

КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

СЕКЦИЯ С

ДИАГНОСТИКА ЕСТЕСТВЕННЫХ НЕОДНОРОДНЫХ СРЕД И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

ПРИМЕНЕНИЕ РОБАСТНОГО КРИТЕРИЯ КАЧЕСТВА ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ РЯДОВ КРИТИЧЕСКИХ ЧАСТОТ СЛОЯ F2

И.А. Белашова, В.В. Бочкарев

Казанский федеральный университет, Казань, Россия
inkin91-91@mail.ru

APPLICATION OF A ROBUST CRITERION FOR FILTERING SERIES OF CRITICAL FREQUENCIES

I.A. Belashova, V.V. Bochkarev

Kazan Federal University, Kazan, Russia

Одним из методов исследования ионосферы является метод вертикального зондирования, позволяющий получить значения критических частот ионосферных слоев. Анализ ионограмм позволяет получить эти временные ряды, прежде всего f_oF2 . Исследование колебаний f_oF2 дает информацию о волновых процессах в ионосфере. Выделение квазипериодических вариаций осложняется характером их вероятностного распределения. В настоящее время фильтрация является широко используемым методом обработки данных. Частотная фильтрация изучена довольно хорошо, и существует множество алгоритмов и методов такой фильтрации (спектральный анализ). Становится популярной также основанная на статистической значимости фильтрация, простейшим примером которой является пороговая вейвлет-фильтрация, где критерием качества является минимум среднеквадратичной ошибки. Такой критерий дает отличные результаты для данных, распределение вероятностей которых описывается гауссовским законом. К сожалению, для данных с иным распределением такой подход может быть некорректным. Таким образом, разработка универсального устойчивого критерия становится актуальной проблемой. Одним из наиболее известных универсальных критериев является метод максимального правдоподобия, который, однако, требует знания вида распределения для записи критерия качества. Здесь возникают две ключевые сложности: 1) распределение не всегда бывает известно; 2) довольно сложно записать функцию качества для некоторых видов распределения. Такую сложность можно обойти, используя в качестве критерия качества критерий, не зависящий от вида распределения. Одним из таких критериев является критерий серий — в данном случае использовался критерий Рамачандрана—Ранганатана. Фильтрация в этом случае будет основана на критерии минимума такой суммы квадратов длин серий, умноженных на число таких серий, в предположении, что случайные события не организуют длинные серии, тем самым позволяя отделить значимые сигналы от случайных. Для минимизации ошибки предлагается использовать генетические алгоритмы — один из стохастических методов оптимизации. Для сравнения методов фильтрации моделировались ряды с различным распределением шумовой составляющей. Результаты фильтрации разными методами показали преимущество сериального критерия над критерием минимальной среднеквадратичной ошибки. С помощью данных алгоритмов фильтрации обрабатывались также критические частоты с целью выделения квазипериодических вариаций, свидетельствующих о волновых процессах в ионосфере. Были использованы данные ионозонда «Циклон», работающего в режиме с повышенным временем разрешения. Результаты подтвердили преимущество сериального критерия.

The vertical sounding method is one of the ionosphere methods, which make it possible to obtain the values of critical frequencies of ionospheric layers. Ionograms analysis gives time series of critical frequencies of ionospheric layers, first of all, foF2 layer. Fluctuations research of foF2 layer allows to obtain information on wave processes in the ionosphere. Allocation of quasiperiodic variations is complicated by the nature of their probabilistic distribution. Nowadays filtering is widely used as a method of data processing. Frequency filtering has been studied quite well, and there are many algorithms and methods of such filtering (spectral analysis). However, at the present time, filtering, based on statistical significance is becoming popular, the simplest example of which is wavelet filtration, where the criterion of quality is the minimum root-mean-square error. Such a criterion gives excellent results for data whose probability distribution is described by a Gaussian law. Unfortunately, for data with a different distribution, this approach may not be correct. So, the development of a universal sustainable criterion becomes an urgent problem. One of the most famous universal criterion is the maximum likelihood method, which, however, requires knowledge of the type of distribution for recording the quality criterion. Here there are two key difficulties: 1) distribution is not always known; 2) it is rather difficult to record the quality function for some types of distribution. Such complexity can be circumvented, using as a criterion of quality a criterion that does not depend on the type of distribution. The series criterion is one of them—in this case the Ramachandran–Ranganatan. The filtering in this case will be based on the minimum amount of squared series length multiplied by the number of such series, assuming, that random events do not organize long series, thereby allowing to separate meaningful signals from random ones. To minimize the error, it is suggested to use genetic algorithms — one of the stochastic optimization methods. To compare the filtration methods, the series were modeled, with different distribution of the noise component. The results of filtering by different methods showed the advantage of the serial criterion over the criterion of the minimum mean square error. Also, these algorithms were used for filtration of critical frequencies of vertical sounding to separate quasiperiodic variations demonstrating wave processes in an ionosphere. Data of the ionozond “Cyclone” working in the mode with raised resolving time were used. Results of such research also showed advantage of serial criteria.

