник стоячих азимутально-мелкомасштабных альфвеновских и ММЗ-волн в диапазоне магнитных оболочек $5 < L < 60$ в локальном и ВКБ-приближениях и проведено их сравнение. Определена структура азимутально-мелкомасштабных неустойчивых альфвеновских волн поперек магнитных оболочек. Такие волны могут существовать в магнитосфере Земли только при наличии сторонних токов в ионосфере, на которую опираются силовые линии геомагнитного поля.

The problem of stability of the magnetotail current sheet to azimuthally small-scale Alfvén and slow magnetosonic (SMS) waves is solved. The spatial structure and spectrum of Alfvén and SMS oscillations is studied in an axisymmetric model of the magnetosphere with a current sheet. The solutions describe unstable oscillations in the presence of a current sheet and correspond to the region of stretched closed field lines of the magnetotail. These oscillations are standing waves along magnetic field lines with foot points on the highly-conductive ionosphere. The spectra of eigen-frequencies of several basic harmonics of standing Alfvén and SMS waves are found for magnetic shells in the $5 < L < 60$ range, in the local and WKB approximation, which are compared. The structure is determined of azimuthally small-scale Alfvén waves across magnetic shells. It is shown that these waves can exist in the Earth's magnetosphere only if external ionospheric currents are present at the ends of magnetic field lines having foot points on the ionosphere.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ЗАГОРАНИЯ МЕТЕОРОВ ПРИ БАЗИСНЫХ НАБЛЮДЕНИЯХ

Е.С. Комарова

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

DETERMINATION OF THE HEIGHT OF THE BASIS DECK METEOR OBSERVATIONS

E.S. Komarova

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

В работе описаны результаты обработки измерений, проведенных из двух пунктов – п. Истра (Подмосковье) и Звенигородская астрономическая обсерватория – совместно с Институтом астрономии РАН (Москва). Базисные наблюдения согласно классическому методу позволяют определить высоту возгорания метеоров. В данной работе было обработано 90 метеорных событий и вычислены высоты возгорания.

This paper describes the results of the processing of measurements made from two sites – Istra (Moscow) and the Zvenigorod Observatory and the Institute of Astronomy of Russian Academy of Sciences (Moscow). The basis of observation, according to the classical method to determine the height of fire meteors. This paper has been processed 90 meteor events and calculated the height of their fire.

НЕОДНОРОДНОСТИ ИОНОСФЕРЫ, СВЯЗАННЫЕ С ПЫЛЕВОЙ ЗВУКОВОЙ МОДОЙ

С.И. Копнин, С.И. Попель

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

INHOMOGENEITY OF THE IONOSPHERE RELATED TO THE DUST ACOUSTIC MODE

S.I. Kopnin, S.I. Popel

Institute for Dynamics of Geospheres RAS, Moscow, Russia

Разработана теория модуляционной неустойчивости электромагнитных волн в запыленной ионосфере Земли. Показана возможность существования пылевых звуковых волн в плазме запыленной ионосферы. Предложен механизм формирования неоднородностей электронной и ионной концентрации в запыленной ионосфере, а также метод учета этих неоднородностей при описании диэлектрической проницаемости ионосферы. Обсуждаются вопросы влияния этих неоднородностей на радиосвязь и работу навигационных систем.

Работа выполнена по Программе № 5 фундаментальных исследований ОНЗ РАН; Программе № 22 фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные проблемы исследований и освоения Солнечной системы»; Программе Совета по грантам Президента РФ (проект № НШ-203.2012.5) для поддержки ведущих научных школ; Программе РФФИ, проект № 12-02-00270-а; гранту Президента РФ для поддержки молодых российских ученых (грант № МК-3764.2013.2).

A theory of the modulation instability of electromagnetic waves in a dusty ionosphere is developed. The possibility of the existence of dust acoustic waves in the ionospheric dusty plasma is shown. The mechanism of the formation of inhomogeneities of electron and ion concentrations in the dusty ionosphere is developed, as well as the accounting method of these inhomogeneities in the description of the dielectric permittivity of the ionosphere is proposed. The impact of these irregularities on the radio and navigation systems work is under discussion.

Work performed under the Program number 5 for Basic Research Department of Earth RAS; the Program number 22 of the Presidium of RAS “Fundamental Problems of research and exploration of the Solar System”; Program of the Council for Grants of the President of the Russian Federation (project number N НШ-203.2012.5) for support of leading scientific schools; Program RFBR, project number N 12-02-00270-a; Grant of the President of the Russian Federation for support of young russian scientists (grant number N МК-3764.2013.2).

О ВЛИЯНИИ ПЫЛЕВОЙ ЗВУКОВОЙ МОДЫ В ЗАПЫЛЕННОЙ ИОНОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЕ НА КОСМИЧЕСКУЮ ПОГОДУ

С.И. Копнин, С.И. Попель

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

THE EFFECT OF THE DUST ACOUSTIC MODE IN DUSTY IONOSPHERIC PLASMA ON SPACE WEATHER

S.I. Kopnin, S.I. Popel

Institute for Dynamics of Geospheres RAS, Moscow, Russia

Ранее было показано, что наличие заряженных нано- и микромасштабных частиц в околоземном пространстве и в атмосфере Земли может приводить к локальному изменению свойств среды, что приводит к возможности существования пылевой звуковой моды, влияющей на свойства окружающей среды. Также указанное явление можно использовать для диагностики ионосферной, магнитосферной и околоземной комплексной плазмы. В данной работе обсуждаются источники заряженных пылевых частиц и воздействие пылевой звуковой моды на околоземную космическую погоду.

Работа выполнена по Программе № 5 фундаментальных исследований ОНЗ РАН; Программе № 22 фундаментальных исследований Президиума РАН; Программе Совета по грантам Президента РФ (проект № НШ-203.2012.5) для поддержки ведущих научных школ; Программе РФФИ, проект № 12-02-00270-а; гранту Президента РФ для поддержки молодых российских ученых (грант № МК-3764.2013.2).

Space weather is a relatively new and important field of research. It is relevant to diverse topics such as radio communication, space travel, diagnostics of ionospheric and space plasmas, detection of pollutants and re-entry objects, prediction of terrestrial weather and global warming. Recently it has been shown that nano- and micrometre-sized electrically charged particulates from interplanetary space and from the Earth's atmosphere can lead to existence of dust acoustic mode which affect the local properties as well as the diagnostics of the interplanetary, magnetospheric, ionospheric and near-Earth complex plasmas. In this report the sources of the charged dust particulates and the effects of dust acoustic mode on the near-Earth space weather are examined.

Work performed under the Program number 5 for Basic Research Department of Earth RAS; the Program number 22 of the Presidium of RAS “Fundamental Problems of research and exploration of the Solar System”; Program of the Council for Grants of the President of the Russian Federation (project number N НШ-203.2012.5) for support of leading scientific schools; Program RFBR, project number N 12-02-00270-a; Grant of the President of the Russian Federation for support of young russian scientists (grant number N МК-3764.2013.2).

О ВОЗМОЖНОСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПЫЛЕВОЙ ЗВУКОВОЙ МОДЫ В ЭКЗОСФЕРЕ ЛУНЫ

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

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

ON THE POSSIBILITY OF THE EXISTENCE OF DUST ACOUSTIC MODE IN THE LUNAR EXOSPHERE

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

Institute for Dynamics of Geospheres RAS, Moscow, Russia

Рассмотрена плазменно-пылевая система в приповерхностном слое Луны при воздействии солнечного излучения. Определены характерные параметры запыленной экзосферы Луны. Показана возможность существования нелинейных волновых структур пылевой звуковой моды. Определены области существования и основные параметры пылевых звуковых солитонов в приповерхностном слое экзосферы Луны.

Работа выполнена по Программе № 5 фундаментальных исследований ОНЗ РАН; Программе № 22 фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные проблемы исследований и освоения Солнечной системы»; Программе Совета по грантам Президента РФ (проект № НШ-203.2012.5) для поддержки ведущих научных школ; Программе РФФИ, проект № 12-02-00270-а; гранту Президента РФ для поддержки молодых российских ученых (грант № МК-3764.2013.2). МТИ выражает также благодарность фонду «Династия» за финансовую поддержку.

We consider the plasma-dust system in the surface layer of the Moon under solar radiation. The main characteristic parameters of the dusty lunar exosphere are determined. The possibility of the existence of nonlinear dust acoustic mode wave structures is shown. The fields of existence and the basic parameters of dust acoustic solitons in the surface layer of the exosphere of the Moon are found.

Work performed under the Program number 5 for Basic Research Department of Earth RAS; the Program number 22 of the Presidium of RAS “Fundamental Problems of research and exploration of the Solar System”; Program of the Council for Grants of the President of the Russian Federation (project number N НШ-203.2012.5) for support of leading scientific schools; Program RFBR, project number N 12-02-00270-a; Grant of the President of the Russian Federation for support of young russian scientists (grant number N МК-3764.2013.2). TIM is also supported by the Dynasty Foundation.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНЕЗАПНЫХ ФАЗОВЫХ АНОМАЛИЙ ОНЧ-СИГНАЛОВ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ В ЯКУТСКЕ

В.И. Козлов, Р.Р. Каримов, А.А. Корсаков

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

SIMULATION OF SUDDEN PHASE ANOMALIES OF VLF SIGNALS REGISTERED IN YAKUTSK

V.I. Kozlov, R.R. Karimov, A.A. Korsakov

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

Зависимость внезапных фазовых аномалий (ВФА) радиосигналов ОНЧ (3–30 кГц) от потока рентгеновского излучения и от зенитного угла Солнца описывается выражением

$$\varphi = B \lg P + C \lg \cos X + A, \quad (1)$$

где φ – вариация фазы сигнала, приведенная к единице протяженности трассы [градус/Мм]; P – поток излучения Солнца в диапазоне 1–8 Å [Вт/м²]; $\cos X$ – усредненное вдоль трассы распространения значение косинуса зенитного угла Солнца. Рассматриваются зарегистрированные в Якутске ВФА сигналов станций Краснодар и Новосибирск (14.9 кГц) отдельно для летних и зимних дневных условий. Пороговая чувствительность ВФА по потоку P слабо зависит от сезона. ВФА при фиксированных P и X от лета к зиме на трассе Новосибирск–Якутск увеличиваются, зависимость ВФА от $\cos X$ отчетливее летом. На трассе Краснодар–Якутск ВФА отчетливо зависят от $\cos X$ зимой, что связано с большей протяженностью трассы по долготе и расположением в более высоких широтах. Полученные результаты будут использованы в оценке параметров ионосферы.

The sudden phase anomalies (SPA) of radiosignals VLF (3–30 kHz) dependence from X-ray flux and solar zenith angle is described by the expression:

$$\varphi = B \lg P + C \lg \cos X + A, \quad (1)$$

where φ – a signal phase variation, reduced to a unit length of the path [degree/Mm]; P – a solar radiation (1–8 Å) flux [W/m²]; $\cos X$ – averaged along the propagation path cosine of the solar zenith angle. Registered in Yakutsk SPA signal of stations Krasnodar and Novosibirsk (14.9 kHz) separately for summer and winter daytime conditions are considered. The threshold sensitivity of the SPA by the flux P is weakly dependent on the season. The SPA value for fixed P and X from summer to winter on the path Novosibirsk–Yakutsk increases, the SPA dependence from $\cos X$ more distinct in the summer. On the Krasnodar–Yakutsk SPA clearly depends on $\cos X$ in winter, due to the greater interval of the longitude and the path crosses higher latitudes. SPA results will be used to estimation ionosphere parameters.

**ГЕНЕРАЦИЯ ДРЕЙФОВО-КОМПРЕССИОННЫХ ВОЛН ЧАСТИЦАМИ
С ИНВЕРСНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ЧАСТИЦ ПО ЭНЕРГИИ В МАГНИТОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЕ**

Д.В. Костарев, Д.Ю. Климушкин, П.Н. Магер

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

**DRIFT-COMPRESSSIONAL MODES GENERATED BY INVERTED PLASMA DISTRIBUTIONS
IN THE MAGNETOSPHERE**

D.V. Kostarev, D.Y. Klimushkin, P.N. Mager

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

В данной работе была изучена продольная структура дрейфово-компрессионных мод и соответствующая неустойчивость плазмы в рамках gyroкинетики в аксиально-симметричной модели магнитосферы с изотропной плазмой. Предполагается, что плазма состоит в основном из холодных частиц с примесью горячих протонов с инверсным распределением по энергии. Компрессионный резонанс в такой плазме возникает, когда частота волны равна собственной частоте дрейфово-компрессионной моды. При таком резонансе волна узко локализована вдоль магнитного поля в окрестности экватора. Неустойчивость возникает, когда скорость диамагнитного дрейфа, обусловленная радиальным градиентом температуры, меньше, чем скорость магнитного дрейфа, или противоположна по направлению. Кроме того, чем более узкое инверсное распределение, тем больше инкремент неустойчивости и меньшая величина β (отношение плазменного давления к магнитному) необходима для возникновения неустойчивости.

In this work we have studied field-aligned structure of the drift-compresssional modes and the corresponding plasma instability in a gyrokinetic framework in the axisymmetric model of the magnetosphere with isotropic plasma. The plasma is assumed to be composition of core cold particles and an admixture of hot protons, with the distribution of hot protons is inverted. In such plasma there is a compresssional resonance when the wave frequency is equal to an eigenfrequency of the drift-compresssional mode. In this resonance the wave is narrowly localized along the field line at the equator. The plasma instability occurs when the temperature diamagnetic drift velocity is less than the magnetic drift velocity or opposite in direction. Moreover, the narrower the inverted distribution, the higher the instability growth rate and the smaller the value of β (the plasma to magnetic pressure ratio) required for the instability to occur.

**ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ СРЕДНЕМАСШТАБНЫХ ИОНОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ
ВБЛИЗИ ЗОНЫ ДЕЙСТВИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 11 МАРТА 2011 г. В ЯПОНИИ ПО ДАННЫМ GPS**

¹Е.С. Крупович, ²С.В. Воейков

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

**STUDY OF ACTIVITY OF THE MEDIUM-SCALE IONOSPHERIC DISTURBANCES NEAR
THE EARTHQUAKE ON MARCH 11, 2011 IN JAPAN, USING GPS**

¹E.S. Krupovich, ²S.V. Voeikov

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

В работе исследуются двумерные пространственные распределения интенсивности вариаций полного электронного содержания (ПЭС), отфильтрованных в диапазоне периодов 2–20 мин, по данным мировой сети приемников GPS. В качестве интенсивности использовалась огибающая вариация. Основная цель – поиск источников возмущений ПЭС в широком регионе вокруг зоны действия землетрясения 11 марта 2011 г. в Японии для того, чтобы выявить как можно больше сопутствующих ионосферных возмущений, которые могут исказить общую наблюдаемую картину отклика ионосферы на землетрясение. Если источники соответствующих возмущений находятся в пределах исследуемого региона и вблизи от какого-либо луча «приемник – ИСЗ GPS», то очаги увеличения интенсивности вариаций ПЭС и будут этими источниками. В отличие от картирования вариаций, отображение в пространстве их интенсивности позволяет искать источники возмущений в районах с различной плотностью приемников GPS.

We study 2D spatial distributions of the intensity variations of the total electron content (TEC), filtered in the period range of 2–20 min, according to the global network of receivers GPS. As the intensity we used envelope of the variations. The main goal - finding sources of TEC disturbances in the wide region around the earthquake on March 11, 2011 in Japan to reveal as much as possible related ionospheric disturbances that might distort the overall picture of observed ionospheric response to the earthquake. If the sources of the disturbances are within the study

area and in the vicinity of a beam “receiver-satellite GPS” then the centers of increasing of the TEC variation intensity are these very sources. The mapping of TEC variation intensity in contrast to the mapping of variations allow to look for sources of disturbances in areas with different density of GPS receivers.

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ ГНСС-РАДИОЗОНДИРОВАНИЯ НА АМПЛИТУДУ ВАРИАЦИЙ ПЭС

¹Е.С. Крупович, ²С.В. Воейков, ¹В.Н. Осипчук

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

THE INFLUENCE OF THE GEOMETRY OF GNSS RADIOSOUNDING ON THE AMPLITUDE OF TEC VARIATIONS

¹E.S. Krupovich, ²S.V. Voeykov, ¹V.N. Osipchuk

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

В работе исследуется зависимость интенсивности 2–10-минутных вариаций полного электронного содержания (ПЭС), полученных по данным глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), от углов на спутники. Зависимость от углов на спутник абсолютного значения ПЭС общеизвестна и связана с различием в толщине ионосферы, пересекаемой радиолучом при различных углах. Однако с вариациями ПЭС подобной ясности нет. Между тем знание такой зависимости могло бы помочь в поиске и исследовании откликов ПЭС на различные возмущения. В нашей работе мы провели исследование интенсивности вариаций ПЭС в диапазоне периодов 2–10 мин в зависимости от угла места и азимута на спутники GPS для иркутской станции IRKT за 2006 г. Диапазон периодов был выбран как наиболее часто используемый для поиска откликов на землетрясения, запуски космических аппаратов и т. д.

We study the dependence of the 2–10 minute variations in the total electron content (TEC), obtained with the Global Navigation Satellite Systems (GNSS), on the angles to the satellites. Dependence of the absolute value of the TEC on the angles to the satellites is well known and is due to difference in the thickness of the ionosphere for the radio beams intersected it at various angles. However, there is no such clarity with the TEC variations. Meanwhile knowing this relationship could help in the search and study of TEC responses to various disturbances. In our work, we investigated the intensity of TEC variations in the period range 2–10 minutes, depending on the elevation and azimuth to the GPS satellites for Irkutsk station IRKT for 2006. The period range was chosen as the most frequently used to search for responses to such disturbances as earthquakes, spacecraft launches, etc.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДВУХ БЛИЗКО РАСПОЛОЖЕННЫХ ИОНОЗОНДОВ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ПЕРЕМЕЩАЮЩИХСЯ ИОНОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

О.А. Ларюнин, В.И. Куркин, А.В. Подлесный

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
laroleg@inbox.ru

USING DATA FROM TWO CLOSELY-SPACED IONOSONDES FOR DIAGNOSTICS OF TRAVELLING IONOSPHERIC DISTURBANCES

O.A. Laryunin, V.I. Kurkin, A.V. Podlesny

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

Для определения полного вектора скорости перемещающихся ионосферных возмущений (ПИБ) одного радиофизического инструмента может быть недостаточно, поскольку в этом случае определить азимутальный угол прихода радиоволны не всегда можно даже косвенными методами (предполагаются эксперименты, где прямое измерение углов прихода радиосигнала недоступно). Более эффективным и информативным оказывается совместное использование нескольких ионозондов.

В работе представлена методика исследования характеристик ПИБ по данным двух ионозондов вертикального (ВЗ) и слабонаклонного зондирования (СНЗ) в условиях, когда ионозонд ВЗ расположен на одном из концов радиотрассы ионозонда СНЗ (длина трассы составляет 120 км). Скважность получения ионограмм на каждом ионозонде составляла 1 мин. В рамках данного эксперимента типичной была ситуация, когда последовательность ионограмм с характерными короткоживущими серповидными особенностями (которые не являются следами отражения от регулярных ионосферных слоев, а связаны с прохождением ПИБ), получаемая на одном из ионозондов, повторяется с определенной задержкой по времени (несколько минут) на втором ионозонде. Это дает основание полагать, что данные особенности связаны с одним и тем же возмущением. Наличие двух независимых пространственно-разнесенных инструментов позволяет восстановить дополнительные детали пространственно-временной структуры ПИБ.

To determine the full vector of TID velocity, we usually need more than one radiophysical instrument, otherwise it is not always possible to determine an azimuth angle of arrival even through the use of indirect methods (experiments are planned in which angles of arrival cannot be measured directly). The use of several ionosondes at a time proves to be more effective and informative.

This paper presents a method for examining characteristics of traveling ionospheric disturbances (TID) based on data from ionosondes of vertical ionospheric sounding (VIS) and oblique ionospheric sounding over short paths (OIS) with the VIS ionosonde being at one of the ends of the OIS path 120 km long. Ionograms were obtained by the ionosondes at 1-minute intervals. It was typical in the experiment that a sequence of ionograms with characteristic cusp-like features (due to the passage of TID) obtained by one of the ionosondes was obtained by the second ionosonde with a certain time delay (several minutes). The two independent instruments in use minimize ambiguity in reconstructing the space-time TID structure.

СПЕКТР ВАРИАЦИЙ ГЛОБАЛЬНОГО И РЕГИОНАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ

^{1,2}**Д.А. Логутко**, ^{1,2}**Ю.В. Ясюкевич**

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

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

SPECTRUM OF GLOBAL AND REGIONAL ELECTRON CONTENT VARIATIONS

^{1,2}**D.A. Logutko**, ^{1,2}**Yu.V. Yasyukevich**

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

На общую динамику состояния ионосферной плазмы влияет множество процессов различной природы (литосферных, процессов на Солнце, техногенных и т. д.). Для характеристики общего состояния ионосферы существуют такие параметры, как глобальное (ГЭС) и региональное (РЭС) электронное содержание. Динамические спектры позволяют анализировать влияние различных процессов на ГЭС и РЭС. Для получения динамических спектров были разработаны алгоритм и программное обеспечение. Особое внимание при анализе было уделено годовым, полугодовым и 27-дневным вариациям ГЭС и РЭС. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 12-05-33032_мол_а_вед, № 12-05-31279_мол_а), а также гранта Президента РФ № МК-3771.2013.5.

Many processes of different physical nature (lithospheric, the processes on the Sun, technological, etc.) affect the general dynamics of the ionospheric plasma state. To characterize the general state of the Earth-ionosphere there are parameters called the global (GEC) and regional (REC) electron contents. Dynamic spectra allow analyzing the impact of various processes on the GEC and REC. We developed an algorithm and software for the dynamic spectra calculation. Special attention was paid to the annual, semi-annual and 27-day GEC and REC variations. The study was partially supported by RFBR (under grant N 12-05-33032 a and N 12-05-31279 a), and by the Russian Federation President Grant N МК-3771.2013.5.

ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГЕОКОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЕ ВО ВРЕМЯ МАГНИТНОЙ БУРИ 5–6 АВГУСТА 2011 г.

М.В. Ляшенко

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

THERMAL PROCESSES IN THE GEOSPACE PLASMA DURING AUGUST 5–6, 2011 MAGNETIC STORM

M.V. Lyashenko

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

Представлены результаты моделирования вариаций параметров тепловых процессов в геокосмосе над Украиной во время магнитной бури 5–6 августа 2011 г. Внезапное начало магнитной бури имело место 5 августа 2011 г. в 19:03 UT. Максимальное отклонение D_{st} -индекса составляло -113 нТл, значение планетарного K_p -индекса составляло 8–, индекс авроральной активности $AE_{max}=1741$ нТл.

Для расчетов параметров тепловых процессов использованы экспериментальные данные (N , T_e , T_i), полученные на Харьковском радаре некогерентного рассеяния.

Во время главной фазы магнитной бури (6 августа 2011 г.) имели место уменьшение величины энергии, передаваемой электронному газу, на 15–27 % и увеличение плотности потока тепла, переносимого электронами из плазмосферы в ионосферу, на 25–76 % в диапазоне высот 200–300 км.

The modeling results of thermal process parameter variations in geospace over Ukraine during August 5–6, 2011 magnetic storm are presented. The sudden commencement of the magnetic storm took place on August 5, 2011 at 19:03 UT. The maximum deviation of D_{st} -index was -113 nT, the planetary K_p -index value was 8–, auroral activity index $AE_{max}=1741$ nT.

The experimental data (N , T_e , T_i) obtained by the Kharkiv incoherent scatter radar were used for the calculation of the thermal process parameters.

During the main phase of the magnetic storm (August 6, 2011) occurred decrease in the energy value transferred to the electron gas by 15–27 % and increase in the heat flux density carried by electrons from the plasmasphere into the ionosphere by 25–76 % in the altitude range 200–300 km.

УСТРАНЕНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ ИЗ ДАННЫХ ИРКУТСКОГО РАДАРА НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЙЯНИЯ

Р.В. Васильев, Д.А. Макогон, А.А. Щербakov, С.С. Алсаткин

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

EDITING OF BURST NOISE FROM DATA OF THE IRKUTSK INCOHERENT SCATTERING RADAR

R.V. Vasilyev, D.A. Makogon, A.A. Shcherbakov, S.S. Alsatkin

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

Существующий в системе накопления данных алгоритм фильтрации импульсных спутниковых помех Иркутского радара некогерентного рассеяния (ИРНР) работает неэффективно для импульсных помех произвольной длительности. В связи с этим была создана программа, предназначенная для фильтрации импульсных помех в данных ИРНР. В программе используется метод пороговой фильтрации с автоматическим выбором порога. Выбор порога осуществляется при помощи анализа формы статистических распределений измеряемых величин. При помощи созданной программы обработаны результаты месячной работы радара, при этом потеря полезной информации не превышает 10 %.

Existent filtering algorithm of satellite burst noise in system of data accumulation of Irkutsk Incoherent Scattering radar (IISR) work ineffectively for impulse burst with random duration. In connection with this problem the program for impulse filtering data of IISR was developed. The program uses the method of threshold filtration with autoranging of threshold. The threshold selection is carried out by analyzing the form of statistical distribution of measurable values. By means of this program the result of monthly radar work was processed; the relevant data loss is less than 10 %.

СБОИ СОПРОВОЖДЕНИЯ ФАЗЫ СИГНАЛА ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ МАКСИМУМА 24-го ЦИКЛА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

¹А.П. Максиков, ^{1,2}Ю.В. Ясюкевич, ^{2,3}В.В. Демьянов

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

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

³Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Россия
79293@mail.ru

LOSSES OF PHASE LOCK OF GLOBAL POSITIONING SYSTEMS SIGNAL UNDER THE 24TH SOLAR MAXIMUM

¹A.P. Maksikov, ^{1,2}Y.V. Yasyukevich, ^{2,3}V.V. Demyanov

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

³Irkutsk State Railway University, Irkutsk, Russia

Ранее было установлено, что при прохождении сигналов глобальных навигационных спутниковых систем через возмущенную ионосферу, а также вследствие действия прямого радиоизлучения Солнца могут регистрироваться значительные сбои сопровождения фазы сигнала. Нами разработано новое программное обеспечение для непосредственного анализа исходных данных, представляемых в формате Rinex, с привлечением информации о пространственной геометрии луча «спутник–приемник». В докладе представлены

данные по интенсивности фазовых сбоев во время солнечных вспышек текущего 24-го цикла солнечной активности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 12-05-33032_мол_а_вед, № 12-05-31279_мол_а), а также гранта Президента РФ № МК-3771.2013.5.

