

Научно-теоретический журнал
Издается с августа 1946 года

СОДЕРЖАНИЕ

Прикладная математика

<i>Амфилова Н. Б., Терентьев С. В.</i> О применении интервальной арифметики при численном исследовании динамических систем.	3
<i>Антропов И. В., Овсянников А. Д.</i> Моделирование и оптимизация динамики частиц в ускорителе с пространственно-однородной квадрупольной фокусировкой.	12
<i>Арефьева И. Ю.</i> Стохастическое доминирование в условиях рисковости разных степеней.	25
<i>Галегов А. И., Гарнаев А. Ю.</i> Конкурентное одноварное производство с учетом налоговых ставок.	33
<i>Герловичина В. М.</i> О модификации метода распараллеливания ЛКГ.	48
<i>Даль Ю. М.</i> Задача теории упругости о гидростатическом нагружении полого шара...	55
<i>Демьянович Ю. К., Габр М. В. С.</i> Новый вариант вэйвлетного разложения пространств сплайнов.	58
<i>Захаров А. О.</i> Сужение множества Парето на основе замкнутой информации об отношении предпочтения ЛПР.	69
<i>Зенкевич Н. А., Зятчин А. В.</i> Сильное равновесие в дифференциальной игре со стохастической динамикой.	84
<i>Калинина Е. А., Самарина О. Н.</i> Минимизация полной погрешности метода Эйлера для систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.	95
<i>Карелин В. В.</i> Точные штрафы в многоточечной задаче для обыкновенных дифференциальных уравнений.	104
<i>Краснова А. Ю., Погосев С. В., Савицкая Д. В., Хитров Г. М.</i> О гамильтоновых циклах.	110
<i>Кривовичев Г. В., Трегубов В. П.</i> Моделирование гребковых движений реснички инфузории.	129
<i>Мазалов В. В., Ивашико Е. Е.</i> Байесовская модель в задаче наилучшего выбора с «разладкой».	142
<i>Мальков В. М., Малькова Ю. В., Иванов В. А.</i> Бесконечная плоскость с круговым включением, имеющим отслоение на части границы.	152
<i>Морицинина Д. А.</i> Математические модели интраокулярных линз.	166
<i>Овсянников А. Д., Берц М.</i> Модели Тейлора и вычисления на комплексной плоскости	172



<i>Париевская С. Н.</i> Гарантированное решение многокритериальной задачи при неопределенности.	186
<i>Парфенов А. П.</i> Многошаговые сетевые игры управления потоками.	199
<i>Полякова Л. Н.</i> Минимизация разности максимумов гладких функций.	212
<i>Селицкая Е. А.</i> Моделирование мышечного сокращения.	218
<i>Тамасян Г. Ш.</i> Градиентные методы решения задачи Коши.	224
<i>Хохулина В. А.</i> О разложении и анализе обобщенных нечетких автоматов и языков. ...	231
<i>Чижов А. В.</i> Численный метод для уравнения пространственного распространения импульсации вдоль поверхности участка коры мозга.	241
<i>Шмыров А. С., Шмыров В. А.</i> Об асимптотической устойчивости по отношению к части переменных орбитального движения космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации.	250
Информатика	
<i>Котина Е. Д., Чижов М. Н.</i> Трехмерная визуализация результатов радионуклидных исследований перфузионной томосцинтиграфии миокарда.	258
<i>Овсянников Д. А., Сергеев С. Л., Стученков А. Б., Шишов В. А.</i> СКАНПЛАН: система дозиметрического планирования для медицинских ускорителей.	266
Процессы управления	
<i>Мосягина Е. Н.</i> Об оптимальном управлении периодически нестационарным недетерминированным автоматом в нечетко заданных условиях.	276
<i>Мышков С. К.</i> Минимаксное управление сингулярно возмущенной системой с неполной информацией.	284
Хроника	
<i>Демьянов В. Ф., Жук В. В., Заика Ю. В., Кирпичников Б. К., Литавин М. И., Овсянников Д. А., Олемской И. В., Петросян Л. А.</i> Памяти ученого.	292
Конференция «Процессы управления и устойчивость»	294
Рефераты	–
Summaries	305
Перечень статей	311

КОНФЕРЕНЦИЯ «ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ»

С 6 по 9 апреля 2009 г. на факультете прикладной математики–процессов управления (ПМ–ПУ) Санкт-Петербургского государственного университета состоялась 40-я ежегодная международная научная конференция аспирантов и студентов «Процессы управления и устойчивость» (“Control Processes and Stability” (CPS’09)).

К участию в конференции было подано 186 заявок от студентов, аспирантов, преподавателей факультета ПМ–ПУ, а также других факультетов СПбГУ и университетов Германии, России, Эстонии, Японии.

На открытии конференции выступил проф. *Л. А. Петросян* с докладом «Состоятельность кооперации».

Работа конференции проходила по пяти секциям:

секция № 1: *Математическая теория процессов управления* (председатель: проф. А. П. Жабко);

секция № 2: *Математические методы в механике и физике* (председатели: проф. О. И. Дривотин, доц. В. Н. Старков);

секция № 3: *Математические модели медико-биологических систем* (председатели: проф. Е. П. Колпак, доц. Е. Д. Котина);

секция № 4: *Информационные и компьютерные технологии* (председатели: проф. С. Н. Андрианов, доц. С. Л. Сергеев);

секция № 5: *Управление социально-экономическими системами* (председатели: профессора А. Ю. Гарнаев, В. В. Захаров и А. В. Прасолов).

По результатам работы конференции издан сборник, в который включены полные тексты докладов, сделанных на конференции и рекомендованных к публикации: **Процессы управления и устойчивость**: Труды 40-й международной научной конференции аспирантов и студентов. Россия, СПб., 6–9 апреля 2009 г. / под ред. Н. В. Смирнова, Г. Ш. Тамасяна. СПб.: Изд. Дом С.-Петерб. ун-та, 2009. 784 с.

С 5 по 8 апреля 2010 г. на факультете ПМ–ПУ СПбГУ состоится 41-я международная научная конференция аспирантов и студентов «Процессы управления и устойчивость» (“Control Processes and Stability”) (CPS’10). Информация о конференции появится на сайте факультета <http://www.apmath.spbu.ru> в феврале-марте 2010 г. Мы будем рады видеть Вас в составе участников нашей научной конференции.

Оргкомитет

РЕФЕРАТЫ

УДК 517.9

Ампилова Н.Б., Терентьев С.В. **О применении интервальной арифметики при численном исследовании динамических систем** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 3–11.

Среди численных методов исследования динамических систем наиболее известными являются так называемые методы, основанные на множествах (set oriented methods). В их основе лежит идея об аппроксимации фазового пространства конечным набором клеток (ячеек). Приближенное представление о поведении системы можно получать, строя образы этих ячеек. При последовательном подразбиении начального покрытия и стремлении диаметров ячеек к нулю можно строить последовательные приближения к фазовому портрету системы. Метод изучения поведения динамических систем с помощью символического образа также относится к этому классу. Символическим образом динамической системы называется ориентированный граф, построенный по системе и заданному покрытию. Вершины графа соответствуют ячейкам покрытия, а существование направленной дуги между вершинами означает, что образ ячейки, соответствующей начальной вершине, пересекается с ячейкой, сопоставляемой конечной вершине. При такой графической интерпретации траекториям системы отвечают пути на графе, при этом одному пути может соответствовать несколько траекторий. Символический образ является конечной аппроксимацией исходной системы, а построение последовательности

символических образов при адаптивном подразбиении исходного покрытия позволяет аппроксимировать динамику исходной системы с заданной точностью. В статье рассматривается способ представления ячейки покрытия в виде интервального вектора и строятся образы ячеек с помощью интервального расширения функций, описывающих исследуемую динамическую систему. При таком подходе можно легко получать оценки параметров символического образа, гарантирующие определенную точность построения. Описанный метод применяется к задаче локализации инвариантных множеств и задаче о построении псевдотраектории, проходящей через заданные точки. Библиогр. 19 назв. Табл. 1. Ил. 3.

Ключевые слова: динамические системы, численные методы, символический образ, интервальная арифметика.

УДК 517.97:621.384

Антропов И. В., Овсянников А. Д. **Моделирование и оптимизация динамики частиц в ускорителе с пространственно-однородной квадрупольной фокусировкой** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 12–24.

Предложена новая математическая модель для оптимизации продольного и поперечного движения. Ее особенностью является то, что в поперечном движении исследуется движение не отдельных частиц, а так называемые уравнения в огибающих. При этом рассматривается одновременная оптимизация программной траектории и пучка в целом. Библиогр. 15 назв. Ил. 2.

Ключевые слова: моделирование, оптимизация, теория управления, динамика, пучки заряженных частиц.

УДК 519.855

Арефьева И. Ю. **Стохастическое доминирование в условиях рисковости разных степеней** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 25–32.

Теория принятия решений в условиях риска и неопределенности широко применяется в различных областях деятельности человека. Для изучения индивидуальных предпочтений на множестве вероятностных распределений значительный интерес представляет изучение стохастических порядков. В работе исследовано стохастическое доминирование в условиях рисковости разных степеней на множестве отношений предпочтения, являющемся слабым порядком, а также на множестве нетранзитивных отношений предпочтения. Приведены и доказаны теоремы по полученным результатам. Библиогр. 3 назв.

Ключевые слова: теория принятия решений, вероятностные распределения, стохастическое доминирование, нетранзитивность.

УДК 519.8

Галегов А. И., Гарнаев А. Ю. **Конкурентное однотооварное производство с учетом налоговых ставок** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 33–47.

В данной статье исследованы и обобщены модели Курно и Штакельберга для олигопольных рынков с однородными продуктами. Рассмотрено налоговое расширение данных моделей и проведен анализ конкурентной борьбы в рамках модели Курно. Библиогр. 15 назв.

Ключевые слова: модель Курно, модель Штакельберга.

УДК 519.245

Герловица В. М. **О модификации метода распараллеливания ЛКГ** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 48–54.

Статья посвящена модификации метода получения псевдослучайных чисел для нескольких параллельных процессоров с использованием линейных конгруэнтных генераторов, предложенного автором ранее. Найдены условия максимальности периода модифицированных

последовательностей. Приведены теоретические результаты относительно совместного предельного поведения последовательностей в вероятностной модели распараллеливания с учетом выбора различных мультипликаторов. Приведены результаты вычислительных экспериментов по расчету волновых чисел, подтверждающие перспективность изложенного метода. Библиогр. 6 назв. Табл. 1.

