

# ВЕСТНИК

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия 1  
Выпуск 3

2012  
Сентябрь

МАТЕМАТИКА  
МЕХАНИКА  
АСТРОНОМИЯ

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. ИЗДАЕТСЯ С АВГУСТА 1946 ГОДА

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАТЕМАТИКА

<i>Васильева Е. В.</i> Диффеоморфизмы многомерного пространства с бесконечным множеством устойчивых периодических точек.....	3
<i>Воробьева Н. А., Коробейников А. И., Некруткин В. В.</i> Об оптимальном моделировании дискретных распределений.....	14
<i>Жерлицын Г. М., Матвеев А. С.</i> Оптимальное кодирование в сенсорных сетях с ограниченной пропускной способностью.....	24
<i>Зубер И. Е., Гелиг А. Х.</i> Стабилизация некоторого класса неопределенных систем непрямым управлением.....	34
<i>Киселева М. А.</i> Локальная устойчивость буровых установок с асинхронным приводом.....	39
<i>Лебединская Н. А., Лебединский Д. М.</i> Обобщенные kd-деревья и локальные преобразования.....	42
<i>Леонов Г. А., Соловьева Е. П.</i> О специальном типе устойчивости дифференциальных уравнений асинхронных машин с ротором «двойная беличья клетка».....	44
<i>Петров Н. Н.</i> О канторовых кубах.....	53
<i>Райтманн Ф., Юмагузин Н. Ю.</i> Асимптотическое поведение решений двухфазовой задачи микроволнового нагрева в одномерном случае.....	59
<i>Тулупьев А. Л., Сироткин А. В.</i> Матричные уравнения локального логико-вероятностного вывода оценок истинности элементов в алгебраических байесовских сетях.....	63



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ОСНОВАН В 1724 ГОДУ  
1824 – ГОД ВЫХОДА В СВЕТ ПЕРВОГО ИЗДАНИЯ УНИВЕРСИТЕТА

© Авторы статей, 2012

© Издательство

Санкт-Петербургского университета, 2012

## МЕХАНИКА

<i>Гаврилов Д. Н., Зегжда С. А.</i> Гашение колебаний упругого тела при его перемещении .....	73
<i>Кузнецов М. М., Кулешова Ю. Д., Смотрова Л. В.</i> Эффект поступательной неравновесности в Тамм—Мотт—Смитовской модели ударной волны .....	84
<i>Кулешов А. С., Ицкович М. О.</i> О движении по горизонтальной плоскости тела, состоящего из двух эллиптических пластинок .....	87
<i>Мальков В. М., Малькова Ю. В.</i> Плоские задачи упругости для полуплоскостного материала .....	93
<i>Михасев Г. И., Славашевич И. Л.</i> Собственные частоты колебательной системы среднего уха после тотальной реконструкции .....	107
<i>Надымов Е. Н.</i> Расчет присоединенных масс некоторого класса осесимметричных тел .....	117
<i>Подольская Е. А., Кривцов А. М., Панченко А. Ю.</i> Исследование устойчивости и структурного перехода в ГЦК-решетке при больших деформациях .....	123
<i>Рыдалевская М. А., Шумков С. Г., Игнаткова М. Г.</i> Релаксационная газодинамика углекислого газа при умеренных температурах .....	129
<i>Товстик П. Е., Товстик Т. М., Шеховцов А. С., Шеховцов В. А.</i> Колебания плавающего цилиндра на волнении .....	136

## АСТРОНОМИЯ

<i>Малкин З. М., Тиссен В. М.</i> Исследование точности прогноза параметров вращения Земли методом СНИИМ .....	143
--	-----

## ХРОНИКА

Памяти Анатолия Андреевича Гриба. К 100-летию со дня рождения .....	153
Заседания секции теоретической механики им. Н. Н. Поляхова Дома Ученых РАН 29 февраля 2012 года .....	158
25 апреля 2012 года .....	—
Аннотации .....	159
Abstracts .....	166
Contents .....	172

## АННОТАЦИИ

УДК 517.9

Васильева Е. В. **Диффеоморфизмы многомерного пространства с бесконечным множеством устойчивых периодических точек** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 3–13.

Рассматриваются многомерные диффеоморфизмы с гиперболической неподвижной точкой и гомоклинической к ней точкой. Доказано, что окрестность гомоклинической точки может содержать бесконечное множество устойчивых периодических точек, чьи характеристические показатели отделены от нуля.

*Ключевые слова:* диффеоморфизм многомерного пространства, гомоклинические точки, устойчивые периодические точки.

Библиогр. 7 назв.

УДК 519.245:519.68

Воробьева Н. А., Коробейников А. И., Некруткин В. В. **Об оптимальном моделировании дискретных распределений** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 14–23.

В статье предполагается, что источником случайности при моделировании дискретных распределений является последовательность независимых равномерно распределенных на множестве  $\{0, \dots, M - 1\}$  случайных величин. В этом предположении строятся и исследуются оптимальные (в смысле среднего числа обращений к этой модели генератора псевдослучайных чисел) алгоритмы, а также обсуждаются вопросы учета представления чисел в формате с плавающей точкой. Приведены примеры применения полученных результатов к традиционным методам моделирования.

*Ключевые слова:* дискретные распределения, модели генераторов псевдослучайных чисел, сложность моделирования, представление чисел в формате с плавающей точкой.

Библиогр. 13 назв. Табл. 1.

УДК 519.3

Жерлицын Г. М., Матвеев А. С. **Оптимальное кодирование в сенсорных сетях с ограниченной пропускной способностью** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 24–33.