Previously, it was found that under propagating the global navigation satellite systems signals through the disturbed ionosphere, as well as due to the direct action of the solar radio emission, numerous losses-of-phaseslock can register. We have developed software for the direct analyzing the GPS/GLONASS data in the Rinex format and information on the spatial geometry of the line-of-sight "satellite-receiver". The report presents data on the intensity of phase slips during solar flares of the current 24th solar cycle.

The study was partially supported by RFBR (N 12-05-33032 a and N 12-05-31279 a), and by the Russian Federation President Grant N МК-3771.2013.5.

ИССЛЕДОВАНИЕ ШИРОТНЫХ И ДОЛГОТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОЛНОВЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ В ИОНОСФЕРЕ, ГЕНЕРИРУЕМЫХ СОЛНЕЧНЫМ ТЕРМИНАТОРОМ

П.Л. Малькова, И.К. Едемский, Ю.В. Ясюкевич, С.В. Воейков

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
polinas-malinas@yandex.ru

STUDYING THE LATITUDINAL AND LONGITUDINAL FEATURES OF THE WAVE DISTURBANCES GENERATED BY SOLAR TERMINATOR

P.L. Malkova, I.K. Edemskiy, Y.V. Yasyukevich, S.V. Voeikov

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

В результате более ранних исследований было установлено, что солнечный терминатор (СТ) генерирует волновые возмущения в ионосфере, проявляющиеся в виде волновых пакетов (ВП) в вариациях полного электронного содержания (ПЭС). В настоящей работе представлены результаты наблюдения ВП в ПЭС над Северной (30–50° N, 225–300° E) и Южной (10° N – 40° S, 250–350° E) Америками. Для различных широтных регионов приведены широтные и сезонные особенности регистрации волновых возмущений, генерируемых СТ. Получено, что на территории США время регистрации ВП хорошо согласуется со временем прохождения СТ в магнитосопряженной области для всех регионов. Для территории Бразилии явного согласования не наблюдается.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 12-05-33032_мол_а_вед и 12-05-31069_мол_а), а также гранта Президента РФ МК-3771.2013.5.

Researches showed that the solar terminator (ST) generated wave disturbances in the ionosphere. These disturbances have a form of wave packets, which are recorded in variations of the total electron content (TEC). We present the results of TEC wave packet observations over territory of North (30–50° N, 225–300° E) and South (10° N – 40° S, 250–350° E) America. We analyzed the latitudinal and seasonal features of wave disturbances generated by ST. The distributions, calculated from North American data, showed that time of wave packet recording agree with a moment of ST passage in magneto-conjugate regions. For the Brazil region such agreement wasn't observed.

The study was partially supported by RFBR (under grant N 12-05-33032 a and 12-05-31069), and by the Russian Federation President Grant N МК-3771.2013.5.

ПАРАМЕТРЫ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН В СРЕДНЕШИРОТНОЙ ИОНОСФЕРЕ ВБЛИЗИ ОСЕННЕГО РАВНОДЕНСТВИЯ

¹А.О. Мамедов, ²С.В. Панасенко

¹Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков, Украина

²Институт ионосферы НАН И МОН Украины, Харьков, Украина
mamedov-master@yandex.ru, iion@kpi.kharkov.ua

PARAMETERS OF GRAVITY WAVES IN THE MIDLATITUDE IONOSPHERE NEAR AUTUMN EQUINOX

¹A.O. Mamedov, ²S.V. Panasenko

¹National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine

²Institute of ionosphere of NAS and MES of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Целью работы является определение параметров волновых процессов в среднеширотной ионосфере с помощью метода некогерентного рассеяния. Экспериментальные данные получены вблизи осеннего равноденствия в течение двух лет. Выявлены временные интервалы, на которых мощность некогерентно рассеян-

ного радиосигнала испытывала квазипериодические вариации в диапазоне высот от 150 до 300 км. С помощью статистического анализа и полосовой фильтрации оценены параметры этих вариаций. Показано, что периоды волновых процессов составляли 30–120 мин, их длительности не превышали 2–6 периодов, а относительные амплитуды обычно лежали в пределах 3–15 %. Обнаружено, что фаза колебаний распространялась сверху вниз. Наблюдаемые нами возмущения, скорее всего, являются перемещающимися ионосферными возмущениями, вызванными прохождением внутренних гравитационных волн.

This report is aimed to determine parameters of wave disturbances in the midlatitude ionosphere using the incoherent scatter technique. The experimental data were acquired during two years near the time of the autumn equinox. The time intervals at which the intensity of incoherent scatter signals varied quasi-periodically in the altitude range from 150 to 300 km were detected. The parameters of these variations were estimated using statistical analysis and bandpass filtering. It was shown that wave processes periods were of 30–120 min. their durations did not exceed of 2–6 periods and relative amplitudes usually ranged from 3 to 15 %. The phase of oscillations was detected to propagate downwards. The disturbances we observed are most likely traveling ionospheric disturbances caused by propagation of internal gravity waves.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА УНЧ-ВОЛН В ГОРЯЧЕЙ ПЛАЗМЕ С УЧЕТОМ ПРИМЕСИ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ

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

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

THE SPATIAL STRUCTURE OF ULF-WAVES IN HOT PLASMA WITH THE ADMIXTURE OF HEAVY IONS TAKEN INTO ACCOUNT

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

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

Доклад посвящен исследованию пространственной структуры ультранизкочастотных (УНЧ) колебаний диапазона Pc1 (0.1–5 Гц) в горячей плазме. При исследовании структуры учитывалась примесь тяжелых ионов в плазме. В работе получены и исследованы уравнения для альфвеновской волны и быстрого магнитного звука.

Работа выполнялась при поддержке Программы № 22 Президиума РАН, грантов РФФИ № 12-02-00031-а и № 12-05-00121-а.

The report is devoted to the spatial structure of ULF (ultra-low frequency) oscillations in the Pc1 (0.1–5 Hz) range. The admixture of heavy ions in plasma is taken into account. The case of hot plasma is considered. The equations for the Alfvén and Fast Magnetic Sound waves were obtained and developed.

The work was supported by Program of the Presidium of the Russian Academy of Sciences N 22, projects N 12-02-00031-a and N 12-05-00121-a of Russian Foundation for Basic Research.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В ИОНОСФЕРЕ ПРИ РАБОТЕ НАГРЕВНЫХ СТЕНДОВ ПО ДАННЫМ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ РАДИОТОМОГРАФИИ РОСГИДРОМЕТА

Д.А. Молодцов

Институт прикладной геофизики им. Е.К. Федорова, Москва, Россия
Dmich.86@mail.ru

ANALYSIS OF CHANGES IN THE ELECTRON DENSITY IN THE IONOSPHERE WHEN USING HEATING FACILITIES ACCORDING TO THE SOFTWARE AND HARDWARE SYSTEMS HYDROMET RADIO TOMOGRAPHY

D.A. Molodtsov

Fedorov Institute of Applied Geophysics, Moscow, Russia

Проведена пространственная интерполяция электронной концентрации на различных высотах, полученной при работе нагревного стенда по данным программно-аппаратных комплексов Росгидромета.

Показаны пространственно-временные изменения электронной концентрации на различных высотах, которые помогают получить более полную информацию о реакции среды на излучение стенда.

Представлено сравнение изменений электронной концентрации с графиком работы стенда.

Performed spatial interpolation of the electron density at different altitudes, obtained according to the software and hardware systems Hydrometeorology, when working heating facility.

Showing the spatio-temporal variations of the electron density at different altitudes, which helps to get more complete information about the reaction of the radiation environment on the stand.

A comparison of the electron density changes with the schedule of the stand.

**ВЛИЯНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ КОДОВЫХ ЗАДЕРЖЕК
НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ АБСОЛЮТНОГО ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ
В ИОНОСФЕРЕ ПО ДАННЫМ ГЛОНАСС/GPS**

^{1,2}**А.А. Мыльникова**, ^{1,2}**Ю.В. Ясюкевич**

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

²Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
anna_umnica@mail.ru

**IMPACT OF DIFFERENTIAL CODE BIASES ON THE GLONASS/GPS-DETERMINATION
OF ABSOLUTE IONOSPHERIC TOTAL ELECTRON CONTENT**

¹**A.A. Mylnikova**, ²**Y.V. Yasyukevich**

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

²Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

При определении абсолютного полного электронного содержания (ПЭС) в ионосфере с использованием одновременно кодовых и фазовых измерений по данным ГЛОНАСС/GPS возникает систематическая ошибка, связанная с различием времен прохождения сигналов диапазонов L1 и L2 в радиочастотных трактах приемника и спутника (дифференциальные кодовые задержки – ДКЗ). ДКЗ в 1 нс приводят к ошибке определения ПЭС в 2.8 TECU. В работе оценивается временная динамика поведения этой погрешности для нескольких станций сети IGS, расположенных в разных регионах Земли. Для оценки использованы данные лаборатории CODG. Было получено, что ДКЗ достигают 17.4 нс (50 TECU) для каналов ГЛОНАСС-приемников, 21 нс (60 TECU) для каналов GPS-приемников; 24 нс (70 TECU) для каналов спутников ГЛОНАСС; 10.5 нс (30 TECU) для каналов спутников GPS. Также существует систематическое изменение ДКЗ для каналов ГЛОНАСС и GPS.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 12-05-33032_мол_а_вед) и гранта Президента РФ № МК-3771.2013.5.

When calculating the absolute ionospheric total electron content (TEC) based on pseudorange and phase GLONASS/GPS measurements, there is a systematic error due to the difference of L1 and L2 signal propagation time in the satellite and receiver radio path (differential code bias – DCB). 1 ns of DCB results in the 2.8 TECU error. We estimated DCB time changes using data from several IGS stations located in different regions of the world. We used the CODG data. Maximal DCB was 17.4 ns (50 TECU) for GLONASS receiver channels, 21 ns (60 TECU) for GPS receiver channels; 24 ns (70 TECU) for GLONASS satellites channels; 10.5 ns (30 TECU) for GPS satellites channels. The systematic variation of DCB for GLONASS and GPS channels also exists.

The study was partially supported by RFBR (under grant N 12-05-33032 a), and by the Russian Federation President Grant N МК-3771.2013.5.

**ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В F-ОБЛАСТИ
И ВНЕШНЕЙ ИОНОСФЕРЕ НА СРЕДНИХ И НИЗКИХ ШИРОТАХ
В ПЕРИОД 22–29 СЕНТЯБРЯ 2011 г.**

¹**И.А. Носиков**, ²**М.В. Клименко**, ²**В.В. Клименко**, ³**В. Трухлик**

¹Балтийский Федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

²Западное отделение Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН, Калининград, Россия

³Институт физики атмосферы, Прага, Чешская Республика
igor.nosikov@gmail.com

**FEATURES OF THE ELECTRON DENSITY BEHAVIOR IN THE F-REGION AND OUTER
IONOSPHERE IN THE MIDDLE AND LOW LATITUDES DURING 22–29 SEPTEMBER 2011**

¹**I.A. Nosikov**, ²**M.V. Klimenko**, ²**V.V. Klimenko**, ³**V. Truhlik**

¹I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

²West Department of Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation RAS, Kaliningrad, Russia

³Institute of Atmospheric Physics, Prague, Czech Republic

Представлен анализ данных наземных и спутниковых наблюдений ионосферных параметров на средних и низких широтах в спокойных условиях и во время геомагнитной бури в период 22–29 сентября 2011 г. Осуществлена оценка вклада ионосферы и плазмасферы в ТЕС с использованием вертикальных профилей N_e , полученных по данным РНР в Jicamarca, и данных GPS ТЕС. Данные наблюдений сравниваются с результатами расчетов, полученными с использованием модели ГСМ ТИП. Выделены основные особенности поведения N_e и, в частности, F3-слоя в экваториальной ионосфере. Сделан вывод о согласии результатов модельных расчетов с данными наблюдений и об отклике параметров экваториальной и среднеширотной ионосферы на геомагнитную бурю.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 12-05-31217 и Программы № 22 РАН.

This paper presents an analysis of ground-based and satellite observations of ionospheric parameters in the middle and low latitudes during quiet and storm-time geomagnetic conditions on 22–29 September 2011. We evaluated the contribution of the ionosphere and plasmasphere into TEC using N_e vertical profiles obtained using Jicamarca ISR and GPS TEC data. These observation data are compared with the calculation results obtained using GSM TIP model. We have identified the main features of the N_e behavior and, in particular, F3-layer in the equatorial ionosphere. It was concluded about agreement of model results with observations and the response of the equatorial and mid-latitude ionospheric parameters on geomagnetic storm.

This work was supported by RFBR grant N 12-05-31217, and Program N 22 RAS.

ЦВЕТОВАЯ ФОТОМЕТРИЯ НОЧНОЙ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЗС-ПРИЕМНИКА

С.В. Подлесный

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
step8907@mail.ru

COLOR PHOTOMETRY OF EARTH'S NIGHT ATMOSPHERE CONDUCTED USING CCD DETECTOR

S.V. Podlesny

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

В работе рассматривается методика регистрации интегрального излучения ночной атмосферы Земли фотометрическим методом с применением приемника на основе цветной ПЗС-матрицы. Приводятся результаты обработки и анализа оптических данных интегрального излучения атмосферы за период с 2010 по 2012 г., полученных в ГФО ИСЗФ СО РАН, расположенной в с. Торы Республики Бурятия. В качестве приемника использовалась камера «Видеоскан 11002/О/П/2001» на основе ПЗС-матрицы KODAK KAI-11002.

Построены графики сезонного хода интенсивности интегрального излучения ночной атмосферы Земли за период с 2010 по 2012 г. в R-, G- и B-каналах ПЗС-матрицы. Произведен сравнительный анализ с аналогичными данными наблюдений интенсивности излучения ночной атмосферы Земли, полученными в других обсерваториях.

This paper considers a method for registering integral night airglow by means of photometry using a detector with a color CCD. We present results of processing and analysis of optical data on integral airglow obtained by the ISTP SB RAS Geophysical Observatory, located in Buryatia, the village of Tory, over a period from 2010 to 2012. For the detector we used the “Videoscanner 11002/O/P/2001” camera with KODAK KAI-11002 CCD.

We plotted seasonal variations of the night airglow integral intensity in the R, G, and B CCD channels over the period from 2010 to 2012. We compared our data with similar data on night airglow intensity from other observatories.

МОНИТОРИНГ ИОНОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ КОГЕРЕНТНЫМИ СИГНАЛАМИ СДВ-РАДИОСТАНЦИЙ

А.С. Полетаев

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, Иркутск, Россия
sardaukar9@yandex.ru

MONITORING OF THE IONOSPHERIC DISTURBANCES USING COHERENT SIGNALS OF VLF TRANSMITTERS

A.S. Poletaev

National Research Irkutsk State Technical University, Irkutsk, Russia
sardaukar9@yandex.ru

Рассмотрены особенности распространения сверхдлинноволновых (СДВ) радиосигналов в сферическом волноводе Земля – ионосфера. Приведены основные параметры трасс распространения сигналов. Разработан цифровой приемник для мониторинга ионосферы в СДВ-диапазоне. Представлены экспериментальные данные долговременных измерений амплитуды СДВ-радиосигналов, рассмотрены основные факторы, влияющие на распространение сверхдлинных волн: ионизирующее излучение Солнца, солнечные вспышки, магнитные бури, выпадения высокоэнергичных частиц.

The article presents specifics of the Very Low Frequency (VLF) radio waves propagating in the spherical Earth–ionosphere waveguide. The main characteristics of signals propagation paths have been shown. A digital receiver has been designed for monitoring of the ionosphere in VLF range. The article also presents experimental data of long-term measuring of VLF radio signals amplitudes, and main factors influencing VLF waves propagating such as solar ionizing radiation, solar flares, magnetic storms, precipitation of high-energy particles.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ВО ВРЕМЯ ДЕЙСТВИЯ МОЩНЫХ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ SANBA И SANDY

А.С. Полякова, Н.П. Перевалова

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

INVESTIGATION INTO THE WAVE TOTAL ELECTRON CONTENT DISTURBANCES DURING THE POWERFUL TROPICAL CYCLONES SANBA AND SANDY ACTION

A.S. Polyakova, N.P. Perevalova

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

Проведено исследование волновых возмущений полного электронного содержания (ПЭС) в периоды действия мощных тропических циклонов (ТЦ) Sanba и Sandy, наблюдавшихся осенью 2012 г. Для анализа возмущений ПЭС, связанных с действием ТЦ, использовались данные фазовых двухчастотных приемников GPS и метеоархива NCEP Reanalysis. В моменты наивысшего развития циклонов над зонами их действия наблюдается усиление интенсивности среднemasштабных и крупномасштабных вариаций ПЭС. Амплитуда возмущений во время действия ТЦ Sandy оказалась значительно выше, чем во время ТЦ Sanba. Вероятно, это связано с тем, что в момент наивысшего развития ТЦ Sandy вышел на сушу. Радиус области ионосферных возмущений может составлять от 500 до 3000 км от центра циклона. При этом направление наиболее интенсивных возмущений ПЭС противоположно направлению фонового ветра на высоте нижней термосферы.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (соглашение № 8699), Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 12-05-33032-а, 12-05-00865_а) и гранта Президента РФ № МК-3771.2012.5.

A study of the wave total electron content (TEC) disturbances during the powerful tropical cyclones (TCs) Sanba and Sandy action is carried out. These TCs were observed in the fall of 2012. The two-frequency phase GPS receivers and the NCEP Reanalysis weather archive data were used to analyze TEC variations connected with the TCs actions. An increase of medium- and large-scale TEC variations intensity is observed over the cyclones zones at the moments of their highest development. The TEC fluctuations amplitude during TC Sandy considerably exceeds the variation amplitude registered during TC Sanba. It, probably, related to the fact that TC Sandy had a landfall at its highest development stage. The radius of the ionospheric perturbations area can be from 500 to 3000 km from the cyclone centre. The direction of the most intense wave TEC variation, as a rule, is opposite to the lower thermosphere background wind direction. The study is supported by the RF Ministry of Education and Science (under project N 8699), the RFBR (grants N 12-05-33032-a, 12-05-00865_a) and by the RF President Grant N MK-3771.2012.5.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ МЕЛКО- И СРЕДНЕМАСШТАБНЫХ СТРУКТУР ПО ОДНОВРЕМЕННЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ В СОЛНЕЧНОМ ВЕТРЕ И МАГНИТОСЛОЕ

^{1,2,3}**Л.С. Рахманова**, ^{1,3}**М.О. Рязанцева**, ³**Г.Н. Застенкер**

¹Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В. Скобельцына МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

³Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

amica1106@rambler.ru

SMALL- AND MIDDLE-SCALE SOLAR WIND STRUCTURE, TRANSFERRING FROM SOLAR WIND TO THE MAGNETOSHEATH: CORRELATION ANALYSIS

^{1,2,3}**L.S. Rakhmanova**, ^{1,3}**M.O. Riazantseva**, ³**G.N. Zastenker**

¹Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics Of MSU, Moscow, Russia

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

³Space Research Institute, Moscow, Russia

При исследовании воздействия различных структур солнечного ветра на магнитосферу Земли важным является вопрос об изменении этих структур при переходе из невозмущенного солнечного ветра в магнитослоя. При пересечении околоземной ударной волны к вариациям солнечного ветра добавляются вариации как порожденные самой ударной волной, так и рождающиеся внутри магнитослоя.

В работе проведено сравнение мелко- и среднemasштабных (длительностью от десятков секунд до десятков минут) структур в солнечном ветре и в магнитослое. Был проведен корреляционный анализ более 50 часов измерений параметров плазмы и магнитного поля с двух близко расположенных спутников миссии THEMIS. Из зависимости коэффициента корреляции от масштаба усреднения данных получены оценки характерного масштаба вариаций структур, создаваемых при прохождении ударной волны и магнитослоя.

An important problem in studying of impact of different solar wind structures on the magnetosphere is a problem of the modification of these structures during transferring from undisturbed solar wind to the magnetosheath.

This study presents the comparison of small- and middle-scale (duration from tens of seconds to tens of minutes) structures in solar wind and magnetosheath. The authors carry out correlation analysis of more than 50 hours measurements of plasma and magnetic field of two closely spaced THEMIS spacecraft, while one spacecraft is located in solar wind and another one – in magnetosheath.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩАЮЩИХСЯ ИОНОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ МЕТОДАМИ НАКЛОННОГО И КВАЗИЗЕНИТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

**В.А. Иванов, Н.В. Рябова, М.И. Рябова, А.А. Чернов, Е.В. Тимофеев,
Н.А. Конкин, П.В. Кочубейник, А.М. Секретарев**

Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия
RyabovaMI@volgatech.net

RESEARCH OF TRAVELING IONOSPHERIC DISTURBANCES BY METHODS OF OBLIQUE AND NVIS SOUNDING THE EARTH'S IONOSPHERE

**V.A. Ivanov, N.V. Ryabova, M.I. Ryabova, A.A. Chernov, E.V. Timofeev,
N.A. Konkin, P.V. Kochubeinik, A.M. Sekretarev**

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia

Известно, что волновые процессы формируют тонкую структуру ионосферы, в результате чего данные о перемещающихся ионосферных возмущениях содержатся в остаточной компоненте суточных ходов максимально применимой частоты (МПЧ). Для исследования проявлений этих геофизических эффектов в рамках работы применяются радиофизические методы наземного зондирования ионосферы.

Представлены результаты вычислительных и натуральных экспериментов по определению МПЧ на радиотрассах Яльчик–Йошкар-Ола и Иркутск–Йошкар-Ола. Выделены периодические составляющие остаточной компоненты суточных ходов МПЧ с амплитудами $\sim (0.2 \div 1)$ МГц, которые, согласно полученным результатам теоретических исследований, обусловлены перемещающимися ионосферными возмущениями с периодами $\sim (1-3)$ ч. Исследование вариаций текущего спектра остаточной компоненты суточных ходов МПЧ позволило выделить «восходно-заходные» эффекты, которые выражаются в значительных изменениях спектральных амплитуд и расширении полосы в область высоких частот в периоды восхода (04:00–8:00 LT) и захода (16:00–20:00 LT) Солнца по местному времени.

It is known that wave processes form thin structure of an ionosphere with the result that the data on travelling ionospheric disturbances are contain a residual component of diurnal variations of the maximum usable frequency (MUF).

Results of computing and full-scale experiments on MUF definition on radio lines Yalchik lake–Ioshkar-Ola and Irkutsk – Ioshkar-Ola are presented. Periodic residual components of diurnal variations of MUF with amplitudes $\sim (0.2 \div 1)$ MHz which according to the received results of theoretical researches are caused by travelling ionospheric disturbances with $\sim (1-3)$ hours periods are allocated. Research of variations of the current spectrum of residual components of diurnal variations of MUF allowed to allocate “sunrise – sunset” effects.

МЕТОДЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ИЗ ИОНОГРАММ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Н.П. Данилкин, М.Ю. Филиппов

Институт прикладной геофизики им. академика Е.К. Федорова, Москва, Россия
mm.grif@gmail.com

METHODS TO EXTRACT ADDITIONAL INFORMATION FROM THE IONOGRAMS OF THE VERTICAL SOUNDING

N.P. Danilkin, M.Y. Filippov

Fedorov Institute of Applied Geophysics, Moscow, Russia

На ионограммах вертикального радиозондирования ионосферы присутствует «долина» между областями E и F, а также область ненаблюдаемой ионизации в D-области ионосферы, в которых определение профиля электронной концентрации затруднено. Однако существуют способы ограничения класса возможных решений распределения электронной концентрации, использующие обе магнитоионные компоненты и информацию о поглощении радиоволн. В настоящий момент проходит соответствующий цикл проверки видоизмененный алгоритм A1 определения поглощения по данным одной ионограммы с использованием накопления и усреднения амплитуд свипированием по частоте. Использование обеих магнитоионных компонент для определения параметров распределения электронной концентрации возможно в силу независимого распространения таких компонент в ионосферной плазме.

Electron concentration profile determination on the base of vertical radio sounding ionogram is difficult in the non-observed region of ionization (D region of the ionosphere), as well as in the “valley” between the E and F layers. However, there are ways to reduce the class of possible solutions for the distribution of the electron concentration, using both magneto-ionic components and information on the absorption of radio waves. At the moment the modified algorithm A1 of absorption determination according to one ionogram, with the use of the averaging of amplitudes over sweep frequency, are passes the appropriate testing cycle. Also to use magnetoionic component to determine parameters distribution of ionization is possible because of the independent propagation of such component in the ionospheric plasma.

ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ПЛАЗМОСФЕРЫ И ВЫСОТЫ ПЕРЕХОДА O^+/H^+ ПО ДАННЫМ ИРКУТСКОГО РАДАРА ИР И ПЭС GPS

Д.С. Хабитиев, Б.Г. Шпынев

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

ESTIMATION OF THE PLASMASPHERE ELECTRON DENSITY AND O^+/H^+ TRANSITION HEIGHT FROM IRKUTSK INCOHERENT SCATTER DATA AND GPS TOTAL ELECTRON CONTENT

D.S. Khabituev, B.G. Shpynev

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

В данной работе мы предлагаем методику расчета электронного содержания внешней ионосферы и плазмасферы, а также высоты перехода O^+/H^+ , основанную на объединении экспериментальных данных Иркутского радара некогерентного рассеяния (ИРНР) и данных спутников GPS. В качестве модели внешней ионосферы используется модифицированный слой Чепмена, где высота перехода O^+/H^+ включена как параметр. По данной методике обработаны данные за период с 1998 по 2005 г. Проведены исследования сезонных и суточных вариаций высоты перехода O^+/H^+ в периоды различной геомагнитной активности. В работе показано, что электронное содержание плазмасферы может в отдельные дни достигать 50 % от полного электронного содержания (ПЭС) и вклад плазмасферы может оказывать значительное влияние на вариации ПЭС GPS.

We suggest the calculation's plasmasphere and upper ionosphere electron density technique and transition level O^+/H^+ , based on the combination of Irkutsk Incoherent Scatter Radar (ISR) experimental data and GPS TEC data. The main idea of the presented technique here is the estimation of difference between GPS TEC and total content of ionospheric electrons derived from Irkutsk's ISR power profiles. As the model we use modified Chapman function where O^+/H^+ transition level is used as parameters. The data from 1998–2005 years were process on the base of this technique. The investigations of seasonal and daily variations of transition height O^+/H^+ were performed in different geomagnetic activity's period. It is shown that the plasmasphere electron content can reach 50 % to GPS TEC, and the input from plasmasphere can influence on GPS TEC variations significantly.