Ключевые слова: линейный конгруэнтный генератор, псевдослучайные числа, спектральный тест, волновое число, метод распараллеливания.

УДК 539.3

Даль Ю. М. **Задача теории упругости о гидростатическом нагружении полого шара** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 55–57.

Рассмотрена задача линейной теории упругости для полого шара, нагруженного на внутренней и наружной сферической поверхностях равномерным давлением. Доказано, что напряженное состояние шара не зависит от упругих свойств его материала. Выведены аналитические зависимости для компонент напряжений и перемещений в толстостенном шаре и оболочках средней и малой толщины. Библиогр. 6 назв.

Ключевые слова: теория упругости, шар, оболочка, напряжения, перемещения.

УДК 519.8

Демьянович Ю. К., Габр М. В. С. **Новый вариант вэйвлетного разложения пространств сплайнов** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 58–68.

Проблеме построения вэйвлетных разложений уделяется большое внимание в течение последних десятилетий. Классические подходы к построению вэйвлетов связаны с использованием преобразований Фурье или с применением лифтинговой схемы. Применение аппроксимационных соотношений и связанных с ними сплайнов приводит к сплайн-вэйвлетным разложениям с порядком аппроксимации, асимптотически оптимальным по N -поперечнику стандартных компактов; при этом координатные вэйвлеты имеют компактный носитель минимальной (индексной) длины (при заданном порядке аппроксимации) и в ряде случаев представляют собой гладкие координатные сплайны, а получаемые вэйвлеты (в отличие от классических) могут иметь ненулевое среднее значение. Отметим также, что при построении вэйвлетного разложения и формул декомпозиции/реконструкции не используются метрические свойства линейных пространств (свойства пространства $L_2(\mathbb{R}^1)$, кратно-масштабный анализ и т. п.). В предшествующих исследованиях одного из авторов данной работы для построения вэйвлетов использовалась биортогональная система функционалов, определяемых с помощью производных генерирующей функции. Однако в тех случаях, когда значения производных генерирующей функции не известны, необходимо ограничиться лишь значениями самой функции. В предлагаемой работе биортогональная система определяется с помощью разностей, что позволяет строить вэйвлетные разложения, применяя лишь значения упомянутой функции. Пространство сплайнов на мелкой сетке представляется в виде прямой суммы пространства сплайнов на крупной сетке и пространства вэйвлетов, строится оператор проектирования с использованием указанных функционалов и выводятся формулы декомпозиции и реконструкции. Библиогр. 4 назв.

Ключевые слова: вэйвлеты, всплески, сплайны, декомпозиция, реконструкция.

УДК 519.859

Захаров А. О. **Сужение множества Парето на основе замкнутой информации об отношении предпочтения ЛПР** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 69–83.

Рассмотрена модель многокритериального выбора, которая включает множество допустимых векторов, векторный критерий и отношение предпочтения лица, принимающего решение (ЛПР). В качестве решения задачи многокритериального выбора рассматривается множество выбираемых векторов. В соответствии с аксиоматическим подходом сужения множества

Парето, развиваемым В. Д. Ногиним, предполагаются выполненными несколько «разумных» аксиом. Сужение множества Парето основано на наборе замкнутой информации об относительной важности критериев. Получен критерий совместности данного набора информации. Главный результат статьи показывает, как строить оценку сверху для неизвестного множества выбираемых векторов, используя заданный совместный набор информации. А именно, такая оценка представляет собой множество Парето относительно «нового» векторного критерия. Следует отметить, что указанная оценка является более точной, чем множество Парето относительно «старого» векторного критерия. Библиогр. 5 назв. Ил. 2.

Ключевые слова: задача многокритериального выбора, информация об относительной важности критериев, критерий непротиворечивости, сужение множества Парето, аксиоматический подход.

УДК 518.9

Зенкевич Н. А., Зятчин А. В. Сильное равновесие в дифференциальной игре со стохастической динамикой // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 84–94.

В статье исследован класс дифференциальных игр с полной информацией и конечной продолжительностью со стохастической динамикой типа управляемого процесса Ито. Выигрыш каждого игрока определяется как математическое ожидание интегрального функционала типа Больца. Решение игры ищется в классе позиционных стратегий в смысле сильного равновесия. В работе дано определение и сформулированы достаточные условия существования сильного равновесия в рассматриваемом классе игр, доказательство которых получается на основе применения принципа оптимальности Беллмана к задачам оптимального стохастического управления. В качестве примера подробно исследована игра трех лиц с линейной динамикой и квадратичными функционалами выигрышей, решение которой удалось получить путем сведения к задаче оптимального управления и использования методов динамического программирования. Библиогр. 14 назв.

Ключевые слова: дифференциальные игры, оптимальное стохастическое управление, равновесие по Нэшу, сильное равновесие.

УДК 519.622.2

Калинина Е. А., Самарина О. Н. Минимизация полной погрешности метода Эйлера для систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 95–103.

В современных условиях, когда появилась возможность проводить вычисления на компьютере в режиме реального времени, становится необходимым учитывать вычислительную погрешность, возникающую при решении различных задач численными методами. Требуется оценить полную погрешность решения, т. е. сумму погрешности численного метода и вычислительной погрешности. В связи с достаточно большой сложностью этой задачи ранее для ее решения использовались только вероятностный подход и подход, основанный на построении возможно более точного решения. В работе рассматриваются системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Приводится явная формула для числа шагов метода Эйлера, обеспечивающего наименьшую полную погрешность нахождения значения решения задачи Коши в точке. Показывается, что для ряда систем дифференциальных уравнений возможно решение задачи Коши методом Эйлера, поскольку погрешность решения является достаточно малой. Приводятся численные примеры. Библиогр. 8 назв. Ил. 1. Табл. 1.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, задача Коши, метод Эйлера, полная погрешность.

УДК 539.3

Карелин В. В. **Точные штрафы в многоточечной задаче для обыкновенных дифференциальных уравнений** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 104–109.

Проблеме учета ограничений в задачах математического программирования было уделено много внимания. Во многих случаях ее решали с помощью штрафных функций. В настоящее время идея точных штрафов хорошо разработана и широко используется. Подход, основанный на точном штрафе, наиболее интересен и изящен, но он приводит к необходимости решать негладкую задачу оптимизации, даже если исходная задача является гладкой. Однако прогресс в области численных методов недифференцируемой безусловной оптимизации, достигнутый в последние годы, дает некоторую надежду, что эти трудности будут преодолены. Ранее теория точных штрафов была применена к исследованию одного класса задач управления, в которых «управления» были просто параметрами системы дифференциальных уравнений, описывающей поведение некоторого управляемого объекта. В статье рассматривается многоточечная задача для обыкновенных дифференциальных уравнений. Система дифференциальных уравнений считается ограниченными. Показано, как можно их убрать, вводя соответствующую штрафную функцию. Получающийся новый функционал – существенно негладкий, тем не менее он обладает интересными дифференциальными свойствами, и современные методы недифференцируемой оптимизации позволяют решать указанные задачи численно. Библиогр. 3 назв.

Ключевые слова: наблюдаемость, дифференциальные уравнения, штрафные функции, недифференцируемая оптимизация, управление.

УДК 517.977

Краснова А. Ю., Погожев С. В., Савицкая Д. В., Хитров Г. М. **О гамильтоновых циклах** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 110–128.

В статье рассматриваются обыкновенные графы, заданные своими матрицами инцидентий или матрицами смежности, и решается задача поиска гамильтоновых циклов в них. Делается попытка изложить все необходимые для решения задачи понятия, а также само решение, в терминах матриц инцидентий или матриц смежности и их подматриц. С этой целью вначале приводятся принятые в теории графов определения необходимых понятий, затем соответствующие им определения на языке матриц. Библиогр. 3 назв. Ил. 7.

Ключевые слова: (0,1)-матрица, гамильтонов цикл, перманент, матрица инцидентий, матрица смежности, перестановочное подобие.

УДК 531/534:57+57:51-76

Кривовичев Г. В., Трегубов В. П. **Моделирование гребковых движений реснички инфузории** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 129–141.

Исследование посвящено проблеме моделирования подвижности такого типа органеллы одноклеточного организма как ресничка. На примере задачи моделирования движений реснички инфузории *Paramecium multimicronucleatum* проверяется оригинальная методика моделирования подвижности, основанная на решении первой задачи динамики. На первом этапе процесса моделирования решается задача аппроксимации законов движения с помощью сглаживающих кубических сплайнов, построение которых осуществляется с использованием стабилизирующего функционала А. Н. Тихонова. На втором этапе решается первая задача динамики. На третьем этапе делается предположение о структуре обобщенных сил и происходит задание структуры сил – разделение на активные позиционные силы и на пассивные диссипативные силы. На последнем этапе решается задача идентификации параметров модели. Алгоритм управления движением основан на гипотезе, ранее выдвинутой В. П. Трегубовым и И. Б. Токиным. В результате вычислительных экспериментов показано, что предложенные механическая и математическая модели в состоянии воспроизвести рисунок биения реснички *Paramecium* с высокой точностью. В качестве отдельной задачи рассмотрено моделирование

движений реснички в жидкости с большим сопротивлением. Эта ситуация соответствует движениям реснички в естественных условиях. Предложен новый нелинейный вид зависимости позиционных обобщенных сил от обобщенных координат. Библиогр. 21 назв. Ил. 5.

Ключевые слова: подвижность одноклеточных организмов, математическое моделирование, ресничка, первая задача динамики.

УДК 519.244.5

Мазалов В. В., Ивашко Е. Е. **Байесовская модель в задаче наилучшего выбора с «разладкой»** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 142–151.

В работе изучается байесовская модель наилучшего выбора с «разладкой». Рассматривается последовательность из n независимых одинаково распределенных случайных величин (с.в.) $x_1, x_2, \dots, x_{\theta-1}, x_{\theta}, \dots, x_n$. В случайный момент времени θ происходит «разладка» и меняется закон распределения наблюдаемых с.в. То есть до момента θ с.в. $x_1, \dots, x_{\theta-1}$ имеют непрерывное распределение $F_1(x)$, а последующие с.в. x_{θ}, \dots, x_n – непрерывное распределение $F_2(x)$. Наблюдатель обладает информацией о параметрах задачи α , $F_1(x)$ и $F_2(x)$, но он не знает истинного распределения наблюдаемых с.в. Информация о наблюдениях неполна – на каждом шаге наблюдатель узнает лишь о том, превышает ли полученная с.в. установленный им порог. Наблюдения поступают последовательно, на каждом шаге наблюдатель принимает решение: либо принять наблюдение (закончить процесс и получить в качестве выигрыша значение принятой с.в.), либо отвергнуть (и перейти к следующему наблюдению). Он не может вернуться к наблюдению, которое отверг ранее. Если наблюдатель отверг все наблюдения, его выигрыш равен 0. Цель наблюдателя – максимизировать среднее выбранное значение из заданной последовательности с.в. Решение ищется в классе байесовских пороговых правил следующего вида. Перед шагом k , оценив апостериорную вероятность нахождения системы в состоянии H_1 , наблюдатель устанавливает порог $s = s_k(x_1, \dots, x_{k-1})$ и принимает наблюдение x_k , если оно превышает установленный порог. В противном случае наблюдение отвергается. Библиогр. 10 назв. Ил. 2. Табл. 8.

