

СЕКЦИЯ В

Физика околоземного космического пространства

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

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

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

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

В.В. Барабаш, Л.Ф. Черногор

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

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

V.V. Barabash, L.F. Chernogor

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

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

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

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

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

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

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

В.В. Барабаш, Л.Ф. Черногор

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

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

V.V. Barabash, L.F. Chernogor

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

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

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

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

И.В. Безлер, В.Б. Иванов

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

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

I.V. Bezler, V.B. Ivanov

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

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

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

И.А. Болотин

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

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

I.A. Bolotin

Radiophysical Research Institute, Nizhny Novgorod, Russia

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

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

**ИОНОСФЕРНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ
АКТИВНОСТЬЮ В БАЛКАНСКОМ РЕГИОНЕ**

И.А. Борисова

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

IONOSPHERIC DISTURBANCES CAUSED BY SEISMIC ACTIVITY IN THE BALKAN REGION

I.A. Borisova

University State of Balty, Balty, Moldova

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

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

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

В.П. Бурмака, Л.Ф. Черногор

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

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

Burmaka V.P., Chernogor L.F.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

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

**ЛАБОРАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВСПЫШЕЧНЫХ ПРОЦЕССОВ
В РАЗРЕЖЕННОЙ ПЛАЗМЕ**

М.Е. Викторов, С.В. Голубев

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

LABORATORY MODELING OF BURST PROCESSES IN RAREFIED PLASMA

M.E. Viktorov, S.V. Golubev

Institute of Applied Physics RAS, Nizhny Novgorod, Russia

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

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

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

ИДЕНТИФИКАЦИЯ УДАРНЫХ ВОЛН В СОЛНЕЧНОМ ВЕТРЕ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕСОЕДИНЕНИЯ

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

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

IDENTIFICATION OF SHOCK WAVES IN THE SOLAR WIND APPEARING DURING RECONNECTION

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

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

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

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

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЛЯРНОСТИ МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПО ГЕОМАГНИТНЫМ ДАННЫМ

М.В. Вохмянин, Д.И. Понявин

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

RECONSTRUCTION OF THE INTERPLANETARY MAGNETIC FIELD POLARITY FROM GEOMAGNETIC DATA

M.V. Vokhmyanin, D.I. Ponyavin

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

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

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

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

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

Д.О. Глазачев

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

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

D.O. Glazachev

Institute of Geosphere Dynamics RAS, Moscow, Russia

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

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

ТЕНЗОРНОЕ УСРЕДНЕНИЕ КОМПОНЕНТ МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

П.Ю. Гололобов, Г.Ф. Крымский

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

TENSOR AVERAGING OF THE INTERPLANETARY MAGNETIC FIELD

P.Yu. Gololobov, G.F. Krymsky

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

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

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

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

В.А. Голыгин, Е.М. Вдовин, В.И. Сажин

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

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

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

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

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

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

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

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

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

АКТИВНАЯ ИОНОСФЕРНАЯ АНТЕННА

А.В. Гурин, Н.В. Калитёнков

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

ACTIVE IONOSPHERIC ANTENNA

A.V. Gurin, N.V. Kalitenkov

Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ранее с использованием данных измерений полного электронного содержания были обнаружены волновые пакеты (ВП), установлен факт их генерации солнечным терминатором (СТ), найдены аргументы в пользу их магнитогидродинамической природы. В данной работе представлены сезонные особенности регистрации ВП, генерируемых солнечным терминатором. Эти особенности получены по данным наиболее плотных на сегодняшний день сетей GPS-приемников, расположенных в Японии и в США. При общем числе станций порядка 1220 число регистрируемых ВП в Японии выше, чем в США, примерно в два раза зимой и в 5-6 раз в остальные сезоны. Сезонное изменение времени начала регистрации ВП находится в согласии с гипотезой о магнитогидродинамической (МГД) природе ВП, предложенной ранее. Важным подтверждением гипотезы о МГД-природе ВП является наблюдение изменения начала регистрации ВП с изменением широты. Работа поддержана грантом РФФИ 10-05-00113, грантом Президента РФ МК-3094.2010.05, а также Министерством образования и науки Российской Федерации (ГК 14.740.11.0078).

Previous investigations of GPS based total electron content measurements shows presence of wave packets (WP) in ionosphere. There also was found connection of WPs with solar terminator (ST) movement and proofs of WPs MHD-nature hypothesis. This paper presents seasonal registration features of wave packets (WP), generated by solar terminator (ST). Results achieved using data of most dense GPS-site networks, located in Japan and USA. Total number of sites for the both networks is about 1220 sites. Registered WPs quantity in Japan is higher in total that in USA: in winter in Japan are registered in two times more WPs than in USA. For other seasons number of registered in Japan WPs is higher about 5-6 times then in USA. Seasonal variation of WPs registration start is in agreement with magnetohydrodynamic (MHD) hypothesis of WP nature, which was suggested before. Important evidence of this hypothesis is observed variation of WP registration time with latitude. The work is supported by the RFBR grant 10-05-00113, the Russian Federation President Grant МК-3094.2010.05 and the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (project 14.740.11.0078).

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

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

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

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

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

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

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

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

В работе анализируется отклик ионосферы на полные солнечные затмения 2009 и 2010 гг. Особое внимание уделяется отклику магнитосопряженной ионосферы при прохождении лунной тени. На станциях GPS, проходящих вдоль трека затмения, наблюдалось характерное уменьшение полного электронного содержания (ПЭС). В то же время было обнаружено, что для ряда станций наблюдались вариации ПЭС при прохождении лунной тени в магнитосопряженной области. Работа поддержана грантом РФФИ 10-05-00113, грантом Президента РФ МК-2194.2011.5, а также Министерством образования и науки Российской Федерации (ГК 14.740.11.0078).

This paper presents analysis of the effects of the total solar eclipses on the ionosphere. We placed special emphasis on the ionospheric response in the magneto-conjugate areas. We found typical decrease of the total electron content (TEC) along the path of the umbral shadow on the one hand and variations of the TEC in the magneto-conjugate area on the other. The work is supported by the RFBR grant 10-05-00113, the Russian Federation President Grant МК-2194.2011.5 and the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (project 14.740.11.0078).

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

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

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

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

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

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia

По данным доплеровского зондирования ионосферы фазо-угломерным комплексом «Спектр» исследована пространственная динамика возмущений в ионосфере на трассах Москва–Казань (частоты 4996, 9996 КГц), Архангельск–Казань (частота 6160 КГц). Преимуществами этого метода являются высокая чувствительность к малым изменениям частоты и, как следствие этого, высокое временное разрешение, возможность организации непрерывных наблюдений. Для выявления действия приземных атмосферных процессов на ионосферу

были привлечены карты метеорологических параметров реанализа, полученных по данным архива NCEP/NCAR Reanalysis. В работе исследуется зависимость интенсивности ионосферных возмущений от изменения метеорологических параметров. Исследование пространственного распределения вариации карт проводится по методу главных компонент (метод естественных ортогональных функций). Данный метод позволяет представить изучаемые случайные поля параметров, а также вариации двух и более полей в виде суперпозиции ортогональных пространственных мод. Показана реализация данного метода при исследовании реакции ионосферы на тропосферные воздействия.