МОДЕЛИ НАНОКЛАСТЕРОВ, СОЗДАНЫХ ИОНИЗИРУЮЩИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ, СОСТОЯЩИХ ИЗ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ДЕФЕКТОВ И ЦЕНТРОВ ОКРАСКИ ВО ФТОРИДЕ ЛИТИЯ

¹В.А. Заяханов, ²А.С. Мысовский, ³Л.И. Брюквина, ¹Н.А. Иванов

¹Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия
zaiahanov@gmail.com

²Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, Иркутск, Россия

³Иркутский филиал Института лазерной физики СО РАН, Иркутск, Россия

MODELS OF NANOCCLUSERS FORMED BY IONIZING RADIATION AND CONSISTING OF MOLECULAR DEFECTS AND COLOR CENTERS IN LITHIUM FLUORIDE

¹V.A. Zavakhanov, ²A.S. Mysovsky, ³L.I. Bryukvina, ¹N.A. Ivanov,

¹Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

²A.P. Vinogradov Institute of Geochemistry SB RAS, Irkutsk, Russia

³Irkutsk Branch of the Institute of Laser Physics SB RAS, Irkutsk, Russia

Известно, что кристаллы LiF с люминесцирующими центрами окраски широко применяются в дозиметрии, лазерной физике, а также в создании микро- и наноустройств, полученных с помощью фемтосекундных лазерных импульсов. Свойства центров окраски определяются примесями, намеренно вводимыми в кристалл. В настоящее время природа

нанокластеров из центров окраски и продуктов радиолитиза примесей остается дискуссионной. Моделирование, проведенное нами с помощью программы PC GAMESS, позволило определить состав радиационно-созданного нанокластера и расположение в кристаллической решетке структурных единиц кластера — молекулы HF, Fi° , F-центра и иона OH^{-} . Исследована стабильность конфигурации комплекса с H-связью $OH^{-} \dots Fi^{\circ}$ в решетке LiF.

It is known that LiF crystals with luminescent color centers are widely used in dosimetry, laser physics, as well as in the creation of micro- and nanodevices obtained by means of femto-second laser pulses. The properties of the color centers are determined by impurities that are purposely introduced into the crystal. At present, the nature of nanoclusters of color centers and radiolysis products of impurities remains controversial. The simulation we carried out with the PC GAMESS program allowed us to determine the composition of the radiation-generated nanoclusters and the arrangement in the crystal lattice of cluster structural units — HF molecule, Fi° ion, F center and OH^{-} ion. It is investigated of the stability of the configuration of the H-bond complex $OH^{-} \dots Fi^{\circ}$, in the LiF lattice.

РЕЗОНАНСНЫЙ ДАТЧИК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОСФЕРНОЙ ПЛАЗМЫ И ЕЕ ФЛУКТУАЦИЙ НА МИКРО- И НАНОСПУТНИКАХ

А.Г. Галка, Д.В. Янин, А.В. Костров

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

THE RESONANT PROBE FOR MEASURING IONOSPHERIC PLASMA DENSITY AND ITS FLUCTUATIONS ON MICRO- AND NANOSATELLITES

A.G. Galka, D.V. Yanin, A.V. Kostrov

The Institute of Applied Physics RAS, Nizhny Novgorod, Russia

Разработан резонансный датчик для измерения концентрации ионосферной плазмы и ее флуктуаций на микро- и наноспутниках. Диагностика основана на измерении диэлектрической проницаемости плазмы с помощью резонатора на базе четвертьволнового отрезка двухпроводной линии. Проведена экспериментальная апробация датчика на плазменном стенде «КРОТ» в масштабе 1:1. Показано, что диапазон измеряемых концентраций составляет $10^3-10^6 \text{ см}^{-3}$, что характерно для ионосферной плазмы на высотах 400–500 км.

The resonant probe for measuring ionospheric plasma density and its fluctuations on micro- and nanosatellites has been developed. The method is based on measuring of plasma dielectric permeability by means of the quarter wave resonator on a two-wire line section. Experimental approbation of the sensor was performed on KROT plasma device in 1:1 scale. It was shown that the range of the measuring density is $10^3-10^6 \text{ cm}^{-3}$ that is typical for ionospheric plasma at the altitudes of 400–500 km.

ДИНАМИКА ЭЛЕКТРОНА В ПОЛЕ ТЕМ-ВОЛНЫ

Ю.Н. Григорьев, А.Ю. Зелинский, В.О. Шпагина

Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт», Харьков, Украина
valiashpagina@mail.ru

DYNAMICS OF ELECTRON IN TEM WAVE FIELD

Yu.N. Grigoryev, A.Yu. Zelinsky, V.O. Shpagina

National Science Center “Kharkov Institute of Physics and Technology”, Kharkov, Ukraine

Решению дифференциальных уравнений движения электрона в электромагнитном поле методами классической электродинамики посвящено большое число исследований.