Ключевые слова: задача наилучшего выбора, разладка, байесовская стратегия.

УДК 531.3

Мальков В. М., Малькова Ю. В., Иванов В. А. **Бесконечная плоскость с круговым включением, имеющим отслоение на части границы** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 152–165.

Исследована задача о круговом упругом включении, соединенном с окружающей бесконечной пластиной, при наличии трещины на линии раздела. Трещина раскрывается известным внутренним давлением или приложенными усилиями на бесконечности. Для решения этой задачи была использована теория комплексных функций в сочетании с методом скачков напряжений и перемещений на линии раздела. Краевые задачи были сведены к задачам Римана–Гильберта. Были найдены точные решения следующих проблем: для бездефектного соединения со скачками напряжений и перемещений на линии раздела; для сосредоточенных сил на линии раздела и для межфазной трещины при произвольных усилиях на берегах трещины. Найдено, что в случае разнородных материалов напряжения и перемещения имеют осцилляцию около концов трещины, подобно феномену осцилляции для прямолинейной трещины, что приводит к наложению берегов около концов трещины. Для частных примеров полученные результаты были сравнены с результатами работ других авторов – Мухелишвили, Ингланда, Перлмана и Сиха. Библиогр. 10 назв. Ил. 1.

Ключевые слова: плоская задача, комплексные функции, скачки напряжений и перемещений, криволинейная межфазная трещина.

УДК 539.3

Морщинина Д. А. **Математические модели интраокулярных линз** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 166–171.

Модели механики деформируемого тела широко применяются в офтальмологии при разработке эффективных способов лечения различных болезней. Одним из наиболее опасных и распространенных глазных заболеваний является катаракта. В настоящее время единственный способ ее лечения – замена помутневшего естественного хрусталика интраокулярной линзой (ИОЛ), состоящей из оптического диска и опорных элементов, называемых гаптикой. В данной статье рассматриваются два основных типа современных ИОЛ: с четырьмя и с двумя опорными элементами. Механическая модель линзы искусственного хрусталика представляет собой упругий изотропный диск, на контуре которого действуют сосредоточенные силы и моменты. На основании соотношений плоской теории упругости выводятся выражения для компонент вектора перемещений в оптическом диске, нагруженном указанными нагрузками, а также определяются коэффициенты податливости диска, в точках приложения сосредоточенных сил и моментов. Библиогр. 9 назв. Ил. 5.

Ключевые слова: теория упругости, сосредоточенные силы и моменты, интраокулярная линза, перемещения, коэффициенты податливости.

УДК 519.6

Ovsyannikov A. D., Berz M. **Taylor models and computations in the complex plane** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 172–185.

The conduction of scientific and engineering computer calculations is non-trivial task. One of important components of this task is the assessment of received results and the assessment of preciseness (correctness) of calculated values. In practice it is common sense and professional experience of the calculator. More formal approach to the task means such organization of the calculation process that automatically makes correlation of calculation values with relation to possible errors, miscalculations on uncertainties of given data as well as approximation errors and errors which may occur due to computer representation of numerical values etc. The result of such calculations is certain interval or set that is certain to contain correct solution. Many publications deal with the construction of such mathematically approved methods of calculation. As a rule they are based on the interval mathematics and interval modifications of traditional (conventional) numerical methods. In this case it is not always possible to get as a result intervals, which are narrows enough. Thus in the process of calculations one can get catastrophic ballooning of intervals as the result, for example, of dependency effect which leads to certain overestimations. The usage of the method of representation of functions into the Taylor series with simultaneous control of remainders bounds effectively allows effective realization of the calculations with automatic control of the value of calculation errors. This approach developed in works by Martin Berz and Kyoko Makino for the case of real functions has, as it is shown, some advantages. With the turn to the complex plane all calculation problems are getting even more difficult. In this paper the development of the technique of calculations based on Taylor's model for complex analytical functions is considered. Calculation technique based on complex Taylor model appears to be free of many failures of interval calculations or at least it is able to reduce unwanted effects such as wrapping effect and dependency problem. Bibliogr. 10 names. П. 6.

Key words: Taylor models, complex interval arithmetic, dependency problem, wrapping effect.

УДК 519.7

Париевская С. Н. **Гарантированное решение многокритериальной задачи при неопределенности** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 186–198.

Проблема принятия решений существует во всех областях человеческой деятельности.

Математические модели процессов принятия решений дают возможность получить важные представления об объекте с помощью исследования теоретическими методами. Проблема принятия решений в сложных системах исследуется в рамках теории многокритериальных задач. Одной из особенностей задач принятия решений является наличие неопределенности. В статье рассмотрено обобщение метода решения многокритериальной задачи при неопределенности для случая учета нечисловой, неточной, неполной информации о весовых коэффициентах. С помощью данной информации получено не одно гарантированное решение (как было ранее), а целое множество, в котором каждому вектору весов соответствует свое решение. Был предложен способ выявления «наилучшего» решения. Учет информации о предпочтениях лица, принимающего решение, позволяет повысить качество и обоснованность принимаемых решений в сложных системах. Библиогр. 9 назв.

Ключевые слова: многокритериальная задача, неопределенность, гарантированное решение, весовые коэффициенты, предпочтение.

УДК 519.837

Парфенов А. П. **Многошаговые сетевые игры управления потоками** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 199–211.

Рассматриваются динамические сетевые игры, в которых игроки управляют динамическими потоками в сетях. Сетевые игры – это класс игр, в которых множество состояний игры есть некоторое множество сетей. Кроме того, ранее изучались сетевые игры, в которых множество состояний игры определяется множеством статических потоков в заданной сети. В данной работе дано определение многошаговой сетевой игры с фиксированным конечным временем, обобщающее известные определения статических сетевых игр и многошаговых игр с одновременными ходами игроков. Рассмотрены многошаговые сетевые игры управления потоками, в которых игроки, которым принадлежат определенные вершины и дуги сети, управляют потоками в сети с целью их оптимизации. Построен алгоритм нахождения всех равновесий в конечной игре с помощью графа, развернутого во времени. Доказана теорема о необходимых и достаточных условиях равновесности по Нэшу в многошаговой сетевой игре управления потоком, позволяющая свести задачу нахождения равновесий к конечному набору максиминных задач оптимизации динамического потока. Перед определением динамической сетевой игры дается вспомогательное определение параметрической (с параметрами вершин и ребер) групповой (игрок управляет не одной вершиной сети, а группой вершин) статической сетевой игры. При этом оказывается, что параметрическая групповая сетевая игра изоморфна некоторой (непараметрической и негрупповой) статической сетевой игре. Библиогр. 10 назв.

Ключевые слова: динамические игры, позиционные игры, многошаговые игры, сетевые игры, динамические потоки в сетях.

УДК 539.85

Полякова Л. Н. **Минимизация разности максимумов гладких функций** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 212–217.

В работе рассмотрена задача минимизации одного класса негладких функций – функций, представляющих из себя разность функций максимумов гладких функций. Эти функции являются квазидифференцируемыми и также непрерывно кодифференцируемыми. Понятие кодифференцируемости было введено В. Ф. Демьяновым. Сформулировано необходимое условие минимума этой разности с использованием гиподифференциалов некоторых вспомогательных функций максимума. Предложены два алгоритма минимизации функций такого вида. Доказаны теоремы сходимости. Приведены примеры, иллюстрирующие данные алгоритмы. Библиогр. 2 назв.

Ключевые слова: квазидифференцируемые и кодифференцируемые функции, гиподифференциал, необходимое условие минимума.

УДК 531:577.353

Селицкая Е. А. **Моделирование мышечного сокращения** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 218–223.

В предлагаемой работе рассматривается математическая модель возбуждения мышцы. На основе этой модели проведен численный эксперимент с учетом сократительных свойств и структурной организации мышечного волокна, а также нервного возбуждения, поступающего из центральной нервной системы. В результате численного моделирования получена зависимость усилия в мышце для различных типов возбуждения. Библиогр. 9 назв. Ил. 5.

Ключевые слова: мышечное сокращение, нервный импульс, мышечное усилие, нервное возбуждение, дифференциальное уравнение, положение равновесия, АТФ, АДФ, ферментная реакция, тетанус.

УДК 517.97

Тамасян Г.Ш. **Градиентные методы решения задачи Коши** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 224–230.

Для решения задачи Коши в настоящее время известно множество численных методов, например метод последовательных приближений Пикара, метод Эйлера, метод Рунге–Кутты. В данной работе решение задачи Коши сводится к безусловной минимизации соответствующего функционала. С учетом специфики строения функционала для поиска минимизирующей последовательности применяются градиентные методы. Рассматриваемые в работе алгоритмы относятся к прямым методам вариационного исчисления. Библиогр. 10 назв. Табл. 3.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, недифференцируемая оптимизация, градиентные методы.

УДК 519.71

Хохулина В. А. **О разложении и анализе обобщенных нечетких автоматов и языков** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 231–240.

Показана возможность представления обобщенного нечеткого автомата и представляемого этим автоматом нечеткого регулярного языка в виде дизъюнкции конечного множества недетерминированных автоматов и соответственно дизъюнкции представляемых ими четких регулярных языков с учетом степеней их принадлежности исходному нечеткому автомату и языку. Исследованы специальные задачи анализа нечетких автоматов и языков и методы их решения. Приведены примеры решения рассмотренных задач. Библиогр. 6 назв.

Ключевые слова: обобщенный нечеткий автомат, нечеткий язык, разложение автоматов, уровень нечеткости, степень принадлежности, абстрактный анализ.

УДК 519.633,51-76

Чижов А. В. **Численный метод для уравнения пространственного распространения импульсации вдоль поверхности участка коры мозга** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 241–249.