In that report a results of spatial structure research of the ionosphere variations are proposed. The ionosphere variations data set obtained at the Doppler ionosphere complex «Spectr» (on the frequencies 4996, 9996 kHz (Moscow–Kazan) and 6160 kHz (Arkhangelsk–Kazan)) are considered. An advantage of Doppler measuring method are high sensitivity to small changes in frequency, high time resolution and possibility to organization continuous observations. Reanalysis maps of meteorological parameters obtained from the NCEP / NCAR Reanalysis data archive are used to reveal the action of surface atmospheric processes on the ionosphere. In this paper the dependence between ionospheric disturbances and changes in meteorological parameters are proposed. A principal components analysis (method of natural orthogonal functions) is used to research a spatial structure of variation maps. That method allows to represent fields of parameters that are researched as a superposition of orthogonal spatial modes and to reveal the most intensive ones of them. Reaction of the ionosphere on tropospheric effects using that method are shown.

ЭФФЕКТЫ СОЛНЕЧНЫХ ЗАТМЕНИЙ ПО ДАННЫМ НАКЛОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

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

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

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

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

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

Проведено исследование эффектов солнечных затмений 19 марта 2007 г. и 1 августа 2008 г. с использованием наклонного КВ-зондирования на системе радиотрасс, пересекающих зону движения тени Луны в атмосфере Земли. Проведенные эксперименты показали резкое уменьшение максимальных наблюдаемых частот, вызванное падением электронной концентрации в зоне тени в течение 20–30 мин. Было проведено численное моделирование вариаций критических частот F2-области ионосферы вдоль трассы распространения радиосигналов при движении лунной тени. Работа выполнена в рамках гранта РФФИ No 11-05-00892-а. Работа поддержана Министерством образования и науки Российской Федерации (госконтракт No 14.740.11.0078).

Investigation of the solar eclipses on March 19, 2007, and August 1, 2008, has been carried out. We used data of oblique-incidence high frequency sounding over the system of radiopaths crossing the zone of Lunar shadow motion in Earth's atmosphere. These experiments show sharp decrease of maximum observed frequencies caused by decrease of electron density in the shadow zones during 20–30 minutes. Numerical simulation of F2-region critical frequencies variations over radiowave propagation paths during lunar shadow motion has been performed. This work was supported by the Russian Fund of the Basic Research (grant No. 11-05-00892-a) and Ministry of Education and Science of the Russian Federation (government contract No 14.740.11.0078).

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В ИОНОСФЕРЕ ЗЕМЛИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВИХРЕВЫХ ДВИЖЕНИЙ

Ю.Н. Извекова, С.И. Попель

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

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

Yu.N. Izvekova, S.I. Popel

Institute of Geosphere Dynamics RAS, Moscow, Russia

Рассматривается поведение пылевых частиц в акустико-гравитационных вихрях, которые могут формироваться на высотах 110–130 км. В результате взаимодействия с вихрями слои пылевых частиц в ионосфере толщиной порядка километра, образующиеся на высотах, меньших 120 км, распределяются по области су-

ществования акустико-гравитационных вихревых структур. Показано, что наряду с другими, механизмами переноса пылевых частиц в ионосфере являются вертикальные потоки (стримеры), генерируемые пылевыми вихрями в результате развития модуляционной неустойчивости в атмосфере с градиентом концентрации пылевых частиц.

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

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

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

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

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

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

Institute of Geosphere Dynamics RAS, Moscow

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

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

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

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

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

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

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

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

Исследование ионосферы в Сибирском регионе представляет достаточно большой интерес. В данной работе представлен проект создания сети зондирования ионосферы на базе приемников систем навигации GPS/ГЛОНАСС и низкоорбитальных спутников для решения радиотомографической задачи, таких как Cosmos, Formosat, Oscar и др. Данная сеть должна расширить и дополнить набор инструментов ИСЗФ СО РАН и стать основой создания региональной Прибайкальской сети спутниковых приемников. В работе на основе анализа геометрии размещения предлагаются варианты размещения приемных пунктов. Предлагается размещение станций в населенных пунктах Торы – Усолье-Сибирское – Листвянка и Монды – Братск – Узуры, что позволит исследовать ионосферные возмущения с характерными масштабами от 300 км. Для

размещения станций низкоорбитальной радиотомографии предлагается геометрия меридиональной цепочки с узлами, размещенными в населенных пунктах по Енисею: в Красноярске, Енисейске, Подкаменной Тунгуске, Туруханске, Игарке. Данная цепочка позволит восстанавливать двумерный профиль ионосферы, что дополнит интегральные измерения, производимые приемниками GPS/ГЛОНАСС. Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 10-05-00113), Министерства образования и науки Российской Федерации (ГК 14.740.11.0078), а также гранта президента РФ МК- МК-2194.2011.5.

Investigation of ionosphere in Siberian region is of great importance. This work presents project of ionosphere sounding network based on navigation GPS-GLONASS system receivers and receivers of LEO systems (Cosmos, Formosat, Oscar etc.) applied for ionosphere tomography tasks. Proposed network should to expand and to append array of ISTP SB RAS investigation instruments. This network is a base for development of regional Baikal satellite receivers network. The work presents variants of network nodes location deduced from positioning geometry analysis. We suggest location of sites in form of triangles: Toty-Usolie-Sibirskoe-Listyanka and Mondy-Bratsk-Uzury. Such geometry should allow to investigate ionospheric disturbances with scales of 300 km and longer. Location of LEO receivers is proposed in form of meridian chain, which nodes are located along Enisey river: in Krasnoyarsk, Eniseysk, Podkamennaya Tunguska, Turukhansk, Igarka. Such network should allow to get 2D profile of ionosphere and it will append GPS-GLONASS integral measurements data.

МЕТОДИКА ОПЕРАТИВНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ ИЗ ДАННЫХ НАКЛОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ

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

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

AN OPERATIVE TECHNIQUE FOR RECONSTRUCTING IONOSPHERIC PARAMETERS FROM OBLIQUE INCIDENCE DATA

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

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

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

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФРАЗВУКА В ИОНОСФЕРЕ

И.Ю. Лобычева, А.Г. Ким

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

STUDY OF IONOSPHERIC INFRASOUND

I.Yu. Lobycheva, A.G. Kim

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

Инфразвуковые сигналы наблюдаются от различных источников как естественного, так и искусственного происхождения. Инфразвуковые волны могут распространяться на большие расстояния без существенного затухания, сохраняя в себе информацию о свойствах атмосферы по трассе прохождения и об источниках,

их порождающих. По характеристикам записываемого электрического сигнала можно определить источник и смоделировать трассу распространения инфразвука. Инфразвук может распространяться на различных высотах (в областях увеличения скорости звука с высотой). В данной работе уделено внимание исследованиям инфразвука на ионосферных высотах.

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

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

Ю.Ю. Клибанова, В.В. Мишин, Б. Цэгмед

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Формированию дополнительных слоев в F-области экваториальной ионосферы посвящено большое число работ, первая из которых была опубликована более 60 лет назад. Первоначально появление таких слоев получило название «расслоение экваториального F2-слоя». Однако в середине 90-х годов прошлого века было показано, что в экваториальной ионосфере достаточно регулярно и в определенные часы местного времени существует дополнительный максимум выше максимума F2-слоя. С этого момента максимум выше F2-слоя стали называть F3-слоем. Теоретические и экспериментальные исследования, проведенные в последние 20 лет, показали, что F3-слой формируется вертикальным E×B-дрейфом плазмы F2-области ионосферы на геомагнитном экваторе под действием зонального электрического поля. Отмечается важная роль меридиональной компоненты термосферного ветра в пространственном положении F3-слоя. Четко сформу-

лированный физический механизм формирования F3-слоя существует только для утренних часов местного времени, хотя F3-слой наблюдается и в другие часы местного времени. Кроме того, до сих пор неизвестно пространственное (широтно-долготное) распределение этого явления. Данная работа посвящена детальному исследованию механизма формирования F3-слоя в спокойных геомагнитных условиях и его вариаций во время различных возмущений. Эти исследования основываются на результатах расчетов, полученных с использованием ГСМ ТИП, а также данных наблюдений спутника Интеркосмос-19 (ИК-19) и цифровых ионозондов. По данным спутника ИК-19 выявлено, что F3-слой наблюдается в основном в дневное и вечернее время, но иногда он фиксируется и в послеполуночные–утренние часы. Показано, что F3-слой формируется в результате действия неоднородного по высоте вертикального $E \times B$ -дрейфа плазмы на геомагнитном экваторе.