Предлагаемая работа отличается тем, что при получении решения уравнения движения электрона в поле ТЕМ-волны в лабораторной системе координат используется теория почти периодических функций. Это дает возможность получить точные формулы координат и скорости электрона в виде явных функций времени. Полученные формулы пригодны для исследования динамики электрона в поле волны как малой, так и большой интенсивности. Приведены формулы проекций скорости электрона на оси координат в поле ТЕМ-волны, являющиеся функциями обобщенной фазы волны, полученные в результате интегрирования дифференциального уравнения движения электрона.

A great number of studies deals with solution of differential equations associated with electron motion in electromagnetic field using methods of classical electrodynamics. The proposed work differs in that, when getting the solution of equation of electron motion in TEM wave in laboratory coordinate system, the theory of almost periodic functions is used. This gives us an opportunity to get precise formulas of electron coordinates and rate in a form of explicit functions of time. The received formulas are suitable for analyses of electron dynamics in the fields of both low and high field intensity. The formulas are given for electron rate projections on coordinate axes in TEM wave field, which are the functions of the wave generalized phase, and were received as a result of integration of dynamics differential equation.

**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИОНОЗОНД НА ОСНОВЕ SDR-ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ НАКЛОННОГО И ВЕРТИКАЛЬНОГО ОДНОПОЗИЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ С DSSS-, FMCW- И FMICW-СИГНАЛАМИ**

Д.В. Иванов, В.А. Иванов, А.А. Елсуков, В.В. Овчинников

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

**SDR BASED FLEXIBLE IONOSONDE FOR OBLIQUE
AND VERTICAL SINGLE-POSITION IONOSPHERE SOUNDING USING DSSS,
FMCW AND FMICW SIGNALS**

D.V. Ivanov, V.A. Ivanov, A.A. Elskov, V.V. Ovchinnikov

Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia

Ионозонд является одним из основных инструментов, используемых для определения состояния ионосферы. В зависимости от режима работы (наклонного или вертикального) с целью обеспечения максимальной энергетической эффективности применяются различные сложные сигналы, такие как DSSS, FMCW и FMICW. Каждый из этих сигналов обладает своими преимуществами и недостатками. В данной работе решалась задача создания универсального ионозонда с применением сигналов данных типов. Рассмотрены частотные и временные характеристики сигнала и накладываемые на них ограничения в задаче получения максимальной энергии зондирующего сигнала при минимальной мощности передачи. Разработанный ионозонд реализован по технологии SDR на универсальной приемопередающей платформе USRP N210 и использует одну антенну для передачи и приема сигнала в вертикальном режиме.

Ionosonde is one of the main instrument used to determine the state of the ionosphere. Depending on the mode of operation (oblique or vertical), various complicated signals such as DSSS, FMCW and FMICW are used to provide maximum energy efficiency. Each of these signals has its advantages and disadvantages. In this paper, the problem of creating a universal ionosonde with the application of signals of these types was solved. The frequency and time characteristics of the signal and the confines imposed on them in the problem of obtaining the maximum energy of the probe signal with a minimum transmission power are considered. The devel-

oped ionosonde is implemented using SDR technology on the USRP N210 universal transceiver platform and uses one antenna to transmit and receive the signal in vertical mode.

**АЛГОРИТМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЛЕЗНОГО СИГНАЛА
НА ФОНЕ ПОМЕХ И ИХ ВЕРИФИКАЦИЯ
ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО ИОНОЗОНДА,
СОЗДАННОГО ПО SDR-ТЕХНОЛОГИИ**

¹Д.В. Иванов, ¹В.А. Иванов, ¹Н.В. Рябова, ²М.И. Рябова, ¹В.В. Овчинников

¹Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия
v.o.1910@mail.ru

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

**THE USEFUL SIGNAL DETECTION ALGORITHMS
ON THE INTERFERENCE BACKGROUND
AND THEIR VERIFICATION FOR SDR BASED DIGITAL IONOSONDE**

¹D.V. Ivanov, ¹V.A. Ivanov, ¹N.V. Ryabova, ²M.I. Ryabova, ¹V.V. Ovchinnikov

¹Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia

²Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Исследование ионосферы ставит перед собой ряд важнейших задач, решение которых невозможно без организации автоматизированной обработки информации. Основным источником информации о состоянии ионосферы является ионограмма. Значимым этапом в осуществлении диагностики ионосферного ВЧ-радиоканала является предварительная (первичная) обработка ионограмм. Поскольку в общем случае на входе приемника наблюдается смесь полезного сигнала, некоторого шума и помех разной природы, то для автоматического считывания с ионограммы радиотехнических параметров радиолинии необходима ее очистка от шумовых составляющих. Таким образом, возникает проблема оптимального приема сигналов, под которым понимается обеспечение максимально возможного подавления помех различной природы и шумов. Для ее решения необходимо разработать алгоритмы оптимального обнаружения и выделения полезного сигнала.