Рассмотрена сеть сенсоров, измеряющих общую величину с индивидуальными шумами, верхние границы которых известны. Каждый сенсор передаёт показания в центр принятия решения по каналу связи с заданной конечной битовой пропускной способностью; обратная передача данных, а также обмен ими между сенсорами невозможен. Решена задача оптимального кодирования-декодирования данных и построения оценки измеряемой величины, минимизирующей наихудшую при заданном уровне шумов погрешность.

*Ключевые слова:* сенсорные сети, сенсоры и передача данных, оценка коммуникационных сетей.

Библиогр. 14 назв.

УДК 517.929

Зубер И. Е., Гелиг А. Х. **Стабилизация некоторого класса неопределенных систем непрямым управлением** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 34–38.

Рассматривается система

$$\begin{aligned}\dot{x} &= A(\cdot)x + B(\cdot)u, \\ \dot{u} &= \rho u + Mx,\end{aligned}$$

где  $A(\cdot) \in \mathbb{R}^{n \times n}$ ,  $B(\cdot) \in \mathbb{R}^{n \times m}$ ,  $\rho \in \mathbb{R}^{m \times m}$ ,  $M \in \mathbb{R}^{m \times n}$ ,  $m < n$ . Элементы матриц  $A(\cdot)$  и  $B(\cdot)$  являются функциями функционалами произвольной природы. С помощью построения квадратичной функции Ляпунова найдены матрицы  $\rho$  и  $M$ , при которых система глобально экспоненциально устойчива. Матрицы  $\rho$  и  $M$  не зависят от некоторых элементов матрицы  $A(\cdot)$ .

*Ключевые слова:* стабилизация, неопределенные системы, функция Ляпунова, не прямое управление.

Библиогр. 4 назв.

УДК 517.9:531.36

Киселева М. А. **Локальная устойчивость буровых установок с асинхронным приводом** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 39–41.

В настоящей работе рассматривается уточненная модель буровой установки, приводимой в движение асинхронным двигателем. Данная модель состоит из диска, связанного безынерционным торсионом с ротором асинхронного двигателя. Диск и ротор представляют собой два осесимметричных тела с различными осевыми моментами инерции. Предполагается, что момент сопротивления вращения бура кулоновского типа. Проводится локальный анализ устойчивости полученной модели.

*Ключевые слова:* буровые установки, асинхронный двигатель, ротор, локальная устойчивость, кулоновское трение.

Библиогр. 5 назв.

УДК 004.623

Лебединская Н. А., Лебединский Д. М. **Обобщенные kd-деревья и локальные преобразования** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 42–43.

В статье рассматривается вопрос об организации структуры данных для реализации многомерного словаря; вводится некоторое обобщение kd-деревьев, в отличие от классического варианта допускающее локальные преобразования. Также, дополнительно к аналогу поворотов в многомерном случае, вводится новый тип локальных преобразований. К сожалению, в отличие от классического одномерного случая, преобразования такого типа не всегда применимы к конкретному узлу, и в статье приводятся необходимые и достаточные условия применимости всех обсуждаемых типов локальных преобразований к выбранному узлу дерева. Доказывается (при помощи элементарных средств) теорема, аналогичная хорошо известному результату о двоичных деревьях поиска, а именно, что любое такое дерево может быть преобразовано в любое другое с тем же набором ключей при помощи последовательности локальных преобразований, затрагивающих лишь некоторый узел и его сыновей. Такого рода деревья могут использоваться для организации хранения многомерных данных; хотя полная аналогия с одномерным случаем вряд ли достижима, поскольку применение указанных преобразований к конкретному узлу требует специальной подготовки обоих его сыновей, однако в системах, в которых используется отдельный процесс для оптимизации структуры дерева параллельно с его использованием, возможность произвольного преобразования структуры дерева при помощи последовательности только локальных преобразований представляется большим преимуществом.

*Ключевые слова:* многомерные данные, kd-деревья, локальные преобразования.

Библиогр. 5 назв.

УДК 517.9:531.36

Леонов Г. А., Соловьева Е. П. **О специальном типе устойчивости дифференциальных уравнений асинхронных машин с ротором «двойная беличья клетка»** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 44–52.

В работе предложена новая математическая модель, которая описывает динамику асинхронной машины с ротором «двойная беличья клетка». Рассмотрена задача о предельной нагрузке для асинхронных машин. Для оценки предельно допустимой нагрузки применен метод нелокального сведения. Получены области устойчивости системы дифференциальных уравнений рассматриваемых асинхронных машин.

*Ключевые слова:* асинхронные машины, двухклеточный ротор, устойчивость, задача о предельной нагрузке, метод нелокального сведения.

Библиогр. 11 назв. Ил. 2.

УДК 517.938

**Петров Н. Н.** **О канторовых кубах** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 53–58.

Обсуждаются некоторые модели принятия решения с точки зрения нейрофизиологии и квантовой механики. Основной чертой этих моделей является замена отрезка прямой канторовым множеством. В этом направлении получено много интересных результатов методами теории чисел,  $p$ -адического анализа и теории динамических систем. Обсуждаются также некоторые обобщения известных моделей, формулируемые в терминах так называемых канторовых кубов, которые являются декартовыми произведениями бесконечного числа стандартных двоеточий  $D$  (известно, что канторов куб  $D^{\aleph_0}$  гомеоморфен канторову множеству). Этот подход наталкивается на следующие трудности: канторовы кубы  $D^m$  неметризуемы для  $m > \aleph_0$  и несепарабельны для  $m > \aleph_1$ .