ДИНАМИКА МАГНИТОСФЕРНО-ИОНОСФЕРНЫХ ТОКОВ ПРИ ВОЗМУЩЕНИЯХ СРЕДНЕШИРОТНОЙ ИОНОСФЕРЫ

М.А. Челпанов, Н.А. Золотухина

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

DYNAMICS OF MAGNETOSPHERE-IONOSPHERE CURRENTS DURING MIDLATITUDE IONOSPHERE DISTURBANCES

M.A. Chelpanov, N.A. Zolotukhina

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

Рассмотрены изменения индексов геомагнитной активности при положительных и отрицательных возмущениях F2-слоя ионосферы над Иркутском. Получено, что начинающиеся в секторе 23–09 MLT положитель-

ные ионосферные возмущения развиваются на фоне квазипериодических усилений авроральных электроджетов, а отрицательные – на фоне иррегулярных изменений их интенсивности. В среднем отрицательные ионосферные возмущения наблюдаются при меньших значениях D_{st} -индекса, чем положительные.

Variations of geomagnetic activity indices accompanied by positive and negative ionosphere F2 layer disturbances above Irkutsk are analyzed. It is revealed that starting within 23–09 MLT positive ionosphere disturbances occur on a background of quasi-periodic auroral electrojet amplifications; negative ionosphere disturbances, on a background of irregular changes in intensity of the electrojets. On average, negative midlatitude ionosphere disturbances occur at lower D_{st} values than positive disturbances.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СБОЕВ СОПРОВОЖДЕНИЯ ФАЗЫ СИГНАЛА GPS ВО ВРЕМЯ МАГНИТНЫХ БУРЬ

^{1,2}**А.А. Чен-Юн-Тай**, ³**Э.И. Астафьева**, ^{1,2}**Ю.В. Ясюкевич**

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

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

³Парижский институт физики Земли, Париж, Франция
ann727273@yandex.ru

THE SPATIAL DISTRIBUTION OF LOSSES-OF-PHASELOCK OF GPS DURING MAGNETIC STORMS

^{1,2}**A.A. Chen-Yn-Tai**, **E.I. Astafyeva**, **Y.V. Yasyukevich**

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

³Institut de Physique du Globe de Paris, Paris, France

Ранее было отмечено, что во время магнитных бурь интенсивность сбоев сопровождения фазы навигационного сигнала значительно возрастает. Для оценки пространственного распределения сбоев мы использовали данные двенадцати сетей, расположенных по всему миру. Были получены оценки временной динамики сбоев сопровождения фазы на частотах L1 и L2 GPS. Показано, что наибольшее число сбоев имеет место в авроральной области. Во время сильных магнитных бурь область максимальных сбоев может достигать средних широт.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 12-05-33032_мол_а_вед) и гранта Президента РФ № МК-3771.2013.5.

Earlier, it was noted that the intensity of losses-of-phaselock increases significantly during magnetic storms. To analyze the spatial distribution of the losses-of-phaselock we used data from 12 networks located throughout the world. We estimated the temporal dynamics of losses-of-phaselock at L1 and L2 GPS frequencies. Most of losses-of-phaselock appear in auroral region. During strong magnetic storms the area of maximal losses-of-phaselock can reach mid-latitudes.

The study was partially supported by RFBR (under grant N 12-05-33032 a), and by the Russian Federation President Grant N MK-3771.2013.5.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАКЛОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ КОРОТКИМИ ВОЛНАМИ С УЧЁТОМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И МОДЕЛИ IRI-2012 ГЛОБАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗЕМЛИ

Я.М. Черняк

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

NUMERICAL SIMULATION OF OBLIQUE SOUNDING BY SHORT WAVES WITH ACCOUNT FOR MAGNETIC FIELD AND IRI-2012 MODEL OF GLOBAL DISTRIBUTION OF THE EARTH'S ELECTRON CONCENTRATION

Y.M. Cherniak

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

Исследуется задача численного моделирования распространения коротких волн с учетом пространственного распределения электронной концентрации и магнитного поля. Реализован численный алгоритм, учитывающий распределение электронной концентрации в ионосфере Земли, заданной моделью IRI-2012, и магнитного поля Земли, задаваемого моделью World Magnetic Model. Предложены некоторые методы интерполяции исходных данных и оптимизации расчета. Приведено сравнение полученных численных результатов с экспериментальными данными по дистанционному зондированию на коротких и длинных трассах.

The paper targets the problem of the numerical simulation of the propagation of short waves, which takes into account the electron density distribution and magnetic field. Numerical algorithm for short wave trajectories calculation is developed. The algorithm takes into account the electron density distribution in the ionosphere using model IRI-2012 and The World Magnetic Model for the Earth's magnetic field. Some interpolation methods for initial data and optimization for calculation is suggested. Numerical simulation results are compared with experimental data of remote sensing for short and long distances.

**ИСКУССТВЕННОЕ ОПТИЧЕСКОЕ СВЕЧЕНИЕ НА ДЛИНАХ ВОЛН 630 И 557.7 НМ
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ИОНОСФЕРУ НА ЧАСТОТАХ ВБЛИЗИ 4-Й ГИРОГАРМОНИКИ
НА СТЕНДЕ «СУРА» В СЕНТЯБРЕ 2012 Г.**

А.В. Шиндин, С.М. Грач, В.В. Клименко, И.А. Насыров, Е.Н. Сергеев, А.Б. Белецкий

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия
freaz@bk.ru

**ARTIFICIAL IONOSPHERIC AIRGLOW ($\lambda=630$ nm AND 557.7 nm) DURING HF PUMPING
AT THE FREQUENCIES NEAR THE 4th GYROGARMONIC
AT THE “SURA” FACILITY IN SEPTEMBER 2012**

A.V. Shindin, S.M. Grach, V.V. Klimenko, I.A. Nasyrov, E.N. Sergeev, A.B. Beletskiy

N.I. Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia

Представлены результаты исследования искусственного оптического свечения ионосферы в красной и зеленой линиях атомарного кислорода (630 и 557.7 нм) при вертикальном воздействии на ионосферу мощным КВ-радиоизлучением на частотах f_0 вблизи 4-й гармоники электронной циклотронной частоты f_c . Эксперимент проводился на стенде «Сура» 14 сентября 2012 г. Свечение регистрировалось с помощью ПЗС-камер S1C/079-FP(FU) и КЕО Sentinel и фотометров. Для диагностики соотношения между f_0 и $4f_c$ регистрировались спектры искусственного радиоизлучения ионосферы. Получены следующие результаты:

- 1) наблюдался дрейф пятна свечения со скоростью 150–200 м/с (для высоты 250 км) в юго-восточном направлении;
- 2) максимальная интенсивность свечения достигала 20–25 единиц АЦП камеры S1C/079-FP(FU);
- 3) при наличии свечения слабой интенсивности наблюдалась ярко выраженная стратификация пятна;
- 4) зарегистрированы заметные вариации яркости свечения при различных f_0 , связанные, по всей вероятности, с естественными движениями ионосферной плазмы на высотах F-области, а не с соотношением между f_0 и $4f_c$;
- 5) в ряде сеансов воздействия с помощью фотометра зарегистрировано искусственное свечение в зеленой линии.

We present the results of the studies of the artificial ionospheric airglow at the red (630 nm) and green (557.7 nm) lines of the atomic oxygen during vertical HF pumping at the frequencies f_0 near the 4th gyroharmonic $4f_c$. The experiment was carried out September 14, 2012 at the “Sura” heating facility. The Airglow was recorded using the CCD cameras S1C/079-FP(FU) and KEO Sentinel and the photometers. The spectra of the Stimulated Electromagnetic Emission (SEE) was recorded for diagnosis of the relation between f_0 and $4f_c$. We obtained the following results:

- 1) glow spot drifting with a speed of 150–200 m/s (for 250 km altitude) towards the south-east was observed;
- 2) maximum glow intensity reached 20–25 ADC units of the S1C/079-FP(FU) camera;
- 3) if the glow intensity was weak, there was a pronounced spot stratification;
- 4) noticeable glow intensity variations at different f_0 was registered, apparently, they were associated with the natural ionospheric plasma movements at F-region height and not with the relation between f_0 and $4f_c$;
- 5) artificial airglow in the green line was registered by photometer in several pumping sessions.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕКВАДРАТИЧНОЙ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ЛУЧЕЙ
В КВАЗИСТАЦИОНАРНОМ РАДИОКАНАЛЕ**

Н.В. Ильин, М.С. Пензин

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
izra777@gmail.ru

**USING NON-QUADRATIC REGULARIZATION FOR SEPARATION OF RAYS
IN QUASI STATIONARY RADIO CHANNEL**

N.V. Ilyin, M.S. Penzin

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

Рассматривается методика разделения лучей в нестационарном КВ-радиоканале в случае, если сигналы, распространяющиеся по разным путям, не разделяются по задержкам, углам прихода, поляризациям или с помощью доплеровской фильтрации. Измеряемый сигнал является результатом интерференции нескольких лучей. В этом случае задача разделения сигнала на отдельные лучи некорректна, т. е. допускает множество решений. Рассматривается неквадратичная регуляризация, которая позволяет достичь более высокого разрешения по частотам и приводит к сверхразрешению при спектральном оценивании.

The paper discusses the methods of the rays separation in non-stationary radio channel in the case when one cannot separate rays other methods (delays, angle of receiving, polarization, Doppler's filtration). Measured signal is the result of the interfection of several rays. In that case the problem of the separation of the rays is not correct because it have set of solution. The paper considers the nonquadratic regularization which allows us to get higher frequency resolution.

КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
СЕКЦИЯ D
ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАСПРОСТРАНЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ПЛАНЕТАРНЫХ ВОЛН, НАБЛЮДАВШИХСЯ ВО ВРЕМЯ СТРАТОСФЕРНЫХ ПОТЕПЛЕНИЙ

А.В. Медведев, К.Г. Ратовский, М.В. Толстиков, С.С. Алсаткин

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

METHOD OF DETERMINATION OF PROPAGATION CHARACTERISTICS OF ATMOSPHERIC PLANETARY WAVES OBSERVED DURING STRATOSPHERIC WARMINGS

A.V. Medvedev, K.G. Ratovsky, M.V. Tolstikov, S.S. Alsatkin

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

В данной работе исследование характеристик распространения атмосферных планетарных волн, наблюдавшихся в период сильных стратосферных потеплений, производится на основе данных, полученных спутником Aura. Показано, что температурные возмущения во время стратосферных потеплений являются интерференцией как минимум двух волн. Создана двухволновая интерференционная модель стратосферных потеплений. В рамках модели определены характеристики планетарных волн. Периоды возмущений варьируют от 10 до 30 дней, вертикальные длины волн – от 30 до 80 км, горизонтальные волновые числа плавно меняются по пространству и времени, образуя вихреобразные структуры. На основе длительных непрерывных измерений с помощью ионозонда показано увеличение количества перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) в периоды стратосферных потеплений. Отмечается хорошая корреляция между количеством ПИВ и температурой на 70–80 км в периоды стратосферных потеплений.

In this paper we study the propagation characteristics of planetary waves observed during stratospheric warmings on the base of data obtained by satellite Aura. Shown that the temperature disturbances, propagated during stratospheric warmings, are result of interference of at least two waves. Two-wave interference model of stratospheric warming was developed. Characteristics of planetary waves were obtained by using this model. Periods of disturbances vary from 10 to 30 days. Vertical wave numbers range is 30–80 km. Amplitudes and horizontal wave numbers obtained by the two-wave models, vary smoothly in space and time, forming vorticity-like structure. On the basis of regular, continuous observations from the Irkutsk ionosonde DSP-4, was shown that number of traveling ionospheric disturbances (TIDs) tend to increase during stratospheric warmings. Observed a good correlation between the number of TIDs and the temperature at 70–80 km during stratospheric warmings.

СЧЕТНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ АЭРОЗОЛЯ В АРКТИЧЕСКОЙ И УМЕРЕННОЙ ВОЗДУШНЫХ МАССАХ ПРИ РАЗНЫХ СИНОПТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

П.Н. Антохин, В.Г. Аршинова, Б.Д. Белан, Т.М. Рассказчикова

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

ACCOUNTS AEROSOL CONCENTRATIONS IN THE ARCTIC AND TEMPERATE AIR MASSES DIFFERENT SYNOPTIC CONDITIONS

P.N. Antohin, V.G. Arshinova, B.D. Belan, S.B. Belan, T.M. Rasskazchikova

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

В связи с глобальным изменением климата важно знать, как меняются характеристики атмосферы, оказывающие влияние на температурный режим. Так как аэрозоль является одним из определяющих факторов воздействия на радиационный режим, под влиянием которого происходит уменьшение поступающей солнечной радиации и в то же время сокращается противозлучение земли, интересно рассмотреть распределение аэрозоля в различных воздушных массах и синоптических образованиях.

В работе приводятся статистические значения счетной концентрации аэрозоля в различных воздушных массах и частях барических образований. Для расчета использовались данные за 1989–2012 гг., полученные на TOR (Tropospheric ozone research) станции, созданной по программе EUROTRAC. В настоящее время станция работает в режиме мониторинга, результаты измерений приведены на сайте [http://meteo.iao.ru].

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН № 4, Программы ОНЗ РАН № 5, междисциплинарных интеграционных проектов СО РАН № 35, 70 и 131, грантов РФФИ № 11-05-00470, 11-05-00516,

11-05-93116 и 11-05-93118, госконтрактов Минобрнауки № 11.519.11.5009, 11.518..11.7045, 14.515.11.0030 и соглашения № 8325.

In connection with global climate alteration is important to know, how atmosphere characteristics changes and influence the temperature regime. Because the aerosol is one of the determining factor of influence in the radiation regime, under which decreases the amount of the incoming solar radiation and, at the same time reducing land counter-radiation, it is interesting to consider its distribution in different air masses and synoptic formations.

The paper presents the statistical values of the aerosol counting concentrations in air masses and different baric formations. In the calculation used data obtained from the TOR (Tropospheric ozon research) station since 1989 until 2012, set up on the program EUROTRAC. The station operates in real-time monitoring, results of measurements you can find at <http://meteo.iao.ru>.

The work was supported by the Presidium of the Russian Academy of Sciences as part of its program N 4, Program of the Department of Earth Sciences N 5, Interdisciplinary Integration Projects SB RAS N 35, 70, and 131, RFBR grants N 11-05-00470, 11-05-00516, 11-05-93116, and 11-05-93118, Contracts of the Ministry of Education and Science N 11.519.11.5009, 11.518..11.7045, 14.515.11.0030, and agreement N 8325.

ПРИМЕНЕНИЕ САМОЛЕТА АН-2 ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВА ВОЗДУХА В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ

**П.Н. Антохин, В.Г. Аршинова, М.Ю. Аршинов, Б.Д. Белан, С.Б. Белан, Д.К. Давыдов,
А.В. Козлов, О.А. Краснов, Д.А. Пестунов, О.В. Праслова, Т.М. Рассказчикова, Д.Е. Савкин,
Г.Н. Толмачев, А.В. Фофонов**

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

AN-2 AIRCRAFT INVESTIGATION OF AIR COMPOSITION IN THE ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER

**P.N. Antokhin, V.G. Arshinova, I.Yu. Arshinov, B.D. Belan, S.B. Belan, D.K. Davydov,
A.V. Kozlov, O.A. Krasnov, D.A. Pestunov, O.V. Praslova, T.M. Rasskazchikova, D.E. Savkin,
G.N. Tolmachev, A.V. Fofonov**

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

В работе представлен комплекс оборудования для измерения вертикального распределения концентрации малых газовых компонент воздуха в пограничном слое атмосферы. Измерения производятся с борта самолета Ан-2. Комплекс позволяет осуществлять запись параметров полета и концентраций измеряемых веществ с частотой 1 раз в секунду. Приведены данные о годовом и суточном ходе концентрации озона в 2011–2012 гг.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН № 4, Программы ОНЗ РАН № 5, междисциплинарных интеграционных проектов СО РАН № 35, 70 и 131, грантов РФФИ № 11-05-00470, 11-05-00516, 11-05-93116 и 11-05-93118, госконтрактов Минобрнауки № 11.519.11.5009, 11.518..11.7045, 14.515.11.0030 и соглашения № 8325.

In this case, submitted the equipment complex for measurement vertical distribution, concentration of trace gas components in atmosphere boundary air layer. Measurements are made on board of the An-2 aircraft. The complex allows to record flight parameters and concentration substances data with frequency 1 per second. The data on annual and daily behavior of the ozone concentration in 2011–2012 are given.

The work was supported by the Presidium of the Russian Academy of Sciences as part of its program N 4, Program of the Department of Earth Sciences N 5, Interdisciplinary Integration Projects SB RAS N 35, 70, and 131, RFBR grants N 11-05-00470, 11-05-00516, 11-05-93116, and 11-05-93118, Contracts of the Ministry of Education and Science N 11.519.11.5009, 11.518..11.7045, 14.515.11.0030, and agreement N 8325.

ВАРИАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ГРОЗОВЫХ РАДИОСИГНАЛОВ, ПРОХОДЯЩИХ НАД СЕЙСМОАКТИВНЫМИ ОБЛАСТЯМИ

В.А. Муллаяров, В.В. Аргунов

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

VARIATIONS OF THE PARAMETERS OF STORM RADIO SIGNALS PASSING OVER SEISMICALLY ACTIVE AREAS

V.A. Mullayarov, V.V. Argunov

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

Рассматриваются вариации амплитуды импульсных ОНЧ грозных радиосигналов, проходящих над эпицентрами землетрясений и извержений вулканов. Установлено, что различные вариации амплитуды грозных радиосигналов могут быть связаны с влиянием литосферных процессов на параметры нижней ионосферы.

Рассмотрены крупные землетрясения в Японии и на Байкале. Подтверждена эффективность методики выявления эффектов землетрясений и их предвестников. Начата работа по мониторингу сейсмоактивных регионов в режиме реального времени.

We study the variation of the amplitude of the pulse VLF storm radio signals passing over the epicenters of earthquakes and volcanic eruptions. Found that the different variations of the amplitude of thunderstorm radio signals may be associated with the influence of the lithospheric process on the lower ionosphere parameters.

We have studied large earthquakes in Japan and at Baikal. The method of detection of the effects of earthquakes and their precursors is confirmed. Work has begun on monitoring seismically active regions in real time.

ВАРИАЦИИ ПРИЗЕМНОГО ДАВЛЕНИЯ В СЕВЕРНОМ И ЮЖНОМ ПОЛУШАРИЯХ В ХОДЕ ФОРБУШ-ПОНИЖЕНИЙ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

И.В. Артамонова, С.В. Веретененко

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
artamonova@hotmail.ru

VARIATIONS OF SURFACE PRESSURE IN THE NORTHERN AND SOUTHERN HEMISPHERES DURING FORBUSH DECREASES OF GALACTIC COSMIC RAYS

I.V. Artamonova, S.V. Veretenenko

Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

Проведено исследование вариаций приземного атмосферного давления в связи с короткопериодными вариациями галактических космических лучей (ГКЛ) в течение холодного полугодия за период 1980–2006 гг. В работе использованы данные реанализа NCEP/NCAR для уровня давления 1000 гПа. Показано, что форбуш-понижения ГКЛ сопровождаются значительными вариациями приземного давления в районах Северной и Южной Атлантики, а также в Южном океане. Области максимальных отклонений давления расположены в поясе широт 45–70° как в Северном, так и в Южном полушарии. В Северном полушарии наиболее значимый рост приземного давления наблюдается над Северной Европой и Западной Сибирью на 3–4-й день после начала форбуш-понижения ГКЛ. В Южном полушарии наиболее значимые положительные отклонения давления наблюдаются в двух областях. Первая расположена между Южной Африкой и Антарктидой, вторая – между Австралией и Антарктидой. В обеих областях максимум роста давления приходится на 4–5-й день относительно начала форбуш-понижения. Предполагается, что причиной наблюдаемого роста давления является усиление антициклонической активности в указанных регионах в связи с исследуемыми событиями.

The investigation of atmospheric pressure variations during Forbush decreases of galactic cosmic rays (GCR) was carried out, and the data of NCEP/NCAR reanalysis for the cold half of year of the period 1980–2006 were used. GCR Forbush decreases are shown to be accompanied by significant variations of surface pressure in the North and South Atlantic regions and over the South Ocean in the latitudinal belts 45–70° in both hemispheres. The maximum pressure values were revealed on the 3–4-th days after Forbush decrease beginning over the North Atlantic, Scandinavia and North Europe in the Northern hemisphere. In the Southern hemisphere the maximum pressure was observed on the 4–5-th days after Forbush decrease onset in two regions: the first is over the South Ocean between South Africa and Antarctica, the second is between Australia and Antarctica. It was assumed that the revealed atmospheric pressure variations are caused by intensification of anticyclone activity associated with Forbush decreases under study.

ВРЕМЕННОЙ ХОД ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В УЛАН-УДЭ И РЕЗУЛЬТАТЫ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА

Т.С. Бальжанов, А.С. Заяханов, Г.С. Жамсуева, В.В. Цыдыпов

Институт физического материаловедения СО РАН, Улан-Удэ, Россия
lrf@ipms.bscnet.ru

THE TEMPORAL OF SURFACE OZONE IN ULAN-UDE AND THE RESULTS OF SHORT-TERM FORECAST

T.S. Balzhanov, A.S. Zayakhanov, G.S. Zhamsueva, V.V. Tsydyrov

Institute of Physical Materials Science SB RAS, Ulan-Ude, Russia

В работе представлены результаты мониторинга приземного озона в атмосфере г. Улан-Удэ с 2009 по 2012 г. Максимальные среднемесячные концентрации озона наблюдались в весенне-летний период (до 75 мкг/м³), ми-

нимальные – зимой (до 5 мкг/м³). Отмечен рост среднегодовых концентраций озона, который превышает среднесуточную ПДК, что свидетельствует об увеличении вклада фотохимических процессов за счет увеличивающейся доли выбросов автотранспорта. Средние максимальные концентрации (до 100 мкг/м³) наблюдаются в апреле–августе в дневные часы (15–18 ч). Для Улан-Удэ характерной особенностью являются высокие ночные концентрации озона, сравнимые с дневными значениями. Для анализа взаимосвязи приземного озона с метеорологическими параметрами и основными предшественниками озона применен метод множественной нелинейной регрессии.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 12-05-31208), междисциплинарного проекта СО РАН № 8.

The paper presents the results of monitoring of surface ozone in the atmosphere of Ulan-Ude from 2009 to 2012. The maximum monthly mean concentrations of ozone were observed in the spring-summer (up to 75 µg/m³), minimum – in winter (up to 5 µg/m³). It's noted the growth of annual average concentrations of ozone that exceed the average daily concentration of ambient air standart, indicating an increase in the contribution of the photochemical processes at the expense of increasing the share of transport emissions. Average maximum concentrations up to 100 µg/m³ observed in April and August in the daytime (15–18 h). For Ulan-Ude characteristic feature is the high nocturnal ozone concentrations comparable with daytime values. To analyze the relationship of surface ozone with meteorological parameters and the main precursors of ozone, the method of multiple linear regression.

This work was supported by RFBR (grant № 12-05-31208), SB RAS interdisciplinary project № 8.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВЫ С ПОМОЩЬЮ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ

И.А. Бородина, Л.И. Кижнер, Н.Н. Богословский

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
Bia_5@mail.ru

DETERMINATION OF THE CHARACTERISTICS OF THE HUMIDITY OF SOIL WITH HELP OF THE WEATHER SATELLITES

I.A. Borodina, L.I. Kizhner, N.N. Bogoslovsky

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

Точность метеорологических прогнозов, составляемых с применением численных математических моделей, во многом зависит от точности начальных полей метеорологических величин. При этом актуальным является учет влагосодержания поверхностного слоя почвы, однако прямые регулярные измерения влагосодержания почвы не проводятся в оперативном режиме, поэтому необходимо использовать другие измерения. Наряду со стационарными измерениями, все большее значение приобретают спутниковые измерения. Они являются актуальными для огромной территории России, где густота наблюдательной сети недостаточная, особенно в крайних северных и восточных районах.

Работа посвящена изучению возможности использования спутниковых данных для оценки влагосодержания поверхностного слоя почвы. В работе представлены результаты интерпретации и сравнения данных по влажности почвы, полученных со спутника MetOp (данные измерения скаттерометра ASCAT), и прямых измерений влажности, проводимых на станциях США.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 12-05-31240) и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (соглашение № 14.B37.21.0667).

Accuracy of numerical weather forecast with the help of the mathematical models prediction depends on the accuracy of the initial fields of meteorological variables. Thus is important the characteristic of the humidity of soil of the surface layer of it, but regular direct measurement of the moisture content of the soil is not carried out in real time, so we need to use the other measurements. To do this, a good fit Determination of the characteristics with help of the weather satellites. This is actual for the vast territory of Russia, where the density of the monitoring network is inadequate, especially in the extreme northern and eastern regions.

In the results of the studies were compared the data of soil moisture from satellite MetOp (measurement data scatterometers ASCAT) and direct measurements of the moisture which were held in the U.S. stations.

The work was supported by the RFBR grant N 12-05-31240 and the Federal Target Program “Research and Pedagogical Cadre for Innovative Russia” for 2009–2013 (agreement N 14.B37.21.0667).

О ВЛИЯНИИ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПО ТЕРРИТОРИИ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Н.А. Важнова, М.А. Верещагин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
Nadezhda.Vazhnova@ksu.ru

**ON THE ROLE OF INHOMOGENEITIES OF THE GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT
ON THE TEMPERATURE DISTRIBUTION ON THE VOLGA FEDERAL DISTRICT**

N.A. Vazhnova, M.A. Vereshchagin

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

В рамках программы исследований современных изменений климата Приволжского федерального округа изучалось влияние неоднородностей природной среды на распределение температуры воздуха над округом. Использовались материалы многолетних (1966–2009 гг.) изменений температуры воздуха на 215 станциях.

Установлено, что в теплый период года (апрель–октябрь) не менее 86–91 % (а в холодный – лишь 37–58 %) полного многообразия распределений температуры воздуха определяется совокупным действием неоднородностей подстилающей поверхности, орографии и различий в притоках солнечной энергии.

As part of the research program of modern climate change of the Volga Federal District studied the effect of inhomogeneities in the distribution of environmental temperature over the space of the district. Materials used long-term (1966–2009) changes in air temperature at 215 stations.

It is established that in the warm season (April–October) at least 86–91 % (and in the cold – only 37–58 %) of the full diversity of the distribution of the air temperature is determined by the combined effect of irregularities of the underlying surface, orography and the differences in the tributaries of solar energy.