The study of the ionosphere faces series of important tasks, the solution of which is impossible without automated data processing. Ionogram is the primary data source about the state of the ionosphere. Preliminary (primary) processing of ionograms plays an important role in the diagnostics of the ionospheric HF radio channel. In general case a mixture of a useful signal, some noise and various interferences of a different nature are supplied to a receiver input. It is necessary to clean noise and interference components from ionogram for obtaining radio link parameters. Thus, there is a problem of signal optimal receiving, which means providing the maximum possible suppression of interference of various nature and noise. Thus, it is necessary to develop algorithms for signal optimal detection and extraction.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ СИГНАЛОВ
ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ ПО ДАННЫМ РАДАРА ЕКВ ИСЗФ СО РАН**

И.А. Лавыгин, В.П. Лебедев, К.В. Гркович, О.И. Бернгардт

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

**ANALYSIS OF THE FINE STRUCTURE OF BACKSCATTERED SIGNALS
OBTAINED AT EKB ISTEP SB RAS RADAR**

I.A. Lavygin, V.P. Lebedev, K.V. Grkovich, O.I. Berngardt

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

В работе представлены результаты исследования формы рассеянного сигнала по данным когерентного декаметрового радара ЕКВ ИСЗФ СО РАН. Изучена фазовая структура и параметры сигналов, рассеянных как от земной поверхности, так и от ионосферы. Проведен анализ динамики характеристик рассеянного сигнала — амплитудно-фазовых и корреляционных. Анализ проводился с использованием методов когерентного накопления. Анализировались параметры одиночных реализаций и их коротких серий.

We present results of an investigation of the scattered signals shape based on the coherent decameter ISTP SB RAS EKB radar data. We studied the phase structure and parameters of scattered signals both from the Earth surface and from the ionosphere. We analyzed the dynamics of the scattered signal characteristics, both phase-amplitude and correlational ones. We used coherent accumulation methods for the analysis. We analyze the parameters both for single sounding and for short series of soundings.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ДИСПЕРСНЫХ ПАРАМЕТРОВ АЭРОЗОЛЬНЫХ СРЕД
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТУРБИДИМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА**

Э.А. Мецлер, С.С. Титов, А.А. Павленко

Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН, Бийск, Россия
mezlered@mail.ru

**THE DEVELOPMENT OF METHODOLOGY OF DETERMINING
DISPERSE PARAMETERS OF AEROSOL MEDIA
BY TURBIDIMETRIC METHOD**

E.A. Metsler, S.S. Titov, A.A. Pavlenko

Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies SB RAS, Biysk, Russia

Работа направлена на развитие и модификацию турбидиметрического метода путем перехода от использования непрерывного спектра к набору дискретных длин волн зондирующего излучения. К основным преимуществам такой модификации метода относятся возможность исследования оптически плотных сред и возможность диагностики дисперсных сред с увеличенной длиной оптического пути. При переходе на ограниченное число длин волн зондирующего излучения возникает неопределенность при восстановлении функции распределения частиц по размерам, связанная с привлечением меньшего количества измерительных данных по исследуемой среде. Для уменьшения этой неопределенности вводится промежуточный этап, который заключается в определении осредненного размера исследуемой среды. В работе представлена методика восстановления функции распределения нано- и субмикронных частиц по размерам двухфазных сред. Приведены результаты исследований по определению динамики среднего объемно-поверхностного диаметра частиц водного аэрозоля, функции распределения частиц по размерам и массовой концентрации частиц.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 17-79-20193).

The work is directed at the development and modification of the turbidimetric method by going to the continuous spectrum to the discrete set of wavelengths of the probing radiation. The main advantages of this modification method are the possibility of studying optically dense media and the possibility of diagnostics of disperse media with increased optical path length. In passing from to the limited number of wavelengths of the probing radiation, the uncertainty in the reconstruction of the size distribution functions associated with the involvement of a smaller number of measurement data on the studied environment. To reduce this uncertainty, the usual intermediate stage which consists in determining the average size of the investigated medium.

The paper presents methods of recovery of distribution function of nano and submicron particle size of two-phase media. The results of research to determine the dynamics of the Sauter mean diameter of a water aerosol, the size distribution functions and mass concentration of particles.

The work is executed at financial support of Russian Science Foundation (project No. 17-79-20193).

ПОЛЯРИЗУЕМОСТЬ ИЗОЛИРОВАННЫХ ФУЛЛЕРЕНОВ

Е.Ю. Панкратьев, Р.В. Хатымов

Институт физики молекул и кристаллов Уфимского научного центра РАН, Уфа, Россия
evgeniy@pankratyeв.com

POLARIZABILITY OF ISOLATED FULLERENES

E.Yu. Pankratyev, R.V. Khatymov

Institute of Molecule and Crystal Physics of Ufa Research Center RAS, Ufa, Russia

В квантово-химическом приближении PBE/3 ζ (ПРИРОДА 16) изучены термодинамически наиболее стабильные или приближающиеся к ним изомеры фуллеренов C₂₀–C₇₂₀ в синглетном электронном состоянии. Общий набор данных хорошо описывается квадратичной зависимостью. Однако из нее выпадают три точки, отвечающие C₂₆₀, C₃₂₀, C₅₀₀, основное состояние для которых является триплетным. Также выделяется ограниченный участок C₂₀–C₁₂₀, который можно охарактеризовать линейной функцией.