*Ключевые слова:* принятие решения, канторово множество, канторовы кубы, метризуемость, сепарабельность.

Библиогр. 9 назв.

УДК 517.955.8

Райтманн Ф., Юмагузин Н. Ю. **Асимптотическое поведение решений двухфазовой проблемы микроволнового нагрева в одномерном случае** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 59–62.

В данной работе рассматривается асимптотическое поведение системы, описывающей нагрев материала в одномерном случае под воздействием микроволнового излучения. Предполагается неоднородность структуры и двухфазовость материала. Изучается параболично-гиперболическая система, описывающая нагрев в одномерном случае. Получены результаты относительно асимптотики слабых решений системы.

*Ключевые слова:* параболично-гиперболическая система, слабое решение, асимптотика.

Библиогр. 10 назв.

УДК 004.8

Тулупьев А. Л., Сироткин А. В. **Матричные уравнения локального логико-вероятностного вывода оценок истинности элементов в алгебраических байесовских сетях** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 63–72.

Обработка фрагментов знаний с вероятностной неопределенностью в интеллектуальных системах поддержки принятия решений основывается на трех видах локального логико-вероятностного вывода: проверка и поддержание непротиворечивости, априорный и апостериорный вывод. В настоящей статье вычислительные формулы, на которые опираются перечисленные виды логико-вероятностного вывода, представлены на матрично-векторном

языке, что сокращает, упрощает и делает более строгой последующую спецификацию алгоритмов вывода. Кроме того, использование матрично-векторного языка открывает новые возможности для исследования свойств результатов локального логико-вероятностного вывода.

*Ключевые слова:* вероятностная логика, байесовские сети, логико-вероятностный вывод, знания с неопределенностью, распространение свидетельств, непротиворечивость.

Библиогр. 14 назв.

УДК 534.11

Гаврилов Д. Н., Зегжда С. А. **Гашение колебаний упругого тела при его перемещении** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 73–83.

Рассматривается возможность гашения колебаний упругого тела на примере консоли при ее перемещении. Гашение колебаний осуществляется за счет выбора специального закона движения. Этот закон движения предлагается искать с помощью набора функций, построенных на основании обобщенного принципа Гаусса. Найденный таким образом закон движения будет зависеть от характеристик перемещения: расстояния, на которое перемещается консоль, и времени, за которое она это делает. Оказывается, что для некоторых значений параметров закон движения становится слишком сложным. Для построения решения для любых параметров перемещения в статье предлагается строить линейную комбинацию нескольких найденных законов движения и минимизировать интеграл от ее квадрата.

*Ключевые слова:* гашение колебаний, консоль, обобщенный принцип Гаусса, минимизация.

Библиогр. 7 назв. Ил. 4.

УДК 533.6.011

Кузнецов М. М., Кулешова Ю. Д., Смотрова Л. В. **Эффект поступательной неравновесности в Тамм—Мотт—Смитовской модели ударной волны** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 84–86.

Доказаны две теоремы о максимуме относительной величины высокоскоростного «перехлёста» в гиперзвуковой ударной волне. Рассмотрен однокомпонентный газ с внутренними степенями свободы, описываемый бимодальным распределением Тамма—Мотт—Смита. Максимум достигается как по координате вдоль потока в ударной волне, так и по величине относительной скорости молекул.

*Ключевые слова:* кинетика, уравнение, неравновесный, энергия активации, ударная волна, распределение, молекулярный.

Библиогр. 3 назв. Табл. 1.

УДК 531.36+531.384

Кулешов А. С., Ицкович М. О. **О движении по горизонтальной плоскости тела, состоящего из двух эллиптических пластинок** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 87–92.

В работе рассматривается задача о движении по неподвижной горизонтальной плоскости твердого тела, состоящего из двух одинаковых эллиптических пластинок, соединенных перпендикулярно друг другу вдоль большей полуоси. Данное тело при движении по горизонтальной плоскости в каждый момент времени касается ее двумя точками. В предположении, что движение тела происходит без проскальзывания, построены траектории точек касания на плоскости. Найденны также положения равновесия на плоскости и исследована их устойчивость.

*Ключевые слова:* тело, состоящее из двух пластинок, качение, кинематика, положение равновесия, устойчивость.

Библиогр. 4 назв. Ил. 4.

УДК 539.3, 517.5

Мальков В. М., Малькова Ю. В. **Плоские задачи упругости для полулинейного материала** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 93–106.

Рассмотрены сингулярные плоские задачи нелинейной упругости (плоская деформация и плоское напряженное состояние) для бесконечной пластины с разрезом, выполненной из полулинейного материала. Использование модели гармонического материала позволило применить теорию комплексных потенциалов и получить точные аналитические глобальные решения указанных нелинейных задач. На основе глобального решения построена асимптотика напряжений и деформаций в окрестности конца трещины.

*Ключевые слова:* плоские задачи, трещина, полулинейный материал, метод комплексных функций, асимптотические разложения.

Библиогр. 41 назв.

УДК 531/534:[57+61]

Михасев Г. И., Славашевич И. Л. **Собственные частоты колебательной системы среднего уха после тотальной реконструкции** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 107–116.