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

ТРАНСФОРМАЦИЯ МГД-КОЛЕБАНИЙ В МАГНИТОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

Д.А. Козлов, А.С. Леонович

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

TRANSFORMATION OF MHD WAVES IN THE EARTH'S MAGNETOSPHERE

D.A. Kozlov, A.S. Leonovich

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

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

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

АНАЛИЗ ПОЯВЛЕНИЯ УСЛОВИЙ G ПО ДАННЫМ ИРКУТСКОГО ДИГИЗОНДА

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

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

ANALYSIS OF THE OCCURRENCE OF G CONDITIONS USING IRKUTSK DIGISONDE DATA

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

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

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

Обнаружено, что с уменьшением солнечной активности количество случаев появления условия G увеличивается. Наиболее часто условие G в годы умеренной солнечной активности наблюдается при $K_p \geq 5$, а в годы минимальной солнечной активности – при $K_p \geq 2$. Наибольшее количество случаев появления условий G приходится на летние месяцы в утренние часы местного времени.

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

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

Е.В. Конецкая, М.В. Тинин

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

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

E.V. Konetskaya, M.V. Tinin

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

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

О ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ЗАРЯДОВ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В ИОНОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЕ

С.И. Копнин, С.И. Попель

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

ON LIMITING VALUES OF DUST CHARGES IN IONOSPHERIC PLASMA

S.I. Kopnin, S.I. Popel

Institute of Geosphere Dynamics, Moscow, Russia

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

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

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

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

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

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

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

Institute of Geosphere Dynamics, Moscow, Russia

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

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

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

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

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

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

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

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

Institute of Geosphere Dynamics, Moscow, Russia

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

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

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

В.И. Козлов, А.А. Корсаков

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

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

V.I. Kozlov, A.A. Korsakov

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**ОБ ОСОБЕННОСТЯХ НАБЛЮДЕНИЯ ИОНОВ ГЕЛИЯ
С ПОМОЩЬЮ РАДАРОВ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ**

Д.В. Котов, Л.Ф. Черногор

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

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

D.V. Kotov, L.F. Chernogor

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

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

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

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

Д.В. Котов, Л.Ф. Черногор

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

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

D.V. Kotov, L.F. Chernogor

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

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

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

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

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

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

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

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

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

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

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

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

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

В работе представлены результаты исследования возмущений полного электронного содержания (ПЭС), сопровождавших мощное землетрясение 11 марта 2011 г. в Японии, по данным GPS-измерений на плотной японской сети станций GEONET. Был проведен анализ двумерной пространственной картины возмущений ПЭС, а также поля скоростей и направлений их перемещения. Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 10-05-00113), Министерства образования и науки Российской Федерации (ГК 14.740.11.0078), а также гранта президента РФ МК-3094.2010.5.

We present the results of investigation into the total electron content (TEC) disturbances detected after powerful earthquake on March 11, 2011 in Japan as deduced from GPS measurements on dense Japanese network GEONET. The analysis of a 2-dimensional spatial distribution of TEC disturbances as well as velocities and directions of their propagation has been carried out. The work is supported by the RFBR grant 10-05-00113, the Russian Federation President Grant МК-3094.2010.5 and the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (project 14.740.11.0078).

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

О.А. Ларюнин, В.И. Куркин

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

laroleg@inbox.ru

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

O.A. Laryunin, V.I. Kurkin

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

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

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

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

The possibility is analyzed in the present paper to determine $h_m F_2$, the peak of the anisotropic ionospheric layer,

from vertical sounding data. The input data in the problem provided are magnetic inclination and virtual height functions $h'(f)$ for ordinary and extraordinary wave. For this purpose, one can use the known empirical formula of the view: $h_m F2 = \frac{1490}{M(3000)F2 + \Delta M} - 176$. The parameter $M(3000)F2 = \frac{MUF(3000)}{f_o F2}$ is determined from the $h'(f)$ function by the Smith method. However, applying the method for vertical sounding can be incorrect due to the fact that the Smith method is designed for the isotropic ionosphere. The possibility to correctly apply the method in this case is discussed.

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

В.А. Леонович

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

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

V.A. Leonovich

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

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

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

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

Е.С. Андреева, Е.А. Леонтьева

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

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

E.S. Andreeva, E.A. Leontyeva

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

М.В. Ляшенко

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

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

M.V. Lyashenko

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

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

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

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

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

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

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

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

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

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

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

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

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

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

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

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

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

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИОНОСФЕРЫ С ПОМОЩЬЮ КЛАССИФИЦИРУЮЩИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ПЕРСЕПТРОНОВ

Ю.С. Масленникова, В.В. Бочкарев

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

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

Yu.S. Maslennikova, V.V. Bochkarev

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

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

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

ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРАЦИЯ ИОНОГРАММ

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

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

WAVELET FILTRATION OF IONOGRAMS

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

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

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

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

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

А.П. Медведев, С.В. Воейков

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

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

A.P. Medvedev, S.V. Voeykov

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

Данная работа посвящена разработке и тестированию нового метода обнаружения и расчета характеристик плоских квазимонохроматических волновых структур, основанного на анализе пространственных распределений вариаций полного электронного содержания, полученных на плотных сетях приемников GPS. Показано, что метод позволяет в большинстве случаев обнаружить перемещающиеся ионосферные возмущения (ПИВ) и рассчитать их характеристики в приближении плоской квазимонохроматической волны. Данный метод может быть использован как в качестве независимого метода определения характеристик ПИВ, так и для коррекции уже существующих методов. Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 10-05-00113), Министерства образования и науки Российской Федерации (ГК 14.740.11.0078), а также гранта президента РФ МК-3094.2010.5.

The work is devoted to development and testing of a new method of detection of plane quasi-monochromatic wave structures based on analysis of space distributions of total electron content variations obtained from dense networks of GPS receivers. It was shown that the method allows traveling ionospheric disturbances (TID) to be detected and their characteristics to be determined to a plane quasi-monochromatic wave approximation. The method can be used both as independent method of determination of TID characteristics and as tool for correction of the existing methods. The work is supported by the RFBR grant 10-05-00113, the Russian Federation President Grant МК-3094.2010.5 and the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (project 14.740.11.0078).

СУТОЧНАЯ И СЕЗОННАЯ ЗАВИСИМОСТИ ШУМОВОГО КОСМИЧЕСКОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ НА ЧАСТОТЕ 158 МГц

А.Е. Мирошников, Л.Ф. Черногор

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

DAILY AND SEASONAL DEPENDENCE OF COSMIC RADIO NOISE AT 158 MHz

A.E. Miroshnikov, L.F. Chernogor

Institute of Ionosphere, Kharkiv, Ukraine

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

The report presents the results of monitoring daily and seasonal variations of the space radio noise power at a frequency 158 MHz obtained by the incoherent scatter radar of the Institute of Ionosphere (Kharkiv). Effective antenna area 3700 m², bandwidth of radio receiver 19 kHz, noise temperature of radio receiver 120 K, noise tempera-

ture of system 450 K. Time dependences are presented for four specific seasons – spring and autumn equinoxes, winter and summer solstices in the period from 2003 to 2011 year. Basic regularities in the behavior of the time variation the space radio noise power at a frequency of 158 MHz are interpreted.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

reducing of the electron density and plasma temperature altitudinal gradients in the ionospheric F-region.