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ТРОПОСФЕРЫ В XX – НАЧАЛЕ XI в.**

Л.А. Васильева

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

**SPATIO-TEMPORAL FEATURES OF CHANGE IN CLIMATIC CHARACTERISTICS
TROPOSPHERE IN XX – BEGINNING OF XI CENTURY**

L.A. Vasilyeva

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

В данной работе рассмотрены изменения климатических характеристик тропосферы с 1948 по 2012 г. Выделены два периода (до 1976 г. и после), каждый из которых имеет свои особенности. До 1976 г. в тропосфере Северного полушария происходило уменьшение теплосодержания, в Южном полушарии оно увеличивалось. В целом глобальное теплосодержание за этот период не изменилось. После 1980 г. в нижней тропосфере обоих полушарий теплосодержание увеличивается, а в верхней тропосфере Южного полушария уменьшается, теплосодержание всей тропосферы при этом не меняется. Следует отметить, что между этими периодами произошел сдвиг климатической системы, имеющий место в тропической части Тихого океана и проявляющийся также в других климатических характеристиках тропосферы.

In this paper the changes in climatic characteristics of the troposphere from 1948 to 2012 are investigated. It was distinguished 2 periods (prior to and after 1976), each of which has its own characteristics. Until 1976 in the troposphere of the northern hemisphere caused a decrease of the heat content. In the Southern Hemisphere the heat content increased. In general, the global heat content during this period has not changed. After 1980 the heat content of the lower troposphere of both hemispheres increases. The heat content of the upper troposphere of the Southern Hemisphere decreases, nonetheless the heat content all troposphere is not changed. It should be noted that between the periods of the climate system has been a shift taking place in the tropical Pacific Ocean and is also seen in other climatic characteristics of the troposphere.

**ЭКВАТОРИАЛЬНОЕ СМЕЩЕНИЕ ЮЖНОАЗИАТСКОГО АНТИЦИКЛОНА
ПРИ АНТРОПОГЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

Ган Хуан, Ся Цюй

Институт физики атмосферы, КАН, Пекин, Китай
cw@post.iap.ac.cn

**EQUATORWARD SHIFT OF THE SOUTH ASIAN HIGH
IN RESPONSE TO ANTHROPOGENIC FORCING**

Gang Huang, Xia Qu

Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing, China

The South Asian High (SAH) is a huge anticyclone in the upper troposphere. It influences the climate and the distribution of trace constituents and pollutants. The present study documents the change in the SAH, the underlying precipitation under global warming, as well as the possible link between the changes, based on 17 Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) model simulations. The CMIP5 historical simulation reasonably reproduces the upper-troposphere circulation (including the SAH) the underlying precipitation, circulation and moisture.

Under global warming, the SAH shifts southward and more than 75 % of the CMIP5 models project the shift. In individual model, the models with stronger anticyclonic circulation in south part of the climatological SAH than that in north part tend to project more significant southward movement and vice versa. The underlying precipitation response displays a dipole feature: negative over the southeastern equatorial Indian Ocean (IO) and positive over the tropical northern IO, the Bay of Bengal and the equatorial western Pacific. The results of the Linear Baroclinic model (LBM) show that the forementioned regional rainfall changes over the Bay of Bengal and the equatorial western Pacific mainly contributes to the southward shift of the SAH.

In addition, the precipitation and the surface wind responses over Indo-Pacific region are well coupled. On one hand, the surface wind anomaly affects the rainfall response through altering the SST and moisture. On the other hand, the LBM results show that the condensational heating released by regional rainfall changes sustain the surface wind response.

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСИИ РАЗМЕРОВ АЭРОЗОЛЕЙ НА ДИССИПАТИВНУЮ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ АЭРОЗОЛЬНЫХ ПОТОКОВ В ПЛАЗМЕ ПЛАНЕТНЫХ АТМОСФЕР

В.С. Грач

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

THE INFLUENCE OF AEROSOL'S SIZE DISPERSION ON DISSIPATIVE INSTABILITY OF AEROSOL FLOW IN PLANETARY ATMOSPHERES' PLASMA

V.S. Grach

Institute of Applied Physics RAS, Nizhny Novgorod, Russia

Исследуется диссипативная неустойчивость аэрозольного потока в холодной слабоионизованной столкновительной плазме. Неустойчивость порождается относительным движением аэрозольной и ионной компонент, вызванным гравитационным падением аэрозолей. Учитываются молекулярная ионная диффузия, заряд крупных частиц и разброс их размеров для трех модельных распределений: монодисперсного ансамбля, степенного распределения и распределения Гаусса. Получены зависимости порогового значения заряда на аэрозолях, необходимого для развития неустойчивости, от параметров системы. Показано, что дисперсия размеров частиц значительно повышает пороговое значение заряда и качественно меняет зависимости от ряда параметров. При отсутствии разброса пороговое значение заряда уменьшается при увеличении скорости аэрозолей; при учете разброса зависимость порогового значения от параметров, определяющих скорость, имеет минимум. Пороговое значение увеличивается с ростом коэффициента ионной диффузии. Получены количественные оценки для мезосферы Земли (высоты 80–90 км), средней атмосферы Марса (70–110 км) и ионосферы Титана (900–1200 км).

Dissipative instability of aerosol flow in a cold weakly-ionized collisional plasma is studied. The following factors are considered: relative motion of the aerosol and ion components, caused by gravity, molecular ion diffusion, charging processes for aerosols and their size dispersion for three model distributions (monodispersed ensemble, power and Gaussian distributions). The dependences of the threshold particle charge, necessary for the instability to develop, on the system parameters are obtained. It is shown that the size dispersion greatly increases the threshold charge and changes its dependence on some of the parameters. For monodispersed ensemble, threshold decreases with increasing of the aerosol velocity; with the account of the dispersion, threshold charge has a minimum over velocity. The threshold increases with the ion diffusion coefficient. Quantitative estimates are obtained for Earth's mesosphere (altitudes of 80–90 km), mean Martian atmosphere (70–110 km) and Titan's ionosphere (900–1200 km).

ГОДОВОЙ И СУТОЧНЫЙ ХОД КОНЦЕНТРАЦИЙ АЭРОЗОЛЯ (PM_{10-2.5} И PM_{2.5}) В АТМОСФЕРЕ ЮЖНОЙ ГОБИ

А.Л. Дементьева, Г.С. Жамсуева, А.С. Заяханов

Институт физического материаловедения СО РАН, Улан-Удэ, Россия
ayunadem@rambler.ru

ANNUAL AND DIURNAL VARIATION OF AEROSOL CONCENTRATIONS (PM_{10-2.5} AND PM_{2.5}) IN ATMOSPHERE OF SOUTH GOBI

A.L. Dementeva, G.S. Zhamsueva, A.S. Zayakhanov

Institute of Physical Materials Science SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Представлены и проанализированы изменения концентраций аэрозоля $PM_{10-2.5}$ и $PM_{2.5}$ в атмосфере Южной Гоби (ст. Даланзадгад) за 2009 г. Максимальные значения среднемесячных концентраций в годовом ходе выявлены в холодное время года и, например, в декабре составляют 120 мкг/м^3 ($PM_{10-2.5}$) и 92 мкг/м^3 ($PM_{2.5}$). Для исследования основных направлений переноса атмосферных примесей обработаны ежедневные метеорологические данные NOAA NCEP/NCAR HYSPLIT [<http://ready.arl.noaa.gov/READYamet.php>] за 2009 г. на ст. Даланзадгад. В результате обработки выявлены сезонные различия в процессах переноса воздушных масс на ст. Даланзадгад.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН № 4.12 и объединенного проекта № 14, выполняемого СО РАН совместно с Академией наук Монголии

The variations of aerosol concentrations of $PM_{10-2.5}$ and $PM_{2.5}$ in atmosphere of South Gobi (Dalanzadgad station) during 2009 are presented and analyzed. In annual course the maximum values of average monthly concentration are revealed in a cold season, for example, was found to be highest $120 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ for $PM_{10-2.5}$ and $92 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ for $PM_{2.5}$ in December. Daily meteorological data of NOAA NCEP/NCAR HYSPLIT [<http://ready.arl.noaa.gov/READYamet.php>] during 2009 at Dalanzadgad station for research of the main directions of atmospheric impurities transfer are processed. As result of processing seasonal distinctions in processes of air masses transfer at Dalanzadgad are revealed.

This work was supported by the Presidium Program of RAS N 4.12 and Integrated project N 14.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАЗЕРА НА ДЛИНЕ ВОЛНЫ 532 нм ДЛЯ КАЛИБРОВКИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ЧЕРЕНКОВСКИХ ДЕТЕКТОРОВ

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

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

USING A LASER AT A WAVELENGTH 532 nm FOR THE CALIBRATION OF DIFFERENTIAL CHERENKOV DETECTORS

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

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

На полигоне ШАЛ ИКФИА СО РАН установлена станция лазерного зондирования атмосферы (лидар). При дистанционном зондировании атмосферы молекулы газов и частицы аэрозоля вызывают ослабление проходящего через воздух лазерного излучения. Часть зондирующего лазерного излучения рассеивается на аэрозольных частицах и попадает через узкую щель на мозаику ФЭУ дифференциального черенковского детектора. Величина принятого сигнала определяется физикой явления и свойством атмосферы рассеивать. В нашем случае анализ экспериментальных данных позволяет уточнить некоторые характеристики ШАЛ, определяемые по черенковскому излучению, например, энергию ливня. Кроме того, лидар позволяет производить оценку прозрачности атмосферы и дает нам возможность калибровать черенковские детекторы через атмосферу.

A station for laser atmospheric monitoring (lidar) is set up at the Yakutsk EAS array. During remote probing of the atmosphere, molecules of gas and aerosols cause weakening of laser radiation passing through the air. A part of probing laser beam is scattered by aerosol particles and passes through a narrow slit to the PMT mosaic of the differential Cherenkov detector. The magnitude of received signal is determined by the physics of the process and by scattering properties of the atmosphere. In this particular case, the analysis of experimental data allows us to refine some of the characteristics of EAS determined by measuring of the Cherenkov emission, for example, estimation of the shower energy. In addition, the lidar enables the estimation of the atmospheric transparency and gives us the opportunity to calibrate Cherenkov detectors via atmosphere.

ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫБРОСОВ ОТ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Т.С. Ермакова, М.А. Софиев, Р.Е. Ванкевич

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия
taalika@mail.ru

EVALUATION OF THE SMOKE-INJECTION HEIGHT FROM WILD-LAND FIRES USING REMOTE-SENSING DATA

T.S. Ermakova, M.A. Sofiev, R.E. Vankevich

Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia

Представлена новая методология определения высоты выбросов от лесных пожаров. Расчет проводится по аналогии с определением энергии конвективной неустойчивости CAPE. Методика была протестирована на более чем 2000 случаев для Северной Америки и Сибири. Полученные результаты сравнили с данными, полученными с инструмента MISR, а также с результатами расчета высот выбросов по формулам Бриггса и одномерной модели BUOYANT. Результаты вычислений по новой методике значительно точнее, чем с применением вышеуказанных подходов. Для двух третьих случаев прогноз высоты выбросов от спутниковых измерений не превышает 500 м, что является допустимой погрешностью. Продемонстрировано, что оправдываемость прогноза для высоких пожаров, достигающих свободной тропосферы, с качественной спутниковой характеристикой «good» составляет более 80 %.

A new methodology for the estimation of smoke-injection height from wild-land fires is proposed and evaluated. The proposed new methodology considers wildfire plumes in a way similar to Convective Available Potential Energy (CAPE) computations. The new formulations are applied to a dataset collected within the MISR Plume Height Project for about 2000 fire plumes in North America and Siberia. The estimates of the new method are compared with remote-sensing observations of the plume top by the MISR instrument, with two versions of the Briggs' plume-rise formulas, with the 1-D plume-rise model BUOYANT, and with the prescribed plume-top position. The new method has performed significantly better than all these approaches. For two-thirds of the cases, its predictions deviated from the MISR observations by less than 500 m, which is the uncertainty of the observations themselves. It is shown that the fraction of “good” predictions is much higher (>80 %) for the plumes reaching the free troposphere.

АТЛАС ОБЛАКОВ

¹Ю.С. Загайнова, ²Е.В. Девятова

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

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
yuliazagainova@mail.ru

CLOUD ATLAS

¹Yu.S. Zagainova, ²E.V. Devyatova

¹Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radiowave Propagation RAS, Moscow, Russia

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

В работе представлен Атлас облачности, характерной для окрестностей Саянской обсерватории ИСЗФ СО РАН (Монды), к составлению которого привлечены материалы собственных наблюдений. Специфика нашего Атласа в том, что в нем сопоставляются фотоснимки облачности, сделанные с помощью обычной фотокамеры, со снимками, полученными в автоматическом режиме с камеры полного неба (по последним снимкам планируется изучать состояние облачности в районе обсерватории с целью выявления связей определенных форм облачности с астроклиматическими условиями местности). Кроме фотоснимков в Атласе представлена краткая информация о каждой конкретной форме облаков, обсуждаются особенности определения состояния облачности по изображениям небосвода с камер полного неба, приводятся рекомендации по оценке состояния облачности как в дневное, так и в ночное время суток и др.

При составлении Атласа были учтены требования Всемирной метеорологической организации.

We present a Cloud Atlas for the cloudiness most characteristic neighborhoods of Sayan Observatory of Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS (Mondy) to the compilation of which involved materials of our own observations. Cloudiness images from a camera and the all-sky camera are compared in the Atlas. According to the all-sky camera pictures the relationship of cloudiness in the Observatory neighborhoods with astroclimatic conditions to be studied. The Atlas presents information about each specific form of clouds, discusses the features of determining the state of clouds in all-sky images, provides guidance on the estimate of cloud by day and at night.

By drawing up the Cloud Atlas we considered requirements of the World Meteorological Organization.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТРОПОСФЕРЫ И СТРАТОСФЕРЫ ПРИ СОБЫТИЯХ ВНЕЗАПНЫХ СТРАТОСФЕРНЫХ ПОТЕПЛЕНИЙ

А.Ю. Канухина, Е.Н. Савенкова, А.И. Угрюмов, А.И. Погорельцев

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

INTERACTION BETWEEN THE STRATOSPHERE AND THE TROPOSPHERE DURING SUDDEN STRATOSPHERIC WARMING EVENTS

A.Yu. Kanukhina, E.N. Savenkova, A.I. Ugryumov, A.I. Pogoreltsev

Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia

Одним из наиболее ярких динамических процессов, во время которых проявляется взаимодействие тропосферы и стратосферы, являются внезапные стратосферные потепления (ВСП). Выполненный нами на основе данных UK Met Office анализ динамических процессов в стратосфере показал, что с точки зрения климатической изменчивости в последние десятилетия (1992–2012 гг.) происходит переоценка относительного вклада различных механизмов возникновения событий ВСП и внутренние процессы, связанные с нелинейным взаимодействием стационарных планетарных волн (СПВ) со средним потоком, начинают иметь преобладающее значение. Для анализа динамического взаимодействия стратосферы с тропосферой во время зарождения и развития события ВСП были рассчитаны трехмерные потоки волновой активности и их дивергенция с использованием усредненных по тринадцати событиям данных UK Met Office. Нелинейное взаимодействие СПВ со средним потоком эффективнее при условиях восточной фазы КДК, что объясняется более сильной модуляцией условий распространения СПВ из тропосферы в стратосферу.

One of the most intense processes of a stratosphere dynamics are sudden stratospheric warming events (SSW) when the dynamic interaction between the troposphere and stratosphere is manifested. On the basis of UK Met Office analysis, we consider the dynamical processes in the stratosphere from the point of view of climate variability over the last decade (1992–2012). The relative role of the various mechanisms of the SSW events changes in recent decades: the internal processes associated to the nonlinear interaction of stationary planetary waves (SPW) with a mean flow have a predominant role. Three-dimensional wave activity flux and its divergence were calculated using an averaged 13 SSW events to analyze the dynamical interaction between the stratosphere and the troposphere before and during the SSW. Nonlinear interaction of SPW and mean flow is more effective under the easterly phase of QBO when modulation of SPW propagation conditions from the troposphere into the stratosphere is stronger.

ОТКЛИК ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА НА ГЕОМАГНИТНУЮ АКТИВНОСТЬ

К.Е. Кириченко, В.А. Коваленко, С.И. Молодых

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

THE SEA SURFACE TEMPERATURE RESPONSE TO GEOMAGNETIC ACTIVITY

К.Е. Kirichenko, V.A. Kovalenko, S.I. Molodykh

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

Представлены результаты анализа изменений температуры поверхности океана (ТПО), охватывающих временной период с 1854 по 2012 г., и их связь с вариациями *aa*-индекса геомагнитной активности. Установлено, что климатический отклик на воздействие солнечной и геомагнитной активности характеризуется значительной пространственно-временной неоднородностью и носит региональный характер. Выявлены закономерные изменения пространственной структуры отклика климатической системы на геомагнитную активность. Характерной особенностью этих распределений является наличие областей как положительной, так и отрицательной корреляции. Обнаружены регионы, в которых знак связи между ТПО и *aa*-индексом всегда положителен.

Показано, что степень связи ТПО с вариациями геомагнитной активности в существенной мере зависит от временного масштаба. Эта зависимость обусловлена тем, что большая часть вариаций ТПО с временным масштабом меньше 5 лет вызвана процессами, не связанными с солнечной и геомагнитной активностью.

The results are presented of the analysis of sea surface temperature (SST) variations, covering the period from 1854 to 2012, and their relationship to variations of the *aa*-index of geomagnetic activity. It is established that the climate response to the effects of solar and geomagnetic activity is characterized by significant spatial and temporal non-uniformity and regional nature. The regularities are found of change of the spatial structure of the response of the climate system to geomagnetic activity. The characteristic feature of these distributions is the presence of areas of both positive and negative correlations. The regions are discovered where the correlation between SST and *aa*-index is always positive.

It is shown that the extent of the connection between SST and the variations of the geomagnetic activity depends significantly on the time scale. This dependence is caused by the fact that most of the SST variations with a time scale of less than 5 years are due to processes that are not related to solar and geomagnetic activity.

ОЦЕНКА РАДИУСА ФРИДА ИЗ ОПТИЧЕСКИХ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В МЕСТЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ БОЛЬШОГО СОЛНЕЧНОГО ВАКУУМНОГО ТЕЛЕСКОПА

¹Н.Н. Ботыгина, ²П.Г. Ковadlo, ¹Е.А. Копылов, ¹В.П. Лукин, ¹М.В. Туев, ²А.Ю. Шиховцев

¹Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия

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

bnn@iao.ru, kovadlo2006@rambler.ru, evgen704@iao.ru, lukin@iao.ru, for_reg@inbox.ru, artempochta2009@rambler.ru

**ESTIMATE THE FRIED PARAMETER OF OPTICAL AND METEOROLOGICAL MEASUREMENTS
AT THE LOCATION OF A BIG SOLAR VACUUM TELESCOPE**

¹N.N. Botygina, ²P.G. Kovadlo, ¹E.A. Kopylov, ¹V.P. Lukin, ¹M.V. Tuev, ²A.Y. Shihovtsev

¹V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk, Russia

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

Приведены результаты синхронных измерений радиуса когерентности Фрида оптическим и метеорологическим методами на БСВТ. Исследованы спектры неоднородностей скорости ветра и температуры при измерениях радиуса Фрида. Показано, что астрономическое видение Большого солнечного вакуумного телескопа в зимнее время характеризуется низкими значениями радиуса Фрида. Полученные в эксперименте значения r_0 соответствуют предельному угловому разрешению телескопа 7.3–5.2 угл. сек на длине волны регистрируемого излучения 0.535 мкм.

Presents the results of synchronous measurements of the Fried's coherence length optical and meteorological methods on LSVT. Investigated the frequency spectra of wind speed and temperature measurements of the Fried parameter. It is shown that the astronomical seeing of the Large Solar Vacuum Telescope in winter is characterized by low values of the Fried parameter. The experimentally obtained values of r_0 corresponds to the special angular resolution of a telescope is 7.3–5.2 arcsec at $\lambda=0.535$ microns.

ОСОБЕННОСТЬ ВАРИАЦИЙ УФР В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД В СРЕДНИХ ШИРОТАХ

А.А. Косторная

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

kostornaya_an@mail.ru

FEATURE VARIATIONS OF UV RADIATION IN THE SPRING IN THE MIDDLE LATITUDES

А.А. Kostornaya

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

Поток солнечной ультрафиолетовой радиации (УФР), проходя через атмосферу Земли, претерпевает ряд изменений, в результате которых он поглощается или рассеивается. Множество факторов влияет на этот процесс, в том числе угловая высота Солнца. В графике годового хода УФР имеется небольшая «ложбина» после локального максимума, приходящаяся на 60–100 день года (март–апрель), – так называемая весенняя особенность в вариациях приземной УФР. В работах многих авторов она объясняется сходом снежного покрова, приводящим к падению альбедо и, следовательно, к снижению уровня прихода УФР. При снеготаянии происходит резкое увеличение содержания водяного пара в нижнем слое тропосферы, что приводит к дополнительному поглощению.

В данной работе были обработаны ежеминутные данные за весенние месяцы, соответствующие весенней особенности вариаций, для периода с 2006 по 2012 г.

The flow of solar UVR passing through the Earth's atmosphere, undergoes a series of changes. As a result of which it is absorbed or scattered. Many factors contribute to this, including the height of the sun angle. In the graph, the annual variation of UVR has a small “hollow” after a local maximum, attributable to the 60–100 day of the year (March-April). This so-called spring feature in variations of surface UVR. In the work of many authors explained this loss of snow cover. This leads to a drop in the albedo and hence reduce joining UVR. When there is a sharp increase snowmelt water vapor content in the lower troposphere, which leads to additional absorption.

In this work, the data were processed every minute in the spring months in the period from 2006 to 2012., Which corresponds to the spring characteristic variations.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ ТРОПОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ
С ЭПИЗОДАМИ ВНЕЗАПНЫХ СТРАТОСФЕРНЫХ ПОТЕПЛЕНИЙ**

О.С. Кочеткова, В.И. Мордвинов, М.А. Руднева

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

olgak@mail.iszf.irk.ru

**INVESTIGATION INTO THE RELATIONSHIP BETWEEN TROPOSPHERIC PROCESSES
AND SUDDEN STRATOSPHERIC WARMINGS**

O.S. Kochetkova, V.I. Mordvinov, M.A. Rudneva

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

Наиболее ярким динамическим процессом в зимней стратосфере является внезапное стратосферное потепление (ВСП). Считается, что формирование ВСП обусловлено взаимодействием стратосферы и тропо-

сферы преимущественно посредством волновой динамики. Основными источниками крупномасштабных волновых возмущений в тропосфере являются орографическое или термическое возбуждение, блокинги, собственные колебания в нижних слоях атмосферы.

В данной работе по эмпирическим данным предпринята попытка определить роль орографического возбуждения и блокирующих процессов в генерации ВСП. Для оценки интенсивности орографического возбуждения предложен индекс, который определяется неоднородностью подстилающей поверхности и скоростью набегающего потока. Оказалось, что за несколько дней до начала ВСП наблюдается рост индекса в нижней тропосфере, что может использоваться для прогноза потеплений. Развитие блокирующих ситуаций отслеживалось с помощью индекса блокирования. Возникновение блокингов или их эволюция в некоторых секторах Северного полушария действительно способствуют развитию ВСП. Зависимость ВСП одновременно от орографического возбуждения и блокингов можно объяснить влиянием блокирований на структуру струйных течений в районе горных массивов. В качестве инструмента для анализа пространственной структуры переноса волновой и вихревой энергии были использованы трехмерные потоки вихревой активности. Перед началом и во время ВСП перенос волновой активности, как правило, происходит из тропосферы в стратосферу, в завершающей фазе ВСП поток волновой активности преимущественно направлен сверху вниз.

The most striking dynamic process in the winter stratosphere is the sudden stratospheric warming (SSW). The SSW formation is considered to be caused by the coupling between the stratosphere and the troposphere, primarily through wave dynamics. The main sources of large-scale wave disturbances in the troposphere are orographic or thermal excitations, blockings, eigenoscillations in the lower atmosphere.

By using empirical data, we endeavor to determine the role of different sources in the SSW generation. To estimate the intensity of orographic excitation, we propose the index determined by the underlying surface heterogeneity and the wind speed. An increase in the index was observed in the lower troposphere several days before SSW. This feature can be used to predict stratospheric warmings. We monitored the evolution of blocking situations by blocking index mapping. The origin of blockings or their evolution in some sectors of the Northern Hemisphere contributes to the SSW evolution. The SSW dependence on the blocking and on the orographic excitation simultaneously may be attributed to the blocking effect on the structure of jet streams near mountains. SSWs were sometimes followed by torsional oscillations propagating from the low latitudes. To analyze the spatial structure of the wave and the vortex energy transport, we used the wave activity three-dimensional fluxes. The wave activity propagation typically occurs from the troposphere to the stratosphere before and during SSW. At the SSW final phase, the wave activity 3D flux is mainly downward.

**ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ СОБЫТИЯ СТРАТОСФЕРНОГО ПОЛЯРНОГО ВИХРЯ
В СЕВЕРНОМ ПОЛУШАРИИ В ФЕВРАЛЕ
ПОД ВЛИЯНИЕМ НИСХОДЯЩЕГО ВОЛНОВОГО ПОТОКА В НИЖНЕЙ СТРАТОСФЕРЕ**

Кэ Вэй, Чэнь Вэнь

Институт физики атмосферы, КАН, Пекин, Китай
cw@post.iap.ac.cn

**NORTHERN HEMISPHERE STRATOSPHERIC POLAR VORTEX EXTREMES
IN FEBRUARY UNDER THE CONTROL OF DOWNWARD WAVE FLUX
IN THE LOWER STRATOSPHERE**

Ke Wei, Chen Wen

Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing, China

Using ECWMF ERA-40 and Interim reanalysis data, the planetary wave fluxes associated with the February extreme stratospheric polar vortex were studied. Using the three-dimensional Eliassen-Palm (EP) flux as a measure of the wave activity propagation, the authors show that the unusual warm years in the Arctic feature anomalous weak stratosphere-troposphere coupling and weak downward wave flux at the lower stratosphere, especially over the North America and North Atlantic (NANA) region. The extremely cold years are characterized by strong stratosphere-troposphere coupling and strong downward wave flux in this region. The refractive index is used to examine the conception of planetary wave reflection, which shows a large refractive index (low reflection) for the extremely warm years and a small refractive index (high reflection) for the extremely cold years. This study reveals the importance of the downward planetary wave propagation from the stratosphere to the troposphere for explaining the unusual state of the stratospheric polar vortex in February.