Модель распространения осредненной спайковой активности нейронов по аксонам, равномерно и изотропно распределенным вдоль поверхности коры мозга, в пренебрежении дальними связями сводится к гиперболическому уравнению в частных производных второго порядка с источником. Уравнение является обобщением кабельного уравнения на случай двух пространственных координат. Для численного решения этого уравнения предлагается применить хорошо зарекомендовавшую себя в газодинамике TVD-схему, для чего уравнение второго порядка преобразуется в эквивалентную гиперболическую систему уравнений первого порядка, для которой записывается схема Годунова–Родионова типа предиктор–корректор второго порядка аппроксимации, указывается способ постановки граничных и начальных условий, вводящий дополнительное уравнение и источниковый член в систему. Примеры решения

задачи о распаде разрыва в одномерной и осесимметричной постановках демонстрируют качество предлагаемой схемы в сравнении со схемой с центрально-разностными аппроксимациями. Библиогр. 12 назв. Ил. 2.

Ключевые слова: гиперболические уравнения, численная схема, нейрон, аксон, кора мозга, распространение нервных импульсов.

УДК 519.71

Шмыров А. С., Шмыров В. А. **Об асимптотической устойчивости по отношению к части переменных орбитального движения космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 250–257.

Рассмотрено орбитальное движение космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации L_1 системы Земля–Солнце. Неустойчивость такого движения требует управляющих воздействий, стабилизирующих движение. В данной работе рассматриваются управления, направленные по линии Земля–Солнце. В качестве математической модели используется хилловское приближение круговой ограниченной задачи трех тел. Уравнения, описывающие движение, исследуются в гамильтоновой форме. Система координат, в которой проводится исследование, является вращающейся геоцентрической. С помощью гамильтоновой техники показано, что управление, направленное по линии Земля–Солнце, способно обеспечить не только устойчивость стационарного решения по Ляпунову, но и асимптотическую устойчивость по отношению к части переменных, при этом устойчивость по Ляпунову сохраняется. Приводится графический результат численного моделирования движения космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации с полученными управлениями. Библиогр. 14 назв. Ил. 1.

Ключевые слова: коллинеарная точка либрации, круговая ограниченной задачи трех тел, гамильтониан, устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость.

УДК 519.6:004.4

Котина Е. Д., Чижов М. Н. **Трехмерная визуализация результатов радионуклидных исследований перфузионной томосцинтиграфии миокарда** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 258–265.

В работе рассматриваются задачи трехмерного представления выходных данных радионуклидных исследований, в частности задача визуализации результатов однофотонной эмиссионной компьютерной томографии миокарда левого желудочка сердца, синхронизированной с сигналом электрокардиографа. Радионуклидные методы оценки жизнеспособности миокарда остаются вне конкуренции, потому данная задача остается актуальной, особенно в плане развития отечественного программного обеспечения в этой области. Для оценки перфузии и асинхронии миокарда левого желудочка сердца строятся модельные трехмерные матрицы, которые подлежат визуализации с помощью ряда дополнительных построений. Для реализации предлагается метод трехмерного моделирования, основанный на построении трехмерных векторных моделей исследуемого объекта. Визуализация параметров перфузии и асинхронии имеет важное значение при отборе больных и оценке ранних эффектов кардиоресинхронизирующей терапии. Программная реализация сделана под платформу Microsoft Windows с использованием .Net Framework 2.0 и библиотек DirectX 9.0c. Библиогр. 16 назв. Ил. 7.

Ключевые слова: трехмерная визуализация, однофотонная эмиссионная томография, перфузия миокарда, фазовый анализ.

УДК 004.9

Овсянников Д. А., Сергеев С. Л., Стученков А. Б., Шишов В. А. **СКАНПЛАН: система дозиметрического планирования для медицинских ускорителей** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 266–275.

Работа посвящена современной разработке Санкт-Петербургского государственного

университета и НПК ЛУЦ — системе дозиметрического планирования «СКАНПЛАН». Актуальность создания данной системы обуславливается рядом недостатков, характерных для большинства существующих систем, затрудняющих их использование. Наиболее существенными из этих недостатков являются ориентация на устаревшие платформы, отсутствие дружественного интерфейса, чрезвычайно высокая цена. Система «СКАНПЛАН» призвана заменить такие устаревшие системы на российском рынке. Библиогр. 15 назв. Ил. 4.

Ключевые слова: медицинский ускоритель, лучевая терапия, дозиметрическое планирование.

УДК 519.71

Мосягина Е. Н. **Об оптимальном управлении периодически нестационарным недетерминированным автоматом в нечетко заданных условиях** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 276–283.

Изложены новые результаты по исследованию методики синтеза оптимального управляющего воздействия на периодически нестационарный недетерминированный автомат при нечетко заданной цели управления и нечетко заданных ограничениях на входные воздействия. Приведен пример синтеза такого управления. Библиогр. 5 назв.

Ключевые слова: периодически нестационарный недетерминированный автомат, нечеткая цель, нечеткие ограничения, степень принадлежности нечеткой цели, множество максимизирующих решений.

УДК 517.97

Мышков С. К. **Минимаксное управление сингулярно возмущенной системой с неполной информацией** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2009. Вып. 4. С. 284–291.

Рассматривается задача построения минимаксного управления линейной стационарной сингулярно возмущенной системой при существенно неполной информации, так как в управлении используются и при том частично только доминирующие координаты состояния. Показано, что главные члены асимптотических представлений для минимаксного управления и соответствующего значения функционала целиком определяются решением редуцированной задачи минимакса. Библиогр. 15 назв.

Ключевые слова: минимаксное управление, негладкая оптимизация, сингулярно возмущенная система.

SUMMARIES

Ampilova N. B., Terentiev S. V. **On application of interval methods for the numerical investigation of a dynamical system.**

Set oriented methods belong to the well-known class of the methods for numerical investigation of dynamical systems behavior. They are based on the approximation of the phase space of a dynamical system by a finite set of cells. The construction of the images of the cells enable us to gain a rough idea of system's behavior. By applying successive subdivision process to the initial covering and tending cells diameters to zero we obtain the approximations of the phase portrait of the system. A symbolic image method belongs to this class as well. Symbolic image of a dynamical system is an oriented graph which is constructed using both the system and a given covering. Vertices of the graph correspond to the cells of the covering, and there is the edge between two vertices if the image of the cell corresponding to the initial vertex intersects the cell corresponding to the terminal one. Under this graphic interpretation paths on the graph can be related to the system trajectories, at that a path may be connected with several trajectories. A symbolic image is a finite approximation of the system, and the construction of a sequence of symbolic images according to the successive subdivision process results in the approximation of system dynamics with a given accuracy. In the present paper we consider a cell as an interval vector and construct cell images using interval extensions for the functions specifying a dynamical system. This method of attack enables us to obtain the estimation of a symbolic image parameters, which guaranties a given accuracy. This method is applied both to the problem of localization of invariant sets and to that of construction of a pseudotrajectory passing through two given points.

Key words: dynamical systems, numerical methods, symbolic image, interval arithmetic.

Antropov I. V., Ovsyannikov A. D. **Modeling and optimization of particles dynamics in RFQ accelerator.**

The paper is devoted to new model of optimization of longitudinal and transverse motions. Feature of the model is that for transverse motion equations in envelopes are investigated. Thus simultaneous optimization of program trajectory and beam as whole is considered.

Key words: modelling, optimization, control theory, dynamics, charge particles beams.

Arefyeva I. Ju. **Stochastic dominance in conditions of different degree of risk.**

Theory of decision making in terms of risk and uncertainty is widely adopted in different fields of human activity. Stochastic orders is interesting to research for individual human preferences on the set of probabilistic distributions. Some results of research of stochastic dominance in conditions of different degree of risk are presented in this article.

Key words: theory of decision making, probabilistic distributions, stochastic dominance, intransitivity.

Galegov A. I., Garnaev A. Yu. **Competitive homogeneous production with different tax systems.**

We consider and generalize Cournot and Stackelberg models for oligopoly with homogeneous goods, investigate a tax expansion for these models and analyze competitive activity under Cournot model.

Key words: Cournot model, Stackelberg model.

Gerlovina V. M. **On modification of LCG parallelization method.**

Modification of LCG parallelization method, producing several sequences of pseudorandom numbers, proposed by the author earlier, is stated. Conditions of maximum of the modified sequences period are found. Theoretical results about joint limit behavior of new sequences in the probability model of parallelization for various multipliers are presented. Results of practical experiments are presented.

Key words: linear congruential generators, pseudorandom numbers, spectral test, wave number, parallelization method.

Dahl Yu. M. **The problem of theory of elasticity for hydrostatic loading of hollow sphere.**

The hollow isotropic sphere is considered (in spherical coordinates r, φ, θ). It is suppose, that on the internal sphere's surface $r = R_1$ acted the pressure $q_1 = \text{const}$, and on the external sphere's surface $r = R_2$ acted the pressure $q_2 = \text{const}$. It is contend, that stresses $\sigma_{rr}(r)$, $\sigma_{\varphi\varphi}(r)$, $\sigma_{\theta\theta}(r)$

are independent from elastic characteristics of spheres material (Yung's module and Poisson's coefficient). Worthy of note, that analogical circumstance take a place in the first border problem of two-dimensional theory of elasticity for continuous solid (the theorem of M. Levy). The approach formulas for stresses components and displacement for middle and thin spherical shells are deduced. The estimation of stresses and displacements in elastic continuum with spherical pore is executed.

Key words: theory of elasticity, sphere, shell, stresses, displacements.

Dem'yanovich Yu. K., Gabr M. W. S. New variant of wavelet decomposition for spline spaces.

The problem of wavelet decomposition construction has been given much attention to in recent decades. Classical approaches for wavelet construction are related with the using Fourier transformations or with applying a lifting scheme. Applying approximation relations and corresponding splines with it leads to the expansion of wavelet-splines with the order of approximation, asymptotically optimal for the N -length of the standard compacts; for these coordinates wavelets have compact support (index) of minimal (index) length (for given order of approximation) and in some cases represent smooth coordinate splines, but the obtained wavelets (unlike classical) can have nonzero average value. It should be also noted that in constructing wavelet decomposition and formulas of decomposition/reconstruction metric properties of linear spaces are not used (properties of the space $L_2(\mathbb{R})^1$, a multiple-scale analysis, etc.). In the previous research of one of this paper authors the system of biorthogonal functionals defined by the derivatives of the generating function, has been used for wavelets construction. However in cases when the values of the derivatives of the generating functions are unknown it should be limited to only the values of the function itself. In the proposed paper the biorthogonal system is defined by the difference that allows to build wavelet decomposition, using only the values of the function. The space of splines on the fine grid is represented as a direct sum of spaces of splines on the coarse grid and the space of wavelets, the operator of projection has been constructed with using mentioned functionals, and formulae decomposition and reconstruction have been deduced.