The most thermodynamically stable or related fullerene isomers C₂₀–C₇₂₀ in the singlet electronic state were studied within quantum chemistry approach PBE/3 ζ (PRIRODA 16). The general data set is well described by a quadratic relationship. However, three points, corresponding to C₂₆₀, C₃₂₀, and C₅₀₀, whose ground state is triplet, are outside from this relationship. There is a limited section for C₂₀–C₁₂₀ characterized by a linear function.

ПЕНТАКВАРКИ СО СКРЫТЫМ ОЧАРОВАНИЕМ В МОДЕЛИ СКИРМА

¹Ю.Ю. Пантелеева, ¹И.А. Перевалова, ²М.В. Поляков

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
panteleevajuliy@mail.ru

²Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова, Санкт-Петербург, Россия

PENTAQUARKS WITH HIDDEN CHARM IN THE SKYRME MODEL

J.Yu. Panteleeva, I.A. Perevalova, M.V. Polyakov

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

²B.P. Konstantinov Saint Petersburg Nuclear Physics Institute, Saint Petersburg, Russia

13 июля 2015 г. коллаборация LHCb сообщила об открытии необычных связанных состояний, состоящих из пяти кварков. Ранее такие состояния экспериментально не наблюдались, в связи с чем в настоящее время не существует их общепринятого теоретического описания. В данной работе мы предлагаем одну из возможных теоретических моделей, объясняющих существование пентакварка.

В нашем подходе пентакварк рассматривается как связанное состояние чармония $\psi(2S)$ и некоторого бариона (в случае обнаруженного на LHCb пентакварка — протона). Мы предлагаем теоретическое описание механизма их связывания в терминах хромоматричной поляризуемости чармония и тензора энергии–импульса бариона, вычисленного в модели Скирма. Таким образом, мы можем не только описать уже обнаруженный в эксперименте пентакварк, но и предсказывать другие возможные

связанные состояния пяти кварков. В настоящей работе мы делаем предсказание существования связанного состояния чармония с октетом и декуплетом барионов.

On 13 July 2015, the LHCb collaboration reported about detection of some extraordinary binding states, which consisted of five quarks. Before such states were not observed experimentally, so, there was not their generally accepted theoretical description now. In this report we have proposed the one of the possible theoretical models that describes pentaquarks.

In our approach the pentaquark is considered as the bound state of charmonium $\psi(2S)$ and some baryon (in the case of detected pentaquarks the baryon is proton). We propose the theoretical description of their binding mechanism in terms of the chromoelectric polarizability of charmonium and baryon energy momentum tensor calculated in the Skyrme model.

In this way we can not only describe detected pentaquark but also predict other possible bound states of five quarks. In this report we make a prediction of possible bound states of charmonium with the octet and the decuplet of baryons.

**ГРУППИРОВКА БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ИНФОРМАЦИИ
ПО ВЫЧИСЛЯЕМЫМ ПРИЗНАКАМ
С ПОМОЩЬЮ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ**

Ю.В. Пенских

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

**GROUPING OF LARGE INFORMATION VOLUMES
BY CALCULATED CRITERIA USING RELATIONAL DATA BASES**

Yu.V. Pensikh

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

При работе с большими объемами информации часто возникает необходимость сгруппировать данные по каким-либо признакам, определить количество элементов в группе, их сумму, среднее значение и т. п. В данном исследовании задача классификации решалась с помощью реляционной базы данных. При этом группировка в базе данных не по скалярным, а по вычисляемым полям затруднительна. Для обхода этого ограничения был предложен способ предварительного расчета классифицирующих признаков, описаны преимущества использования данного подхода. Данная методика апробирована для группировки 250 суток минутных данных наземной сети магнитометров по узлам сетки в системе координат широта — местное геомагнитное время с одновременной группировкой по уровням активности AE -индекса.

When operating large information volumes, one often has to classify data into groups by some criteria, to determine the number of elements in the group, their sum, mean value, etc. In this study, I solve the classification problem through a relational data base. In doing so, it is difficult to group not by scalar, but by calculated fields within a data base. To bypass this restriction, I propose a method to preliminary calculate the classifying criteria, and describe the advantages of using this approach. This technique is tested for a group involving 250 days of 1-minute data from the ground-based network of magnetometers by hubs in the latitude-local geomagnetic time coordinate system with a simultaneous grouping by the AE -index activity levels.

**ЛЧМ-ПРИЕМНИК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ СИСТЕМ**

А.В. Подлесный

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

WITH THE USE OF SOFTWARE DEFINED RADIO CHIRP RECEIVER

A.V. Podlesnyi

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

Приводятся описание и основные характеристики приемника ЛЧМ-сигналов с использованием программно-определяемых систем, разработанного в ИСЗФ СО РАН. Обсуждается опыт эксплуатации данных приемников в составе сети ЛЧМ-зондирования ИСЗФ СО РАН.

Described the main characteristics chirp signals SDR receiver developed in ISTP. The experience of operating these receivers as part of the chirp sounding network of the ISTP SB RAS of the SB RAS is discussed.