В работе исследуются свободные колебания системы, состоящей из кольцевой упругой изотропной пластины и присоединенного недеформируемого стержня, находящегося под действием упругих сил. Подобная задача может моделировать формы свободных колебаний биомеханической колебательной системы среднего уха после тотальной реконструкции. Рассмотрен случай, когда введенный тотальный протез вызывает начальные напряжения в реконструированной тимпанальной мембране. В предположении малости данных напряжений задача решается с использованием асимптотического метода. Исследовано влияние геометрических параметров протеза, а также толщины хрящевого трансплантата на собственные частоты колебательной системы среднего уха. Показано, что начальные напряжения в тимпанальной мембране, обеспечивающие фиксацию протеза в полости среднего уха, приводят к снижению наименьшей частоты и увеличению последующих частот системы, свободной от начальных напряжений.

*Ключевые слова:* среднее ухо, кольцевая пластина, собственные частоты, асимптотический метод.

Библиогр. 5 назв. Ил. 3. Табл. 4.

УДК 629.12.035

Надымов Е. Н. **Расчет присоединенных масс некоторого класса осесимметричных тел** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 117–122.

В работе излагаются основные аспекты расчета присоединенных масс некоторого класса осесимметричных тел. Представляется расчетный комплекс, созданный на основе метода разделения переменных, адаптированный для моделирования обтекания таких объектов. Приводится пример расчета для жесткого дирижабля «Акрон» и схематизированного корпуса подводного аппарата.

*Ключевые слова:* жидкость, тело вращения, присоединенные массы, модель, течение.

Библиогр. 6 назв. Ил. 3. Табл. 2.

УДК 539.3

Подольская Е. А., Кривцов А. М., Панченко А. Ю. **Исследование устойчивости и структурного перехода в ГЦК-решетке при больших деформациях** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 123–128.

В работе исследуется устойчивость идеальной (без дефектов) ГЦК-решетки. Моделирование проводится на основе метода динамики частиц. Взаимодействие частиц, составля-

ющих решетку, описывается при помощи парного центрального силового взаимодействия. В качестве критерия устойчивости используется условие вещественности частот упругих волн. Работа является продолжением исследования устойчивости треугольной решетки (одного атомного слоя ГЦК-решетки) при больших деформациях. Для ГЦК-решетки построены области устойчивости при растяжении/сжатии вдоль осей кубической симметрии. Проведено молекулярно-динамическое моделирование, не противоречащее результатам расчетов. Описан структурный переход ГЦК—ОЦК. Показано, что при использовании потенциала Леннарда-Джонса материал не теряет устойчивость при сколь угодно большом гидростатическом сжатии. Применение в тех же условиях потенциала Морзе позволяет описать потерю устойчивости. В шестимерном пространстве деформаций обнаружен структурный переход, в результате которого одна из осей кубической симметрии в отсчетной конфигурации становится осью [1,1,1] в актуальной конфигурации.

*Ключевые слова:* ГЦК, ОЦК, структурный переход, устойчивость, парное силовое взаимодействие, конечная деформация, упругие волны.

Библиогр. 10 назв. Ил. 3.

УДК 533.6

Рыдалевская М. А., Шумков С. Г., Игнаткова М. Г. **Релаксационная газодинамика углекислого газа при умеренных температурах** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 129–135.

В работе рассматриваются разные стадии релаксации углекислого газа с вращательными и колебательными степенями свободы в таком диапазоне температур, когда для описания колебательной энергии молекул можно использовать модель гармонического осциллятора. Выписываются функции распределения на этапах завершения поступательно-вращательной релаксации и ряда колебательных: внутримодовой и межмодовых, соответствующих Ферми-резонансу, трехмодовому обмену и завершающему переходу к состоянию локального равновесия. Исследуется влияние различных физических процессов на газодинамические параметры. Особое внимание уделяется скорости звука и коэффициенту пропорциональности между отношением давления газа к его плотности и квадрату скорости звука. Показано, что внутримодовые колебательные обмены не влияют на этот коэффициент, межмодовые обмены оказывают на него некоторое влияние. Это влияние тем больше, чем больше дефект резонанса соответствующего обмена. На основе исследования разных стадий релаксации делается вывод, что на вышеупомянутый коэффициент оказывают влияние только те виды внутренней энергии молекул, которые при столкновениях обмениваются с поступательной.

*Ключевые слова:* углекислый газ, молекулярная энергия, поступательные, вращательные и колебательные степени свободы, модель гармонического осциллятора, различные стадии релаксации, функции распределения, внутримодовые и межмодовые колебательные обмены, скорость звука, дефект резонанса колебательной энергии.

Библиогр. 17 назв. Ил. 1.

УДК 532.591, 519.6

Товстик П. Е., Товстик Т. М., Шеховцов А. С., Шеховцов В. А. **Колебания плавающего цилиндра на волнении** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 136–142.

Рассматривается плоская задача о колебаниях около вертикального положения равновесия длинного частично погруженного цилиндра под действием гармонического или случайного волнения. Особенность рассматриваемой задачи заключается в том, что глубина погружения предполагается соизмеримой с длиной волны на поверхности воды. В результате этого амплитуда вертикальных колебаний оказываются существенно меньше высоты волны. Данная задача является вспомогательной при планировании монтажа морской стационарной платформы, состоящей из системы трубо-бетонных стержней. Получены уравнения

движения для системы с тремя степенями свободы, описывающей плоское движение цилиндра. Усилия и момент, действующие на тело, получены в рамках теории малых волн. Путем численного интегрирования построено установившееся решение. В случае гармонического волнения исследована зависимость горизонтальных и вертикальных движений центра тяжести цилиндра и угла наклона его оси от длины и высоты волны. Найдены скорость сноса тела в направлении распространения волны, а также амплитуды горизонтальных, вертикальных и угловых колебаний. При рассмотрении случайного волнения предполагается, что волнение является плоским стационарным процессом с заданной спектральной плотностью. Волнение моделируется большим числом гармонических слагаемых со случайными амплитудами и фазами. Результаты численного интегрирования сравниваются с аналогичными результатами для гармонического волнения, длина и высота волны которого равны средним значениям длины и высоты волны при случайном волнении. Обнаружено, что скорость сноса и амплитуда вертикальных колебаний при гармоническом и случайном волнении близки друг к другу. В то же время амплитуды горизонтальных и угловых колебаний тела при случайном волнении существенно больше.

