

УДК 537.5

В. А. Астапенко, С. В. Сажно, Т. К. Бергалиев

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Возбуждение плазмонных резонансов в металлических кластерах ультракороткими электромагнитными импульсами

Рассчитана и проанализирована вероятность поглощения ультракороткого импульса на металлических кластерах в области плазмонного резонанса за все время действия импульса. Рассмотрен случай импульсов с несущей частотой и электромагнитных всплесков (вейвлетов) без несущей частоты. Выявлены особенности временной зависимости вероятности процесса, характерные для малых длительностей импульса.

Ключевые слова: ультракороткий электромагнитный импульс, металлический кластер, скорректированный гауссов импульс, вейвлет-импульс, плазмонный резонанс.

V. A. Astapenko, S. V. Sakhno, T. K. Bergaliyev

Moscow Institute of Physics and Technology (State University)

Excitation of plasmon resonances in the metal clusters by ultrashort electromagnetic pulses

The probability of absorption of an ultrashort pulse by metal clusters in the vicinity of plasmon resonance during the pulse action is calculated and analyzed. (в начале пред. ча-ще определенный арт) The case of pulses with carrier frequency and electromagnetic bursts (wavelets) without carrier frequency is considered too. The features of the time dependence of the process probability, which are characteristic of short pulse durations, are found.

Key words: ultrashort pulse, metal cluster, corrected gaussian pulse, wavelet-pulse, plasmon resonance.

УДК 537.8

*И. Э. Булыженков^{1,2}, С. В. Блинов¹*¹Московский физико-технический институт (государственный университет)²Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН

Об удержании продольных волн внутри протяженного электрона

В парадигме непустого пространства взаимно перекрывающихся протяженных зарядов рассматриваются сферически симметричные волновые модуляции элементарного электрического поля. Сходящиеся к центру и расходящиеся от него продольные волны формируют в равновесном состоянии радиально распределенного электрона стоячие волны, энергия которых может давать вклад в де-бройлевскую термодинамику изолированной частицы. В отличие от переноса энергии поперечными электромагнитными волнами, продольные волны удерживаются в нелокальной элементарной материи, т.е. не передаются другим носителям энергии и не регистрируются напрямую в эксперименте.

Ключевые слова: Продольная волна, непустое пространство, протяженный заряд.

*I. E. Buluzhenkov^{1,2}, S. V. Blinov¹*¹Moscow Institute of Physics and Technology (State University)²Lebedev Physical Institute RAS

Confinement of longitudinal waves within the extended electron

Spherical wave modulations of overlapping extended charges are considered in the nonempty space paradigm. Inward and outward longitudinal waves produce standing waves within the equilibrium radial distribution of the extended electron and these waves can contribute to the De Broglie thermodynamics of an isolated particle. Contrary to energy transfer by transverse waves, longitudinal waves are confined within nonlocal elementary matter and, therefore, they cannot transfer energy to other carriers and they cannot be registered directly in experiments.

Key words: Longitude wave, nonempty space, extended charge.

УДК 536-12

*Ю. А. Фридман¹, К. В. Чукбар^{1,2}*¹Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Соотношения взаимности Онзагера и симметрии пространства, связанные с векторными полями в среде

Рассматривается задача об обращении теорем взаимности для потенциальных и вихревых полей в среде. Формулируется и доказывается геометрический принцип взаимности, позволяющий сделать вывод о взаимной обусловленности свойств симметрии тензоров, связывающих термодинамические потоки и силы в однородной среде, и симметрий пространственного характера. Рассмотрение проводится как для гамильтоновых, так и для диссипативных систем.

Ключевые слова: соотношения взаимности Онзагера, теоремы взаимности, симметричность тензора, тензор проводимости, тензор диэлектрической проницаемости, стационарные процессы, энтропия, энергия поля в среде.

*Yu. A. Fridman¹, K. V. Chukbar^{1,2}*¹National Research Centre «Kurchatov Institute»²Moscow Institute of Physics and Technology (State University)

Onsager's reciprocity relations and space symmetries connected with the vector fields in the medium

The problem of inverting of the reciprocity theorems for the potential and vortex fields is considered. The geometric reciprocity principle stating the interdependence of the symmetrical properties of the tensors relating thermodynamic forces to thermodynamic flows in the homogeneous medium to the space symmetries as in geometry is formulated and proved. Both Hamiltonian and dissipative systems are considered.