**СТАТИСТИКА ИЗМЕНЕНИЯ АЗИМУТАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ГЕОАКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ
В СВЯЗИ С ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ НА КАМЧАТКЕ**

А.А. Солодчук

Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Паратунка, Россия
aleksandra@ikir.ru

**STATISTICS OF CHANGES IN AZIMUTHAL DISTRIBUTION
OF HIGH-FREQUENCY GEOACOUSTIC EMISSION
ASSOCIATED WITH KAMCHATKA EARTHQUAKES**

A.A. Solodchuk

Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation FEB RAS, Paratunka, Russia

Для оценки изменения направленности геоакустического излучения на Камчатке у дна оз. Микижа установлена приемная акустическая система на базе комбинированного векторного приемника. На основе полученных данных за период с августа 2008 г. по декабрь 2016 г. исследованы изменения направленности геоакустической эмиссии во время землетрясений. Установлено наличие пред- и постсейсмических аномалий в азимутальном распределении высокочастотной геоакустической эмиссии более чем в 70 % случаев.

To estimate the changes of geoaoustic emission directivity at Kamchatka, a receiving acoustic system based on a combined vector detector was installed by the bottom of Mikizha lake. Based on the data received from August 2008 to December 2016, the changes of geoaoustic emission directivity during earthquakes were investigated. Pre- and post-seismic anomalies in the azimuthal distribution of high-frequency geoaoustic emission were detected in more than 70 % of the cases.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОСАЖДЕНИЯ
МЕЛКОДИСПЕРСНОГО АЭРОЗОЛЯ В АКУСТИЧЕСКОМ ПОЛЕ**

М.Ю. Степкина, А.А. Антонникова

Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН, Бийск, Россия
antonnikova.a@mail.ru

RESEARCH INTO PRECIPITATION OF A FINE AEROSOL IN ACOUSTIC FIELD

M.Yu. Stepkina, A.A. Antonnikova

Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies SB RAS, Biysk Russia

Важной научно-технической проблемой в разных отраслях промышленности является осаждение мелкодисперсных аэрозолей с размером частиц порядка 1–15 мкм (как жидкокапельных, так и твердофазных). Объясняется это тем, что огромные по массе выбросы и аэрозольные образования представляют непосредственную угрозу для здоровья человека и биосферы в целом. Перспективным направлением решения указанной проблемы является создание систем коагуляции и осаждения дисперсных частиц ультразвуковыми колебаниями высокой интенсивности.

Представлены экспериментальные данные по осаждению модельных аэрозольных сред с разными физико-химическими свойствами вещества при изменении внешних условий (температуры и влажности окружающей среды) под действием акустических источников с диапазоном частот колебаний от 2 до 30 кГц и с интенсивностью 120–150 дБ. При этом исследовалась динамика распределения по размерам и концентрации частиц. Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 17-79-10209).

Important scientific and technical problem in different industries is a deposition of fine aerosols with particle size about 1–15 microns (both liquid-phase and solid-phase). It can be explained by the fact that emissions and aerosols, huge on weight, pose an instant threat for health of the person and the biosphere in general. The perspective direction of the solution of the specified problem is creation of systems of coagulation and a deposition of disperse particles by the ultrasonic vibrations of high intensity.

We have presented the experimental data on a deposition of model aerosol medium with different physical and chemical properties of substance at change of external conditions (temperatures and humidities of a surrounding environment) under acoustic sources with a frequency range of 2–30 kHz and intensity 120–150 dB. At the same time the dynamics of distribution by the sizes and particle concentration was investigated. This study was funded by grant from the Russian Science Foundation (Project No. 17-79-10209).

КОМПЛЕКСНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ОСАЖДЕНИЯ ВРЕДНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ ИЗ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

M.Ю. Степкина, О.Б. Кудряшова

Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН, Бийск, Россия
mabric@mail.ru

COMPLEX IMPACT OF ELECTRIC FIELD FOR ACCELERATION OF SEDIMENTATION OF HARMFUL AEROSOLS FROM THE AIR ENVIRONMENT

M.Yu. Stepkina, O.B. Kudryashova

Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies SB RAS, Biysk, Russia

Воздействие электрического поля на мелкодисперсные частицы в воздушном пространстве приводит к ускорению процесса их осаждения, но не во всех случаях. С другой стороны, для сбора вредных аэрозолей из воздушной среды применяют специально распыленные в воздухе порошки сорбента. В данной работе исследуется комплексный подход к задаче осаждения вредных аэрозольных выбросов, заключающийся в электростатическом распылении частиц сорбента с последующим осаждением частиц электрофильтром.

Исследование воздействия электрического поля на процесс осаждения вредных аэрозольных образований в замкнутом пространстве предусматривает физико-

БШФФ-2017. Секция С. Диагностика естественных неоднородных сред и математическое моделирование
математическое моделирование электростатической коагуляции. В теоретическом и экспериментальном исследованиях фиксировались изменения концентрации и дисперсности частиц аэрозоля в измерительном объеме.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант мол_а 16-38-00581).