*Ключевые слова:* динамика плавающего цилиндра, теория малых волн, гармонические и случайные волны, скорость сноса.

Библиогр. 13 назв. Ил. 1. Табл. 2.

УДК 521.93

Малкин З. М., Тиссен В. М. **Исследование точности прогноза параметров вращения Земли методом СНИИМ** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 1. 2012. Вып. 3. С. 143–152.

Приводятся результаты исследования точности прогноза параметров вращения Земли (всемирного времени и координат полюса) новым методом, разработанным в Сибирском государственном НИИ метрологии (СНИИМ). Метод основан на построении полигармонической модели вращения Земли и использовании модифицированного метода авторегрессии. Одной из основных отличительных особенностей метода является использование всего массива накопленных наблюдательных данных за период более 100 лет для более точного определения долговременных вариаций вращения Земли. Сравнительная оценка точности прогнозов, сделанных в СНИИМ и Морской обсерватории США в 2006–2011 гг., показала более высокую точность прогнозов, выполненных по методике СНИИМ.

*Ключевые слова:* вращение Земли, параметры вращения Земли (ПВЗ), прогноз ПВЗ.

Библиогр. 13 назв. Табл. 1. Ил. 6.

## ABSTRACTS

UDK 517.9

*Vasilyeva E. V.* **Diffeomorphisms of multidimensional space with an infinite set of stable periodic points** // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 3–13.

The goal of this work is to prove the following result: there is a set of multidimensional diffeomorphisms with an infinite set of stable periodic points which are situated in a neighborhood of a homoclinic point. The characteristic exponents of these points are negative and separated from zero.

*Keywords:* diffeomorphism of multidimensional space, homoclinic points, stable periodic points.

Bibliogr. 7 references.

UDK 519.245:519.68

*Vorobjeva N. A., Korobeinikov A. I., Nekrutkin V. V.* **Optimal simulation of discrete distributions** // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 14–23.

An infinite sequence of i.i.d. variables uniformly distributed on the set  $0, \dots, M - 1$  is considered as the model of the pseudo-random number generator. Under this assumption, optimal algorithms for simulation of random variables with discrete distributions are constructed and analyzed. The role of floating-point representation of probabilities is discussed. Several examples, related to traditional simulation methods are presented.

*Keywords:* discrete distributions, models of pseudo-random generators, complexity of simulation, floating point number representation.

Bibliogr. 13 references. Tabl. 1.

UDK 519.3

*Zherlitsyn G. M., Matveev A. S.* **Optimal data encoding in limited capacity sensor networks** // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 24–33.

The paper considers a sensor network whose sensors observe a common quantity and are affected by arbitrary additive bounded noises with a known upper bound. During the experiment, any sensor can communicate only a finite and given number of bits of information to the decision center. The contributions of the particular sensors, the rules of data encoding, decoding, and fusion, as well as the estimation scheme should be designed to achieve the best overall performance in estimating the observed quantity by the decision center. The optimal algorithm is obtained that minimizes the maximal feasible error. It is shown that it considerably outperforms the algorithms proposed in recent papers in the area and examined only in the idealized case of noiseless sensors.

*Keywords:* sensor networks, sensor and data fusion, estimation over communication networks.

Bibliogr. 14 references.

UDK 517.929

*Zuber I. E., Gelig A. Kh.* **Stabilization of some classes of uncertain systems by indirect control** // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 34–38.

The system

$$\dot{x} = A(\cdot)x + B(\cdot)u,$$

$$\dot{u} = \rho u + Mx,$$

is considered. Here  $A(\cdot) \in \mathbb{R}^{n \times n}$ ,  $B(\cdot) \in \mathbb{R}^{n \times m}$ ,  $\rho \in \mathbb{R}^{n \times m}$ ,  $M \in \mathbb{R}^{m \times n}$ ,  $m < n$ . The elements of matrices  $A(\cdot)$  and  $B(\cdot)$  are functionals of arbitrary type. By constructing a quadratic Lyapunov

function, matrix  $\rho$  and  $M$  are obtained, for which the system is globally exponentially stable. The matrices  $\rho$  and  $M$  do not depend on certain elements of matrix  $A(\cdot)$ .

*Keywords:* stabilization, uncertain systems, Lyapunov function, indirect control.  
Bibliogr. 4 references.

UDK 531.36

*Kiseleva M. A.* **Local stability of drilling systems actuated by an induction motor** // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 39–41.

This paper considers a refined model of a drilling system actuated by an induction motor. This model consists of a disc connected to the rotor of an induction motor by a massless torsion. The disc and the rotor are assumed to be axisymmetric bodies with different axial inertia torques. We assume that the drill rotation resistance torque is of Coulomb type. The local stability of the system is analyzed.

*Keywords:* drilling systems, induction motor, local stability, rotor, Coulomb friction.  
Bibliogr. 5 references.