**СИЛЬНОЕ ПОХОЛОДАНИЕ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ ЕВРАЗИИ ЗИМОЙ 2011–2012 ГГ.
И Понижение сигнала АО из стратосферы**

^{1,2}Лан Сяокунг, ¹Чэнь Вэнь

¹Институт физики атмосферы, КАН, Пекин, Китай
²Магистратура Китайской академии наук, Пекин, Китай
cw@post.iap.ac.cn

**STRONG COLD WEATHER EVENT OVER EURASIA DURING THE WINTER
OF 2011–2012 AND DOWNWARD AO SIGNAL FROM THE STRATOSPHERE**

^{1,2}**Lan Xiaoqing, ¹Chen Wen**

¹Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing, Chin

²Graduate University of Chinese Academy of Science, Beijing, China

Circulation evolution and possible causes of a severe cold event over the Eurasian continent during the winter of 2011/2012 were investigated with the NCEP-NCAR reanalysis data. Strong cold anomalies covering almost entire Europe, Mongolia and northeastern China, started around late January of 2012 and lasted for about 3 weeks. Analysis results indicate that this cold event coincided with the phase change of Arctic Oscillation (AO) to a negative one, which implied a possible impact of the AO. Before this phase change of AO, in the stratosphere a minor warming happened due to anomalous upward propagation of planetary waves. Then the polar night jet decelerated and the AO changed its sign firstly in the stratosphere. Within 2–3 weeks, the stratospheric AO signal gradually propagated downward and the tropospheric AO evolved into a negative phase accordingly. Thus, a strong Ural blocking high was developed, and cold air invaded into Europe and East Asia from polar region which induced the decreasing temperature over there. Our results suggest that improvements can be made in predicting severe winter cold events over Eurasia with the consideration of stratospheric circulation anomaly.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ
ПО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ С ГЕО- И ГЕЛИОФИЗИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

И.А. Лещев, Л.В. Грунская

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир, Россия
i.a.leshchew@gmail.com

**INTERCONNECTION OF MOTOR TRANSPORT ACCIDENTS IN VLADIMIR REGION WITH
GEOPHYSICAL AND HELIOPHYSICAL CHARACTERISTIC**

I.A. Leshchew, L.V. Grunskaya

Vladimir State University, Vladimir, Russia

Владимирский государственный университет совместно с медико-санитарной частью МВД России по Владимирской области осуществляет работу по исследованию воздействия гелио- и геофизических факторов на здоровье населения. Используются статистические данные по дорожно-транспортным происшествиям по Владимирской области за период с 2001 по 2006 г. и базы экспериментальных данных по напряженности электрического поля Земли, геомагнитного поля, числам Вольфа. На отдельных участках временных рядов выявлена значимая корреляция между вертикальной составляющей напряженности электрического поля, магнитным полем Земли, числами Вольфа и количеством ДТП по Владимирской области. Выявлена значимая корреляция между количеством погибших и раненых в результате ДТП по Владимирской области и числом Вольфа. Предварительный анализ полученных результатов говорит о неслучайности выявленных корреляционных связей между ДТП и геофизическими полями.

Investigation of influence of heliophysical and geophysical factors on public health is being done by Vladimir State University together Vladimir medical inspection department of the Ministry of Internal Affairs. Statistical data of the motor transport accidents in Vladimir region for the period from 2001 to 2006 and the base of experimental data of electric intensity, geomagnetic field, Wolf number are being used. On some separate sites of time series there has been revealed significant correlation between vertical component of electrical field intensity, the Earth magnetic field, Wolf's numbers and the quantity of road accidents in Vladimir region. Significant correlation between quantity of lost and wounded as a result of road accidents in Vladimir area and Wolf's number has been revealed. Preliminary analysis of the received results shows non-accidental nature of the exposed correlative connections between the motor transport accidents and geophysical field.

**ВОЗМУЩЕНИЯ В ОКОЛОЗЕМНОМ КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ
И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В НИЖНЕЙ АТМОСФЕРЕ**

И.Ю. Лобычева, П.А. Седых

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

DISTURBANCES IN NEAR-EARTH SPACE AND METEOROLOGICAL PROCESSES IN THE LOWER ATMOSPHERE

I.Yu. Lobychева, P.A. Sedykh

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

Во время бури и суббури ионосфера подвергается достаточно значительному джоулеву нагреву, мощность высыпавшихся энергичных частиц очень велика, огромная энергия увеличивает температуру ионосферы, вызывает крупномасштабные ионные дрейфы и нейтральные ветры. Для исследования возможного влияния мощных магнитосферных возмущений на характер развития метеорологических процессов в атмосфере были выбраны примечательные события, каждое из которых имело свою особенность. Представлены результаты исследования влияния сильных магнитосферных бурь на состояние нижней атмосферы и погоду.

Кроме того, рассмотрен вопрос о влиянии резкого возрастания электрического поля солнечного ветра через глобальную электрическую цепь во время магнитосферных возмущений на формирование облачного слоя (экранирующего слоя).

During a storm and a substorm the ionosphere underwent rather a significant Joule heating with a great power of precipitating energetic particles. Nevertheless, there were no abnormal variations in the lower atmosphere meteorological parameters. For research of probable effect of powerful magnetospheric disturbances on character of development of meteorological processes in the atmosphere, remarkable events have been selected, each of which had the feature.

Besides, the problem on effect of sharp increase of the solar wind electric field via a global electric circuit on formation of a cloud layer during magnetospheric disturbances is discussed.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНЫХ БУРЬ НА ТРОПИЧЕСКИЙ ЦИКЛОГЕНЕЗ

И.Ю. Лобычева, П.А. Седых

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

loir@iszf.irk.ru, pvlsd@iszf.irk.ru

INVESTIGATION INTO THE EFFECT OF MAGNETIC STORMS ON THE TROPICAL CYCLOGENESIS

I.Yu. Lobychева, P.A. Sedykh

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

В предлагаемой работе обсуждается воздействие магнитосферных возмущений на состояние нижней атмосферы и погоду. Известно, что существуют различные ключевые факторы изменения климата Земли, а сам земной климат является продолжением космического климата. Данное исследование совмещает различные подходы и является продолжением наших работ. Целью данной работы является исследование возможного влияния магнитосферных возмущений на характер развития тропического циклогенеза. Для исследования специально были выбраны именно экстремально сильные магнитосферные бури. Изучение глобального распределения проявлений геомагнитных возмущений в атмосферных данных охватывает те регионы, где можно искать ответственные за это атмосферные явления и структуры. Тропический циклогенез является одним из самых важных в прикладном отношении и изучаемых аспектов в динамике метеорологических мезомасштабных процессов. Особое внимание уделено каждому из следующих четырех основных регионов циклогенеза: северо-восток и центр Тихого океана, северо-запад Тихого океана, Атлантика, акватории океанов и морей Южного полушария.

We investigate effect of magnetospheric disturbances on the lower atmosphere and weather. It is known that there are various key factors of the Earth's climate change, and the terrestrial climate is continuation of a space climate. This study combines various approaches and is continuation of our papers. We have selected remarkable events for next investigations of probable magnetospheric disturbances effect on the character of meteorological processes development in the atmosphere.

Studying of global distribution of geomagnetic disturbances manifestations in the atmospheric parameters covers those regions where it is possible to search for the atmospheric phenomena, structures responsible for it. Tropical cyclogenesis is one of the most important in the applied relation and in investigated aspects in dynamics of meteorological mesoscale processes. The special attention is given for each of the following four basic regions of cyclogenesis: Northeast and the center of Pacific Ocean, northwest of Pacific Ocean, Atlantic, and Southern Ocean.

МНОГОЛЕТНИЙ ЧИСТЫЙ ОБМЕН ЭКОСИСТЕМЫ НАД ДЕГРАДИРОВАННЫМИ ПАСТБИЩАМИ И КУКУРУЗНЫМИ ПАХОТНЫМИ УГОДИЯМИ В ПОЛУЗАСУШЛИВЫХ ОБЛАСТЯХ КИТАЯ

Лю Хуйжи, Дун Цюнь

Институт физики атмосферы КАН, Пекин, Китай
cw@post.iap.ac.cn

**MULTI-YEAR NET ECOSYSTEM EXCHANGE OVER A DEGRADED GRASSLAND
AND A MAIZE CROPLAND IN SEMIARID AREA OF CHINA**

Liu Huizhi, Du Qun

Institute of Atmospheric Physics CAS, Beijing 100029, China

In order to compare the carbon exchange process in different ecosystems and investigate their responses to meteorological factors and biological factors, carbon dioxide fluxes measurement based on eddy covariance over a degraded grassland and a maize cropland in semiarid of China from 2003 to 2009 was analyzed. During most of the years, the maize cropland functioned as a carbon sink with a higher photosynthesis rate and lower respiration rate as compared to degraded grassland, which was characterized as a carbon source but a weak carbon sink during growing seasons in normal to wet years. Photosynthetic photon flux density (PPFD) was a key variable governing diurnal variation of net ecosystem exchange (NEE) during growing season in both ecosystems except for the degraded grassland in a dry year of 2004. Normal difference vegetation index (NDVI) was found to be most significantly correlated with seasonal patterns of NEE at maize cropland whereas controlling factors varied from year to year at the degraded grassland. Annual peak normal difference vegetation index (NDVI_{max}) was significantly correlated with annual net ecosystem exchange (NEE) and gross primary productivity (GPP) in both sites, indicating the importance of canopy development on vegetation photosynthesis as well as ecosystem respiration. Growing season precipitation was more responsible for annual variation of NEE rather than annual total precipitation. Scarce precipitation and long intervals between effective rain events has induced frequent droughts in this area, which could lead to a considerable change in carbon balance of the two ecosystems. The two ecosystems are sensitive to the timing and duration of drought and response in distinct ways.

**ПРОЦЕССЫ РАЗВИТИЯ И РЕЛАКСАЦИИ АЭРОЗОЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТРАТОСФЕРЫ
ПОСЛЕ СЕРИИ ВЗРЫВНЫХ ИЗВЕРЖЕНИЙ ВУЛКАНОВ В 2006–2012 гг.
ПО ДАННЫМ ЛИДАРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ТОМСКЕ**

А.П. Макеев, В.Д. Бурлаков, С.И. Долгий, А.В. Невзоров

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия
map@iao.ru, burlakov@iao.ru, dolgii@iao.ru, nevzorov@iao.ru

**PROCESSES OF DEVELOPMENT AND RELAXATION OF AEROSOL POLLUTION
OF THE STRATOSPHERE AFTER A SERIES OF EXPLOSIVE VOLCANIC ERUPTIONS IN 2006–2012
ACCORDING TO DATA OF LIDAR MEASUREMENTS IN TOMSK**

A.P. Makeev, V.D. Burlakov, S.I. Dolgii, A.V. Nevzorov

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

Оптические и микроструктурные характеристики стратосферного аэрозоля (СА) в значительной степени влияют на радиационные, динамические, химические процессы в атмосфере Земли. Особенно ярко эффекты влияния СА проявляются после взрывных вулканических извержений, когда серосодержащие продукты выбрасываются непосредственно в стратосферу и образуют там в ряде фотохимических реакций сернокислотный аэрозоль, по своей массе в десятки раз превышающий массу фонового аэрозоля. При анализе и прогнозировании различных стратосферных изменений необходимо определять и выделять периоды повышенного содержания СА, определять и прогнозировать долговременные тренды изменений характеристик СА.

The optical and microstructure characteristics of stratospheric aerosol (SA) influence considerably the radiation, dynamical, and chemical processes in the Earth's atmosphere. The SA effects are most apparent after explosive volcanic eruptions, when sulfur-containing products are emitted directly to the stratosphere and participate in a series of photochemical reactions to form sulfuric acid aerosol, exceeding the background aerosol by several orders of magnitude in mass. The stratospheric changes should be analyzed by determining and identifying the periods of elevated SA content, and by evaluating and predicting the long-term trends of SA characteristics.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕТНЕГО
ВОСТОЧНО-АЗИАТСКОГО МУССОНА ПО ДАННЫМ ERA-40 И NCEP/NCAR REANALYSIS**

¹О.Ю. Марченко, ²В.И. Мордвинов, ²О.С. Кочеткова, ³П.Н. Антохин

¹Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск, Россия
²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
³Институт оптики атмосферы и океана им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия
olgayumarchenko@gmail.com, v_mordv@iszf.irk.ru, apn@iao.ru

RESEARCH INTO LONG-TIME VARIATIONS OF THE EAST ASIAN SUMMER MONSOON CHARACTERISTICS FROM ERA-40 AND NCEP/NCAR REANALYSIS DATA

¹**O.Yu. Marchenko**, ²**V.I. Mordvinov**, ²**O.S. Kochetkova**, ³**P.N. Antokhin**

¹L.A. Melentyev Energy Systems Institute SB RAS, Irkutsk, Russia

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

³Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk, Russia

Одной из ключевых особенностей летнего муссона Восточной Азии (МБА) является граница распространения влаги вглубь Азиатского континента, тесно связанная с интенсивностью переноса МБА. В работе исследуется динамика этой особенности на основании данных двух наиболее продолжительных архивов атмосферных реанализов ECMWF 40 Year Reanalysis (ERA-40 1958–2002) и NCEP/NCAR Reanalysis I (с 1948 по настоящее время). Поскольку МБА распространяется преимущественно вдоль восточной границы Азии (параллельно меридианам), в качестве характеристик его переноса использовались пространственно-временные срезы меридиональной компоненты поля скорости, на основании которых исследовалась динамика северной и западной границ распространения МБА, а также его интенсивность. Расчеты были выполнены для середины летнего сезона (июль) – периода максимального развития исследуемых процессов. Показано, что граница распространения МБА подвержена существенным межгодовым и квазидекадным изменениям. Распространение муссона вглубь континента тесно связано с интенсивностью переноса. Интенсивность переноса влаги постепенно ослабевает от области максимума к границам.

Характеристики муссона испытывают согласованные долговременные изменения. Существенное ослабление интенсивности МБА с середины 70-х гг. сопровождается трендовыми изменениями в положении границ распространения муссона: область распространения муссона смещается к юго-востоку. В целом данные двух реанализов показывают неплохое согласие за исключением промежутка времени до начала 70-х гг.

The boundary of moisture expansion deep into the Asian continent closely related to the East Asian summer monsoon (EASM) intensity is one of the key features of the EASM. We investigate this feature dynamics, using the ECMWF 40 Year Reanalysis (ERA-40 1958–2002) and NCEP/NCAR Reanalysis I (1948–present) data. Since EASM extends mainly along the eastern border of Asia (along meridians) the space-time profiles of the meridional component of the velocity field are used as characteristic of its extension. These profiles allowed us to investigate the dynamics of the northern and western borders of the EASM extension and its intensity. Calculations were performed for the July (period of maximum development of the EASM). We revealed that border of the EASM extension has strong inter-annual and quasi-decadal changes. The EAM expansion deep into the Asian continent is closely related to the intensity of meridional velocity. The intensity of moisture transport gradually decreases from the maximum EASM to the its borders.

Characteristics of the EASM have agreed long-term changes. A significant decrease in the intensity EAM from the mid 70-th years is accompanied by trend changes in the position of EASM boundaries: area of the EASM extension moves southeast. In general, the ERA-40 and NCEP/NCAR Reanalysis I data were well matched to each other except for an interval of time before the start of the 70's.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ ИНТЕНСИВНОГО ФЕМТОСЕКУНДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВОДНЫМ АЭРОЗОЛЕМ

А.А. Мурзанев, Ю.А. Мальков, А.Н. Степанов

Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород, Россия
murzanev@ufp.appl.sci-nnov.ru

INVESTIGATION OF BACKSCATTERED SPECTRA OF INTENSE FEMTOSECOND LASER RADIATION FROM WATER AEROSOL

А.А. Murzanev, Yu.A. Malkov, A.N. Stepanov

Fedorov Institute of Applied Geophysics RAS, Moscow, Russia

Значительный прогресс в развитии мощных фемтосекундных лазерных систем за последние два десятилетия открывает широкие возможности в атмосферных исследованиях. Одним из интересных и перспективных направлений исследований является взаимодействие интенсивного фемтосекундного лазерного излучения с водным аэрозолем в ионизационном режиме. В экспериментах использовался титан-сапфировый лазерный комплекс с возможностью генерации импульсов длительностью 70 фс с энергией до 10 мДж на дли-

не волны 795 нм, частота следования импульсов 10 Гц. Исследовалось взаимодействие лазерного излучения со струей водного аэрозоля, причем пиковая интенсивность достигала 8 ТВт/см^2 . При помощи спектрометра (Solar S-150) измерялся спектр излучения, рассеянного назад под углом 20° к направлению падения. Полученные спектры, в отличие от спектра падающего излучения, характеризуются наличием «коротковолнового плеча». Его появление обусловлено взаимодействием падающего излучения с плазменными очагами в каплях аэрозоля.

Latest progress in generation of intense femtosecond laser pulses leads to the new ways of atmospheric studies. Interaction of intense femtosecond laser radiation with atmospheric aerosol under condition of water microdroplets ionization is one of the interesting problems in this direction. In our experiments we use Ti:Sapphire laser system with pulse energy up to 10 mJ and 70-fs FWHM duration at 795 nm central wavelength with 10 Hz repetition rate. We have studied interaction of the laser radiation with aerosol jet. Peak intensity at the position of aerosol jet reached 8 TW/cm^2 for maximum pulse energy. Backscattered spectra (20 degrees from the backward direction) were measured by a spectrometer (Solar S-150). The characteristic feature of the spectra obtained is the appearance of short wavelength "shoulder". This effect is due to plasma formation inside the water droplets.

ПРЕЦИЗИОННЫЙ МОДУЛЯТОР ЧАСТОТЫ ИЗЛУЧЕНИЯ ОПТИКО-АКУСТИЧЕСКОГО СПЕКТРОМЕТРА

К.Ю. Осипов, В.А. Капитанов

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

LASER RADIATION PRECISION CHOPPER FOR OPTOACOUSTIC SPECTROMETER

K.Yu. Osipov, V.A. Kapitanov

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

В работе предложена схема и проводится разработка прецизионного зеркального модулятора частоты лазерного излучения для оптико-акустического спектрометра с диодным лазером. В оптико-акустических спектрометрах используется модулятор частоты лазерного излучения, который имеет ряд недостатков, таких как сложность перестройки и нестабильность частоты модуляции. Изменение частоты модуляции на несколько герц является критичным при прецизионном измерении, поскольку нестабильность частоты приводит к появлению дополнительного источника шумов. Для реализации предлагаемого подхода проведен выбор оптимальной частоты импульсного воздействия и конструкции оптико-акустической кольцевой резонансной ячейки. Используя зеркальный секторный диск вместо обычного и 100 % поворотное зеркало, можно осветить обе ячейки оптико-акустического детектора (ОАД) посредством модулированного излучения, строго противоположного по фазе, и получить дополнительное удвоение сигнала на резонансной частоте, что означает удвоение чувствительности ОАД. Разрабатываемый модулятор и система стабилизации частоты вращения поддерживают долговременную стабильность частоты импульсной модуляции на уровне 0.012 %, что позволяет более чем на порядок увеличить отношение сигнал/шум ОАД.

The article introduces the scheme of precision mirrored chopper of laser radiation for Optoacoustic spectrometer with diode laser; its development is carried out. The Optoacoustic spectrometers contain frequency modulator of laser radiation which has a number of disadvantages, such as tuning complexity and chopping frequency instability. The change of chopping frequency by several Hertz is critical at precision measurement as frequency instability results in occurrence of additional noise source. In order to implement the proposed approach the optimal frequency of laser pulsing impact and construction of optical resonant ring cell have been selected. The use of a mirror sector disk instead of the ordinary one and 100 % rotating mirror allows us to lighten both cells of optoacoustic detector by opposite in phase modulated radiation and obtain additional signal doubling on resonance frequency. It means the doubling of optoacoustic detector sensitivity. The developed chopper and its stabilization system of rotation frequency support a long-term stability of modulation frequency within the limits of 0.012 % that allows the increase of signal-to-noise ratio of optoacoustic detector in more than 10 times.

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ

**П.Н. Антохин, В.Г. Аршинова, М.Ю. Аршинов, Б.Д. Белан, С.Б. Белан, Д.К. Давыдов, А.В. Козлов,
О.А. Краснов, О.В. Праслова, Т.М. Рассказчикова, Д.Е. Савкин, Г.Н. Толмачев, А.В. Фофанов**

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

DAILY BEHAVIOR THE VERTICAL DISTRIBUTION OF GREENHOUSE GASES IN THE ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER

**P.N. Antokhin, V.G. Arshinova, I.Yu. Arshinov, B.D. Belan, S.B. Belan, D.K. Davydov, A.V. Kozlov,
O.A. Krasnov, O.V. Praslova, T.M. Rasskazhikova, D.E. Savkin, G.N. Tolmachev, A.V. Fofonov**

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

В работе приведены результаты суточного самолетного зондирования атмосферы, выполненного на самолете АН-2 в фоновом районе Томской области, над измерительной мачтой, входящей в состав проекта «Башня». Построены вертикальные профили распределения концентрации углекислого газа и озона. В ряде экспериментальных данных было выявлено явное фотохимическое образование озона в пограничном слое. В пограничном слое атмосферы наблюдается заметный суточный ход концентрации озона, который определяется его образованием в период активной фотохимической генерации.

The paper presents the results of the daily sounding of the atmosphere made aircraft in the background area of the Tomsk region, above the measuring mast which is part of the "Tower", on the AN-2 aircraft. The vertical profiles of division ozone and carbon dioxide is pottered. A experimental findings revealed distinct photochemical ozone in the boundary layer. In the atmospheric boundary layer there is a marked diurnal variation of ozone, which is determined by the formation of a period of active photochemical generation.

ВЛИЯНИЕ КВАЗИДВУХЛЕТНЕГО КОЛЕБАНИЯ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА МЕЖГОДОВУЮ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДАТ ВЕСЕННЕЙ ПЕРЕСТРОЙКИ СТРАТОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Е.В. Ракушина, А.Ю. Канухина

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия
zhenya_rakushina@mail.ru

INFLUENCE OF THE QUASI-BIENNIAL OSCILLATION AND SOLAR ACTIVITY ON INTERANNUAL VARIABILITY OF THE SPRING-TIME TRANSITION OF STRATOSPHERE CIRCULATION

E.V. Rakushina, A.Yu. Kanukhina

Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia

Весенняя перестройка стратосферной циркуляции, или разрушение полярного вихря, – это изменение направления зонального потока с восточного на западное, которое наблюдается на уровне 10 гПа в первой половине апреля. Это явление происходит за счет сезонного изменения зенитного угла Солнца, но также зависит от воздействия планетарных волн на средний поток. В данной работе исследовано влияние солнечной активности на изменчивость сроков весенней перестройки стратосферной циркуляции. Для обнаружения влияния данные о сроках и солнечной активности были сгруппированы согласно фазам квазидвухлетних колебаний. В результате была выявлена зависимость дат весенней перестройки стратосферной циркуляции от солнечной активности, причем при разделении перестройки по срокам на раннюю и позднюю наибольшее воздействие солнечного сигнала обнаружено при поздней перестройке. Также было показано, что при высокой солнечной активности связь между датами весенней перестройки и солнечной активностью сильнее, чем при низкой.

The springtime transition of the zonal mean flow in the stratosphere or springtime polar vortex breakup is the change in the direction of zonal flow from the eastward to westward, which is observed at the 10 hPa level in the first half of April. This phenomenon occurs due to seasonal changes of the solar zenith angle, however, it also depends on planetary waves impact on the mean flow. In this paper the influence of solar activity on variability of springtime transition dates of stratospheric circulation is investigated. To detect the influence, the springtime transition and solar activity datasets were grouped according to the phases of the Quasi-Biennial Oscillation (QBO). It was obtained that there is a dependence of spring transition dates on solar activity. And in case of dividing data on early and later spring transition the more influence of solar signal is revealed at late spring transition. It was also shown that under high solar activity conditions, the relation between spring transition dates and solar activity is stronger, than at low one.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ВНЕЗАПНЫХ СТРАТОСФЕРНЫХ ПОТЕПЛЕНИЙ В СЕВЕРНОМ ПОЛУШАРИИ ЗА ПЕРИОД 1975–2013 гг.

М.А. Руднева, О.С. Кочеткова, В.И. Мордвинов

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

INVESTIGATION OF LONG-TERM PARAMETERS OF SUDDEN STRATOSPHERIC WARMING IN THE NORTHERN HEMISPHERE FOR THE PERIOD 1975 TO 2013

M.A. Rudneva, O.S. Kochetkova, V.I. Mordvinov

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

В ряде работ приводятся свидетельства влияния динамических процессов в стратосфере на общую циркуляцию атмосферы в тропосфере. В связи с этим исследования тропосферно-стратосферных взаимодействий приобретают не только теоретический интерес, но и практическую значимость. Основной особенностью динамики зимней стратосферы являются внезапные стратосферные потепления (ВСП). В зависимости от интенсивности, продолжительности и времени возникновения ВСП могут оказывать различное влияние на тропосферные процессы. Большой интерес представляют изменения этих характеристик на длительных интервалах времени, сопоставимых с масштабами времени изменения основных климатических характеристик. В работе рассмотрены стратосферные потепления в Северном полушарии за период с 1975 по 2013 г. Определены основные характеристики каждого потепления – максимальные значения температуры и геопотенциала, продолжительность, локализация (сектор полушария, в котором развивалось потепление). Особое внимание уделялось начальной стадии развития потеплений, тесно связанной с механизмом накачки возмущений.

A number of papers providing evidence of the dynamic processes influence in the stratosphere on the general circulation of the atmosphere in the troposphere. Investigation troposphere-stratosphere interactions acquire not only of theoretical interest, but also practical significance in this connection. The main features of the dynamics of the winter stratosphere are sudden stratospheric warming (SSW). Depending on the intensity, duration and occurrence time SSW can have different effects on tropospheric processes. Of great interest are changes in these characteristics over long periods of time comparable to the time scale of changes in the main climatic characteristics. The paper discusses the stratospheric warming in the Northern Hemisphere for the period from 1975 to 2013. Basic characteristics of each of warming have been identified - the maximum temperature and geopotential, duration, location (sector hemisphere, which develops warming). Special attention was paid to the initial stage of the warming that is closely related to the mechanism of pumping disturbances.