Impact of the electric field on the fine particles in airspace leads to acceleration of process of their sedimentation, but not in all cases. On the other hand, they apply the sorbent powders which are specially sprayed in air to collecting harmful aerosols from the air environment. In this work we investigate the integrated approach to a problem of sedimentation of harmful aerosol emissions consisting in electrostatic dispersion of particles of a sorbent with the subsequent sedimentation of the particles by the electric precipitator.

The research of impact of electric field on process of sedimentation of harmful aerosol emissions in the closed space provides physical and mathematical modeling of electrostatic coagulation. In theoretical and experimental study we fixed change of concentration and dispersion of particles of an aerosol in measuring camera.

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant mol_а 16-38-00581).

**КОРРЕЛЯЦИОННАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОННЫХ И ИОННЫХ ТЕМПЕРАТУР
ДЛЯ ИРКУТСКОГО РАДАРА НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ**

В.П. Ташлыков, А.В. Медведев

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

**CORRELATION TECHNIQUE TO DETERMINE ELECTRON AND ION
TEMPERATURES FOR IRKUTSK INCOHERENT SCATTER RADAR**

V.P. Tashlykov, A.V. Medvedev

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

В работе предложен подход к решению обратной задачи восстановления температур ионосферной плазмы по корреляционным характеристикам сигнала обратного рассеяния для Иркутского радара некогерентного рассеяния (ИРНР). Описаны этапы решения данной задачи: построение теоретической регрессии для определения температур, построение прямой задачи рассеяния сигнала в ионосфере, а также проведение моделирования для валидации решения обратной задачи, поиска и устранения систематических погрешностей. Приведены результаты обработки экспериментальных данных ИРНР.

In this study, we considered the inverse problem approach to determine ionospheric plasma temperatures over correlation characteristics of backscatter signal for Irkutsk Incoherent Scatter Radar (IISR). The described stages of the problem solution are: theoretical regression for temperatures determination, and direct problem construction for backscatter signal in the ionosphere, and simulation for inverse problem validation, as well as for searching and suppression of systematic errors. The results of the IISR experimental data processing are presented.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВАРИАЦИЙ ПСЕВДОДАЛЬНОСТИ В ГНСС

В.С. Самолига, В.И. Сажин, А.С. Тимофеев

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
wernayk@yandex.ru

MODELING VARIATIONS OF THE PSEUDO RANGE IN THE GNSS

V.S. Samoliga, V.I. Sazhin, A.S. Timofeev

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Проведено моделирование вариаций псевдодальности, измеряемой в глобальных навигационных спутниковых системах (ГНСС), в зависимости от изменений основных параметров формы высотного профиля электронной концентрации $N(z)$ ионосферы. Используется составная модель ионосферы, включающая гауссову форму профиля $N(z)$ на участках высот от 0 до высоты некоторой точки, лежащей выше максимума N . В данной точке гауссова форма профиля $N(z)$ сопрягается с экспоненциальной зависимостью $N(z)$, идущей вплоть до высоты окончания ионосферы. У этой зависимости имеется параметр, определяющий скорость убывания N с ростом высоты, вычисляемый исходя из опорного задаваемого значения Z_c . При моделировании задаются изменения N_{\max} , Z_{\max} и формы профиля выше максимума через изменение Z_c . Оценивается степень влияния одинаковых относительных изменений этих параметров на вариации псевдодальности.

The simulation of variations of the pseudo range measured in global navigation satellite systems (GNSS), depending on changes to basic parameters and shapes of high-rise profile of the electron density $N(z)$ of the ionosphere. Uses a composite model of the ionosphere, including the Gaussian form of the profile $N(z)$ plots of heights from 0 to the height of some point lying above the high of the N . At this point the Gaussian shape of the profile $N(z)$ is mated with the exponential dependence of $N(z)$, going up to the height of the end of the ionosphere. This based on a parameter that determines the rate of decrease of N with height that is calculated based on the reference value specified Z_c . In the simulation set changes N_{\max} , Z_{\max} and shapes of profile above the maximum changes Z_c . Estimated degree of influence of the same relative changes of these parameters on the variation of the pseudo range.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНОВ

Р.М. Тимченко, Т.В. Малыхина, В.О. Шпагина

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Харьков, Украина
timchenkoruslan97@gmail.com

MATHEMATICAL MODELING THE ENERGY SPECTRUM OF FAST NEUTRONS

R.M. Timchenko, T.V. Malykhina, V.O. Shpagina

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

В связи с развитием ядерных технологий существует необходимость экологического мониторинга. Важным этапом разработки приборов для контроля объектов радиационной опасности является моделирование. В работе проведено математическое моделирование энергетического спектра быстрых нейтронов от источника PuBe-239 и сопоставление результатов с данными лабораторных испытаний. Полученные смоделированные характеристики источника нейтронов используются для разработки и исследования тяжелых сцинтилляторов.

The need for environmental monitoring is due to the development of nuclear technologies. Modeling is an important stage in the development of instruments for monitoring radiation hazard facilities. Mathematical modeling the energy spectrum of fast neutrons was carried out in the work, as well as a comparison of results with the data of laboratory tests. The simulated characteristics of the neutron source, obtained as a result, are used to develop and investigation heavy scintillators.

МЕТЕОРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА РАДАРЕ ЕКВ ИСЗФ СО РАН

Р.Р. Федоров, О.И. Бернгардт

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

METEOR OBSERVATION AT EKV RADAR OF ISTP SB RAS

R.R. Fedorov, O.I. Berngardt

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

В работе описано расширение возможностей когерентного радара декаметрового диапазона ЕКВ ИСЗФ СО РАН по диагностике нейтральной атмосферы высот 80–100 км за счет мониторинга метеорного рассеяния в реальном масштабе времени. Данный радар (56.5° N, 58.5° E) обладает сектором обзора около 52°, эффективной дальностью 3000–4500 км и рабочими частотами 8–20 МГц. Сектор обзора поделен на 16 направлений (лучей) шириной порядка 3–6°, разрешение по дальности 15–45 км, время накопления сигнала на одном луче 4–8 с, полное сканирование сектора обзора занимает 1–2 мин. Основной режим работы — сканирование многоимпульсными последовательностями с накоплением корреляционной функции сигнала на каждой радиолокационной дальности и по каждому лучу в отдельности. Основным назначением данного радара является мониторинг динамики ионосферы в полярных широтах, однако он может быть использован для регистрации параметров метеорного эха (рассеяния на метеорных следах) на малых дистанциях (до 600 км) на высотах сгорания метеоров (80–100 км).

Исследование метеорного эха является режимом относительно регулярной работы аналогичных радаров сети SuperDARN. В отличие от стандартных методов диагностики метеорного эха по среднестатистическим характеристикам сигнала с временным разрешением порядка нескольких секунд нами реализован алгоритм поиска метеорных эха по квадратурным компонентам рассеянного сигнала до статистического усреднения с временным разрешением 5–10 мс. Алгоритм основан на поиске пары параметров модели (характерного времени жизни следа и доплеровской скорости эха) из условия наименьшего среднеквадратичного отклонения наблюдаемого рассеянного сигнала от модельного. Поиск производится методом прямого перебора. В результате определяются характеристики метеорного следа: дальность, время жизни и скорость вдоль луча зрения радара. Эти характеристики позволяют судить о динамике нейтральных ветров на высотах сгорания метеоров. Алгоритм работает с данными радара в реальном масштабе времени, запущен на радаре ЕКВ в декабре 2016 г. и в настоящее время является видом регулярной обработки данных радара, а также используется для ретроспективного анализа данных.

Приведен статистический анализ характеристик метеорного эха в период с начала 2016 г. по настоящее время, исследованы его суточные, сезонные и ракурсные зависимости.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОЧАСТОТНЫХ ПРИЕМНИКОВ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ НЕРЕГУЛЯРНЫХ СОБЫТИЙ В ИОНОСФЕРЕ

А.А. Холмогоров, В.Б. Иванов

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
vararagon007@yandex.ru

USING A SINGLE-FREQUENCY RECEIVERS FOR THE REGISTRATION OF IRREGULAR EVENTS IN THE IONOSPHERE

A.A. Kholmogorov, V.B. Ivanov

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

Целью данной работы является исследование возможности одночастотных приемников ГНСС для диагностики ионосферы. Исследование проводилось на примере несколь-

ких крупномасштабных событий, таких как солнечное затмение, мощные землетрясения, взрыв Челябинского метеороида. Показано, что одночастотные приемники позволяют регистрировать нерегулярные события в ионосфере, хоть и с меньшей точностью, чем двухчастотные приемники.

The aim of this study is to investigate the possibility of single-frequency GNSS receivers for diagnostics of ionosphere. The study was carried out on the example of several large-scale events, such as a solar eclipse, powerful earthquakes, and the explosion of the Chelyabinsk meteoroid. It was shown that single-frequency receivers allow recording of irregular events in the ionosphere, though with less accuracy compared to two-frequency receivers.

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАМНО-АППАРАТНОЙ ЧАСТИ
КОЭРЦИТИВНОГО СПЕКТРОМЕТРА**

М.М. Чупин, Р.Р. Латыпов, Д.К. Нурғалиев

Казанский федеральный университет, Казань, Россия
grey2paul@gmail.com

**DEVELOPMENT OF SOFTWARE
AND HARDWARE FOR COERCITIVE SPECTROMETER**

M.M. Chupin, R.R. Latypov, D.K. Nurgaliev

Kazan Federal University, Kazan, Russia

Целью данного проекта является обновление системы управления и блока сбора данных коэрцитивного спектрометра с использованием современной элементной базы. Усовершенствование системы управления позволит улучшить качество обнаружения полезного сигнала, повысить соотношение сигнал/шум, упростить труд оператора системы и практически полностью автоматизировать систему получения и обработки конечных результатов спектрометра.

The aim of this project is modernization of control system and data gathering block of coercive spectrometer based on modern analog and digital elements. Control system upgrade leads to improvement of signal detection quality and increase of signal-to-noise ratio. Therefore, system operator's job would be simplified and complex of receiving and processing final data would be completely automatic.