UDK 004.623

*Lebedinskaya N. A., Lebedinski D. M.* **Generalized kd-trees and local transformations** // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 42–43.

This paper is devoted to the question of data structure organization for the implementation of a multidimensional dictionary. A generalization of kd-trees is introduced. This generalization permits local transformations, while the classical version does not. Moreover, in addition to the rotation analog unlike the multidimensional case, a new sort of local transformations is introduced. Unfortunately, unlike the classical one-dimensional case, such transformations may not be applied to a particular vertex. In the paper necessary and sufficient conditions are presented for all sorts of local transformations in question to be applicable to a particular vertex are presented. An elementary proof of the theorem similar to the well-known result about binary search trees is proven; this result affirms that every binary search tree may be transformed into an arbitrary tree with the same key set by a sequence of only local transformations involving only a vertex and its two sons. The trees in question can be used for organization of multidimensional data storage. The complete similarity with the one-dimensional case is hardly to be achieved, because the application of the transformations in question to a particular vertex requires special preparation of its two sons. However, in the systems which use a separate thread to optimize the tree structure in parallel with the utilization of it, the possibility of an arbitrary change of tree structure by a sequence of only local transformations seems to be a great advantage.

*Keywords:* multidimensional data, kd-tree, local transformations.  
Bibliogr. 5 references.

UDK 517.9:531.36

*Leonov G. A., Solovyeva E. P.* **On a special type of stability of differential equations of induction machines with double squirrel-cage rotor** // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 44–52.

This work proposes a new mathematical model which describes the dynamics of an induction machine with a double squirrel-cage rotor is proposed. The limit load problem for induction machines is considered. For obtaining estimates of limit load, the non-local reduction method is applied. Stability regions of the system of differential equations of the considered induction machines are obtained.

*Keywords:* induction machines, double squirrel-cage rotor, stability, the limit load problem, the non-local reduction method.  
Bibliogr. 11 references. Fig. 2.

UDK 517.938

**Petrov N. N.** **On Cantor cubes** // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 53–58.

Some models of decision making are discussed from the point of view of neurophysiology and quantum mechanics. The main feature of these models is a change of the line segment by the Cantor Set. In this direction many interesting results are obtained by methods of Number Theory, p-adic analysis and the Theory of Dynamic Systems. Some possible generalizations stated in terms of the so-called Cantor cubes that are products of an infinite number of standard two-point spaces  $D$  are discussed as well (it is known that the Cantor cube  $D^{\aleph_0}$  is homeomorphic to the Cantor set). This approach encounters the following difficulties: Cantor cubes  $D^m$  are not metrizable for  $m > \aleph_0$  and not separable for  $m > c$ .

*Keywords:* decision making, Cantor set, Cantor cubes, metrizable, separability.

*Bibliogr.* 9 references.

UDK 517.955.8

*Reitmann V., Yumaguzin N. Y.* **Asymptotic behaviour of solutions to a two-phase problem of microwave heating in one-dimensional space** // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 59–62.

In this paper, we study the asymptotic behavior of a system modeling the heating of a material by microwaves in a one-dimensional space. Various assumptions have been made concerning the complexity (non-homogenous structure) and the two-phase state of the material. The mathematical model includes parabolic-hyperbolic systems. Global asymptotics for weak solutions of such systems is shown for the case of complex medium.

*Keywords:* parabolic-hyperbolic system, weak solution, global asymptotics.

*Bibliogr.* 10 references.

UDK 004.8

*Tulupyyev A. L., Sirotkin A. V.* **Matrix-Vector Equations for Local Probabilistic-Logic Inference in Algebraic Bayesian Networks** // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 63–72.

The processing of probabilistically uncertain knowledge patterns in intellectual decision support systems falls into three kinds of probabilistic-logic inference, such as reconciliation, a priori and a posteriori inference. The paper presents formulae that allow for putting the process down in terms of matrix-vector language.

*Keywords:* probabilistic logic, Bayesian networks, probabilistic-logic inference, uncertain knowledge, evidence propagation, consistency.

*Bibliogr.* 14 references.

UDK 534.11

*Gavrilov D. N., Zegzhda S. A.* **Oscillation damping of a solid by its motion** // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 73–83.

The possibility of oscillation damping of a solid by its cantilever motion if the attached cantilever is considered. As an example the vibrations of a cantilever are analyzed. The oscillation damping is carried out by the choice of a special law of motion. This law is suggested to search with a set of functions that are constructed on the basis of the generalized Gauss principle. This allows constructing the a law of motion, which depends on the parameters of the motion: the distance and the time of motion. It turns out that for some values of the parameters the law of motion becomes too complicated. To construct the solution for any parameters it is proposed to make a linear combination of several laws of motion and minimize the integral of its square.

*Keywords:* oscillation, oscillation damping, cantilever, generalized Gauss principle, minimization.

Bibliogr. 7 references. Fig. 4.

UDK 533.6.011

*Kuznetsov M. M., Kuleshova Ju. D., Smotrova L. V. Theorems on the maximum of relative high velocity “overshoot” in bimodal shock wave // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 84–86.*

Two theorems on the maximum of the relative high velocity “overshoot” in bimodel hypersonic shock wave are proved. The one-component gas with internal degrees of freedom and the Tamm–Mott–Smith distribution is considered. The maximum is achieved both in the coordinate along the flow in the shock wave and in the largest relative speed of molecules.

*Keywords:* kinetic, equation, nonequilibrium, activation energy, shock wave, distribution, molecular.