Key words: wavelets, splines, decomposition, reconstruction.

Zakharov A. O. Reduction of the Pareto set based on closed information of the DM's preference relation.

The paper deals with a multicriteria choice model which includes a set of feasible vectors, vector criterion, and the Decision Makers's preference relation. As a solution of the multicriteria choice problem, a set of selected vectors is considered. According to the Pareto set reduction approach by V. D. Noghin some 'reasonable' axioms are assumed. The reduction of the Pareto set is based on compound closed information on the relative importance of criteria. A criterion of consistency for the compound information is established. The main result of the paper shows how to construct an upper estimate for unknown set of selected vectors using the consistent closed information. Namely, such estimate is the Pareto set with respect to 'new' vector criterion. It must be noted that the obtained estimate is more precise than the Pareto set with respect to the 'old' criterion.

Key words: multicriteria choice problem, information on the relative importance of criteria, consistency criterion, reduction of the Pareto set, axiomatic approach.

Zenkevich N. A., Zyatchin A. V. Strong equilibrium in a differential game with stochastic dynamics.

A class of differential finite duration games with stochastic dynamics, described by controllable Ito's processes, is considered in the paper. It was assumed, that objective function of each player was described as mathematical expectation of functional with integral and terminal parts and each player possessed perfect information about realization of the process. A solution of the game was found in a class of feed-back strategies in sense of strong Nash equilibrium. In the paper it was formulated sufficient conditions for strong equilibrium existence in the class stochastic differential games. Proof of this theorem follows from the equilibrium definition and Bellman's optimality principle implementation for optimal stochastic control problems. As an example, a game with three players with linear dynamics and linear-quadratic payoff functionals was formulated. The solution was found by reducing the original game to problem of stochastic optimal control using dynamic programming approach.

Key words: differential game, optimal stochastic control, Nash equilibrium, strong equilibrium.

Kalinina E. A., Samarina O. N. Minimization of of Euler's method total error for the systems of linear differential equations with constant coefficients.

Nowadays one has an opportunity to make the computer computations in the real-time mode, and it has

become necessary to take into consideration the rounding errors which appear just as different problems are solved by numerical methods. Therefore it is important to evaluate the total error of the solution which is the sum of discretization error (and in many cases a convergence error, too) and the round-off error. Because of the great difficulty of this problem the only methods based on probability theory and constructing the exact solution of the system were used. Systems of linear differential equations with constant coefficients are considered. The Cauchy problem for such systems is investigated. The method for the number of steps of Euler's method on interval that provides total error to be minimal is given for the value of the solution in some point. It is proved that the error of the solution is small enough for some class of systems. The numerical examples are provided.

Key words: differential equations, Cauchy problem, Euler's method, total error.

Karelin V. V. Exact penalties in a multipoint problem for ordinary differential equations.

The problem of reducing a constrained mathematical programming problem to an unconstrained one has been given a great deal of attention. In most cases such a reduction is performed with the help of so-called penalty functions. At present the theory of Penalization is well developed and widely used. The exact penalization approach is the most interesting and elegant but it generally requires solving a nonsmooth problem even if the original one was smooth. However, recent developments in Nondifferentiable Optimization give some hope that these difficulties will be overcome. To be able to reduce a constrained optimization problem to an unconstrained one via exact penalization it is suitable to represent the constraining set in the form of equality, where the function describing the set must satisfy some conditions on its directional derivatives (or, in general, on its generalized directional derivatives). In the present paper we show how to describe the constraints – given in the form of differential equations – by a (nonsmooth) functional whose directional derivatives satisfy the required properties. We treat one multipoint problem for ordinary differential equations. This problem is reduced to a nonsmooth unconstrained optimization problem. It makes it possible to construct a numerical algorithm for the unconstrained optimization problem just allowing one to solve the original parametric optimization problem. Then, by making use of necessary optimality conditions (for a nonsmooth problem) it is shown that the conditions we obtain are equivalent to the well-known ones.

Key words: observability, the differential equations, penal functions, not differentiated optimization, management.

Krasnova A. Yu., Pogozhev S. V., Savitskaya D. V., Khitrov G. M. On Hamiltonian cycles.

Regular graphs set by the incidence matrix or the adjacency matrix are considered and the search problem of Hamiltonian cycles in them is solved. Attempts to present all the concepts necessary to solve the problem as well as the solution itself in terms of the adjacency matrix or the incidence one and their submatrices are made. To this end, the definitions of the necessary concepts accepted in the theory of graphs are at first given, then the corresponding definitions in the language of matrices are brought.

Key words: (0,1)-matrix, Hamiltonian cycle, permanent, incidence matrix, adjacency matrix, permutational similarity.

Krivovichev G. V., Tregoubov V. P. Modelling of the strokes of the infusoria's cilium.

The research is dedicated to the problem of modelling motility of the protozoa organelle. The attention is given to the motility of such type of the organelle as the cilium. The original method of modelling the motility based on the solution of the first problem of dynamics is verified on the problem of modelling the ciliary motility of infusoria Paramecium. At the first stage of modelling the approximation problem of the laws of motion is solved using cubic smoothing splines which are constructed by the method of stabilizing the functional of A. N. Tikhonov. At the second stage the first problem of dynamics is solved. At the third stage the hypothesis of the structure of generalized forces is proposed, at this stage the forces are subdivided into active positional forces and passive dissipative ones. At the last stage the problem of identification of parameters is solved. The algorithm of motion control is based on the hypothesis which was earlier proposed by V. P. Tregoubov and I. B. Tokin. As a result of computational experiments it is shown that the proposed models allow to reproduce a ciliary beat pattern with arbitrary preset accuracy. As a special problem of modelling the ciliary motions in the fluid in the case of great resistance is considered. This situation corresponds to ciliary motion in natural conditions. For this case new nonlinear analytical dependence of the positional generalized forces and generalized coordinates is proposed.

Key words: protozoa motility, mathematical modelling, cilium, the first problem of dynamics.

Mazalov V. V., Ivashko E. E. **Bayes' model in the best-choice problem with disorder.**

In the paper we consider the best-choice problem with disorder and imperfect observation. The decision-maker observes sequentially a known number of iid random variables from a known distribution with the object of choosing the largest. In the random time the distribution of observation is changed. The random variables cannot be perfectly observed. Each time a random variable is sampled the sampler is informed only whether it is greater than or less than some level specified by him. The decision-maker can choose at most one of the observation. The optimal rule is derived in the class of Bayes' strategies for the models with discount of the payoff and cost for observation.

Key words: best-choice problem, disorder.

Mal'kov V. M., Mal'kova Yu. V., Ivanov V. A. **Infinite plane with circular inclusion debonding on part interface.**

The problem of a circular elastic inclusion connected with the surrounding infinite plate with crack availability at interface is examined. The crack is opened under the action of either known internal pressure or by applied tractions at infinity. For solution of this problem the theory of complex functions in combination with the method of stress and displacement jumps on the interface was used. The boundary problems were reduced to the Riemann–Hilbert edge problems. The exact solutions of the following problems: for perfect bonding with stress and displacement jumps on the interface; for concentrated forces applied at the interface and for the interface crack under arbitrary forces on the faces of the crack were found. For the case of dissimilar media it is found that the stresses and displacements should exhibit an oscillation phenomenon near the ends of the crack as those obtained for a straight crack and that the crack surfaces should overlap near the ends of the crack. For the particular examples the obtained us results were compared with the results of the other works – Muskhelishvili, England, Perlman, Sih.

Key words: plane problem, complex functions, jumps of stresses and displacements, curvilinear interface crack.

Morshinina D. A. **Mathematical models of intraocular lenses.**

The plane problem of the linear theory of elasticity for optical disk loading concentrated forces and moments on the contour was investigated. Expressions for displacements and compliance coefficients of the disk in the points of concentrated load action were received.

Key words: theory of elasticity, concentrated forces and moments, intraocular lens, displacements, compliance coefficients.

Ovsyannikov A. D., Berz M. **Taylor models and computations in the complex plane.**

This article is devoted to the extension of sphere of applications of Taylor models developed earlier. A definition of the complex Taylor model is introduced. A possibility of their use in the representation of complex analytical functions is considered. Rules for the construction of complex Taylor models are suggested for elementary functions. Arithmetic operations on models are introduced. A series of numerical patterns illustrating advantages of this approach are suggested. Calculations had been made with the help of the system Cosy infinite.

Key words: Taylor models, complex interval arithmetic, dependency problem, wrapping effect.

Parievskaya S. N. **Guaranteed solution of a multiobjective problem under uncertainty.**

The problem of decision-making occurs in all areas of human activity. Mathematical models of decision-making processes provide an opportunity to get an important view on an object by means of theoretical research methods. The problem of decision-making in complex systems are studied in the theory of multicriterion problems. Uncertainty is one of the features of the tasks of decision-making. The article deals with the generalization of method for solving multicriteria problem under uncertainty conditions for the case of non-numerical, inaccurate, incomplete information about weighting factors. With this information, not only one single guaranteed solution (as previously) was achieved, but a whole lot, in which each vector of weights corresponds with its own solution. A method of identifying the “best” solution was proposed. Record keeping of preferences of a decision-maker helps to improve the quality and validity of decision-making in complex systems.

Key words: multicriteria problem, uncertainty condition, guaranteed solution, weight factors, preference.

Parfyonov A. P. Multistage network flow control games.

Dynamic network games are considered in which players control dynamic network flows. The definition of multistage network game with fixed time is given. The algorithm finding all equilibriums in the finite multistage network game is constructed.

Key words: dynamic games, positional games, multistage games, network games, dynamic network flows.

Polyakova L. N. Minimization of smooth function maxima difference.

The problem of minimizing one class of nonsmooth functions – namely, the functions representing the difference of smooth function maxima is considered. These functions are quasidifferentiable and also continuously codifferentiable. The notion of codifferentiability was introduced by V. F. Demyanov. A necessary condition of a minimum of this difference in terms of functions of such a type are proposed. Convergence theorems are proved. The examples illustrating the mentioned algorithms are provided.

Key words: quasidifferentiable and codifferentiable functions, hypodifferential, necessary condition of a minimum.

Selitskaya E. A. Muscle's contraction modelling.