Key words: Onsager reciprocity relations, reciprocity theorems, symmetry of a tensor, conductivity tensor, dielectric permeability tensor, stationary processes, entropy, field energy in the medium.

УДК 530.145

Хтейн Лин Чжо, В. П. Крайнов

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Изотопическое смещение электронных уровней гало-ядер

Рассчитаны объемный и массовые изотопические сдвиги при переходе от атомных ядер к гало-ядрам, содержащим один или два нейтрона, находящиеся далеко от исходного атомного ядра.

Ключевые слова: изотопический сдвиг, электронные уровни, атомные ядра, гало-нейтроны.

Htein Lin Tscho, V. P. Krainov

Moscow Institute of Physics and Technology (State University)

Isotope shift of electron levels in halo-nuclei

Volume and mass isotope shifts in the production of halo-nuclei with one or two neutrons, which are far from the initial atomic nucleus, are produced.

Key words: isotopic shift, electron levels, atomic nuclei, halo-neutrons.

УДК 519.688

*A. S. Anikin¹, A. V. Gasnikov^{2,3}, A. Yu. Gornov¹*¹Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН²Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН³Московский физико-технический институт (государственный университет)

О неускоренных эффективных методах решения разреженных задач квадратичной оптимизации

В работе исследуется класс разреженных задач квадратичной оптимизации и его обобщения, на которых будут эффективно работать специальные модификации обычного (неускоренного) прямого градиентного метода с l_1 -нормой и метода условного градиента (Франк–Вульфа).

Ключевые слова: huge-scale оптимизация, разреженность, l_1 -норма, метод Франк–Вульфа.

*A. S. Anikin¹, A. V. Gasnikov^{2,3}, A. Yu. Gornov¹*¹Matrosov Institute for System Dynamics and Control Theory of SB RAS²Kharkevich Institute for Information Transmission Problems of RAS³Moscow Institute of Physics and Technology (State University)

Nonaccelerated efficient numerical methods for sparse quadratic optimization problems and their generalizations

We investigate the primal gradient method with l_1 -norm and the conditional gradient method (both are nonaccelerated methods). We show that these methods can outperform well known accelerated approaches for some classes of sparse quadratic problems. Moreover, we discuss some generalizations.

Key words: huge-scale optimization, sparsity, l_1 -norm, Frank–Wolfe method.

УДК 550.834

О. Я. Войнов¹, В. И. Голубев¹, М. С. Жданов^{1,2}, И. Б. Петров¹

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²University of Utah

Построение метода упругой миграции сейсмических данных в приближении Борна

Ввиду того, что нефть и природный газ являются ключевыми топливными ресурсами, поиск и разведка их месторождений является приоритетной задачей. Для её решения применяются полевые исследования, называемые сейсмической разведкой, задачей которых является восстановление структуры подповерхностного пространства. Огромное значение имеет задача миграции – определение положений отражающих горизонтов по известной опорной модели среды. Для её решения в акустическом приближении разработано множество методов, например, метод Кирхгофа, метод Борна, миграция конечными разностями и т.д.

Целью настоящей статьи являлось исследование сейсмических полей в полной упругой постановке, которая с большей точностью описывает динамические процессы, происходящие в реальных геологических средах. Авторами предложен метод упругой миграции, основанный на приближении Борна для однородной фоновой модели среды. Проведено его тестирование на модели, схожей по структуре отражающих границ с моделью Marmousi, широко используемой для тестирования методов компьютерного моделирования сейсмических процессов.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, сейсмическая разведка, миграция, упругое тело, приближение Борна.

O. Ya. Voinov¹, V. I. Golubev¹, M. S. Zhdanov^{1,2}, I. B. Petrov¹

¹Moscow Institute of Physics and Technology

²The University of Utah

Elastic migration of seismic data using the Born approximation

Due to the fact, that oil and gas are the key fuel resources, the search of their deposits is in a high priority. Field studies called seismic survey are used for solving this problem. The main goal of this procedure is the reconstruction of subsurface area structure. The migration problem – imaging of reflectors and geological horizons using known background model – is crucial. In acoustic case there are a lot of methods for solving this problem: Kirchhoff, Born, finite-difference migration, etc.