НЕЛИНЕЙНОЕ НАСЫЩЕНИЕ ПЛАНЕТАРНЫХ ВОЛН В ЗИМНЕЙ СТРАТОСФЕРЕ

Е.Н. Савенкова, А.И. Погорельцев

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия
savenkova.en@mail.ru

THE NONLINEAR SATURATION OF PLANETARY WAVES IN THE WINTER STRATOSPHERE

E.N. Savenkova, A.I. Pogoreltsev

Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia

Анализ данных UK Met Office реанализа показал, что в течение зимних месяцев в бореальной стратосфере существует сильная внутрисезонная и межгодовая изменчивость амплитуд стационарных планетарных волн (СПВ). В данной работе с помощью численной модели общей циркуляции атмосферы исследован отклик стратосферы на усиление амплитуды СПВ с зональным волновым числом 1 (СПВ1) на нижней границе. Полученные результаты показывают, что нелинейное взаимодействие волны со средним зональным потоком приводит к насыщению СПВ1 в стратосфере. Увеличение амплитуды СПВ1 в тропосфере приводит к ослаблению среднего зонального потока в нижней стратосфере на средних и высоких широтах, что ухудшает условия распространения этой волны в стратосферу. В результате амплитуда СПВ1 в верхней стратосфере и мезосфере становится даже меньше, чем в случае малых амплитуд на нижней границе. Численные эксперименты показали, что указанное нелинейное насыщение СПВ1 в стратосфере наступает раньше, т. е. при меньшей амплитуде волны в тропосфере, в случае восточной фазы квазидвухлетнего колебания.

The analysis of the UK Met Office data shows a strong interannual and intra-seasonal variability of stationary planetary wave (SPW) amplitudes during winter months in the boreal stratosphere. Using a numerical model of the general circulation, the stratospheric response to an increase of the amplitude of stationary planetary wave with zonal wave number 1 (SPW1) at the lower boundary is investigated. The results obtained show that nonlinear wave-mean flow interaction leads to the saturation of the SPW1 in the stratosphere. Further increase of the SPW1 forcing in the troposphere leads to a substantial change of the mean flow in the lower stratosphere at middle and high latitudes that restricts the vertical propagation of this wave into the stratosphere. In result the SPW1 amplitude in the upper stratosphere and mesosphere becomes even smaller in comparison with the case of a weak forcing. Numerical simulation showed, that the nonlinear saturation appears earlier, i.e., under smaller SPW1 amplitude, during the easterly QBO conditions.

РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА ПРИЗЕМНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ОЗОНА В РАЙОНЕ ТОМСКА

М.Ю. Аршинов, Б.Д. Белан, Д.К. Давыдов, Д.Е. Савкин, Т.К. Складнева,

Г.Н. Толмачев, А.В. Фофонов

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия
densavkin88@rambler.ru

THE RESULTS OF LONG-TERM MONITORING OF SURFACE OZONE CONCENTRATION IN THE THE TOMSK CITY

M.Yu. Arshinov, B.D. Belan, D.K. Davydov, A.V. Fofonov, D.E. Savkin, T.K. Sklyadneva, G.N. Tolmachev

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

В работе приводятся результаты мониторинга озона в приземном слое воздуха в районе Томска. Обобщены данные по суточному, годовому и многолетнему ходу приземной концентрации озона. Показано, что в регионе регулярно превышаются гигиенические нормы как для среднесуточных, так и максимальных разовых предельно допустимых концентраций.

На основе 3-летних наблюдений в приземном слое воздуха Томской области рассмотрены особенности годового и суточного хода приземной концентрации озона (ПКО) на четырех постах, находящихся на небольшом удалении друг от друга (до 60 км) и в условиях разного уровня антропогенного загрязнения атмосферы (город, пригород, фоновый, лесной районы). Выявлены мезомасштабные особенности в динамике концентрации озона.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН № 4, Программы ОНЗ РАН № 5, междисциплинарных интеграционных проектов СО РАН № 35, 70 и 131, грантов РФФИ № 11-05-00470, 11-05-00516, 11-05-93116 и 11-05-93118, госконтрактов Минобрнауки № 11.519.11.5009, 11.518.11.7045 и соглашения № 8325.

This paper presents the monitoring results of ozone in the lower atmosphere near the city Tomsk. Also conclude data of the daily, year and multi-year motion of ozone concentrations in ground-level. It is shows that, in the region regularly exceed health standards, both for the daily mean and maximum single exposure limits.

Also, based on 3-year observations in the lower atmosphere at the Tomsk region, considered the annual and diurnal motion of the surface ozone concentration (FEC) from 4 posts, in a short distance from each other (less then 60 km) with different levels of anthropogenic pollution (city, suburb, background, forest areas). Revealed mesoscale features in its dynamics.

The work was supported by the Presidium of the Russian Academy of Sciences as part of its program N 4, Program of the Department of Earth Sciences N 5, Interdisciplinary Integration Projects SB RAS N 35, 70, and 131, RFBR grants N 11-05-00470, 11-05-00516, 11-05-93116, and 11-05-93118, Contracts of the Ministry of Education and Science N 11.519.11.5009, 11.518.11.7045, and agreement N 8325.

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ ТОМСКА

Ю.Н. Сахарова

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
saxar_18@mail.ru

METEOROLOGICAL SERVICE OF THERMAL POWER ENGINEERING OF TOMSK

Y.N. Sakharova

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

Такие энергетические системы, как электрическая и тепловая, нефте- и газоснабжение, угольная и система ядерной энергетики, составляют топливно-энергетический комплекс. Опасными явлениями погоды для теплоэнергетики являются: гроза любой активности, скорость ветра 15 м/с и более, понижение температуры воздуха до -25 °С, резкие изменения температуры воздуха (10 °С в сутки и более), продолжительные морозы (-30 °С и ниже) и продолжительная жара (30 °С и выше), метели, гололед любой интенсивности, глубокое промерзание почвы.

В работе рассмотрены метеорологическое обслуживание теплоэнергетики Томска и влияние опасных метеорологических явлений на нее. Дана также характеристика некоторых опасных явлений.

Energy determines the energy systems such as electrical and thermal energy, oil and gas, coal and nuclear energy system. Hazardous weather phenomena for power systems are: any storm activity, the wind speed of 15 m/s or more, lowering the temperature to -25 °C, rapid changes in air temperature (10 °C per day or more), prolonged cold (-30 °C and below) and prolonged fever (30 °C and above), blizzards, ice any intensity, deep freezing of the soil.

In this paper we considered meteorological services and the impact of the dangerous meteorological phenomena on the thermal power engineering of Tomsk. Characteristics of some hazards are also presented.

**ПРОЯВЛЕНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ
В ВАРИАЦИЯХ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

A.V. Soina, E.M. Zanimonskiy, A.V. Paznuhov, Yu.M. Yampolskiy

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

**ANTHROPOGENIC ACTIVITY MANIFESTATION IN VARIATIONS
OF ENVIRONMENT PARAMETERS**

A.V. Soina, E.M. Zanimonsky, A.V. Paznukhov, Yu.M. Yampolsky

Institute of Radio Astronomy of NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

В связи с возрастающим воздействием цивилизации на Землю все большую актуальность приобретают проблемы природоохранного характера. На рубеже XXI столетия было обнаружено, что временное поведение многих характеристик окружающей среды подвержено недельному циклу. Такое явление было зарегистрировано в различных регионах земного шара, что позволило говорить о его глобальном характере. Проводятся обзор, анализ и систематизация проявления недельных циклов поведения различных параметров окружающей среды. В дополнение к этим исследованиям авторами был осуществлен оригинальный поиск семидневных вариаций интенсивности мировой грозовой активности. Были использованы данные регулярных наблюдений СНЧ-шумов в глобальном резонаторе Земля–ионосфера за 2007–2012 гг., полученные на Украинской антарктической станции «Академик Вернадский» и на низкочастотной обсерватории Радиоастрономического института НАН Украины в окрестности Харькова. В результате статистической и спектральной обработки массива данных были обнаружены недельные вариации мощности СНЧ-шумов, которые можно трактовать как последствия техногенной деятельности.

Due to increasing civilization impact on Earth, the nature-conservative measures have become more urgent. At the turn of XXI century, the time behaviors of many environment characteristics were found to undergo the week cycle. This phenomenon has been observed in various regions of the world that allowed us to consider it as a global-type phenomenon. We present the review, analysis and systematization of week cycle manifestations in behaviors of various environment parameters. In addition to these studies, the authors carried out the special search for seven-day variations in the intensity of the world thunderstorm activity. We used the data from regular observations of ELF noise in the global Earth–ionosphere resonator for 2007–2012. The data were obtained from the Ukrainian Antarctic station “Academician Vernadsky” and from the low frequency observatory of the Institute of Radio Astronomy of NAS of Ukraine. After the statistical and spectral data processing, VLF noise weekly variations were found, which can be interpreted as anthropogenic activity effects.

ВСПЛЕСКИ НЕЙТРОНОВ НА УРОВНЕ МОРЯ ВО ВРЕМЯ МОЛНИЕВЫХ РАЗРЯДОВ

A.A. Toropov, V.I. Kozlov, V.A. Mullayarov, S.A. Starodubtsev

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

NEUTRON BURSTS ASSOCIATED WITH ATMOSPHERIC LIGHTNING DISCHARGE AT SEA LEVEL

A.A. Toropov, V.I. Kozlov, V.A. Mullayarov, S.A. Starodubtsev

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

Рассмотрены экспериментальные результаты регистрации нейтронной компоненты и напряженности электрического поля во время ближних гроз 2009–2012 гг.

Зарегистрированы кратковременные всплески потока нейтронов во время ближних (5–7 км) молниевых разрядов на уровне моря (105 м). Всплески наблюдались во время значительного повышения поля до –16 кВ/м, которое скачком менялось до +18 кВ/м в момент молниевых разрядов. Увеличение потока нейтронов достигает 20 % и выше от среднего уровня для данных минутного разрешения.

Обсуждаются возможность генерации нейтронов в точке удара (приземной части канала) молнии и возможные факторы, влияющие на регистрацию нейтронов от молнии в точке детектирования.

We have considered the experimental results of observation of the neutron component at sea level (105 m) and the electric field during the nearest thunderstorms in 2009–2012.

The short neutron flux bursts were registered during the short-distance (5–7 km) lightning discharges. The bursts were observed during a significant change in the electric field (down to –16 kV/m and more), which abruptly changed up to +18 kV/m at the time of lightning discharges. The increase in the neutron flux reached 20 % of the average level for the data of one minute resolution.

We discuss the possibility of generation of neutrons in the lower part (the point of impact into the ground) lightning discharge.

ПОВЕДЕНИЕ АТМОСФЕРНОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ И АТМОСФЕРНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВО ВРЕМЯ ЗАТЯЖНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

¹М.С. Черепнев, ¹А.В. Вуколов, ²И.И. Ипполитов, ²М.В. Кабанов, ²П.М. Нагорский, ³Ю.А. Пхагалов, ²С.В. Смирнов, ¹В.С. Яковлева

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
vsyakovleva@tpu.ru

²Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия

³Институт оптики атмосферы СО РАН, Томск, Россия

BEHAVIOUR OF ATMOSPHERIC RADIOACTIVITY AND ATMOSPHERIC-ELECTRIC AND METEOROLOGICAL PARAMETERS DURING LONG WILD FOREST FIRES

¹M.S. Cherepnev, ¹A.V. Vukolov, ²I.I. Ippolotov, ²M.V. Kabanov, ²P.M. Nagorskiy, ³Y.A. Phagalov, ²S.V. Smirnov, ¹V.S. Yakovleva

¹National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

²Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, Russia

³Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk, Russia

Произведен сравнительный анализ результатов мониторинга вариаций уровней ионизирующей радиации в приземной атмосфере на различных высотах на экспериментальной площадке Томской обсерватории радиоактивности ионизирующих излучений (ТОРИИ) с метеорологическими и атмосферно-электрическими величинами, полученными с использованием разных методов и приборов в летний период на территории европейской части России и территории Сибири, во время продолжительной засухи, приведшей к появлению большого количества лесных и торфяных пожаров, сопровождавшихся сильнейшим задымлением атмосферы.

In the report is made a comparative analysis of the results of monitoring variations in the levels of ionizing radiation in the surface atmosphere at the experimental site of Tomsk Observatory of Radioactivity and Ionizing Radiation (TORIR) with meteorological and atmospheric electrical values obtained using various methods and instruments in the summer in the European part of Russia and Siberia during a prolonged period of drought that has led to the emergence of a large number of wild forest and peat fires, accompanied by heavy smoke of the atmosphere.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЬФА- И БЕТА-ПОЛЕЙ В ПРИЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЕ

¹М.С. Черепнев, ¹А.В. Вуколов, ²И.И. Ипполитов, ²М.С. Кабанов, ²П.М. Нагорский, ²С.В. Смирнов, ¹В.С. Яковлева

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
maxcherepnev@tpu.ru

²Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия

RESEARCH OF ALPHA- AND BETA-FIELDS IN THE SURFACE ATMOSPHERE

¹M.S. Cherepnev, ¹A.V. Vukolov, ²I.I. Ippolotov, ²M.S. Kabanov, ²P.M. Nagorskiy, ²S.V. Smirnov, ¹V.S. Yakovleva

¹National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

²Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, Russia

В докладе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по изучению влияния различных метеорологических параметров атмосферы на характеристики полей α -, β -излучений в приземной атмосфере на различных высотах. Рассмотрены возможные схемы влияния турбулентной диффузии и скорости ветра на радиоактивные аэрозоли приземной атмосфере. Приведено обсуждение вариантов сочетанного проявления последствий.

В докладе приведено детальное обсуждение поведения α - и β -радиоактивных аэрозолей в приземной атмосфере в течение 2011–2013 гг. и влияющих факторов.

The report presents the results of theoretical and experimental researches by influence of various meteorological parameters of the atmosphere on the field characteristics of alpha, beta radiation in the surface atmosphere at differ-

ent altitudes. Discussed eventual schemes of the influence of the turbulent diffusion and the wind speed on radioactive aerosols at the surface atmosphere, shows a combined of the manifestation of the consequences.

The report contains a detailed discussion of the behavior of α - and β -radioactive aerosols in the surface atmosphere during 2011–2013 and influencing factors.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ И САЖИ ПО ДАННЫМ САМОЛЕТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И СОЛНЕЧНОЙ ФОТОМЕТРИИ

Д.Г. Чернов, Т.В. Бедарева

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

DETERMINATION OF CHARACTERISTICS OF ATMOSPHERIC AEROSOL AND BLACK CARBON FROM AIRBORN SENSING AND SOLAR PHOTOMETRY DATA

D.G. Chernov, T.V. Bedareva

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

Важную роль в исследовании высотных профилей массовой концентрации сажи и субмикронного аэрозоля в тропосфере играет самолетное зондирование. С помощью самолетов-лабораторий AN-30 «Оптик-Э» (1999–2011 гг.) и ТУ-134 «Оптик» (с 2011 г.) над южным районом Сибири (Новосибирская обл.) проводятся регулярные, а над северо-восточным участком (55–62° N, 83–130° E) – эпизодические (2008, 2010 и 2012 гг.) измерения этих характеристик. В данной работе представлены интегральные (по толще атмосферы до 7 км) значения массовой концентрации сажи M_{BC} и оптической толщи аэрозоля на длине волны 0.53 мкм, рассчитанные по измеренным высотным профилям; анализируется их временная изменчивость. Проведено сопоставление M_{BC} с результатами восстановления массовой концентрации сажи в столбе атмосферы по данным фотометрических измерений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 11-05-93119-НЦНИЛ_а, 12-05-31007 мол_а) и программы ОНЗ РАН № 12.2.

Airborn sensing plays important role in the studying vertical profiles of mass concentration of black carbon and submicron aerosol in the troposphere. With the use of measurement instrumentations aboard an AN-30 Optic-E (1999–2011) and a TU-134 Optic (from 2011) aircrafts the regular (over the south of Novosibirsk region, Siberia) and episodic (over the north-eastern territory of Siberia (55–62° N, 83–130° E); 2008, 2010 and 2012) measurements of these characteristics are carried out. In the present work the integrated (over the thickness of the atmosphere up to 7 km) mass concentration of black carbon M_{BC} and the aerosol optical depth at a wavelength of 0.53 μm , calculated from the measured vertical profiles, are presented; their temporal variability is analyzed. A comparison between the M_{BC} values and the columnar black carbon mass concentration retrieved from the photometric measurements was performed.

This work was supported by the RFBR (grants N 11-05-93119-NTsNIL_a and 12-05-31007-mol_a), Programme N 12.2 of the Department of Earth Sciences, the Russian Academy of Sciences.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ АТМОСФЕРНОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ МАСШТАБОВ

П.Г. Ковadlo, А.Ю. Шиховцев, О.С. Кочеткова

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
Kovadlo2006@rambler.ru, artempochta2009@rambler.ru, olgak@iszf.irk.ru

INVESTIGATION OF ATMOSPHERIC TURBULENCE STRUCTURE IN WIDE RANGE OF SCALES

P.G. Kovadlo, A.Yu. Shikhovtsev, O.S. Kochetkova

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

В работе представлены результаты исследования связей между полями мелкомасштабной атмосферной турбулентности и синоптических неоднородностей температуры, полями скорости ветра и показателя преломления. В результате анализа данных наблюдений, полученных с помощью высотной метеорологической мачты (ВММ) Обнинска в слое 2–301 м за 2008 г., и данных акустической метеостанции (Большой солнечной вакуумный телескоп) обнаружены статистические закономерности поведения пульсаций скорости ветра и температуры и показателя преломления. Показано, что в широком диапазоне частот турбулентная энергия пульсаций не является постоянной величиной, а зависит от размера неоднородностей и энергетического состояния синоптических образований.

Ключевые слова: атмосферная турбулентность, пульсации скорости ветра и температуры воздуха.

The results of investigations of relations between small-scale atmospheric turbulence and synoptic inhomogeneities of temperature, wind speed and refraction index are shown. Statistical regularities of wind speed pulsations, temperature pulsations, refraction index pulsations are obtained by using data taken from high-altitude meteorological mast (Obninsk) at altitudes between 2 and 301 m during 2008 and data taken from acoustic weather-station (Large Solar Vacuum Telescope). It is shown that turbulent energy of pulsations over an extended range of frequencies is not constant but the energy depends on inhomogeneity scale and energy state of synoptic structures.

Key words: atmospheric turbulence, pulsations of wind speed and air temperature.

**МОДЕЛЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАДИАЦИОННОГО БАЛАНСА ПО ДАННЫМ
СПЕКТРОРАДИОМЕТРА MODIS/TERRA-AQUA И РЕЗУЛЬТАТАМ MODTRAN5**

М.А. Якунин, А.А. Лагутин

Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия
m.yakunin89@gmail.com

**A MODEL FOR RETRIEVING EARTH ENERGY BUDGET USING MODIS/TERRA-AQUA
DATA AND MODTRAN5**

M.A. Yakunin, A.A. Lagutin

Altai State University, Barnaul, Russia

В докладе обсуждается физико-математическая модель восстановления радиационного баланса Земли по данным спутниковых наблюдений и результатам MODTRAN5. В работе использовались получаемые в Алтайском госуниверситете в режиме реального времени «сырые» ряды данных MODIS/Terra-Aqua, а также восстановленные по ним параметры атмосферы и подстилающей поверхности. В докладе представлены первые результаты восстановления радиационного баланса на уровне подстилающей поверхности, полученные для ряда территорий Сибирского региона с использованием разрабатываемой модели.

A mathematical model for retrieving the Earth radiation budget using MODIS/Terra-Aqua spectroradiometer and MODTRAN5 code is discussed. The information base of this work was the real-time MODIS/Terra-Aqua data received at the Altai State University and atmosphere and surface properties retrieved from it. The first results of estimation of the surface radiation budget in several areas of Siberian region using developed model were shown.

КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
СЕКЦИЯ С
ДИАГНОСТИКА ЕСТЕСТВЕННЫХ НЕОДНОРОДНЫХ СРЕД
И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

НЕРЕКУРСИВНАЯ ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА КАРАЦУБЫ
ДЛЯ БЫСТРОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ СВЕРТКИ

С.С. Алсаткин, А.Л. Воронов

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

NON-RECURSIVE PROGRAM REALIZATION OF KARATSUBA ALGORITHM
FOR FAST CONVOLUTION COMPUTATION

S.S. Alsatkin, A.L. Voronov

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

В данной работе представлена нерекурсивная программная реализация алгоритма Карацубы. Необходимость в разработке подобной реализации возникла в связи с тем, что прямая рекурсивная реализация приводит к неконтролируемому расширению памяти и вследствие этого к резкому увеличению времени исполнения по сравнению с теоретическими выкладками, которые учитывают лишь общее число операций сложения и умножения. Нерекурсивная реализация позволит увеличить производительность по сравнению с рекурсивной реализацией за счет контроля распределения динамической памяти. Данный алгоритм используется при обработке больших объемов данных, получаемых на Иркутском радаре некогерентного рассеяния.

In this paper we present non-recursive program realization of Karatsuba algorithm. The necessity of this version development is caused by the fact that direct recursion gives rise to uncontrollable memory extension and as a consequence, to sharp runtime increase comparing to runtime obtained from theoretical bounds which accounts only for numbers of additions and multiplications. Non-recursive realization allows us to shorten runtime comparing with direct recursive realization with a help of dynamic memory control. This algorithm is used for processing of large data volumes produced by Irkutsk Incoherent Scatter Radar.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОГРЕШНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
И ИОННОГО СОСТАВА ИОНОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЫ
МЕТОДОМ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.В. Богомаз

Институт ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина
albom85@yandex.ru

RANDOM ERRORS IN THE ESTIMATION OF TEMPERATURE AND ION COMPOSITION
OF THE IONOSPHERE PLASMA BY MEANS OF INCOHERENT SCATTERING.
THE SIMULATION RESULTS

О.В. Bogomaz

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

Несмотря на то что метод некогерентного рассеяния (НР) используется для исследования ионосферы уже более 50 лет, определение точности решения обратной радиопизической задачи для различных высотных интервалов исследуемых областей ионосферы, гелиогеофизических условий, помеховой обстановки, сезона и времени суток, режимов работы радара остается актуальным. Грубую оценку точности определения параметров плазмы можно произвести путем анализа большого объема экспериментальных данных, полученных на радаре НР. Более точная оценка невозможна без теоретического моделирования.

Проведенное статистическое моделирование заключалось в формировании сигнала, подобного смеси НР-сигнала и шума, и последующей обработке этого сигнала с использованием процедур, аналогичных тем, которые применяются на радаре НР. В результате были получены доверительные интервалы оценок температуры и ионного состава плазмы, закономерности величины разброса оценок, порядок величины возникающих смещений оценок при отношении сигнал/шум 10, 1 и 0.1 и времени накопления корреляционных функций НР-сигнала 1, 15 и 60 мин.

Determining the accuracy of the parameters by means of incoherent scattering for different altitude ranges of ionosphere, heliogeophysical conditions, etc. is a topical problem. A rough estimate of the accuracy of the plasma parameters can be obtained by analyzing a large amount of experimental IS data. A more accurate estimate is impossible without theoretical modeling. Statistical simulation lied in generation of the signal, similar to a mixture of IS signal and noise, and processing of this signal as in the IS radar. As a result we obtained confidence intervals of temperature and ion composition of plasma, regularities in the dispersion of the estimates, magnitude of the displacement of the estimates when a signal-to-noise ratio was 10, 1 and 0.1 and the integration time of correlation functions of the IS signal was 1, 15 and 60 min.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ОДИНОЧНЫХ МОЛЕКУЛ ПОСРЕДСТВОМ КОНФОКАЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ МИКРОСКОПИИ

С.В. Бойченко, С.А. Зилов

Иркутский филиал Института лазерной физики СО РАН, Иркутск, Россия
ste89@yandex.ru

ARBITRARY ORIENTED SINGLE MOLECULE IMAGING BY MEANS OF SCANNING CONFOCAL FLUORESCENCE MICROSCOPY

S.V. Boichenko, S.A. Zilov

Irkutsk Branch of Institute of Laser Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

В некоторых приложениях возникает необходимость визуализации одиночных квантовых систем (ОКС) произвольной ориентации. Однако во многих случаях анизотропия поглощения исследуемых ОКС препятствует этому. В лазерной конфокальной сканирующей флуоресцентной микроскопии (ЛКСФМ) одиночных молекул данная проблема решается за счет применения возбуждающего луча с пространственно-неоднородной поляризацией. Некоторые ОКС поглощают и испускают свет как электрические роторы. Мы ищем расчетным путем возбуждающий луч, способный обеспечить возбуждение одиночного ротора вне зависимости от ориентации его плоскости. Расчет показал, что максимум интенсивности ЛКСФ изображения ротора практически не зависит от ориентации плоскости ротора при использовании в схеме ЛКСФМ в качестве возбуждающего луча с распределением электрического вектора в сечении $\mathbf{E}_0 = \mathbf{E}_\varphi + a\mathbf{E}_r$. \mathbf{E}_φ и \mathbf{E}_r – векторы азимутальной и радиальной поляризации. Параметр a зависит от угловой апертуры микроробъектива θ_{\max} и, например, для объектива с $\theta_{\max} = 64^\circ$ составляет 0.26.

In some applications one needs to visualize single quantum systems (SQSs) of arbitrary orientations. However, the SQS absorption anisotropy precludes arbitrary oriented SQS imaging in many cases. In laser-scanning confocal fluorescence microscopy (LSCFM) of single molecules one can solve this problem using spatially inhomogeneously polarized exciting beam. Some SQSs absorb and emit light as electrical rotators. We find using calculative methods exciting beam that makes available single rotator excitation regardless of rotator plane orientation. The calculations showed that, when an exciting beam with light vector cross-section distribution $\mathbf{E}_0 = \mathbf{E}_\varphi + a\mathbf{E}_r$ was used in LSCFM setup, LSCF image intensity maximum of a rotator practically didn't depend on the rotator plane orientation. \mathbf{E}_φ and \mathbf{E}_r are azimuthal and radial polarization vectors. The parameter a depends on micro objective angular aperture θ_{\max} . For example, for $\theta_{\max} = 64^\circ$, $a = 0.26$.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧИСЛА СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И МЕТОДА МАКСИМАЛЬНОГО ПРАВДОПОДОБИЯ

Д.С. Волосков, Ю.С. Масленникова

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

THE SUNSPOT NUMBER PREDICTION, USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND THE MAXIMUM LIKELIHOOD METHOD

D.S. Voloskov, Y.S. Maslennikova

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

Прогнозирование солнечной активности является одной из старейших проблем в физике Солнца. Тем не менее нельзя сказать, что за прошедшие годы она была успешно решена. В данной работе была поставлена задача прогнозирования числа солнечных пятен, которое является одним из основных показателей солнечной активности. Для решения задач прогнозирования широко используются авторегрессионные методы, в частности искусственные нейронные сети (ИНС), обучение которых основано на минимизации некоторой целевой функции, в качестве которой обычно выступает среднеквадратичная ошибка (СКО). В случае, когда распределение ошибок отлично от нормального, минимизация среднеквадратичной ошибки не является оп-

тимальным методом обучения. В данной работе предлагается обобщенный подход к обучению нейронной сети на основе метода максимального правдоподобия. Предложенный подход показал свою эффективность по сравнению с минимизацией СКО при краткосрочном прогнозировании среднего значения числа солнечных пятен.