Bibliogr. 3 references. Tabl. 1.

UDK 531.36+531.384

*Kuleshov A. S., Itskovich M. O. Motion of a body consisting of two elliptic laminae on a horizontal plane // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 87–92.*

We present a kinematic analysis of the motion of a rigid body consisting of two equal elliptic laminae, whose symmetry planes are at right angle. The no-slip constraints of the body are integrable since the system is essentially holonomic. Trajectories of the ground contact points are found. All equilibria of the body on the plane are found and their stability analysis is performed.

*Keywords:* body consisting of two laminae, rolling motion, kinematics, equilibrium, stability analysis.

Bibliogr. 4 references. Fig. 4.

UDK 539.3, 517.5

*Mal'kov V. M., Mal'kova Yu. V. Plane problems elasticity for half-linear material // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 93–106.*

The singular plane problems are considered of nonlinear elasticity (plane strain and plane stress state) for an infinite plate with the cut, executed of a half-linear material. Use of model harmonious material has allowed to apply the theory of complex potentials and to receive exact analytical global solutions of the specified nonlinear problems. On the basis of the global decision it is constructed asymptotic of stresses and strains in a vicinity of the end of a crack.

*Keywords:* plane problems, crack, half-linear material, complex potentials method, asymptotic decompositions.

Bibliogr. 41 references.

UDK 531/534:[57+61]

*Mikhasev G. I., Slavashevich I. L. Eigenfrequencies of the middle-ear oscillating system after total reconstruction // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 107–116.*

In the paper, the free vibrations of a system consisting of an annular elastic isotropic plate and an adjoint rigid rod under elastic forces are studied. Such problem can simulate the modes of free vibrations of the biomechanical oscillating system of the middle ear after total reconstruction. The case when the inserted prosthesis induces initial stresses in the reconstructed tympanic membrane is considered. Assuming the smallness of these stresses, the problem is solved by using an asymptotic method. The influence of the geometric parameters of the prosthesis and the thickness

of the cartilage transplant as well on the eigenfrequencies of the middle-ear oscillating system has been examined. As shown, the initial stresses in the tympanic membrane ensuring fixation of the prosthesis in the middle-ear cavity result in decreasing the lowest frequency and increasing the higher frequencies of the system free from initial stresses.

*Keywords:* middle-ear, annular plate, eigenfrequencies, asymptotic method.

Bibliogr. 5 references. Fig. 3. Tabl. 4.

UDK 629.12.035

*Nadymov E. N. Calculation of added masses for certain class of bodies of revolution // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 117–122.*

The main approach to determinate the added masses of certain class of bodies of revolution are discussed. The software presented allows simulating the flow around of such systems. The results of numerical simulation of some bodies are given.

*Keywords:* liquid, body of revolution, added masses, model, flow.

Bibliogr. 6 references. Fig. 3. Tabl. 2.

UDK 539.3

*Podolskaya E. A., Krivtsov A. M., Panchenko A. Yu. Investigation of stability and structural transition in FCC lattice under finite strain // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 123–128.*

In this work, the stability of an ideal (defect-free) FCC lattice is investigated. An analysis and modeling based on discrete atomistic methods is proposed. The medium is represented by a set of particles which interact by a pair forces of a central potential. A dynamic is used: the frequency of elastic waves is required to be real for any real wave vector. This work is a continuation of the investigation of the stability of a triangular lattice (one atomic layer of the FCC lattice) under finite strain. The stability regions are drawn in the case of strain along the axis of cubic symmetry. The results of direct MD simulation do not contradict the results of the calculations. The structural transition from FCC to BCC is described. When using Lennard-Jones potential, the material does not lose stability under arbitrarily large hydrostatic compression. The application of Morse potential in the same conditions allows us to describe the stability loss. In the six-dimensional space of deformations another structural transition is detected: one of the axes of cubic symmetry in the reference configuration becomes the [1,1,1] axis in the actual configuration.

*Keywords:* FCC, BCC, structural transition, stability, pair force interaction, finite strain, elastic waves.

Bibliogr. 10 references. Fig. 3.

UDK 533.6

*Rydalevskaya M. A., Shumkov S. G., Ignatkova M. G. Relaxation gas dynamics of carbon dioxide at moderate temperatures // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 129–135.*

Carbon dioxide flows with translational, rotational and vibrational degrees of freedom are considered. For the description of the molecular vibrational energy at moderate temperatures the model of harmonic oscillator is used. The distribution functions and the set of governing gas dynamic parameters for diverse relaxation stages are reduced. The influence of diverse physical processes on the sound velocity is investigated. It is shown that in the gas of harmonic oscillators the intra-mode vibrational exchanges do not influence the sound velocity. The inter-mode of the vibrational exchanges exert some influence on the sound velocity. This influence increases with the resonance defect of the vibrational energy.

*Keywords:* carbon dioxide, molecular energy, translational, rotational and vibrational degrees of freedom, the model of harmonic oscillator, diverse relaxation stages, the distribution functions,

intra-mode and inter-mode vibrational exchanges, the sound velocity, the resonance defect of vibrational energy.

Bibliogr. 18 references. Fig. 1.

UDK 532.591, 519.6

*Tovstik P. E., Tovstik T. M., Shekhovtsov A. S., Shekhovtsov V. A. Motion of a floating cylinder under the action of waves // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 136–142.*

A plane problem on the vibrations near the vertical equilibrium state of a partly submerged long cylinder under the action of harmonic or random surface waves is studied. The peculiarity of this problem is that the descent depth is of the order of the surface wave's length. As a result the vertical vibrations amplitude is significantly smaller than the wave's height. This problem is the auxiliary one at the planning of installation of the marine stationary platform which consists of a system of tube-concrete rods.