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

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

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

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

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

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

Доклад посвящен УНЧ-колебаниям в космической плазме с примесью тяжелых ионов. Частота колебаний предполагается порядка гирочастоты тяжелых ионов (диапазон РС1). Подробно рассматривается продольная структура (вдоль силовых линий магнитного поля) колебаний: области прозрачности и непрозрачности. Рассматривается случай квазипоперечного распространения ($k_{\perp} \gg k_{\parallel}$). Найдено, что на экваториальной части силовой линии имеется резонатор, который служит резервуаром энергии. Резонатор отделен от околоионосферных областей широкими областями непрозрачности. Представляет интерес тот факт, что часть энергии туннелирует сквозь область непрозрачности из резонатора и попадает в околоионосферную область, где образуется стоячая волна. Частота волны определяется собственными частотами резонатора. В результате того, что эти частоты незначительно отличаются друг от друга, формируются биения, очень похожие на характерную структуру жемчужин.

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

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

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

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

²Институт геологии и геофизики КАН, Пекин, Китай

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

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

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

²Institute of Geology and Geophysics CAS, Beijing, China

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

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

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

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

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

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

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

E. Molokov, M. Vasiliev, A. Kholodov

Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russia

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

²Radiophysical Research Institute, Nizhny Novgorod, Russia

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ОБНАРУЖЕНИЕ И ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ СОЛИТОНОВ ОГИБАЮЩЕЙ В ВАРИАЦИЯХ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

С.В. Панасенко, Л.Ф. Черногор

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

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

S.V. Panasenko, L.F. Chernogor

Vasyl Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

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

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

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

С.Г. Парников, И.Б. Иевенко

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

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

S.G. Parnikov, I.B. Ievenko

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

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

Известно, что пульсирующие высыпания могут быть вызваны гидромагнитными волнами в результате модуляции питч-угловой диффузии и, соответственно, потока частиц в конусе потерь с частотой волны. В представленной работе выполнен анализ возбуждения гидромагнитных волн в результате развития циклотронной неустойчивости на энергичных ионах H^+ и O^+ , которые доминируют в составе кольцевого тока. Результаты дают основание полагать, что гидромагнитные волны, возбуждаемые на ионах O^+ кольцевого тока, вызывают пульсирующие высыпания энергичных электронов в области частот 0.05–1 Гц на широтах внешней плазмосферы.

Photometric observations at the Yakutsk meridian (CGMC: 55–60° N, 200° E) showed, that during intense substorms at the latitudes of SAR arc usually occur the luminosity pulsations in the 427.8 nm N_2^+ emission with frequencies of 0.05–1 Hz are usually observed. These pulsations map the pulsating precipitations of the ring current energetic particles in the outer plasmasphere.

It is known, that the pulsating precipitations can be caused by hydromagnetic waves as the result of modulates of pitch-angle diffusion and, accordingly, the particles flux in a losses cone with frequency of a wave. In the submitted paper the analysis of excitation of hydromagnetic waves in a result of cyclotron instability development on energetic ions H^+ and O^+ which dominate in the ring current. Results give the basis to suppose, that the hydromagnetic waves raised on ions O^+ of a ring current cause the pulsating precipitations of energetic electrons in the region of 0.05–1 Hz at the latitudes of outer plasmasphere.

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

А.С. Полякова, Н.П. Перевалова

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

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

A.S. Polyakova, N.P. Perevalova

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

На основе данных фазовых измерений наземных двухчастотных приемников GPS и метеорологических данных архива NCEP/NCAR Reanalysis исследованы волновые возмущения полного электронного содержания (ПЭС) над зонами действия тропических циклонов (ТЦ). Исследование проводилось для шести циклонов различной мощности, действовавших в северо-восточной части Тихого океана в сентябре–ноябре 2005 г. Показано, что в периоды максимального развития циклонов над зонами их действия в ионосфере наблюдается усиление интенсивности колебаний ПЭС с различными диапазонами периодов. При этом амплитуда длиннопериодных колебаний превышает амплитуду короткопериодных более чем в два раза, однако динамика изменения интенсивности колебаний разных периодов совпадает. Наибольшая амплитуда вариаций ПЭС регистрируется, когда давление в центре ТЦ опускается до минимального значения, а площадь области пониженного давления максимальна. Интенсивность вариаций ПЭС оказывается выше, если в регионе действует несколько циклонов одновременно. Выявлено, что отклик ионосферы на ТЦ наблюдается только в те моменты, когда циклон достигает стадии урагана. Работа выполнена при поддержке Гранта Президента РФ № МК-3094.2010.5, Министерства образования и науки Российской Федерации (госконтракт № 14.740.11.0078), Российского фонда фундаментальных исследований (грант 10-05-00113-а).

Wave disturbances of Total Electron Content (TEC) over tropical cyclones (TC) zones were investigated. The TEC data from international network of two-frequency ground-based GPS receivers and NCEP/NCAR meteorological archive data were used. The research was carried out for six different power cyclones acted in the Northeastern Pacific Ocean in September-November 2005. It is shown that intensification of wave TEC variation of different period ranges is observed during maximum cyclones stage. Long-period variation amplitude more than twice exceeds short-period variation one; however the dynamics of variation intensity changes coincides. The greatest TEC variation amplitude is registered when pressure in cyclone center has a minimal value and low-pressure area is maximal. The increase of TEC disturbance intensity appears more evident if several cyclones act in a region simultaneously. It is revealed that ionospheric response on TC is only observed when cyclone reaches the hurricane stage. This work was supported by the Russian Federation President Grant МК-3094.2010.5, the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (project 14.740.11.0078) and the RFBR Project No. 10-05-00113-a.

ОСОБЕННОСТИ СБОЕВ СИГНАЛА GPS В СПОКОЙНЫХ УСЛОВИЯХ

¹А.А. Пушнин, ^{1,2}Ю.В. Ясюкевич

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

CHARACTERISTIC FEATURES OF GPS PHASE SLIPS UNDER QUIET CONDITIONS

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

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

В работе анализируются данные по сбоям сопровождения фазы несущей вспомогательной частоты L2 системы GPS. Особое внимание уделяется угловым характеристикам сбоев (относительно магнитного поля). Анализ угловых диаграмм сбоев показал, что в спокойных условиях увеличение числа сбоев наблюдается для лучей «приемник – спутник GPS», составляющих с локальным вектором магнитного поля на высоте ионосферы углы $\sim 90^\circ$ и $\sim 15^\circ$. Суммарная за сутки плотность сбоев на частоте L2 составляет при этом $\sim 3\%$ и $\sim 1.5\%$ соответственно ($\sim 1\%$ и 0.6% на частоте L1). Работа поддержана грантом РФФИ 10-05-00113, грантом Президента РФ МК-2194.2011.05, а также Министерством образования и науки Российской Федерации (ГК 14.740.11.0078).

In the paper we analyzed L2 GPS phase slips. Special attention is devoted to angular (against magnetic field) characteristics of slips. Analysis of angular slips diagrams revealed that increasing of slips corresponds to angles between line-of-sight and local magnetic field vector $\sim 90^\circ$ and $\sim 15^\circ$. Corresponding total daily GPS L2 slip densities are $\sim 3\%$ and 1.5% ($\sim 1\%$ and 0.6% for GPS L1). The work is supported by the RFBR grant 10-05-00113, the Russian Federation President Grant МК-2194.2010.05 and the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (project 14.740.11.0078).

СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛИТОСФЕРНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

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

Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Паратунка, Россия
vilgusi@mail.ru

SPECTRAL PROPERTIES OF ELECTROMAGNETIC RADIATION OF LITHOSPHERIC ORIGIN

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

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

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

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАРИАЦИЙ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ПО ДАННЫМ ГЛОНАСС

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

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия

VARIATIONS IN THE TOTAL ELECTRON CONTENT AS DEDUCED FROM GLONASS DATA

P.V. Tatarinov, Yu.V. Yasyukevich, S.V. Voeykov

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

Исследования ионосферных процессов с помощью GPS ведутся во многих странах мира на протяжении последних десяти лет, в то время как подобных работ по данным ГЛОНАСС практически не проводилось. Причиной этого являлись малое количество спутников и малочисленная сеть приемников ГЛОНАСС. За последние годы спутниковая группировка ГЛОНАСС прилично выросла и достигла ~20 спутников (в GPS – около 30). Кроме того, сейчас в общем доступе появилось более 300 совмещенных GPS-ГЛОНАСС-приемников по всему миру. Появилась необходимость в специализированном программном пакете, позволяющем обрабатывать данные ГЛОНАСС для получения геофизической информации. В ИСЗФ СО РАН такой пакет был создан и протестирован. В докладе представлены методы и алгоритмы работы пакета, результаты его тестирования, ключевые особенности данных ГЛОНАСС и их отличие от GPS. Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 10-05-00113), Министерства образования и науки Российской Федерации (ГК 14.740.11.0078), а также гранта президента РФ МК-2194.2011.5.

For the last 10 years many works devoted to study of the ionosphere using GPS data were published around the world but there were almost not the same works based on GLONASS data. The main reasons were small number of satellites and scarce network of GLONASS receivers. But recently number of GLONASS satellites has been grown considerably and comes to about 20 (for GPS is about 30). In addition now there are more than 300 mixed GPS-GLONASS receivers which data shared in Internet. So specialized program complex for GLONASS data to be processed to gain geophysical information is needed. Such a complex was created and tested in ISTP SB RAS. Methods and algorithms of the complex and its testing results as well as key points of GLONASS data and their difference from GPS data are presented in this report. The work is supported by the RFBR grant 10-05-00113, the Russian Federation President Grant МК-2194.2011.5 and the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (project 14.740.11.0078).

РАЗРАБОТКА ЧЕРЕНКОВСКОГО ТЕЛЕСКОПА ДЛЯ ЯКУТСКОЙ УСТАНОВКИ ШАЛ

А.А. Иванов, Л.В. Тимофеев

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

DEVELOPMENT OF THE CHERENKOV TELESCOPE FOR YAKUTSK EAS ARRAY

A.A. Ivanov, L.V. Timofeev

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

В этом докладе рассматривается метод детектирования черенковского света, излучаемого широкими атмосферными ливнями (ШАЛ) космических лучей (КЛ), изложены цели и задачи проекта разработки новых черенковских телескопов, которые будут работать в составе Якутской установки ШАЛ, в сравнении с существующими проектами. В основе проекта лежит идея применения черенковских телескопов, используемых в гамма-астрономии, адаптированных к области энергий выше 10^{15} эВ, работающих совместно с наземной установкой ШАЛ. Моделирование углового и временного распределения черенковского сигнала от ливня представлено здесь для того, чтобы дать представление о возможности идентификации частиц КЛ, инициирующих ШАЛ. В результате выполнения проекта будет создан качественно новый прибор для изучения ШАЛ – дифференциальный детектор черенковского света с круговым обзором, расширяющий возможности

изучения массового состава КЛ с помощью Якутской установки ШАЛ. Работы над телескопом находятся на стадии создания прототипа и отработки методики измерений с учетом всех особенностей проекта.

In this presentation an atmosphere Cherenkov light detection technique is considered and existent projects and the planned ones are compared. The fundamental idea is to use reduced in size Cherenkov telescopes that are used in gamma astronomy at energy range above 10^{15} eV, which operates simultaneously with ground Extensive Air Shower (EAS) array. Simulations of angular and time distribution of Cherenkov light EAS signal are presented here to introduce possibilities of identification of initiating primary particles.

As a result of the given work we are planning to create a novel device for EAS investigation – a differential Cherenkov light detector with the round field of view increasing abilities of Yakutsk EAS array to research nuclear composition of cosmic rays.

The telescope is being constructed according to all characteristics of the project.

ОРГАНИЗАЦИЯ НЕПРЕРЫВНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ МАГНИТНЫХ ВАРИАЦИЙ НА КОРДОНЕ БАЙГАЗАН АЛТАЙСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

А.Ю. Гвоздарев, А.И. Бакиянов, А.А. Бетев, Е.О. Учайкин

Горно-Алтайский государственный университет, Горно-Алтайск, Россия
evgeniy_uch@mail.ru

CONTINUOUS REGISTRATION OF MAGNETIC VARIATIONS AT BAYGAZAN LOCATED IN THE ALTAY BIOSPHERE RESERVE

A.Yu. Gvozdarov, A.I. Bakiyanov, A.A. Betyov, E.O. Uchaykin

Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, Russia

С 03.12.2009 г. на Алтае начала непрерывную регистрацию *DHZ*-вариаций магнитного поля Земли новая геомагнитная станция Байгазан (BGZ). Станция расположена на территории Алтайского государственного природного биосферного заповедника на кордоне Байгазан (Телецкое озеро, $51^{\circ} 45.596' N$, $87^{\circ} 25.916' E$) и удалена от промышленных районов и транспортных магистралей, что позволяет получать записи с очень низким уровнем шума (0.01 нТл). Цифровая магнитовариационная станция «Кварц-3ЕМ» установлена в вариационном павильоне, изготовленном из немагнитных материалов. Для нее был разработан цифровой регистратор на основе 16-битного контроллера PIC24HJ128GP. Регистрация трех компонент магнитного поля и температуры производится с частотой 5 Гц на MMC/SD-флеш-карту емкостью 2 Гб, каждая запись является результатом усреднения десяти замеров. Полное потребление системы около 4 Вт. На станции используются пассивная система термостабилизации и энергосистема на основе солнечных батарей и ветрогенератора.

Since 03.12.2009 a new geomagnetical station Baygazan (BGZ) started continuous registration of *DHZ*-variations at Altay. Station is placed on the territory of the Altay Biosphere Reserve (cordon Baygazan, $51^{\circ} 45.596' N$, $87^{\circ} 25.916' E$) and is removed from industrial facilities and transportation routes. Digital quartz magnetometer «Quartz-3EM» have been installed in variation hut of nonmagnetic materials. A new digital recorder based on 16 bit controller PIC24HJ128GP have been designed by Robotics laboratory of Gorno-Altaysk State University. Registration of D,H,Z – components with low noise amplitude (0.01 nT) and temperature possesses at frequency of 5 Hz on a removable MMC/SD flash memory card of 2 GB capacity, each record is the result of 10 measurements averaging. Power consumption of the whole system is about 4 watts, operating temperature range of recorder is $-40...+50^{\circ} C$, one for block amplifiers is $-10...+50^{\circ} C$. Passive system of thermal stabilization and solar and wind power systems are used at station.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ВНЕШНЕЙ ИОНОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ РАДАРА НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЙНИЯ И ПЭС, ПОЛУЧЕННОГО СИСТЕМОЙ GPS

Д.С. Хабитиев, Б.Г. Шпынев

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

ESTIMATING PARAMETERS OF THE OUTER IONOSPHERE FROM DATA OF INCOHERENT SCATTER RADAR AND TEC GPS

D.S. Khabituev, B.G. Shpynev

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

В работе исследуются вариаций параметров внешней ионосферы путем совместного анализа данных Иркутского радара некогерентного рассеяния и полного электронного содержания (ПЭС), полученного прием-

никами навигационной спутниковой системы GPS. В качестве аналитического описания используется модифицированная модель простого слоя, в которой учтены динамические процессы, связанные с нейтральным ветром, а также параметры переходной области между атомарным кислородом и протоносферой. На основе данной модели проведена оценка вклада полного электронного содержания протоносферы в общее ПЭС GPS, а также исследована динамика границы перехода O^+/H^+ . Показано, что относительный вклад плазмосферы в общее ПЭС может составлять более 30 % и должен учитываться при анализе вариаций ПЭС GPS.