The simplified mathematical model is based on a numerical integration of a transversely striated muscle. The following main positions are taken into account in this model: the work cycle of the myosin heads, change of ATP and ADP molecule number in accordance with the enzyme reaction formula, the control process of muscle contraction by nerve impulses through the means of altering the conduction potential. In this work, the dependence of muscle tension and nervous conduction were obtained by means of numerical integration of the model equations. A single impulse causes the spread of single wave contraction in the fiber. If the impulses follow one after the other, then the addition of single contractions occurs. At a sufficiently high impulse frequency, single contractions merge into a smooth tetanus. These results have qualitatively coincided with the experimental data of the effort measurement in a dissected muscle. The behavior of effort curves developed by muscles with different functional overlappings was examined. The transformation of the differential equations of the model for numerical research of the system, which was initially in the state of equilibrium, was also carried out. The transformed system is useful for studying the energizing and deenergizing conduction processes on successive time sections.

Key words: muscle's contraction, nervous impulse, muscle tension, nervous conduction, differential equation, state of equilibrium, ATP, ADP, enzymatic reaction, tetanus.

Tamasyan G. Sh. The gradient methods for solving the Cauchy problem.

In the paper the Cauchy problem is reduced to the problem of unconstrained optimization of the corresponding functional. To construct a minimizing sequence gradient methods are employed where specific properties of the functional are exploited. The methods considered belong to direct methods of Calculus of Variations.

Key words: the differential equations, penal functions, not differentiated optimization, the gradient methods.

Khokhulina V. A. On decomposition and analysis of generalized fuzzy automata and languages.

The possibility of representation of generalized fuzzy automaton and a fuzzy regular language in the form of disjunction of a non-deterministic automata finite set and disjunction of clear regular languages taking into account the grades of their membership to these fuzzy automaton and language is shown. Special problems of fuzzy automata and languages analysis and methods of their solution are investigated. The examples of solution of the problems examined are presented.

Key words: generalized fuzzy automaton, fuzzy regular language, decomposition of automata, level of fuzziness, grade of membership, abstract analysis.

Chizhov A. V. Numerical method for equation of spike propagation along brain cortex surface.

A model of averaged neuronal spiking activity propagating by uniformly and isotropically distributed along cortical surface axons is described by the second order hyperbolic equations in partial derivatives with a source term, if long-range axonal connections are neglected. The equation is a generalized cable equation in the case of two spatial coordinates. It is proposed for the numerical solution of this equation

to apply the well-known in fluid dynamics TVD-scheme (Total Variation Diminishing scheme). To this end, the second-order equation is rewritten in an equivalent system of the first order equations in partial derivatives. The Godunov–Rodionov predictor–corrector scheme of second-order approximation is applied; the boundary and initial conditions are set by the means of an additional equation and a source term, implemented in the system. Examples of solving the Riemann problem in one-dimensional and axisymmetric cases demonstrate the quality of the proposed scheme in comparison with the central difference approximation scheme.

Key words: hyperbolic equations, numerical scheme, neuron, axon, brain cortex, spike propagation.

Shmyrov A. S., Shmyrov V. A. On asymptotical stability with respect to part of variables of orbital movement of a space vehicle in the neighborhood of collinear libration point.

The controllable orbital movement of a space vehicle in the neighborhood of collinear libration point L_1 of the system Earth–Sun is considered. Instability of such movement requires controlling actions stabilizing movement. In this research the controlling actions directed along the line Earth–Sun are considered. Hill's approximation of the restricted circular three-body problem is used as a mathematical model. The equations of movement are studied in the Hamiltonian form. Rotate geocentric coordinate system is used for studying the movement. With the help of the Hamiltonian technology it is shown, that the control along Earth–Sun direction provides not only Lyapunov stability for a full system of variables, but also asymptotical stability with respect to the part of variables. The graph of numeric modelling of space vehicle movement in the neighborhood of the collinear libration point with control obtained is presented.

Key words: collinear libration point, restricted circular three-body problem, Hamiltonian, Lyapunov stability, asymptotical stability.

Kotina E. D., Chizhov M. N. Three-dimensional visualization of myocardial perfusion SPECT imaging.

Three-dimensional visualization of cardiac radionuclide research results is developed. Gated myocardial perfusion SPECT imaging is considered. To display perfusion and dyssynchrony 3-dimensional modeling matrix is constructed. A contour-based method of 3D visualization is applied.

Key words: three-dimensional display, single photon emission computed tomography, myocardial perfusion, phase analysis.

Ovsyannikov D. A., Sergeev S. L., Stuchenkov A. B., Shishov V. A. SCANPLAN: radiation therapy planning system for medical accelerators.

In this paper a modern radiation therapy planning system SCANPLAN is presented. Authors describe principles of functioning and basic modules of the system.

Key words: medical accelerator, radiation therapy, radiotherapy planning system.

Mosyagina E. N. On optimal control for periodically nonstationary nondeterministic automaton in the fuzzy set conditions.

The new results on examination of synthesis method of optimal controlling action on periodically non-stationary nondeterministic automaton at fuzzy given control goal and fuzzy given restrictions on input actions are explained. The example of such control synthesis is adduced.

Key words: periodically non-stationary nondeterministic automaton, fuzzy goal, fuzzy restrictions, fuzzy goal grade of membership.

Myshkov S. K. Minimax control of singular perturbed system with incomplete information.

The problem of designing the minimax control of a linear stationary singular perturbed system is considered when only a part of dominant state coordinates may be used in the control law. It is proved that the main terms of asymptotic representations for the minimax control and the corresponding value of functional are entirely determined by the minimax solution of the reduced problem.

Key words: minimax control, nonsmooth optimization, singular perturbed system.

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ
«ВЕСТНИК САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА»
В 2009 ГОДУ.

СЕРИЯ 10: ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА,
ИНФОРМАТИКА, ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ

Прикладная математика

<i>Ампилова Н. Б., Терентьев С. В.</i> О применении интервальной арифметики при численном исследовании динамических систем	4	3–11
<i>Андреанов С. Н., Артамонов С. А.</i> Оптимальный алгоритм и программы построения изохронного магнитного поля на основе статических равновесных орбит в ускорителях с азимутальной вариацией	2	3–14
<i>Антропов И. В., Овсянников А. Д.</i> Моделирование и оптимизация динамики частиц в ускорителе с пространственно-однородной квадрупольной фокусировкой	4	12–24
<i>Арефьева И. Ю.</i> Стохастическое доминирование в условиях рисковости разных степеней	4	25–32
<i>Афанасьев С. Б., Лавренко Д. С., Николаев П. О., Павлейно М. А., Стишков Ю. К., Чирков В. А.</i> Полуавтоматический метод компьютерной обработки характеристик группового движения объектов и течений различной природы ..	1	3–13
<i>Виноградова Е. М., Крымская К. А.</i> Математическое моделирование триодной электронно-оптической системы с модулятором на основе полевого острого	3	3–9
<i>Галегов А. И., Гарнаев А. Ю.</i> Конкуреннтное однотоварное производство с учетом налоговых ставок	4	33–47
<i>Гасратова Н. А.</i> Напряженно-деформированное состояние упругого пространства со сферическим жестким включением	1	14–18
<i>Герловица В. М.</i> О модификации метода распараллеливания ЛКГ	4	48–54
<i>Гормин А. А., Капитанов Ю. Н.</i> Уменьшение дисперсии при оценивании опционных контрактов	3	10–20
<i>Горопашная А. В.</i> Оценка важности аргументов немонотонных логических функций при логико-вероятностном анализе безопасности сложных технических систем	1	19–32
<i>Григорьева К. В.</i> Суррогатные функционалы в задачах диагностики	1	33–43
<i>Григорьева Н. С.</i> Алгоритм ветвей и границ для задачи составления расписания на параллельных процессорах	1	44–55
<i>Даль Ю. М.</i> Задача теории упругости о гидростатическом нагружении полого шара ..	4	55–57
<i>Демьянов И. С.</i> Модификация метода Новикова в задачах распознавания	3	21–27
<i>Демьянович Ю. К., Габр М. В. С.</i> Новый вариант вэйвлетного разложения пространств сплайнов	4	58–68
<i>Еремин А. С.</i> Модификация теории помеченных деревьев для структурного метода интегрирования систем ОДУ	2	15–21
<i>Ермолаева Н. Н., Курбатова Г. И.</i> Математическая модель расширяющегося жидкого слоя	3	28–37
<i>Жук В. В., Пуеров Г. Ю.</i> Сравнение отклонений обобщенных средних В. А. Стеклова в пространстве L_2	1	56–52
<i>Зайцев В. Ф., Ложеккин А. С.</i> Фундаментальные нелокальные симметрии обыкновенных дифференциальных уравнений	1	63–67
<i>Захаров А. О.</i> Сужение множества Парето на основе замкнутой информации об отношении предпочтения ЛПР	4	69–83
<i>Зацепин М. А.</i> Математическое моделирование прогноза напряженно-деформированного состояния пологозалегающего массива горных пород	1	68–73
<i>Зенкевич Н. А., Зятчин А. В.</i> Сильное равновесие в дифференциальной игре со стохастической динамикой	4	84–94
<i>Иголкин В. Н.</i> О вычислении вероятности неразорения страховой компании	3	38–43
<i>Калинина Е. А., Самарина О. Н.</i> Минимизация полной погрешности метода Эйлера для систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами	4	95–103
<i>Карелин В. В.</i> Точные штрафы в многоточечной задаче для обыкновенных дифференциальных уравнений	4	104–109
<i>Квитко А. Н.</i> Об одном алгоритме решения граничной задачи для нелинейной управляемой системы с учетом запаздывания управляющего воздействия	2	22–34