The goal of this article is the analysis of seismic fields in full elastic approach which more precisely describes dynamic processes occurred in real geological media. The elastic migration method based on Born approximation was proposed by authors. It was successfully tested on the model similar by the geometry of reflecting boundaries on the Marmousi model that is widely used for verification of computer simulation methods of seismic processes.

Key words: computer simulation, seismic survey, migration, elastic medium, Born approximation.

УДК 519.688

*А. В. Гасников^{1,2,4}, П. Е. Двуреченский^{2,3}, И. Н. Усманова^{1,2}*¹Лаборатория структурных методов анализа данных в предсказательном моделировании (ПреМоЛаб), МФТИ (ГУ)²Институт проблем передачи информации РАН³Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics, Berlin⁴Московский физико-технический институт (государственный университет)

О нетривиальности быстрых (ускоренных) рандомизированных методов

В данной работе предлагаются способы получения ускоренных и неускоренных вариантов рандомизированных покомпонентных методов и неускоренных вариантов методов рандомизации суммы, исходя из оптимальных методов для общих задач (стохастической) выпуклой оптимизации. В работе подчеркивается нетривиальность оценок, полученных для соответствующих ускоренных вариантов этих методов, которые выводятся в статье с помощью недавно предложенной техники каплинга. В отличие от многих других ситуаций, в данном случае не удастся «вытащить», не погружаясь в детали доказательства (должным образом корректируя его), оптимальные методы (оценки) для рандомизированных покомпонентных методов и методов с рандомизацией суммы исходя из оптимальных методов (оценок), применимых к общим задачам стохастической оптимизации.

Ключевые слова: рандомизированные покомпонентные методы, быстрый градиентный метод, рандомизация суммы.

*A. V. Gasnikov^{1,2,4} P. E. Dvurechensky^{2,3} I. N. Usmanova^{1,2}*¹Laboratory of Structural Methods of Data Analysis in Predictive Modeling (PreMoLab), MIPT)²Institute for Information transmission problems RAS³Weierstrass Institute for Applied Analysis and Stochastics, Berlin⁴Department of Mathematical Foundations of Control, DCAM MIPT

On accelerated randomized methods

We show how one can obtain nonaccelerated randomized coordinate descent method (Yu. Nesterov, 2010) and nonaccelerated method of randomization of a sum-type functional (Le Roux–Schmidt–Bach, 2012) from the optimal method for the stochastic optimization problem (SIGMA, Devolder–Glineur–Nesterov–Dvurechensky–Gasnikov, 2014). The main trick is a special restart technique. We consider this trick to be useful in other context. We consider the strongly convex case only. We show that accelerated versions of these methods seem to be nontrivial ones in this context. That is, it is difficult (perhaps impossible) to obtain accelerated versions using the same trick. We also propose a new approach to accelerated coordinate descent methods. This approach is based on the coupling technique (Allen–Zhu–Orrechia, 2015) and allows us: to generalize accelerated coordinate descent methods for conditional optimization problems, obtain the dual solution due to the primal-dual nature, extend the universal method (Yu. Nesterov, 2013) to accelerated coordinate descent methods etc.

Ключевые слова: Accelerated randomized methods, fast gradient method, randomization of sum-type functional.

УДК 519.633

А. М. Иванов, Н. И. Хохлов

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Применение технологий параллельного программирования для систем с общей памятью при решении гиперболических систем уравнений

Рассматривается применение технологий параллельного программирования OpenMP и POSIX Threads для решения гиперболических систем уравнений. Данные технологии предназначены для систем с общей памятью. Кроме этого, рассматривается увеличение производительности при использовании векторных инструкций процессора. Решается задача распространения динамических волновых возмущений в геологической среде в упругой постановке в двумерном случае. Для численного решения используется сеточно-характеристический метод. Исследуется влияние привязки потоков к определенным ядрам процессора в NUMA-системах.

Ключевые слова: математическое моделирование, сеточно-характеристический метод, параллельное программирование, общая память, гиперболические уравнения, векторизация.