The investigation of the top side ionosphere parameters by the data of the Irkutsk incoherent scattering radar and Total Electron Content (TEC) have been done in this work. TEC is obtained by the Global Positioning System receiver. The modified model of simple layer is used for analytical description. This model takes account of dynamic processes which connect up neutral winds and characteristics of the transition zone between atomic oxygen and protonosphere. On the basis of this model, the contribution of the protonosphere TEC in the general (TEC) GPS has been estimated. And the dynamic of the transition boundary O^+/H^+ has been researched. The relational contribution of the plasmasphere in general TEC is allowed to make up more 30 % and it has to take account of the analysis variations TEC GPS.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРНОГО СЛОЯ F2
НА ОСНОВЕ ДАННЫХ 75-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА
НА ТОМСКОЙ ИОНОСФЕРНОЙ СТАНЦИИ**

Р.К. Хаитов, А.Н. Борисевич, С.А. Колесник, А.Г. Колесник

Томский государственный университет, Томск, Россия
hrk@mail.tsu.ru

**STUDY OF VARIATIONS IN THE F2-LAYER PARAMETERS WITH THE USE OF 75-YEAR
MONITORING DATA PERFORMED AT TOMSK IONOSPHERIC STATION**

R.K. Khaitov, A.N. Borisevich, S.A. Kolesnik, A.G. Kolesnik

Tomsk State University, Tomsk, Russia

Целью работы является подтверждение на ряде данных Томской ионосферной станции (ТИС), включающем полных шесть 11-летних циклов солнечной активности, основных закономерностей долгопериодных вариаций параметров среднеширотной ионосферы, подтверждение зависимости электронной концентрации области F2 ионосферы от солнечной активности (СА) и расчет коэффициентов кросскорреляции и регрессии.

В результате анализа данных Томской ионосферной станции за период с 1936 по 2010 г. получены следующие результаты:

1. Показано, что в качестве основной характеристики при представлении данных в мировую базу данных могут использоваться среднемесячные значения критических частот.

2. Установлено с использованием кросскорреляционного анализа запаздывание реакции ионосферы на солнечную активность с задержкой в трое суток, коэффициент корреляции между f_0F2 и W равен 0.73. В первом приближении регрессия хорошо описывается параболой, нелинейность сохраняется до значений $W=50-75$.

The aim is to confirm the data on the number of Tomsk ionospheric station (TIS), which includes a full six 11-year cycles of solar activity, the basic laws of long-term variations in the parameters of mid-latitude ionosphere, confirmation of the dependence of the electron density of the ionosphere F2 region of the solar activity (SA) and calculating the crosscorrelation and regression.

As a result of data analysis Tomsk ionospheric station for the period from 1936 to 2010 produced the following results:

1. It is shown that the main characteristic of presenting the data in the global database could be used monthly averages of critical frequencies.

2. Set using Crosscorrelation analysis, the delay response of the ionosphere on the solar activity with a delay of 3-th day, the correlation coefficient between f_0F2 and W is equal to 0.73. In a first approximation, regression is well described by a parabola, linearity is preserved up to values of $W=50-75$.

**НАБЛЮДЕНИЯ УМЕРЕННОЙ ИОНОСФЕРНОЙ БУРИ 20–21 ЯНВАРЯ 2010 г.
НА ХАРЬКОВСКОМ РАДАРЕ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ**

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

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

**OBSERVATION OF THE MODERATE IONOSPHERIC STORM WITH KHARKIV INCOHERENT
SCATTER RADAR ON 20–21 JANUARY 2010**

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

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

Приведены результаты анализа вариаций параметров геокосмической плазмы в период весьма умеренной магнитной бури 20–21 января 2010 г. Наблюдения проводились с помощью радара некогерентного рассеяния в Харькове. Магнитная буря сопровождалась ионосферным возмущением с отрицательной фазой. Найдены количественные показатели ионосферных возмущений. На основе концентрации электронов, температуры электронов и ионов, а также скорости движения плазмы проведено моделирование процессов, сопутствовавших магнитной буре.

Представлены результаты сравнительного анализа параметров данной бури с параметрами более сильных геомагнитных бурь, которые отличаются по интенсивности и характеру прохождения.

Analysis results of variations of ionospheric plasma parameters for the highly moderate magnetic storm on January 20–21, 2010 are presented. The observations were performed out by the Kharkiv incoherent scatter radar. The magnetic storm was accompanied by ionosphere storm with negative phase. Numerical indices of ionosphere perturbations are received. The modeling of processes, which had accompanied to magnetic storm, is carried out on the base of the electron density, the temperature of electrons and ions and also the velocity of plasma moving.

Comparative analysis results of the parameters of the present storm with parameters of more strong geomagnetic storms, which differ in the intensity and the passing character, is presented.

**ИОНОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕЧЕНИЕ ЗИМНЕГО СОЛНЦЕСТОЯНИЯ 2010 г.:
РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ НА ХАРЬКОВСКОМ РАДАРЕ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ**

И.Ф. Домнин, М.В. Ляшенко, С.В. Харитонова, Л.Ф. Черногор

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

**IONOSPHERIC PROCESSES DURING THE 2010 WINTER SOLSTICE:
OBSERVATIONAL RESULTS WITH KHARKIV INCOHERENT SCATTER RADAR**

I.F. Domnin, M.V. Lyashenko, S.V. Kharitonova, L.F. Chernogor

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

Представлены результаты исследования вариаций основных параметров геокосмической плазмы (концентрации электронов, температуры электронов и ионов) в период зимнего солнцестояния 2010 г. на фазе роста солнечной активности по данным Харьковского радара некогерентного рассеяния. Выявлены особенности поведения параметров геокосмической плазмы в указанный период.

Выполнены теоретические расчеты параметров физических процессов в ионосфере в период зимнего солнцестояния. Представлены результаты сравнительного анализа вариаций параметров геокосмоса в зимний период на фазах роста 23-го и 24-го циклов солнечной активности.

The research results of variations of primary geospace plasma parameters (electron density, electron and ion temperature) during the winter solstice 2010 on increase phase of solar activity are presented and based on the Kharkiv incoherent scatter radar data. The behavioral peculiarities of geospace plasma parameters in the appointed period are revealed.

The theoretical calculations of parameters of physical processes in the ionosphere during the winter solstice are performed. The results of comparison analysis of geospace parameters variations in the winter period on rise phase of 23th and 24th solar activity cycles are presented.