<i>Коробейников А. И.</i> Сравнение оценок параметров специальной модели кривой дожития для выборки с интервальным цензурированием	2	35–47
<i>Косовская Т. М.</i> Распознавание объектов из классов, замкнутых относительно группы преобразований	3	44–54
<i>Косовская Т. М.</i> Частичная выводимость предикатных формул как средство распознавания объектов с неполной информацией	1	74–83
<i>Краснова А. Ю., Погосев С. В., Савицкая Д. В., Хитров Г. М.</i> О гамильтоновых циклах	4	110–128
<i>Крепс В. Л.</i> Конечные бескоалиционные игры с единственными ситуациями равновесия	3	55–62
<i>Кривовичев Г. В., Трегубов В. П.</i> Моделирование гребковых движений реснички инфузории	4	129–141
<i>Кривулин Н. К.</i> О решении одного класса линейных векторных уравнений в идемпотентной алгебре	3	63–76
<i>Кудряшова Е. В.</i> Вычисление бифуркационных параметров для цифровой системы фазовой автоподстройки	3	77–80
<i>Латыпов В. Н.</i> Автоматизация решения обыкновенных дифференциальных уравнений	2	48–58
<i>Лебединская Н. А., Лебединский Д. М.</i> Преобразование триангуляций при помощи элементарных операций	1	84–86
<i>Левина А. Б.</i> Использование слайнов первого порядка в шифровании	3	81–93
<i>Мазалов В. В., Ивашко Е. Е.</i> Байесовская модель в задаче наилучшего выбора с «разладкой»	4	142–151
<i>Макаров А. А.</i> Один вариант сплайн-вэйвлетного разложения пространств B -сплайнов	2	59–71
<i>Мальков В. М., Малькова Ю. В., Иванов В. А.</i> Бесконечная плоскость с круговым включением, имеющим отслоение на части границы	4	152–165
<i>Матросов А. В.</i> Численно-аналитический алгоритм метода начальных параметров для расчета балок на упругом основании	2	72–81
<i>Мирошин Р. Н.</i> Простое доказательство теоремы Маркова в обобщенной проблеме моментов	1	87–95
<i>Молдовян Н. А.</i> Группы векторов для алгоритмов электронной цифровой подписи	1	96–102
<i>Морицинина Д. А.</i> Математические модели интраокулярных линз	4	166–171
<i>Никущенко Д. В., Чистов А. Л.</i> Алгоритм расчета гидродинамических характеристик систем крыльев относительно большой толщины	3	94–103
<i>Новоселов В. С.</i> Асимптотическое построение оптимального многопараметрического перелета. 1. Нулевое и первое приближения	1	103–108
<i>Новоселов В. С.</i> Асимптотическое построение оптимального многопараметрического перелета. 2. Второе и третье приближения	3	104–110
<i>Обвянников А. Д.</i> Управление пучком заряженных частиц с учетом их взаимодействия	2	82–92
<i>Обвянников А. Д., Берц М.</i> Модели Тейлора и вычисления на комплексной плоскости	4	172–185
<i>Осипков Л. П.</i> Стохастизация в однородной гравиплазме	2	93–103
<i>Париевская С. Н.</i> Гарантированное решение многокритериальной задачи при неопределенности	4	186–198
<i>Парфенов А. П.</i> Многошаговые сетевые игры управления потоками	4	199–211
<i>Петренко Е. И.</i> Оптимизация алгоритмов построения инвариантных множеств динамических систем с помощью генерации кода	3	111–117
<i>Полякова Л. Н.</i> Минимизация разности максимумов гладких функций	4	212–217
<i>Пронина Ю. Г.</i> Периодическая задача о точечных воздействиях в упругой полуплоскости с отверстиями	3	118–128
<i>Пронина Ю. Г.</i> Сосредоточенные силы и моменты в упругой полуплоскости с отверстием	2	104–114
<i>Селицкая Е. А.</i> Моделирование мышечного сокращения	4	218–223
<i>Соколов С. В.</i> Условия устойчивости и оценки решений некоторого класса сложных систем	3	129–136
<i>Строкан П. В., Матсужиса Т.</i> Информационные равновесия в коммуникационных системах	2	115–121
<i>Суровцова Т. Г., Чистяков С. П.</i> О построении статистических критериев для атрибуции авторства литературных текстов	3	137–142
<i>Тамасян Г. Ш.</i> Градиентные методы решения задачи Коши	4	224–230
<i>Тулупьев А. Л.</i> Непротиворечивость оценок вероятностей в алгебраических байесовских сетях	3	143–150

<i>Тулубьев А. Л.</i> Непротиворечивость оценок вероятностей в идеалах конъюнктов и дизъюнктов	2	122–132
<i>Тутыгин В. С., Дебелова А. В.</i> Новый алгоритм частотного анализа	1	109–116
<i>Усевич К. Д.</i> Разложение функций в двумерном варианте метода «Гусеница»-SSA и связанные с ним системы уравнений в частных производных	3	151–160
<i>Холодова С. Е.</i> Математическое моделирование крупномасштабных движений стратифицированной электропроводной жидкости в сферическом слое	1	117–132
<i>Хохулина В. А.</i> О разложении и анализе обобщенных нечетких автоматов и языков ...	4	231–240
<i>Хьюе Л. Ч., Граничин О. Н.</i> Статистический способ выделения слов и словосочетаний из вьетнамских печатных текстов	3	161–169
<i>Чашников М. В.</i> К вопросу о единственности матрицы Ляпунова: случай систем с кратными запаздываниями	2	133–140
<i>Чашников Н. В.</i> Составные параметрические поверхности Кунса	2	141–145
<i>Чижов А. В.</i> Численный метод для уравнения пространственного распространения импульсации вдоль поверхности участка коры мозга	4	241–249
<i>Шалымов Д. С.</i> Распознавание слитной речи с использованием рандомизированного алгоритма стохастической аппроксимации	3	170–180
<i>Шмыров А. С., Шмыров В. А.</i> Об асимптотической устойчивости по отношению к части переменных орбитального движения космического аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации	4	250–257
<i>Юмагулов М. Г., Вышинский А. А., Муртазина С. А., Нуров И. Д.</i> Операторный метод исследования локальных бифуркаций многопараметрических динамических систем	2	146–155

Информатика

<i>Васильева Н. С.</i> Выбор шага квантования при построении цветовой гистограммы в задаче поиска изображений	2	156–165
<i>Гришкин В. М.</i> Компьютерная система мониторинга состояния объектов культурного наследия	3	181–188
<i>Иванов А. Н., Кознов Д. В., Тыжгеев М. Г.</i> Моделирование интерфейса полнофункциональных Web-приложений, интенсивно работающих с данными	3	189–204
<i>Кан Д. А.</i> Задача синтеза предложений на естественном языке	3	205–212
<i>Котина Е. Д., Чижов М. Н.</i> Трехмерная визуализация результатов радионуклидных исследований перфузионной томосцинтиграфии миокарда	4	258–265
<i>Кударов Руслан С.</i> Статистическая модель зависимости количества брака в работе персонала от профессиональной подготовки	1	133–137
<i>Кударов Рустем С.</i> Моделирование основной составляющей входного пассажиропотока метрополитена в часы пик	1	138–142
<i>Меркурьев Д. В.</i> Универсальный словарь, содержащий морфологическую, синтаксическую и семантическую информацию о словоформах русского языка	3	213–225
<i>Обсянников Д. А., Сергеев С. Л., Стученков А. В., Шишов В. А.</i> СКАНПЛАН: система дозиметрического планирования для медицинских ускорителей	4	266–275
<i>Пименов В. Ю.</i> Оценка метода выявления точечных особенностей изображения в задаче поиска нечетких дубликатов в коллекции изображений	3	226–237
<i>Романовский К. Ю.</i> Разработка повторно используемой документации семейства телефонных станций средствами технологии DocLine	2	166–180
<i>Сотникова М. В.</i> Алгоритмы формирования маршрутов движения судов с учетом прогноза погодных условий	2	181–196

Процессы управления

<i>Александров А. Ю., Жабко А. П.</i> О существовании предельных режимов нелинейных разностных систем	3	238–250
<i>Александров А. Ю., Косов А. А.</i> Анализ устойчивости положений равновесия нелинейных механических систем на основе декомпозиции	1	143–154
<i>Мосягина Е. Н.</i> Об оптимальном управлении периодически нестационарным недетерминированным автоматом в нечетко заданных условиях	4	276–283
<i>Мышков С. К.</i> Минимаксное управление сингулярно возмущенной системой с неполной информацией	4	284–291

<i>Смирнов Н. В., Соловьева И. В.</i> Применение метода позиционной оптимизации для многопрограммной стабилизации билинейных систем.....	3	251–259
Хроника		
<i>Демьянов В. Ф., Жук В. В., Заика Ю. В., Кирпичников Б. К., Литавин М. И., Овсянников Д. А., Олемской И. В., Петросян Л. А.</i> Памяти ученого.....	4	292–293
<i>Ежиков А. В., Еремеев В. В., Ермолин В. С., Жук В. В., Зенкевич Н. А., Камачкин А. М., Кирпичников Б. К., Кузютин Д. В., Петросян Л. А., Александров А. Ю., Жабко А. П.</i> В. Ф. Кузютин (к 70-летию со дня рождения)	3	260
Конференция «Процессы управления и устойчивость».....	1	155
Конференция «Процессы управления и устойчивость».....	4	294
Рефераты	1	156–162
	2	197–204
	3	261–272
	4	294–304

CONTENTS

Applied mathematics

<i>Ampilova N. B., Terentiev S. V.</i> On application of interval methods for the numerical investigation of a dynamical system.....	3
<i>Antropov I. V., Ovsyannikov A. D.</i> Modeling and optimization of particles dynamics in RFQ accelerator.....	12
<i>Arefyeva I. Ju.</i> Stochastic dominance in conditions of different degree of risk.....	25
<i>Galegov A. I., Garnaeв A. Yu.</i> Competitive homogeneous production with different tax systems...	33
<i>Gerlovina V. M.</i> On modification of LCG parallelization method.....	48
<i>Dahl Yu. M.</i> The problem of theory of elasticity for hydrostatic loading of hollow sphere.....	55
<i>Dem'yanovich Yu. K., Gabr M. W. S.</i> New variant of wavelet decomposition for spline spaces.....	58
<i>Zakharov A. O.</i> Reduction of the Pareto set based on closed information of the DM's preference relation.....	69
<i>Zenkevich N. A., Zyatchin A. V.</i> Strong equilibrium in a differential game with stochastic dynamics	84
<i>Kalinina E. A., Samarina O. N.</i> Minimization of of Euler's method total error for the systems of linear differential equations with constant coefficients.....	95
<i>Karelin V. V.</i> Exact penalties in a multipoint problem for ordinary differential equations.....	104
<i>Krasnova A. Yu., Pogochev S. V., Savitskaya D. V., Khitrov G. M.</i> On Hamiltonian cycles.....	110
<i>Krivovichev G. V., Tregoubov V. P.</i> Modelling of the strokes of the infusoria's cilium.....	129
<i>Mazalov V. V., Ivashko E. E.</i> Bayes' model in the best-choice problem with disorder.....	142
<i>Mal'kov V. M., Mal'kova Yu. V., Ivanov V. A.</i> Infinite plane with circular inclusion debonding on part interface.....	152
<i>Morshinina D. A.</i> Mathematical models of intraocular lenses.....	166
<i>Ovsyannikov A. D., Berz M.</i> Taylor models and computations in the complex plane.....	172
<i>Parievskaya S. N.</i> Guaranteed solution of a multiobjective problem under uncertainty.....	186
<i>Parfyonov A. P.</i> Multistage network flow control games.....	199
<i>Polyakova L. N.</i> Minimization of smooth function maxima difference.....	212
<i>Selitskaya E. A.</i> Muscle's contraction modelling.....	218
<i>Tamasyan G. Sh.</i> The gradient methods for solving the Cauchy problem.....	224
<i>Khokhulina V. A.</i> On decomposition and analysis of generalized fuzzy automata and languages....	231
<i>Chizhov A. V.</i> Numerical method for equation of spike propagation along brain cortex surface....	241
<i>Shmyrov A. S., Shmyrov V. A.</i> On asymptotical stability with respect to part of variables of orbital movement of a space vehicle in the neighborhood of collinear libration point.....	250