*A. M. Ivanov¹, N. I. Khokhlov¹*¹Moscow Institute of Physics and Technology (State University)

Applying parallel programming technologies for shared memory systems to solving hyperbolic PDE

We consider the application of OpenMP and POSIX Threads parallel programming technology to the solution of hyperbolic equations. These technologies are designed for shared memory systems. Also, an increase in productivity due to using vector instructions for processor is considered. The problem is a two-dimensional elastic wave propagation. For the numerical solution the grid characteristic method is used. The effect of the binding threads on specific processor cores in NUMA systems is considered.

Key words: mathematical modelling, grid characteristic method, parallel programming, shared memory, hyperbolic PDE, vectorization.

УДК 519.214

А. В. Крошнин^{1,2}, *А. Н. Соболевский*^{2,3}¹Московский физико-технический институт (государственный университет)²Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН³Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Барицентры Фреше и закон больших чисел для мер на вещественной прямой

В статье рассматривается пространство $\mathcal{P}(\mathbb{R})$ вероятностных мер на вещественной прямой, снабженное транспортным функционалом $J(\mu, \nu)$, порожденным выпуклой ценовой функцией. Для распределения вероятности на $\mathcal{P}(\mathbb{R})$ вводится понятие среднего по отношению к транспортному расстоянию, называемое здесь *барицентром Фреше*, находится явный вид барицентра распределения и доказывается функциональный закон больших чисел для эмпирических барицентров.

Ключевые слова: задача Монжа–Канторовича, одномерный случай, барицентр, закон больших чисел.

A. V. Kroshnin^{1,2}, *A. N. Sobolevski*^{2,3}¹Moscow Institute of Physics and Technology (State University)²Institute for Information Transmission Problems of RAS (Kharkevich Institute)³National Research University «Higher School of Economics»

Fréchet Barycenters and the law of large numbers for measures on the real line

We endow the space $\mathcal{P}(\mathbb{R})$ of probability measures on \mathbb{R} with transportation cost $J(\mu, \nu)$ generated by a translation-invariant convex cost function. For the probability distribution on $\mathcal{P}(\mathbb{R})$ we introduce the notion of average with respect to this transportation cost called the *Fréchet barycenter* here, find an explicit formula for it, prove a version of the law of large numbers for Fréchet barycenters, and discuss the structure of $\mathcal{P}(\mathbb{R})$ with respect to the transportation cost J .

Key words: Monge-Kantorovich problem, one dimensional case, barycenter, law of large numbers.

УДК 519.242.33

Ю. Н. Орлов, С. Л. Федоров

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

Генерация нестационарных траекторий временного ряда на основе уравнения Фоккера–Планка

Разработан метод генерации ансамбля траекторий нестационарного временного ряда, выборочные плотности распределения которого эволюционируют в соответствии с уравнением Фоккера–Планка. Параметры сноса и диффузии в этом уравнении оцениваются по фактическим выборкам фрагментов временного ряда. Построен численный алгоритм, позволяющий тестировать функционал распознавания локального состояния временного ряда для оптимизации решающего правила в условиях нестационарных вероятностей состояний.

Ключевые слова: нестационарный временной ряд, моделирование траекторий, тестирование решающей функции.

Y. N. Orlov, S. L. Fedorov

Keldysh Institute of Applied Mathematics

Nonstationary time series trajectories generation on the basis of the Fokker–Planck equation

The method of nonstationary timeseries trajectory generation is proposed in accordance with the Fokker-Planck equation for the empirical distribution function density. Trend and diffusion parameters are estimated on timeseries samples. The numerical algorithm for pattern recognition functional testing in the nonstationary probability conditions is constructed.

Key words: nonstationary timeseries, trajectories modeling, pattern recognition functional testing.

УДК 517.98, 519.2

*В. Ж. Сакбаев*Московский физико-технический институт (государственный университет)
Российский университет дружбы народов**Меры на бесконечномерных пространствах,
инвариантные относительно сдвигов**

Изучаются меры на банаховых пространствах l_2 и l_∞ , инвариантные относительно сдвигов на произвольные векторы из рассматриваемого банахова пространства. В статье построен конечно-аддитивный аналог меры Лебега – неотрицательная конечно-аддитивная мера λ , определенная на минимальном кольце подмножеств бесконечномерного банахова пространства, содержащем все измеримые бесконечномерные прямоугольники (произведения длин сторон которых сходятся), и являющаяся инвариантной относительно сдвигов на произвольный вектор банахова пространства. Показано, что поскольку группа сдвигов на векторы пространства l_∞ шире группы сдвигов на векторы пространства l_2 , то множество инвариантных мер на пространстве l_2 шире множества инвариантных мер на пространстве l_∞ . Кроме того, показано, что применение процедуры продолжения Каратеодори–Лебега к рассматриваемой конечно-аддитивной мере на пространстве l_∞ (см. [?]) порождает счетно-аддитивную меру, не совпадающую с исходной конечно-аддитивной мерой.