**СУБАВРОРАЛЬНЫЕ УНЧ-ВОЛНЫ В СЕКТОРЕ ИОНОСФЕРНОЙ БУРИ:
СВОЙСТВА И ВОЗМОЖНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ИОНОСФЕРУ**

М.А. Челпанов, Н.А. Золотухина

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

**SUBAURORAL VLF WAVES IN THE IONOSPHERIC STORM SECTOR:
PROPERTIES AND POSSIBLE IMPACT ON THE IONOSPHERE**

M.A. Chelpanov, N.A. Zolotukhina

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

По данным станций 210-го геомагнитного меридиана исследована пространственно-временная эволюция поля высокоширотных геомагнитных УНЧ-колебаний в ходе магнитных супербурь в ноябре 2004 г. Рассмотрены явления с периодами больше 120 с, главным образом квазимонохроматические колебания диапазона Pc5 (150–600 с). В анализируемых событиях они возникали при взаимодействии магнитосферы с раз-

рывами и высокоскоростными областями солнечного ветра. Время прихода гелиосферных неоднородностей к магнитосфере Земли определялось по данным космических аппаратов ACE и WIND и уточнялось по внезапным импульсам (SI) и внезапным началам бурь (SSC). Установлены пространственно-временные соотношения между характеристиками УНЧ-волн, авроральных электроджетов и ионосферных возмущений, наблюдавшихся одновременно на расположенных близко магнитосферных и ионосферных станциях. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 11-05-00908.

The spatial-temporal evolution of the field of high-latitude geomagnetic ULF-oscillations during November 2004 magnetic superstorms is investigated. We utilize data from the 210 geomagnetic meridian chain of observatories. Phenomena with periods of more than 120 s are considered. The main attention is given to quasi-monochromatic oscillations in the Pc5 range (150–600 s). In the analyzed events they occurred during the interaction of the magnetosphere with shocks and a high-speed domain of solar wind. Time of arrival of heliospheric irregularities to the Earth's magnetosphere are determined from the ACE and WIND spacecraft data and corrected using a sudden impulse (SI) and storm sudden commencements (SSC). Space-time relations are evaluated between the characteristics of ULF waves, auroral electrojets and ionospheric disturbances simultaneously observed at the closely spaced magnetospheric and ionospheric stations. The work was supported by RFBR grant 11-05-00908.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНЫХ БУРЬ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ КОРОТКИХ РАДИОВОЛН

В.В. Чуев, В.А. Иванова, И.Г. Брынько, И.Н. Поддельский

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

INFLUENCE OF MAGNETIC STORMS ON PROPAGATION OF HIGH-FREQUENCY RADIO WAVES

V.V. Chuhev, V.A. Ivanova, I.G. Brynko, I.N. Poddelsky

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

Исследование околоземного космического пространства в последние десятилетия представляет огромный научный и практический интерес. Начало космической эры дало толчок развитию спутниковых систем, систем связи, пилотируемых космических аппаратов, электронные компоненты которых подвержены воздействию магнитных бурь. Работа космических систем зависит от состояния среды, и это состояние необходимо прогнозировать. С помощью радиозондирования в коротковолновом диапазоне можно проводить наземные исследования состояния ионосферы Земли во время магнитных бурь.

В работе исследуются вариации максимальных наблюдаемых частот, зарегистрированных на трассах наклонного зондирования Магадан–Торы и Норильск–Торы во время двух магнитных бурь 24 сентября 2006 г. и 13 марта 2007 г. Проводится сравнение со спокойными геомагнитными условиями. Выявляются особенности вариаций критических частот F2-области ионосферы вдоль исследуемых трасс во время данных бурь.

Studying of near-Earth space during last decades offers great scientific and practical interest. Space era beginning stimulated the development of satellite systems, communication systems, manned spacecrafts, which electronic components are influenced by geomagnetic storms. Operation of space systems depends on environment condition. It is necessary to predict this condition. Using high frequency radiosounding it is possible to carry out ground investigations of Earth ionospheric condition during geomagnetic storms.

In this work we study variations of maximum observed frequencies recorded over oblique-incidence sounding paths Magadan–Tory and Noril'sk–Tory during two geomagnetic storms on September 24, 2006, and March 13, 2007. Comparison with quiet geomagnetic conditions is carried out. Peculiarities of F2-region critical frequencies variations over both investigated paths during these magnetic storms are revealed.

ВОЗБУЖДЕНИЕ МАГНИТОСФЕРНОГО МГД-РЕЗОНАТОРА НЕУСТОЙЧИВОСТЬЮ КЕЛЬВИНА–ГЕЛЬМГОЛЬЦА НА МАГНИТОПАУЗЕ

В.А. Мазур, Д.А. Чуйко

Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск, Россия
ninesmartcats@yahoo.com

EXCITATION OF MAGNETOSPHERIC MHD-RESONATOR BY THE KELVIN–HELMHOLTZ INSTABILITY IN THE MAGNETOPAUSE

V.A. Mazur, D.A. Chuiko

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

В рамках одномерно-неоднородной модели магнитосферы и прилегающей к ней области солнечного ветра аналитически исследована неустойчивость Кельвина–Гельмгольца. Показано, что наличие в магнитосфе-

ре МГД-резонатора (обусловленное ее неоднородностью и скачком параметров среды на магнитопаузе) решающим образом сказывается на свойствах неустойчивости. Колебания системы образуют дискретный набор собственных мод. Получены аналитические выражения для частоты и инкремента неустойчивости каждой моды и для функций, описывающих ее пространственную структуру. Все эти величины как от параметра зависят от $\omega_w = k_t V_w$ – доплеровского сдвига частоты. Каждая мода имеет по параметру ω_w нижний порог неустойчивости и острый максимум инкремента на собственной частоте магнитосферного резонатора. Рассмотрены три случая: однородный ветер, ветер, в котором скорость звука при удалении от магнитопаузы растёт, и ветер, в котором она падает.

Kelvin-Helmholtz instability is analytically investigated in the frames of model of one-dimensionally inhomogeneous magnetosphere and adjacent area of solar wind. Presence of magnetospheric MHD-resonator (formed by inhomogeneity of magnetosphere and the jump of plasma parameters on the magnetopause) is shown to have large effect on the instability properties. The system is shown to have discrete set of eigenmodes. Analytic expressions for frequency and increment of each mode are obtained, as are functions that determine spatial structure of the modes. All these values depend on parameter $\omega_w = k_t V_w$ – the Doppler shift. Each mode has lower instability threshold depending on parameter ω_w and a sharp peak of the increment on the eigenfrequency of the magnetospheric resonator. Three cases are considered – uniform solar wind, solar wind with sound speed increasing with distance from the magnetopause, and solar wind with decreasing sound speed.

**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСНОВНЫХ ПРОЦЕССОВ СУББУРИ
В ХОДЕ СУПЕРБУРИ 29.10.2003 г.**

А.А. Шейфлер, М.В. Толочко, В.М. Мишин

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

**SEQUENCE OF MAIN PROCESSES OF THE SUBSTORM
DURING THE SUPERSTORM OF 29 OCTOBER 2003**

A.A. Sheyfler, M.V. Tolochko, V.M. Mishin

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

Работа посвящена уникальному по уровню возмущенности событию – супербуре 29 октября 2003 г. с индексом $AE_{max} > 4000$ нТл. В ходе этого события датчики многих приборов на спутниках вышли из строя, поэтому сколько-нибудь полное описание названной супербури отсутствует в литературе. В связи с этим мы использовали технику инверсии магнитограмм (ТИМ), созданную в ИСЗФ. С шагом 1–5 мин был вычислен набор основных параметров глобальных электродинамических процессов в системе ионосфера–магнитосфера и выполнено полуколичественное описание развития этих процессов в интервале 4–9 UT 29.10.2003 г. Полученные результаты сопоставлены с ожидаемыми по существующей теории магнитосферных бурь.