The system of equations with three degrees of freedom which describes a plane motion of a cylinder is presented. Forces and moment acting on the body are obtained in the frame of the theory of small waves. The stable motion is found numerically. For the harmonic waves the dependence of the horizontal and the vertical motions of the center of the cylinder gravity and the angle of its inclination from the length and the height of waves are investigated.

The body drifts in the direction of the wave's propagation, and also the amplitudes of horizontal, vertical and the angle vibrations are found. For random waves it is supposed that the sea-way is the plane stationary random process with the given spectral density.

The waves are simulated by the large number of harmonic summands with random amplitudes and phases. The results of numerical solution are compared with the similar results for the harmonic waves for which the length and the height of the waves are equal to the average values of the length and the height of random waves. It is established that the velocity of the drift and the amplitude for the harmonic and random waves are close to each other. At the same time the amplitudes of horizontal and angular vibrations for the random waves are essentially larger.

*Keywords:* dynamics of floating cylinder, theory of small waves, harmonic and random waves, draft velocity.

Bibliogr. 13 references. Fig. 1. Tabl. 2.

UDK 521.93

*Malkin Z. M., Tissen V. M. Accuracy assessment of the SNIIM method for predicting the parameters of the Earth rotation // Vestnik St.Petersburg University. Ser. 1. 2012. Issue 3. P. 143–152.*

Results of the accuracy assessment of a new method for predicting the Earth's rotation parameters (Universal Time and Pole coordinates) developed in the Siberian State Institute of Metrology (SNIIM) are presented. The method is based on the construction of a poly-harmonic model of the Earth rotation and modified autoregression. One of the main distinctive features of this method is using more than 100 years long time series to obtain better estimation of the long-term variations in Earth's rotation. A comparison of the errors of ERP predictions made at SNIIM and U.S. Naval Observatory in 2006–2011 has shown better accuracy of the SNIIM predictions.

*Keywords:* Earth's rotation, Earth's rotation parameters (ERP), ERP prediction.

Bibliogr. 13 references. Fig. 6. Tabl. 1.

## CONTENTS

### Mathematics

<i>Vasilyeva E. V.</i> Diffeomorphisms of multidimensional space with the infinite set of stable periodic points .....	3
<i>Vorobjeva N. A., Korobeinikov A. I., Nekrutkin V. V.</i> Optimal simulation of discrete distributions .....	14
<i>Zherlitsyn G. M., Matveev A. S.</i> Optimal data encoding in limited capacity sensor networks .....	24
<i>Zuber I. E., Gelig A. Kh.</i> Stabilization of some classes of uncertain systems by indirect control .....	34
<i>Kiseleva M. A.</i> Local stability of drilling systems actuated by an induction motor .....	39
<i>Lebedinskaya N. A., Lebedinski D. M.</i> Generalized kd-trees and local transformations .....	42
<i>Leonov G. A., Solovyeva E. P.</i> On a special type of stability of differential equations of induction machines with the double squirrel-cage rotor .....	44
<i>Petrov N. N.</i> On Cantor cubes .....	53
<i>Reitmann V., Yumaguzin N. Y.</i> Asymptotic behaviour of solutions to a two-phase problem of microwave heating in one space dimension .....	59
<i>Tulupyev A. L., Sirotkin A. V.</i> Matrix-Vector Equations for Local Probabilistic-Logic Inference in Algebraic Bayesian Networks .....	63

### Mechanics

<i>Gavrilov D. N., Zegzhda S. A.</i> The oscillation damping of a solid by its motion .....	73
<i>Kuznetsov M. M., Kuleshova Ju. D., Smotrova L. V.</i> Theorems on maximum of relative high velocity “overshoot” in bimodal shock wave .....	84
<i>Kuleshov A. S., Itskovich M. O.</i> Motion of the Body Consisting of Two Elliptic Laminae on the Horizontal Plane .....	87
<i>Mal'kov V. M., Mal'kova Yu. V.</i> Plane problems elasticity for half-linear material .....	93
<i>Mikhasev G. I., Slavashevich I. L.</i> Eigenfrequencies of the middle ear oscillating system after total reconstruction .....	107
<i>Nadymov E. N.</i> Calculation of added masses for certain class of bodies of revolution .....	117
<i>Podolskaya E. A., Krivtsov A. M., Panchenko A. Yu.</i> Investigation of stability and structural transition in FCC lattice under finite strain .....	123
<i>Rydalevskaya M. A., Shumkov S. G., Ignatkova M. G.</i> Relaxation Gas Dynamics of Carbon Dioxide at Moderate Temperatures .....	129
<i>Tovstik P. E., Tovstik T. M., Shekhovtsov A. S., Shekhovtsov V. A.</i> Motion of a floating cylinder under action of waves .....	136

### Astronomy

<i>Malkin Z. M., Tissen V. M.</i> Accuracy assessment of the SNIIM method for predicting the parameters of the Earth rotation .....	143
---	-----

### Chronicle

In memory of Anatoly Andreevich Grib. On the 100th anniversary of birth .....	153
Sessions of Section of the House of scientists of the Russian Academy of Sciences on the theoretical mechanics of prof. N. N. Poljakhov	
February 29, 2012 .....	158
April 25, 2012 .....	—

<b>Abstracts</b> .....	166
------------------------	-----