Ключевые слова: Инвариантная мера на банаховом пространстве, конечно-аддитивная мера, продолжение меры по Каратеодори.

*V. Zh. Sakbaev*Moscow Institute of Physics and Technology (State University)
Peoples' Friendship University of Russia**Measures on the infinite dimensional spaces invariant with
respect to shifts**

The translation-invariant measures on the Banach spaces l_2 and l_∞ on any vectors of the space are studied. In this article the finite additive analog of the Lebesgue measure is constructed. The nonnegative finite additive measure λ on the minimal ring of subsets containing any measurable infinite dimensional rectangles (such that the products of the lengths of its branches converge) satisfies conditions of translation-invariance is defined. It is shown that a set of invariant measures on the space l_2 greater than a set of invariant measures on the space l_∞ since the translation-invariance on vectors of the space l_∞ greater than the translation-invariance on vectors of the space l_2 . It is found that the application of Lebesgue–Caratheodory construction to the above invariant finite additive measure on the space l_∞ (see [?]) results in the countable additive measure which does not coincide with the above finite additive measure.

Key words: Invariant measure on Banach space, finite additive measure, dilatation of the measure by Caratheodory.

УДК 531.383-11

С. Ю. Иванов

Московский физико-технический институт (государственный университет)
Центральный научно-исследовательский институт химии и механики им. Д.И. Менделеева

Разработка цифровой электронной подсистемы микромеханического гироскопа с кольцевым резонатором

Рассмотрены принципы разработки системы управления для микроэлектромеханического (МЭМ) гироскопа с кольцевым резонатором с максимально широким применением цифровых технологий. Приведено описание предложенной системы управления и результаты численного моделирования её работы. Показана возможность использования значения частоты первичных колебаний для высокоточного измерения температуры. Представлены результаты испытаний на автоматизированном испытательном стенде макетного образца гироскопа, полностью подтверждающие работоспособность разработанной цифровой системы управления.

Ключевые слова: микроэлектромеханический гироскоп, кольцевой резонатор, система управления, цифровая обработка сигнала, ПЛИС.

S. Yu. Ivanov

Moscow Institute of the Physics and Technology (State University)
Central Research and Development Institute of Chemistry and Mechanics

Development of the digital control system for a microelectromechanical gyroscope with ring resonator

Principles of control system development for a microelectromechanical gyroscope with ring resonator with unboundedly wide usage of digital technologies are described. The description of the proposed control system and results of its numerical modeling are provided. It is shown that the frequency of drive mode motion can be used for precise temperature measurements. Results of gyroscope testing with automated test bench, which fully confirm the functionality of the developed control system, are given.

Key words: microelectromechanical gyroscope, ring resonator, control system, digital signal processing, FPGA.

УДК 532.5.01; 532.5.032; 533.6.011

Г. Б. Сизых

Московский физико-технический институт (государственный университет)

О верификации численных расчетов вихревых течений методом проверки сохранения циркуляции

В общем пространственном случае для течения вязкого газа или жидкости получены удобные для верификации численных расчетов выражения скорости движения контура, по которому сохраняется циркуляция. Показано, что необходимо рассматривать эволюцию как минимум двух по-разному ориентированных контуров.

Ключевые слова: верификация, интегральный инвариант, циркуляция по контуру.

G. B. Sizykh

Moscow Institute of Physics and Technology (State University)

Verification of numerical calculation of eddy currents by checking the velocity circulation

We investigate viscous gas and fluid flows in space (three-dimensional) nonstationary cases. We consider the motion of a contour with constant circulation of the fluid rate. We find a new expression for the velocity of this contour. This expression is much simpler than the known one previously and can be used to check numerical calculations. It is shown that it is necessary to study the evolution of at least two differently oriented contours.

Key words: verification, integral invariant, circulation along the contour.