This work is dedicated to the disturbance event – superstorm October 29, 2003 with a unique high level of index $AE_{max} > 4000$ nT. During this event, sensors of many instruments on satellites were out of order. Therefore a more or less complete description of the named superstorm is absent in the literature. In this regard, we used the the magnetogram inversion technique, MIT method that was created in ISTP. With the steps 1–5 minutes, the set of basic parameters of the global electrodynamic processes in the ionosphere-magnetosphere was calculated and a semi-quantitative description of these processes in the interval 4–9 UT, 29.10.2003 was performed. The results have been compared with those expected in the current theory of magnetospheric storms.

**ДИНАМИКА МАГНИТНОГО ПОТОКА ДОЛЕЙ ХВОСТА МАГНИТОСФЕРЫ ЗЕМЛИ
В ХОДЕ СУПЕРБУРИ 29.10.2003 г.**

А.А. Шейфлер, М.В. Толочко, В.М. Мишин

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

**MAGNETIC FLUX DYNAMICS IN TAIL LOBES OF THE EARTH'S MAGNETOSPHERE
DURING THE SUPERSTORM OF 29 OCTOBER 2003**

A.A. Sheyfler, M.V. Tolochko, V.M. Mishin

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

Магнитный поток долей хвоста определяет значение потока электромагнитной энергии, поступающего в геомагнитосферу из солнечного ветра. Вопрос о линейном или нелинейном росте Ψ при увеличении активного электрического поля солнечного ветра E_m активно обсуждается в литературе, но пока не решен. Напри-

мер, по данным Шухтиной и др. (2009) Ψ увеличивается линейно на $\sim 6 \cdot 10^8$ Вб с ростом E_m на каждые 5 мВ/м, тогда как согласно Лопец (2009) вблизи уровня $1 \cdot 10^9$ Вб наступает насыщение Ψ .

В статьях, опубликованных в последние 10 лет, описаны бури в диапазоне $E_m \leq 5$ мВ/м. В отличие от этого мы использовали данные по супербуре 29.10.2003 г. с максимальным значением $E_m > 10$ мВ/м. Анализ выполнен на основе метода ТИМ, созданного в ИСЗФ, который позволяет определять значения Ψ на основе карт продольных токов, получаемых с шагом ~ 1 мин и погрешностью порядка 10 %. Наши данные подтверждают насыщение на уровне $\Psi \geq 1.25 \cdot 10^9$ Вб при $E_m \geq 5$ мВ/м.

The tail lobes magnetic flux Ψ determines variations of the electromagnetic energy flux entering into the Earth's magnetosphere from the solar wind. However, there are contradictions in literature on linear or nonlinear Ψ growth with an increasing of the solar wind active electric field E_m . For example, Shukhtina et al. (2005) had found a linear dependence of $\Psi(E_m)$, where Ψ is increased linearly by $\sim 6 \cdot 10^8$ Wb with growth of E_m by each 5 mV/m, but according to Lopez (2009) near level $10 \cdot 10^8$ Wb at $E_m \leq 5$ mV/m saturation of Ψ takes place.

In all above papers, the storms in the range $E_m \leq 5$ мВ/м were investigated. In contrast, we used the 29.10.2003 superstorm data with $E_m > 10$ мВ/м. The analysis is performed on the basis of MIT method that is created in the ISTP and allows determining the Ψ values by using the maps of the field-aligned currents with the steps 1 minute and errors ~ 10 %. Our data support the saturation at $\Psi \geq 1.25 \cdot 10^9$ Wb and $E_m \geq 5$ мВ/м.

ВАРИАЦИИ НЕЙТРАЛЬНОГО ВЕТРА В СРЕДНИХ ШИРОТАХ НА ВЫСОТАХ F2-СЛОЯ ИОНОСФЕРЫ В ПЕРИОД НИЗКОЙ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

А.А. Щербаков, А.В. Медведев, Д.С. Кушнарев

Институт солнечно-земной физики, Иркутск, Россия
scherbakov@iszf.irk.ru

VARIATIONS OF NEUTRAL WINDS IN THE F2 LAYER AT MIDDLE LATITUDES DURING LOW SOLAR ACTIVITY

A.A. Shcherbakov, A.V. Medvedev, D.S. Kushnarev

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

В исследованиях фундаментальных проблем физики ионосферы всегда большое внимание уделялось данным наблюдений в периоды низкой солнечной активности. Длительное «спокойное» состояние ионосферы дает возможность уточнить существующие представления о регулярных суточных и сезонных вариациях фонового нейтрального ветра. Период 2008–2009 гг. с этой точки зрения стал уникальным в истории аппаратных наблюдений, интервал крайне низкой активности Солнца охватил все сезоны года. Проведенные в этот период серии длительных непрерывных измерений на Иркутском радаре некогерентного рассеяния (ИРНР) позволили нам получить экспериментальные данные о закономерностях поведения ионосферных параметров с высокой статистической достоверностью.

В докладе представлено исследование длинных непрерывных рядов данных по скоростям дрейфа ионизированной компоненты плазмы вдоль луча зрения радара, приведены расчеты скоростей нейтрального меридионального ветра, а также скорости амбиполярной диффузии на высотах F2-слоя. Проанализирована среднесуточная динамика по сезонам года. Проведено сопоставление с результатами, полученными на других среднеширотных установках некогерентного рассеяния, а также с результатами моделирования.

In studies of the fundamental problems of the ionosphere physics has always paid much attention to the observational data during the low solar activity. Long "quiet" state of the ionosphere makes it possible to more accurately assess the current views on the regular daily and seasonal variations of the background neutral wind. Period 2008–2009, from this point of view, was unique in the history of hardware observations, the extremely low solar activity interval covered all seasons. Conducted during this period series of long continuous measurements at the Irkutsk Incoherent Scatter Radar (IRNR), allowed us to obtain experimental data concerning the behavior of ionospheric parameters with high statistical certainty. Thus, the report presents a study of long continuous series data of ionized component drift velocities along the radar line of sight, given the calculations of the neutral meridional wind velocities, as well as the rate of ambipolar diffusion on the heights of F2 layer, obtained by IRNR at low solar activity period at 2008–2009. Analyzed the average dynamics in each season of year. A comparison with results obtained in other mid-latitude incoherent scatter facilities, as well as with the simulation results, is shown.

**РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ГЕОМАГНИТНЫХ МИКРОПУЛЬСАЦИЙ
ЗА ПЕРИОД 1997–2011 г.**

М.А. Якимук, С.А. Колесник

Томский государственный университет, Томск, Россия
yua@mail.tsu.ru

RESULTS OF MONITORING OF GEOMAGNETIC MICROPULSATIONS FROM 1997 TO 2011

M.A. Yakimuk, S.A. Kolesnik

Tomsk State University, Tomsk, Russia

Геомагнитные пульсации представляют собой короткопериодные колебания геомагнитного поля и характеризуются квазипериодической структурой, занимая диапазон частот от тысячных долей герца до нескольких герц. В работе рассматриваются микропульсации геомагнитного поля типов Pc1–Pc5, зарегистрированные в Томске в период с 1997 по 2011 г. в режиме непрерывного мониторинга. С помощью спектральной обработки были получены колебания, из которых выявлялись устойчивые микропульсации заданных типов. Из частоты появления микропульсаций определено воздействие солнечной активности, времени суток и сезона года на микропульсации.

Geomagnetic pulsations represent short-period fluctuations of a geomagnetic field and are characterized by quasi-periodic structure, occupying a range of frequencies from thousand shares of hertz to several Hertz. In work micropulsations of a geomagnetic field of types Pc1–Pc5, fixed in the city of Tomsk from 1997 for 2011 in a mode of continuous monitoring are considered. By means of spectral processing fluctuations from which steady micropulsations of the set types came to light have been received. From frequency of occurrence of micropulsations have defined influence of solar activity, time of days and a season of year on a micropulsation.