The solar activity prediction is one of the oldest problems of the solar physics. Nevertheless, we can not say that this problem has been solved in the past years. The task of this work is the prediction of the sunspot number which is one of the main solar activity indices. Autoregression models, artificial neural networks (ANN) in particular, whose training is based on some performance function minimization, are widely used for solving prediction problems. The performance function is usually the mean square error (MSE) function. But in the case where an error distribution is different from the normal one, the MSE minimization is not the optimal training method. In this work the generalized ANN training approach, based on the maximum likelihood method, is proposed. Proposed approach has shown its effectiveness in comparison with the MSE minimization in the short-term prediction of the average sunspot number.

ВЫДЕЛЕНИЕ ПРОЯВЛЕНИЙ ПЕРЕМЕЩАЮЩИХСЯ ИОНОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ НА ИОНОГРАММАХ СРЕДСТВАМИ ПОРОГОВОЙ ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРАЦИИ

Р.Р. Гайбадуллина, В.В. Бочкарев, А.Д. Акчурин

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

ISOLATION OF THE MANIFESTATIONS OF TRAVELING IONOSPHERIC DISTURBANCES ON IONOGRAMS BY THRESHOLD WAVELET FILTERING

R.R. Gaybadullina, V.V. Bochkaev, A.D. Akchurin

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

В работе исследуются данные наблюдений, полученные в Казанском университете с помощью цифрового ионозонда вертикального зондирования «Циклон». Особенностью анализируемого цикла измерений является высокое временное разрешение – 1 мин. Такое разрешение по времени позволяет исследовать процессы, связанные с перемещающимися ионосферными возмущениями, обусловленными внутренними гравитационными волнами и другими процессами. Типичные периоды внутренних гравитационных волн на ионосферных высотах составляют от пяти до нескольких десятков минут. Для полученных серий ионограмм выполняется 3-мерное вейвлет-преобразование (в координатах частота – задержка – время зондирования). После этого с помощью пороговых алгоритмов фильтрации подавляются шумы и другие незначительные детали и выделяются квазипериодические вариации. Результаты обработки экспериментальных данных показывают, что использование 3-мерного вейвлет-преобразования дает более широкие возможности для анализа ионограмм.

This paper investigates the observational data obtained by digital ionosonde of vertical sounding “Cyclone” in Kazan University. The peculiarity of the analyzed measurement cycle is the high time resolution – 1 minute. This time resolution allows us to investigate processes associated with traveling ionospheric disturbances caused by internal gravity waves and other processes. Typical periods of internal gravity waves at ionospheric heights range from 5 up to several tens of minutes. To produce a series of ionograms performed 3-dimensional wavelet transform (in the coordinates frequency – delay – time sensing). Then, using the threshold filtering algorithm suppresses noise and other insignificant details and quasi-periodic variations are allocated. The results of the experimental data show that the use of 3-dimensional wavelet transform gives better analysis of ionograms.

ВАРИАЦИИ ГРУППОВОГО ПУТИ СИГНАЛА В ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЕ

Е.М. Вдовин, В.А. Голыгин, В.И. Сажин

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
vigol@sel.ru

VARIATIONS OF SIGNAL GROUP PATH IN GLOBAL SATELLITE NAVIGATION SYSTEM

Е.М. Vdovin, V.A. Golygin, V.I. Sazhin

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Моделируются вариации групповых задержек, связанные с влиянием ионосферы. Модель ионосферы описывается функцией Чапмена, при этом градиенты критической частоты (f_0) и высоты максимума (h_m) вдоль трассы близки к линейным. Использовалась программа численных расчетов траекторий и групповых

задержек сигналов на трассе «ИСЗ – наземный приемный пункт» методом характеристик. Моделирование проведено для различных значений зенитных углов ИСЗ. Получены изменения группового пути сигнала для набора указанных ситуаций. Представлены значения разности ΔP группового пути сигнала и геометрической дальности между ИСЗ и наземным пунктом. С целью определения степени влияния вариаций параметров ионосферы на величину группового пути проведено моделирование относительных изменений ΔP при различных относительных изменениях f_0 и h_m . Выполнен сравнительный анализ степени влияния вариаций f_0 и h_m на изменения ΔP .

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение № 8388 Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.).

We simulate variations of group delays associated with the ionosphere impact. The ionosphere model is described by Chapman function where the gradients of critical frequency (f_0) and maximum height (h_m) along the path are close to linear. For this model we use the program of numerical calculations of trajectories and group delays of signals at the satellite – ground receiving center path by the method of characteristics. Simulation is made for different satellite zenith angles. Changes in the signal group path are obtained for a number of specified situations. The ΔP differences of the group signal path and geometric distance between the satellite and ground point are given. Simulation of relative changes in ΔP for different relative changes in f_0 and h_m was made to determine the degree of the influence of variations of the ionosphere parameters on the group path value. The comparative analysis of the degree of the influence of f_0 and h_m variations on ΔP changes was made.

This work was supported of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (Agreement # 8388 of the Federal Target Program «Scientific and Scientific-Pedagogical Personnel of Innovative Russia» for 2009–2013).

КВАЗИОПТИМАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ УДАЛЕННЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ

М.В. Тинин, С.И. Книжин

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

THE QUASI-OPTIMAL PROCESSING TO IMPROVE THE DIAGNOSTIC RESOLUTION OF THE REMOTE IRREGULARITY

M.V. Tinin, S.I. Knizhin

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Рассматривается диагностика неоднородностей, расположенных на относительно большом расстоянии от источника и наблюдателя, с помощью двойного взвешенного преобразования Фурье для удаленной неоднородности и преобразования Френеля. Приводятся результаты численного моделирования пространственной обработки сигнала, повышающей разрешающую способность при диагностике неоднородных сред. С помощью однократного взвешенного фурье-преобразования получены фазовые проекции при условии сильных флуктуаций фазы.

The diagnostics of irregularities situated on a relatively large distance from the source and the observer is considered using the double weighted Fourier transform for a remote irregularity and the Fresnel transform. The results of numerical modeling of the spatial signal processing that improves the resolution of the diagnostics of inhomogeneous media are demonstrated. Through the using of the single weighted Fourier transform are obtained the phase projections in the case of strong phase fluctuations.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАЗМЫ В ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА И ПАРАМЕТРИЗАЦИИ АВТОКОРРЕЛЯЦИОННОЙ ФУНКЦИИ СИГНАЛОВ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ

В.А. Командовский, Р.В. Васильев, А.В. Медведев, А.А. Щербakov

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

DETERMINATION OF THE PLASMA TEMPERATURE IN UPPER ATMOSPHERE BASED ON ANALYSIS AND PARAMETERIZATION OF AUTOCORRELATION FUNCTION OF INCOHERENT SCATTERING SIGNALS

V.A. Komandovskiy, A.V. Medvedev, A.A. Sherbakov, R.V. Vasilev

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

Определены наименее подверженные воздействию искажающих факторов параметры автокорреляционной функции (АКФ) сигналов некогерентного рассеяния (НР). Найдены выражения для вычисления температуры электронов и ионов на основе регрессионного анализа параметров АКФ для теоретической модели рассеянного сигнала. Проведено сравнение значений температуры, рассчитанных по этим выражениям по данным Иркутского радара некогерентного рассеяния (ИРНР), со значениями, полученными на основе Международной справочной модели ионосферы (IRI) для соответствующего региона. Также сравнение проводилось со значениями, полученными на среднеширотном радаре НР в Миллстоун-Хилле, для того же периода времени.

Parameters of autocorrelation function (ACF) of incoherent scattering (IS) signals that least affected by distortion factors are determined. Expressions for computing electron and ion temperature obtained by regression analysis of ACF parameters for simulation of scattered signal are founded. It was made a comparison between values of temperature obtained in Irkutsk Incoherent Scattering Radar (IISR) by this expressions and values computed by International Reference Ionosphere (IRI) model in this local region. Also it was made a comparison with middle-latitude IS radar in Millstone-Hill at the same time period.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ПРИЕМНИКА В ДВУХЧАСТОТНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ ГНСС

М.В. Тинин, Е.В. Конецкая

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
mtinin@api.isu.ru, cpb7.12.2010@gmail.com

IMPROVING ACCURACY OF THE RECEIVER COORDINATES DETERMINATION AT DUAL-FREQUENCY GNSS MEASUREMENT

Е.В. Konetskaya, M.V. Tinin

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Работа посвящена анализу возможностей повышения точности определения координат приемника радиосигнала глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Описывается методика учета ионосферной ошибки второго порядка в двухчастотных измерениях ГНСС для повышения точности местопределения. В рамках исследования проверяются границы применимости предлагаемой методики с использованием как компьютерного моделирования, так и анализа экспериментальных данных. Также исследуется влияние неоднородностей, вытянутых вдоль линии магнитного поля, на качество принимаемого сигнала.

The paper is devoted to analysis of the possibilities of improvement of the accuracy for the receiver coordinates determination at dual-frequency measurements of the global navigational satellite systems. The method of the second-order ionospheric errors accounting at GNSS dual-frequency measurements is described. In the study the limits of applicability of the proposed method are verified using both a computer simulation, and analysis of experimental data. Also the effect of irregularities stretched along the magnetic field lines to the quality of the received signal is investigated.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КВ-РАДИОВОЛН В ТРЕХМЕРНО-НЕОДНОРОДНОЙ ИОНОСФЕРЕ

¹Д.С. Котова, ²М.В. Клименко, ²В.В. Клименко, ¹В.Е. Захаров

¹Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

²Западное отделение Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН, Калининград, Россия
darshu@yandex.ru

MATHEMATICAL MODELING OF HF RADIO WAVE PROPAGATION THROUGH THREE-DIMENSIONAL INHOMOGENEOUS IONOSPHERE

¹D.S. Kotova, ²M.V. Klimenko, ²V.V. Klimenko, ¹V.E. Zakharov

¹Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

²West Department of Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation RAS, Kaliningrad, Russia

Представлены результаты совместного использования двух моделей:

- 1) модели распространения КВ-радиоволн, разработанной в БФУ им. И. Канта, использующей приближение геометрической оптики;
- 2) Глобальной самосогласованной модели термосферы, ионосферы и протоносферы (ГСМ ТИП), разработанной в ЗО ИЗМИРАН, используемой для описания параметров среды распространения радиоволн.

Были получены результаты модельных расчетов различных радиотрасс КВ-диапазона в трехмерно-неоднородной ионосфере, проведено исследование особенностей возмущений ионосферы в периоды геомагнитных бурь 2–3 мая 2010 г. и 26–29 сентября 2011 г. и их влияния на распространение радиоволн. Также исследованы поведение обыкновенной и необыкновенной мод радиоволны в области экваториальной аномалии, влияние F1- и F3-слоев на характер КВ-радиотрасс и интегральное поглощение сигнала на трассах в высокоширотной ионосфере.

We present the results obtained by joint using of two models:

- 1) HF radio propagation model, developed in the IKBFU, using the geometrical optics approximation;
- 2) the Global Self-consistent Model of the Thermosphere, Ionosphere and Protonosphere (GSM TIP), developed in WD IZMIRAN that used to describe the parameters of the propagation medium.

We obtained the model simulation results of various HF radio ray-traces in three-dimensional inhomogeneous ionosphere. We studied the characteristics of the ionospheric disturbances during geomagnetic storms on 2–3 May 2010 and 26–29 September 2011 and their effects on the radio wave propagation. Also, we have investigated the behavior of the ordinary and extraordinary modes of radio waves in the equatorial anomaly region, the influence of F1 and F3 layers on the HF radio ray-traces and the integral attenuation of ray-traces in the high-latitude ionosphere.

ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ДЧХ СИГНАЛОВ В ИОНОСФЕРНОМ КАНАЛЕ С ФЛУКТУИРУЮЩИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Н.И. Михайлов, Е.Т. Агеева, Д.Б. Ким

Братский государственный университет, Братск, Россия
nikita-oxford@mail.ru

NUMERICAL-ANALYTICAL SYNTHESIS OF RFR SIGNALS IN THE IONOSPHERE CHANNEL WITH FLUCTUATING PARAMETERS

N.I. Mikhailov, E.T. Ageeva, D.B. Kim

Bratsk State University, Bratsk, Russia

Практическое решение проблемы передачи сигналов по информационным каналам особенно актуально. Важное место в решении данной проблемы занимают вопросы передачи сигналов в информационных каналах с регулярными и случайными неоднородностями. Примерами таких каналов являются каналы ионосферного радиозондирования (наклонного, возвратно-наклонного, трансionoсферного). В результате прохождения сигналом большого пути в канале могут возникнуть физические эффекты, описать которые можно только с определенной долей вероятности. В этих условиях для понимания физики явлений особенно важным представляется математическое моделирование дистанционно-частотных характеристик сигналов (ДЧХ) при распространении в протяженном канале с регулярными и случайными параметрами. В работе предложен комплекс оперативных методик расчета ДЧХ сигналов при распространении в ионосферных каналах различного типа с использованием численных и аналитических методов. Приведены результаты моделирования ДЧХ в каналах ионосферного радиозондирования, подверженных регулярным и случайным воздействиям.

Practical solution to the problem of signaling through information channels is especially important. An important role in solving this problem, take the transfer of signals in the data paths to regular and random in homogeneities. Examples of such channels are channels of ionospheric radio sounding (oblique, back-and-tilt, transionospheric). As a result of the passage of the large signal path in the channel may have physical effects that can only be described with a certain degree of probability. In these conditions it is especially important mathematical modeling of remotely-frequency characteristics of the signal propagation in a long channel with regular and random parameters. With the use of numerical and analytical methods in the paper, a set of operational methods of calculating RFR signals propagating in different types of ionospheric channels. Simulation results of RFR in the channels of the ionospheric radio sounding subject to regular and random effects.

ОБОБЩЕННЫЕ ПАРТОННЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В МОДЕЛИ «БАРИОН КАК СОЛИТОН»

И.А. Перевалова, А.К. Сокольников, Н.О. Митрофанов, К.А. Тресков

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

GENERALIZED PARTON DISTRIBUTIONS IN THE MODEL “BARION AS A SOLITON”

I.A. Perevalova, A.K. Sokolnikova, N.O. Mitrofanov, K.A. Treskov

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Обобщенные партонные распределения (ОПР) представляют собой распределения партонов по доле продольного импульса и расстоянию в поперечной плоскости от центра адрона. Это одна из характеристик, которая позволяет наглядно представить внутреннюю структуру адрона. В настоящий момент ОПР могут наблюдаться в эксперименте и, следовательно, могут служить инструментом проверки правильности построенной теоретической модели для описания адрона. Таких моделей сейчас существует несколько, каждая имеет свои плюсы и минусы, но ни одна не описывает структуру адрона полностью. В данной работе мы развиваем модель бариона как устойчивого возмущения пионных полей – так называемого солитона. В такой модели мы построили ОПР для протона. Для этого необходимо было выбрать вид кваркового оператора, который в соответствующих обкладках определил бы искомое распределение. Мы воспользовались оператором, построенным группой профессора М.В. Полякова. В результате построения такого ОПР мы получили ограничения на поведение функции, образующей указанный кварковый оператор, что позволило расширить и уточнить существующую модель структуры адронов.

Generalized parton distribution (GPD) represents distribution of hadron components by the part of longitudinal momentum and distance from the center of the hadron in a transverse plane. The GPD is one of the characteristics allowing describing the internal structure of hadrons. In our days we can observe and measure the GPDs by experimental way. Therefore it can be means of checking considered theoretical model for studying hadrons. There are some such models now, they all have advantages and disadvantages, but don't describe the structure of hadrons completely. In our investigation we develop the model of barion as a constant perturbation of a pion field called soliton. Within the model we have constructed the GPD for proton. There was necessity to choose the form of a quark operator. The operator would define required distribution of partons in the corresponding facings. We have used the operator constructed by the team of Prof. M. Polyakov. As a result of our investigation we have obtained some restrictions for the function formed the operator. These restrictions will allow to increase and precise existent model of hadron structure.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ И ИХ СВЯЗИ С СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

¹А.В. Бальзаминов, ¹В.М. Бардаков, ¹Б.О. Вугмейстер, ¹М.А. Егоров, ¹А.В. Петров, ²А.А. Храмцов

¹Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, Иркутск, Россия

²Байкальский филиал Геофизической службы СО РАН, Иркутск, Россия
rts_lab@istu.edu

COMPLEX INVESTIGATIONS OF GEOPHYSICAL FIELDS AND THEIR RELATIONSHIP WITH SEISMIC ACTIVITY

¹A.V. Balzaminov, ¹V.M. Bardakov, ¹B.O. Vugmeister, ¹M.A. Egorov, ¹A.V. Petrov, ²A.A. Hramtsov

¹National Research Irkutsk State Technical University, Irkutsk, Russia

²Baikal branch of Geophysical survey of Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia

1. В атмосфере над зарождающимся очагом землетрясения возникают всплески аномального электромагнитного излучения (ЭМИ). В докладе рассмотрены модели генерации ЭМИ, в том числе основы предложенной авторами новой модели.

Создана регистрирующая аппаратура, использующая широкую полосу частот. Приводятся экспериментальные результаты. ЭМИ появляется за некоторое время до сейсмического события. Длительность его существования пропорциональна мощности готовящегося землетрясения. Спектральный состав сигнала связан с расстоянием до фокальной зоны землетрясения.

2. Проводится изучение возможности прогноза землетрясения, основанного на известной реакции ионосферы на повышение сейсмической активности подстилающей поверхности. Создана система регистраторов, обеспечивающих контроль параметров сигнала на наклонных трассах, проходящих через сейсмоактивные зоны. Обсуждаются полученные результаты.

1. The bursts of abnormal electromagnetic radiation (EMR) appear in the atmosphere above incipient earthquake source. The models of EMR generation, including the foundations of the new model proposed by the authors are considered.

The recording equipment using a broad frequency band has been created. Experimental results are presented. EMR appears some time before a seismic event. The EMR duration is proportional to the forthcoming earthquake power. A signal spectral composition is associated with a distance to the earthquake focal zone.

2. Based on the known reaction of the ionosphere to an underlying surface seismic activity increase, we study an earthquake forecast possibility. The system of recorders has been created. It provides monitoring of the signal parameters on the oblique radio paths, passing over seismically active zones. The findings are discussed.

ВЛИЯНИЕ ЧАСТОТНОЙ ДИСПЕРСИИ СРЕДЫ НА ИСКАЖЕНИЯ ПРОФИЛЯ ЗАДЕРЖКИ МОЩНОСТИ МНОГОМЕРНОГО ИОНОСФЕРНОГО РАДИОКАНАЛА

В.А. Иванов, Д.В. Иванов, М.И. Рябова

Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия
RyabovaMI@volgatech.net

THE INFLUENCE OF THE FREQUENCY DISPERSION OF THE MEDIUM ON THE DISTORTION OF THE POWER DELAY PROFILE OF A MULTIDIMENSIONAL IONOSPHERIC RADIO CHANNEL

V.A. Ivanov, D.V. Ivanov, M.I. Ryabova

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia

Профиль задержки мощности (ПЗМ), представляющий собой интеграл от функции рассеяния канала по всем доплеровским частотам, является важной характеристикой стохастического ионосферного радиоканала.

В рамках работы рассмотрены дисперсионные искажения ПЗМ. Разработана методика экспериментального определения ПЗМ различных парциальных высокочастотных радиоканалов при квазивертикальном зондировании ионосферы непрерывным ЛЧМ-сигналом. Представлены результаты экспериментальных исследований разработанных методик на трассах Йошкар-Ола–Яльчик и Нижний Новгород–Йошкар-Ола. Эксперименты показали, что в спокойных условиях ионосферы рассеяние по задержке в парциальных каналах увеличивается с уменьшением протяженности трассы и возрастает при переходе от дня к ночи. Для моды 1F оно больше, чем для моды 1E.

Power delay profile representing the integral of the channel scattering function for all Doppler frequencies, is an important characteristic of the stochastic ionospheric radio channel.

In the framework of the considered dispersion distortion of power delay profile of the stochastic of the multidimensional channel. The technique of experimental determination of the power delay profile of different partial high-frequency radio channel quasi-vertical sounding of the ionosphere in a continuous chirp signal. The results of experimental research developed techniques on the slopes of Yoshkar-Ola–Yalchik and Nizhny Novgorod–Yoshkar-Ola. Experiments have shown that under calm conditions for ionosphere scattering delay in the partial channels increases with decreasing path length and increases with the transition from day to night. For mode 1F it more for than mode 1E.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ С ВНУТРИИМПУЛЬСНОЙ ЧАСТОТНОЙ МАНИПУЛЯЦИЕЙ

¹А.Г. Сетов, ²Л.В. Просвирякова, ²В.Е. Засенко

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

²Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, Иркутск
someanothetas@mail.ru, Россия, lar_prosv@mail.ru

THE PRACTICAL APPLICATION OF COMPLEX SIGNALS WITH A FREQUENCY OF INTRAPULSE MANIPULATION

¹A.G. Setoy, ²L.V. Prosviryakova, ²V.E. Zasenko

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

²National Research Irkutsk State Technical University, Irkutsk, Russia

Описано устройство формирования сложных сигналов с внутриимпульсной минимальной кодочастотной модуляцией несущей частоты (без разрыва фазы) путем суммирования модулированных по амплитуде и фазе колебаний квадратурных каналов (с применением кодов Баркера). Приведен сравнительный анализ используемых шумоподобных сигналов и сигналов с внутриимпульсной частотной манипуляцией. Описаны способы применения полученных помехозащищенных шумоподобных сигналов в измерительных устройствах гидроакустики и при изучении атмосферы.

The article describes the way of obtaining a Barker-coded complex signal with minimum-shift-keying modulation of carrier frequency by adding the modulated amplitude and phase oscillations of the quadrature channels. A comparative analysis of the nowadays pseudonoise signals and signals with an intrapulse frequency manipulation were provided. The methods of application of the obtained anti-interference pseudonoise signals in the measurement devices in the study of hydroacoustics and atmosphere were described.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ПОЧВЕ С ПОМОЩЬЮ ПЕРЕНОСНОГО МЮОННОГО ПЛОТНОМЕРА

М.М. Сизов

Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия
Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, Новосибирск, Россия
sizov.m.m@gmail.com

METHOD FOR INHOMOGENEITY LOCALIZATION IN SOIL BY PORTABLE MUON DENSITOMETER

M.M. Sizov

Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia
Institute of Automation and Electrometry SB RAS, Novosibirsk, Russia

Один из способов измерения плотности, исследуемый в Институте автоматизации и электрометрии СО РАН, – с помощью мюонного скважинного плотнoмера. В мюонных плотнoмерах используется абсорбционный метод, основанный на замере ослабления потока мюонов при прохождении через вещество. Работа посвящена разработке метода определения неоднородностей в почве с помощью мюонного плотнoмера.

Сделана оценка объема грунта, влияющего на измерения плотнoмера. Использовано приближение, в котором область грунта, участвующего в измерениях, имеет форму конуса с высотой равной глубине, на которой проводится измерение, и телесным углом 1.6 ср.

Предложен итерационный метод восстановления плотности грунта по серии измерений, основанный на учете взаимовлияния одного измерения на другое и конусовидной формы исследуемой области грунта. При наличии пространственно разделенных серий измерений (при условии пересечения исследуемых объемов) становится возможной локализация неоднородности.

Portable muon densitometer is a means to measure soil density that is being developed in the Institute of Automation and Electrometry SB RAS. It uses the absorption method based on the muon flow intensity reduction in matter. The article discusses the method for inhomogeneity localization with muon densitometer.

The article estimates the soil volume and its shape densitometer measures. In assumption the significant volume has a cone shape with height of measuring depth and solid angle 1.6 steradian.

The article describes iterative method for soil density calculation from measurement data. The method is based on the account of the mutual influence of measurements and cone shape of the volume. Using of spatially separated data localization of inhomogeneity can be found.

УЧЕТ НЕУПРУГИХ ВКЛАДОВ В ПРОЦЕСС УПРУГОГО PP-РАССЕЯНИЯ

А.Н. Валл, И.А. Перевалова, А.К. Сокольников, К.А. Тресков

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
AEdemsk@gmail.com

ANALYSIS OF THE INELASTIC CONTRIBUTIONS TO THE ELASTIC PP-SCATTERING

A.N. Vall, I.A. Perevalova, A.K. Sokolnikova, K.A. Treskov

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

В работе используется разработанный ранее механизм выражения неупругой функции перекрытия через упругую амплитуду процесса pp-рассеяния. Данный механизм основан на условии унитарности S-матрицы. Указанная неупругая функция перекрытия вычислена в модели дипольного померона для упругой амплитуды. Получена зависимость плотности неупругой функции перекрытия от энергии сталкивающихся протонов и от пространственного параметра μ . Этот параметр является квантовым аналогом прицельного параметра и служит инструментом корректного описания малой окрестности центра столкновения протонов. Вычисленная в данной работе неупругая функция перекрытия является основой для нахождения зависимости средней множественности рождения частиц от пространственного параметра μ . Средняя множественность, в свою очередь, является одним из параметров, наблюдаемых на Большом адронном коллайдере, и может служить для проверки и уточнения теоретических моделей упругой амплитуды.

In this work we use our previous mechanism of expressing an inelastic overlap function via elastic amplitude of pp-scattering. The mechanism is based on the unitarity condition for S-matrix. Mentioned inelastic overlap function is obtained in the dipole Pomeron model of elastic amplitude. Dependence the inelastic overlap function on energy of colliding protons and spatial parameter μ is received. The μ parameter represents quantum analogue of usual impact parameter. It serves for correct description of a small area around proton collision center. Obtained in this work inelastic overlap function is a foundation for finding the dependence average plurality on the spatial parameter. But

the average plurality is one of the observed parameters on the Large Hadron Collider. It can be useful for checking and making more precise existent models of elastic amplitude.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ АНАЛИЗА КАРТ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ

И.В. Скворцов, В.В. Бочкарев, Ю.С. Масленникова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
skvorcov_ilya@mail.ru

APPLICATION OF NONLINEAR PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS MAPS THE TOTAL ELECTRON CONTENT OF THE IONOSPHERE

I.V. Skvortsov, V.V. Bochkaev, Yu.S. Maslennikova

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

В данной работе представлены результаты анализа вариаций пространственного распределения полного электронного содержания (ПЭС) ионосферы нелинейным методом главных компонент (МГК). МГК применяется в обработке данных для уменьшения их размерности при минимальной потере полезной информации. Для того чтобы исследуемые данные могли быть представлены набором некоррелированных компонент, распределение флуктуации данных должно быть близко к нормальному. Анализ данных ПЭС с учетом суточных и сезонных периодичностей показал наличие флуктуаций с распределением, отличным от нормального. Поэтому для анализа вариаций данных ПЭС было разработано нелинейное обобщение МГК на основе кластеризирующей нейронной сети Кохонена. Самоорганизующаяся нейронная сеть Кохонена используется в качестве аналога главных многообразий для выявления наиболее значимой компоненты из исходного набора данных. Использование нелинейного МГК применительно к данным ПЭС позволило уменьшить корреляционную связь между модами разложения, что способствует проведению более качественного анализа для выявления причин различных флуктуаций ПЭС в ионосфере Земли.

This report presents the results of analysis of variance of the spatial distribution of the total electron content (TEC) of the ionosphere nonlinear principal components method (PCM). PCM method used in data processing to reduce their dimensions with minimum loss of useful information. To investigated data can be represented by a set of uncorrelated components fluctuation distribution data should be close to the normal distribution. Analysis of TEC data with the daily and seasonal periodicities showed the presence of fluctuations in the distribution different from normal. Therefore, to analyze variations in TEC data was developed nonlinear generalization of principal component analysis based on Kohonen neural network clustering. Kohonen network is used as an analogue of the main varieties to identify the most important components of the original data set.

О СУТОЧНЫХ ВАРИАЦИЯХ ГЕОАКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ НА ПУНКТЕ НАБЛЮДЕНИЙ «МИКИЖА» В ПЕРИОД 2006–2011 ГГ.

А.А. Солдчук

Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Паратунка, Россия
aleksandra@ikir.ru

ON GEOACOUSTIC EMISSION DIURNAL VARIATIONS AT MIKIZHA SITE DURING 2006–2011

А.А. Solodchuk

Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation FEB RAS, Paratunka, Russia

На Камчатке с 1999 г. производится мониторинг сигналов геоакустической эмиссии. Сбор данных осуществляется с помощью измерительного комплекса, особенностью которого является использование пьезо-керамических гидрофонов, установленных у дна озера Микижа. Комплекс регистрирует сигналы геоакустической эмиссии на фоне естественных шумов, при этом наблюдается суточный ход эмиссии. Данная работа посвящена его исследованию. Для более точного выделения суточного хода была произведена очистка исходных данных от шумов на основе вейвлет-разложения. Для выявления периодических составляющих был проведен спектральный анализ. Установлено, что периодичность суточных вариаций составляет 24 ч, суточный ход наблюдается в течение года с короткими перерывами. Также существуют периоды, когда интенсивность суточных вариаций существенно увеличивается. Исследовано влияние приливных волн, метеорологических процессов и землетрясений на поведение суточного хода.

Since 1999, monitoring of geoaoustic emission has been carried out at Kamchatka. Data acquisition is realized via the measurement complex the peculiarity of which is the application of piezo-ceramic hydrophones installed nearly at the bottom of Mikizha Lake. The complex records geoaoustic emission signals against the background of

natural noise, besides the emission diurnal variation is observed. The paper presents its investigation. Denoising of the initial data was carried out on the basis of wavelet expansion. To determine periodic components, the spectral analysis was done. The diurnal variation periodicity was found to be 24 hours, and the diurnal variation is observed during a year with some short gaps. There are also periods of significant increases of diurnal variation intensity. The effects of tidal waves, meteorological processes and earthquakes on diurnal variation were investigated.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ДЛЯ СРЕДНЕЙ И ВНЕШНЕЙ ИОНОСФЕРЫ С ПОМОЩЬЮ РАДАРА НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ

А.В. Богомаз, Д.В. Котов, М.Н. Сюсюк

Институт ионосферы НАН и МОН Украины, Харьков, Украина
syusyuk.marina@mail.ru

METHODICAL FEATURES OF THE ANALYSIS OF DATA OBTAINED FOR THE MIDDLE AND OUTER IONOSPHERE BY MEANS OF INCOHERENT SCATTER RADAR

O.V. Bogomaz, D.V. Kotov, M.M. Syusyuk

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

Общей особенностью средней и внешней ионосферы является многокомпонентность ионного состава. Вследствие этого автокорреляционная функция (АКФ) некогерентно рассеянного сигнала зависит не только от температур ионов и электронов, но и от относительных концентраций ионов различных сортов. При этом увеличивается вероятность неоднозначного истолкования результатов эксперимента. Результаты проведенного моделирования показывают, что в такой ситуации для получения достоверных оценок параметров ионосферной плазмы необходимо применять специфический подход к анализу данных. Для средней ионосферы (150–300 км) приходится привлекать дополнительную экспериментальную информацию и модельные данные (значения температур ионов и электронов, измеренных в области доминирования ионов O^+ , и температуры нейтральной атмосферы на высоте 120 км). При анализе данных для внешней ионосферы недопустимо дополнительное усреднение АКФ по высоте, а недостаточное количество доступных решений обратной радиопизической задачи может привести к недопустимо большим смещениям оценок параметров плазмы. Установлено оптимальное количество доступных решений обратной радиопизической задачи и оценена чувствительность искомых параметров плазмы к неопределенностям привлекаемых априорных данных.

A common feature of the middle and outer ionosphere is a multicomponent ion composition. Consequently, the autocorrelation function (ACF) of the incoherently scattered signal depends not only on the temperature of the ions and electrons, but the ion fractions. The probability of ambiguous interpretation of the experimental results is bigger than in case of plasma of the one ion species. The results of the simulation show that, in this situation, to obtain reliable estimates of the parameters of the ionosphere plasma it is necessary to apply a specific approach to data analysis. For a middle ionosphere it is necessary to attract additional experimental and model data. And it turned out that it is unacceptable additional altitudinal averaging of ACFs, and an insufficient number of available solutions of the inverse problem can lead to unacceptably large displacements of the estimates of the parameters of the plasma.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИГНАЛА НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ ДЛЯ ИРКУТСКОГО РАДАРА НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ

¹В.П. Ташлыкков, ²С.С. Алсаткин, ²Р.В. Васильев, ²А.А. Щербakov

¹Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, Иркутск, Россия

²Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
tashlycov.victor@gmail.com

MODELING OF INCOHERENT SCATTERED SIGNAL FOR IRIS

¹V.P. Tashlykov, ²S.S. Alsatkin, ²R.V. Vasiljev, ²A.A. Scherbakov

¹National Research Irkutsk State Technical University, Irkutsk, Russia

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

В работе приведены результаты численного моделирования рассеянного радиосигнала Иркутского радара некогерентного рассеяния (ИРНР). Модель ионосферы представляет пространство, условно разделенное на заданное количество слоев, в каждом из которых находится определенное число рассеивателей. Рассеянным радиосигналом является импульс заданной длительности и частоты, свернутый с пространственным распределением плазмы. Вклад в такой отраженный сигнал вносит каждый из рассеивателей, осуществляя сдвиг частоты, обусловленный эффектом Доплера, и задавая случайную начальную фазу отраженного от рассеивателя импульса. Сдвиг частоты задается случайно согласно закону распределения, которому соответствует теоретический спектр мощности для плазмы, состоящей из ионов и электронов одного сорта, с

ростом высоты представленный спектр меняется пропорционально линейному градиенту температуры. Начальное значение фазы распределено равномерно, а интенсивность рассеяния может определяться отдельно для каждого слоя. Также в модель добавлен нормально-распределенный шум, имитирующий шумы приемной аппаратуры. Целью данной работы является проверка работоспособности алгоритмов, определяющих характеристики плазмы по реальным данным ИРНР, с использованием детерминированных модельных данных, приближенных к реальным условиям.

Results of the numerical modeling of scattered signal which is gained and treated with Irkutsk Radar of Incoherent Scattering are performed in the presented article. The model undertakes space, conditionally divided on set quantity of layers, each of which has a definite number of scatters. Scattered signal is an impulse for set length and frequency, reflected of widespread plasma. Every scatter makes a contribution to such signal putting through shift of frequency, conditioned by Doppler's effect, and setting steadily spread odd phase of reflected impulse. Phase shift is set randomly according to the law of distribution that corresponds to the theoretical power spectrum of plasma which consists of ions and electrons of the same kind. Fitting soared height spectrum changes according to the linear temperature gradient, and intensity changes through the each layer. Normally distributed noise is also added to the model as a real noise of receiver. The target of this course work is checking how properly existing algorithms work using determined modeling data that is close to real conditions and defining the peculiarities of plasma according to real data acquisitions of IRIS.

ОСОБЕННОСТИ ОШИБОК ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

А.А. Холмогоров, В.Б. Иванов

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
holmogorovandrey@gmail.com, ivb@ivb.baikal.ru

ESPECIALLY ERRORS IN POSITIONING SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS

A.A. Kholmogorov, V.B. Ivanov

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

В работе рассмотрены временные вариации ошибок позиционирования объектов в спутниковых радионавигационных системах. Была обнаружена и исследована в различных условиях повторяемость в соседних сутках временного хода ошибки местоопределения. Показано, что повторяемость не связана с регулярными суточными вариациями ионосферы и не порождается многолучевостью. Обнаружено, что повторяемость количественно подобна для пунктов приема, разнесенных на километры – десятки километров. Выявлено, что явление связано с ошибкой расчета положений навигационных спутников. Предлагается использовать рассматриваемый феномен для повышения точности определения координат приемника.

The paper discusses the temporal variations positioning errors of the object in satellite navigation systems. Has been found and studied in different conditions repeatability in neighboring day temporal variations of positioning errors. It is shown that the frequency is not associated with regular daily variations of the ionosphere and is not generated by multipath. It was found that the frequency quantitatively similar to collection points, separated by miles - tens of kilometers. Revealed that the phenomenon is associated with an error of calculation of the provisions of navigation satellites. It is proposed to use the phenomenon under consideration to improve the accuracy of the coordinates of the receiver.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИОНОСФЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С РАЗРЕЖЕННОЙ ТОПОЛОГИЕЙ

С.В. Христофоров, В.В. Бочкарев

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
stnslv91@gmail.com

PREDICTION OF IONOSPHERIC PARAMETERS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS WITH SPARSE TOPOLOGY

S.V. Khristoforov, V.V. Bochkarev

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

В настоящее время прогнозирование свойств ионосферы является актуальной задачей, решение которой необходимо для обеспечения устойчивой радиосвязи. В данной работе рассматривается прогнозирование полного электронного содержания ионосферы и критической частоты слоя F2. В качестве системы прогнозирования используется искусственная нейронная сеть с разреженной топологией. Из-за большого количе-

ства входной информации и, как следствие, большого количества нейронов входного слоя в стандартных нейронных сетях наблюдается эффект переобучения практически на первых же эпохах обучения. В результате сеть недостаточно хорошо обучается для решения задачи такого типа. В данной работе на основе метода сингулярного разложения матриц мы уменьшаем общее количество связей при сохранении количества нейронов. Рассмотрена реализация данного подхода с применением существующих библиотек нейросетевых вычислений. За счет большей устойчивости к переобучению сеть с разреженной топологией способна к предсказанию параметров ионосферы с меньшей ошибкой.

Currently, prediction of the properties of the ionosphere is an urgent task, which is to ensure stable radio communication. In this paper we consider the prediction of the total electron content of the ionosphere and the critical frequency of the layer F2. As a forecasting system used an artificial neural network with sparse topology. Due to the large amount of input information, and as a result, a large number of neurons in the input layer of the standard neural networks observed overfitting effect practically on the first training epochs. So the network is not well trained to deal with problems of this type. In this paper, based on a method of singular value decomposition of matrices we reduce the total number of connections, while maintaining the number of neurons. We considered the realization of this approach with the use of existing libraries of neural computation. Due to the greater resistance to overfitting, the network with a sparse topology is capable of predicting the ionospheric parameters with less error.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТЕЙ АПРИОРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ СРЕДНЕЙ ЗАДЕРЖКИ И РАССЕЯНИЯ ПО ЗАДЕРЖКЕ В ЗАДАЧЕ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ СИСТЕМ НАКЛОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

В.А. Иванов, А.А. Чернов

Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия
ChernovAS@volgatech.net

RESEARCH OF RANGES OF PRIOR UNCERTAINTY OF MEAN DELAY AND DELAY SPREAD IN THE PROBLEM OF TIME-FREQUENCY SYNCHRONIZATION OF OBLIQUE SOUNDING SYSTEMS

V.A. Ivanov, A.A. Chernov

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia

Для современных систем наклонного зондирования многомерных многолучевых высокочастотных радиоканалов важными задачами являются автоматическое вхождение и поддержание синхронизма с высокой точностью. Поэтому необходимо разработать и исследовать соответствующие методики и алгоритмы, построить программные модули.

Синхронизация передатчика и приемника системы наклонного зондирования с общих позиций сводится к процедурам сведения шкал времени и согласования параметров информационно-технических характеристик системы с параметрами характеристик радиоканала. Наиболее важными из этих параметров для решаемой задачи являются рассеяние по задержке и средняя задержка. Решать задачу оценки областей априорной неопределенности этих параметров рассогласования в многомерном многолучевом радиоканале в режиме вхождения в синхронизм предлагается расчетным путем, для чего необходимо построение оптимальных моделей, учитывающих координаты передатчика и приемника, а также состояние ионосферного радиоканала в контрольной точке зондирования. Для решения задачи поддержания синхронизма предложен алгоритм оценки необходимых параметров по результатам экспериментального наклонного зондирования.

For modern oblique sounding systems of multidimensional multipath high-frequency radio channels important tasks are automatic synchronization establishment and maintenance with high accuracy. Synchronization of the transmitter and receiver of oblique sounding systems from common positions reduces to procedures of time scales synchronizing and parameters of information technical characteristics of system with parameters of characteristics of radio channel matching. To solve the problem of estimation of a priori uncertainty ranges of these parameters mismatch in multidimensional multipath radio channel in a synchronization establishment mode is offered by means of calculation, which requires develop of optimal models that take into account coordinates of the transmitter and receiver location as well as condition of an ionospheric radio channel in a control point of sounding.

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

А

Абунин А.А.	10
Абунина М.А.	10
Агеева Е.Т.	86
Айдакина Н.А.	34, 38
Акчурин А.Д.	83
Алексеев В.Н.	22
Алсаткин С.С.	34, 48, 58, 81, 91
Андреева А.П.	11
Андриец Е.С.	11
Антохин П.Н.	58, 59, 71, 73
Антошина В.М.	30
Анфиногентов С.А.	14
Аргунов В.В.	59
Артамонова И.В.	60
Аршинов М.Ю.	59, 73, 75
Аршинова В.Г.	58, 59, 73
Астафьева Э.И.	56

Васильев Р.В.	48, 84, 91
Васильева Л.А.	62
Вдовин Е.М.	35, 83
Веретененко С.В.	60
Верещагин М.А.	61
Викторов М.Е.	36
Вовк А.Н.	36
Войков С.В.	37, 45, 46, 49
Волосков Д.С.	82
Воронов А.Л.	34, 81
Вугмейстер Б.О.	87
Вуколов А.В.	78

Б

Бальжанов Т.С.	60
Бальзаминов А.В.	87
Барабаш В.В.	35
Бардаков В.М.	87
Бедарева Т.В.	79
Белан Б.Д.	58, 59, 73, 75
Белан С.Б.	59, 73
Белашов В.Ю.	3
Белецкий А.Б.	57
Белов А.В.	10
Бережко Е.Г.	13
Бернгардт О.И.	34
Богомаз А.В.	81, 91
Богословский Н.Н.	61
Бородина И.А.	61
Ботыгина Н.Н.	66
Бойченко С.В.	82
Бочкарев В.В.	83, 90, 92
Бурданов А.Ю.	17
Бурлаков В.Д.	71

Г

Гайбадуллина Р.Р.	83
Ган Хуан	62
Герасимова С.К.	12
Голодков Е.Ю.	12
Гололобов П.Ю.	12
Голубев С.В.	36
Гольгин В.А.	35, 83
Грач В.С.	63
Грач С.М.	3, 41, 57
Гречнев В.В.	10, 19
Григорьев В.Г.	17, 25
Григорьев Т.Ю.	13
Грунская Л.В.	69
Гущин М.Е.	34, 38

Д

Давиденко А.В.	37
Давыдов Д.К.	59, 73, 75
Данилкин Н.П.	54
Девятова Е.В.	13, 65
Дементьева А.Л.	63
Демьянов В.В.	48
Дерес А.С.	14
Долгий С.И.	71
Дун Цюнь	70

В

Важнова Н.А.	61
Валл А.Н.	89
Ванкевич Р.Е.	64

Е	
Егоров М.А.	87
Егоров Ю.А.	14, 64
Егоров Я.И.	15, 24
Едемский И.К.	49
Елисеев А.В.	4
Ермакова Т.С.	64
Ерошенко Е.А.	10
Еселевич В.Г.	26, 28
Еселевич М.В.	26, 28

Ж	
Жамсуева Г.С.	60, 63
Жданов Д.А.	15
Жупитяева А.С.	37

З	
Загайнова Ю.С.	65
Занданов В.Г.	15
Занимонский Е.М.	76
Зарубин А.С.	38
Засенко В.Е.	88
Застенкер Г.Н.	53
Захаренкова И.Е.	40
Захаров В.Е.	85
Заяханов А.С.	60, 63
Зилов С.А.	82
Зимовец И.В.	27, 32
Золотухина Н.А.	55
Зубкова А.В.	16
Зудин И.Ю.	34, 38

И	
Иванов А.А.	29
Иванов В.А.	39, 54, 88, 93
Иванов В.Б.	92
Иванов Д.В.	88
Иванов К.И.	17
Ивельская М.К.	35

Иевенко И.Б.	22
Ильин Н.В.	57
Ипполитов И.И.	78
Исаков Д.Д.	17
Ихсанов Н.Р.	4

К	
Кабанов М.С.	78
Казарина Ю.А.	18
Канухина А.Ю.	65, 74
Капитанов В.А.	73
Капустин В.Э.	18
Каримов Р.Р.	44
Кацко С.В.	39
Кашеев С.Б.	5
Кижнер Л.И.	61
Ким Д.Б.	86
Кириченко К.Е.	66
Киселев А.В.	29
Киселев В.И.	19
Кислицын А.А.	39
Кичатинов Л.Л.	22
Клибанова Ю.Ю.	40
Клименко В.В.	40, 51, 57, 85
Клименко М.В.	40, 51, 85
Климушкин Д.Ю.	45, 50
Книжин С.И.	84
Кнуренко С.П.	14, 23, 64
Кобанов Н.И.	16, 31
Коваadlo П.Г.	66, 79
Коваленко В.А.	66
Когогин Д.А.	41
Козлов А.В.	59, 73
Козлов В.И.	23, 44, 77
Козлов Д.А.	42
Козлов С.И.	6
Колобов Д.Ю.	20, 27, 29
Командовский В.А.	84
Комарова Е.С.	42
Кондрашова Н.Н.	11
Конецкая Е.В.	85
Конкин Н.А.	54
Копнин С.И.	42, 43
Копылов Е.А.	19, 66
Коренблит С.Э.	28
Коробков С.В.	34, 38
Корсаков А.А.	44
Костарев Д.В.	45
Косторная А.А.	67
Костров А.В.	34, 38
Котов Д.В.	91
Котов Ю.Д.	30
Котова Д.С.	85
Кочанов А.А.	25

Кочеткова О.С.	67, 71, 74, 79
Кочубейник П.В.	54
Крайнев М.Б.	5
Краснов О.А.	59, 73
Кривошапкин П.А.	12
Крупович Е.С.	45, 46
Крушинский В.В.	17
Крымский Г.Ф.	12
Кудрявцев И.В.	21
Кудрявцева А.В.	20
Куркин В.И.	46
Кустов А.С.	20
Кучеров Н.В.	26, 28
Кэ Вэй	68

Мешалкина Н.С.	19
Милютина Е.В.	20
Митрофанов Н.О.	86
Михайлов Н.И.	86
Михайлова О.С.	50
Молодцов Д.А.	50
Молодых С.И.	66
Мордвинов В.И.	13, 67, 71, 74
Морозова Т.И.	43
Моторина Г.Г.	21
Мулляров В.А.	59, 77
Мурзанев А.А.	72
Мыльникова А.А.	51

Л	
Лавринов В.В.	19
Лагутин А.А.	80
Лазутков В.П.	21
Лан Сяокунг	68
Ларюнин О.А.	46
Леонович А.С.	42
Лесовой С.В.	25
Лещев И.А.	69
Лобычева И.Ю.	69, 70
Логутко Д.А.	47
Лубышев Б.И.	26
Лукин В.П.	66
Лупарь Е.Э.	30
Лю Хуйжи	70
Ляхов А.Н.	6
Ляшенко М.В.	47

Н	
Нагорский П.М.	78
Насыров И.А.	41, 57
Невзоров А.В.	71
Нелюбова О.В.	22
Носиков И.А.	51

О	
Обухов А.Г.	26
Олемской С.В.	22
Оленева В.А.	10
Осипов К.Ю.	73
Осипчук В.Н.	46

М	
Магер П.Н.	45, 50
Макогон Д.А.	48
Макеев А.П.	71
Максиков А.П.	48
Максимов В.П.	18, 26
Мальков Ю.А.	72
Малькова П.Л.	49
Мамедов А.О.	49
Матвеев Г.А.	21
Марченко О.Ю.	71
Масленникова Ю.С.	82, 90
Медведев А.В.	34, 58, 84

П	
Пазнухов А.В.	76
Панасенко С.В.	49
Парников С.Г.	22
Пензин М.С.	57
Перевалова И.А.	86, 89
Перевалова Н.П.	37, 53
Пестунов Д.А.	59
Петров А.В.	87
Петров З.Е.	23
Петров И.С.	23

Петухов И.С.	24
Петухов С.И.	24
Пичуев В.А.	24
Плюснина Л.А.	13
Подлесный А.В.	46
Подлесный С.В.	52
Погорельцев А.И.	7, 38, 65, 75
Полетаев А.С.	52
Полякова А.С.	53
Попель С.И.	42, 43
Попов А.А.	17
Портнягин Д.Н.	24
Потапова В.Д.	25
Правдин М.И.	23
Праслова О.В.	59, 73
Просвирякова Л.В.	88
Просовецкий Д.В.	12, 20
Пхагалов Ю.А.	78

Сетов А.Г.	88
Сизов М.М.	89
Скворцов И.В.	90
Скляднева Т.К.	75
Скородумов Д.В.	21
Смирнов С.В.	78
Соина А.В.	76
Сокольникова А.К.	86, 89
Солодчук А.А.	90
Софиев М.А.	64
Стародубцев С.А.	17, 25, 77
Степанов А.Н.	72
Стриковский А.В.	34, 38
Струминский А.Б.	32
Сюсюк М.Н.	91
Ся Цюй	62

Р

Ракушина Е.В.	74
Рассказчикова Т.М.	58, 59, 73
Ратовский К.Г.	34, 40, 58
Рахманова Л.С.	53
Ретивых В.В.	25, 26
Романов В.А.	26, 28
Романов Д.В.	26, 28
Романов К.В.	26, 28
Рудакова Ю.Л.	38
Руднева М.А.	67, 74
Русских И.В.	27
Рябова М.И.	39, 54, 88
Рябова Н.В.	39, 54
Рязанцева М.О.	53

Т

Тайченачев Д.В.	28
Танеев С.Н.	13
Ташлыков В.П.	91
Тимофеев В.Е.	11
Тимофеев Е.В.	54
Тимофеев Л.В.	29
Тинин М.В.	8, 84, 85
Титов С.В.	64
Толмачев Г.Н.	59, 73, 75
Толстикова М.В.	58
Толстова М.В.	26, 28
Томин В.Е.	27, 29
Томозов В.М.	13
Торопов А.А.	77
Тресков К.А.	86, 89
Трофимов Ю.А.	30
Трухлик В.	51
Туев М.В.	19, 66

С

Сабуров А.В.	14
Савенкова Е.Н.	65, 75
Савкин Д.Е.	59, 73, 75
Савченко М.И.	21
Садьков В.М.	27
Сажин В.И.	35, 83
Сахарова Ю.Н.	76
Седых П.А.	69, 70
Секретарев А.М.	54
Семенов И.В.	26, 28
Сергеев Е.Н.	57

У

Угрюмов А.И.	65
Уралов А.М.	19

Ф	
Файнштейн В.Г.	15, 24
Филиппов М.Ю.	54
Фофанов А.В.	59, 73, 75

Ш	
Шарькин И.Н.	32
Шатов П.В.	32
Шестаков Н.В.	37
Шиндин А.В.	41, 57
Шиховцев А.Ю.	66, 79
Шпынев Б.Г.	34, 55

Х	
Хабитуев Д.С.	55
Ходатаев Н.А.	30
Холмогоров А.А.	92
Храмцов А.А.	87
Христофоров С.В.	92

Щ	
Щербаков А.А.	40, 48, 84, 91

Ц	
Цюнь Чжоу	9
Цыдыпов В.В.	60

Ю	
Юров В.Н.	30

Ч	
Чариков Ю.Е.	21
Челпанов А.А.	31
Челпанов М.А.	55
Чен-Юн-Тай А.А.	56
Черепнев М.С.	78
Чернов А.А.	54, 93
Чернов Д.Г.	79
Черногор Л.Ф.	35, 36, 37
Черняк Ю.В.	40
Черняк Я.М.	31, 56
Черток И.М.	10
Чэнь Вэнь	9, 68

Я	
Якунин М.А.	80
Яковлева В.С.	78
Ямпольский Ю.М.	5, 76
Янке В.Г.	10
Ясюкевич Ю.В.	37, 40, 47, 48, 51, 56

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

« ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КОСМОСЕ И ОКОЛОЗЕМНОЙ СРЕДЕ »

**ХIII Конференция молодых ученых
«Взаимодействие полей и излучения с веществом»**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Ответственный редактор *Е.В. Девятова*

Редактор *Н.О. Волкова*

Технический редактор *И.Г. Амбаева*

Тексты тезисов на английском языке представлены в версии авторов

Формат 60×90 1/8. Гарнитура *Times New Roman*.
Усл. печ. л. 12.4. Уч.-изд. л. 14.8. Тираж 200. Заказ № 142

*Отпечатано в издательском отделе ИСЗФ СО РАН,
664033, Иркутск, а/я 291,
и в БМБШ ГОУ ВПО «ИГУ»,
664001, Иркутск, ул. Карла Маркса, 1.*