Informatics	
<i>Kotina E. D., Chizhov M. N.</i> Three-dimensional visualization of myocardial perfusion SPECT imaging	258
<i>Ovsyannikov D. A., Sergeev S. L., Stuchenkov A. B., Shishov V. A.</i> SCANPLAN: radiation therapy planning system for medical accelerators	266
Control Processes	
<i>Mosyagina E. N.</i> On optimal control for periodically nonstationary nondeterministic automaton in the fuzzy set conditions	276
<i>Myshkov S. K.</i> Minimax control of singular perturbed system with incomplete information	284
Chronicle	
<i>Demyanov V. F., Zhuk V. V., Zaika Ju. V., Kirpichnikov B. K., Litavin M. I., Ovsyannikov D. A., Olemskoy I. V., Petrosian L. A.</i> The memory of scientific	292
Conference "Control processes and stability"	294
Papers	–
Summaries	305
List of articles	311

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И УСЛОВИЯ ПРИЕМА СТАТЕЙ
В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК СПбГУ»
(Сер. 10. Прикладная математика, информатика, процессы управления)

Адрес редакции:
199004, Санкт-Петербург, В.О., 6-я линия, д. 11/21,
тел./факс (812) 328-44-22; e-mail: vestnik@unipress.ru.

198504, Санкт-Петербург, Петергоф, Университетский проспект, 35,
Факультет ПМ–ПУ, комн. 329, тел. (812) 428-45-10; e-mail: vkarelin@apmath.spbu.ru.

I. Правила публикации статей

- 1) Журнал издает работы, представленные одной из кафедр университета. В нем публикуются оригинальные, ранее не опубликованные исследования в области прикладной математики, управления или информатики, также статьи математического характера в области вычислительной техники и механики. Объем статьи, включая таблицы, иллюстрации и т. п., – от 6 до 15 страниц.
- 2) Все рукописи, поступающие в журнал, направляются на рецензирование. К рецензированию не привлекаются специалисты, работающие в том же подразделении, где выполнена работа. Рецензенты уведомляются о том, что присланные им рукописи являются частной собственностью авторов и относятся к сведениям, не подлежащим разглашению. Рецензентам не разрешается делать копии статей для своих нужд. Рецензирование проводится конфиденциально. Автору рецензируемой работы передается копия рецензии. Решение о публикации (или отклонении) статьи принимается редакционной коллегией серии после ее рецензирования и обсуждения. Решение редколлегии фиксируется в протоколе заседания.
- 3) Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

II. Правила оформления статей

- 1) Статья должна быть представлена в редакцию в распечатанном (два экземпляра) и электронном виде. Редакция принимает статьи в формате $\LaTeX 2_{\epsilon}$. Под электронной версией,

представляемой автором, подразумевается исходный Т_ЭX'овский файл (например, MyArticle.tex), соответствующий ему файл PS или PDF, Т_ЭX-файлы с Резюме, Summary и авторефератом и отдельные файлы иллюстраций, если таковые имеются. Для подготовки рукописи в операционной системе Windows подходит любая версия пакета MikTeX, который можно бесплатно загрузить с сайта <http://www.miktex.org/>. Убедительная просьба при создании файла не использовать программы-конвертеры типа Word2TEX или подобные. Для изготовления PS- и PDF-файлов можно воспользоваться бесплатной программой Ghost Script, которая доступна, например, на сайте <http://www.ghostscript.com/>. Рекомендуется следующая минимальная для Т_ЭX-файла преамбула:

```
\documentclass[twoside]{article}
\usepackage[cp1251]{inputenc}
\usepackage[english,russian]{babel}
\usepackage{amsmath}
\setlength\textwidth{14cm}
\setlength\textheight{20,25cm}
\addtolength\hoffset{9,55mm}
\addtolength\voffset{2,25mm}
\oddsidemargin0in
\evensidemargin0in
```

Для печати следует использовать несколько измененный Т_ЭX-файл – в преамбуле поставить масштабный фактор \mag=1250 и изменить параметры сдвига:

```
\addtolength\hoffset{-6,45mm}
\addtolength\voffset{-27,75mm}
```

Печать можно осуществлять прямо из DVI-файла либо из PS- или PDF-файлов (статья должна содержать все таблицы и иллюстративные материалы). Печать должна быть выполнена на плотной белой бумаге. Шрифт 10 кг (10 pt). Ширина полосы – 14 см, высота полосы – 20 см. Межстрочный интервал – одинарный, поле слева – 2,5 см, справа – 2 см, сверху – 3 см, снизу – 2,5 см. Длина строки не более 80 символов, количество строк не более 25.

- 2) Не вводите свои собственные макроопределения, команды и декларации (не используйте в Вашем Т_ЭX-файле \def, \newcommand, \renewcommand, \numberwithin).
- 3) На первой странице статьи должно быть: 1-я строка – УДК (справочник кодов УДК можно найти, например, по адресу <http://www.teacode.com/online/udc/>), если используется автоматическая генерация заголовка \maketitle, то УДК следует поместить в название: \title{\hbox{\normalsize УДК...}Название}; 2-я строка – инициалы и фамилия автора или авторов (светлым курсивом); 3-я – название статьи (жирным), а также сведения о грантах, которыми поддержана публикация (если имеются) в виде сноски \footnote к заголовку.
- 4) Дефис обозначается одним минусом -, а тире – это два «минуса» --.
- 5) Для открывающих кавычек используйте <<, для закрывающих – >>. Для «кавычек “внутри” кавычек» открывающие – “ и ” – закрывающие. В английском тексте (в Summary) открывающие кавычки “, закрывающие – ”.
- 6) В десятичных дробях используется только десятичная запятая.
- 7) Единицы измерения физических величин набирайте, используя русские обозначения, перед ними ставьте неразрывный пробел: $f_i = 100\sim\text{Гц}$, а также 2009~г.
- 8) Между инициалами и фамилиями ставьте неразрывные пробелы: А.~А.~Иванов.
- 9) Сокращения слов русского языка т. е., т. п. и т. д. должны содержать неразрывные пробелы: т.~е., т.~д. Сокращения слов, кроме общепринятых, не допускаются.
- 10) Все цитаты должны быть сверены и снабжены указанием источника и страницы.

11) Формулы должны быть набраны с учетом необходимых шрифтовых выделений. Нумерованные выключные формулы создаются окружением `equation`. Для многострочных формул используйте окружение `multline`. Ссылки могут быть организованы как вручную, так и с помощью `\label/\ref`. Для нумерованных выключных формул применяйте окружение `equation*` (соответственно, `multline*` для многострочных). Номер формулы ставится справа в край в скобках. Нумеруются только те формулы, на которые имеется ссылка в тексте статьи.

12) При использовании сокращений слов в обозначениях величин применяйте команду `\text`, например,

`\$S_{\text{eff}}\$` или `\$B_{\text{max}}\$`.

13) Единицы измерений даются в системе СИ.

14) Список литературы приводится в конце статьи и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008. Нумерация ссылок дается арабскими цифрами в квадратных скобках и приводится по мере упоминания в тексте.

Примеры оформления:

1. *Залмансон Л. А.* Преобразование Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. М.: Наука, 1989. 496 с.

2. *Кройс Ф.* Исследование Мирового океана: учебник / пер. с англ. Н. А. Мироновой; под ред. А. Ф. Гросса. М.: Мир, 1984. 502 с. (*Krois F. The investigation of World Ocean*)

3. *Petrosjan L. A., Zenkevitch N. A.* Game theory. London: World scientific, 1998. 430 p.

4. *Радченко А. Н.* Гистерезисные свойства возбудимых мембран – основа нейронной памяти // Биофизика. 1993. Т. 38. С. 288–293.

5. *Савчинская И. К., Носов Л. А., Шабалина Н. В.* и др. Геохимические основы и процесс формирования сорбционно-активной алюмосиликатной матрицы // Материалы V конференции «Науки о Земле и образование». СПб.: Изд-во РАН, 2002. С. 45–48.

6. *Мышков С. К.* Условия разрешимости задачи оптимальной в среднем стабилизации линейных управляемых систем с неполной информацией // Вопросы механики и процессов управления: сб. статей / под ред. В. В. Новожилова. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1978. Вып. 2. С. 148–157.

7. *Enns E. G., Ferenstein E.* The Horse Game // J. Oper. Res. Soc. Jap. 1985. Vol. 28, N 1. P. 51–62.

8. *Андреанов С. Н., Юдин И. П.* Ядерный микрозонд с заданными характеристиками // Труды XIII совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 13–15 окт. 1992. Дубна, 1993. Т. 2. С. 305–309.

9. *Смирнов С. В.* Статистические модели анализа факторов: дис. на соискание учен. степени канд. физ.-мат. наук. СПб., 1995. 150 с.

10. *Смирнов С. В.* Некоторые статистические методы классификации валют. – СПб., 2005. 31 с. – Деп. в ВИНТИ от 20.04.2005, № 557-В2005.

11. *Key Y.* PSA-SIFT Source Code. URL: <http://www.cs.cmu.edu/yke/>.

12. *Овсянников А. Д.* Управление программным и возмущенным движениями // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10: Прикладная математика, информатика, процессы управления. 2006. Вып. 4. С. 111–124.

13. *Приемопередающее* устройство: пат. 218788. Рос. Федерация. № 2000131736/09; заявл. 18.12.2000; опубл. 20.08.02 // Бюл. № 23 (ч. II). 3 с.

Список литературы можно организовывать как вручную, так и с использованием окружения `thebibliography` и команд `\cite`.

15) Таблицы должны быть представлены (кроме приведенных в тексте) каждая на отдельной странице в конце статьи. При их оформлении используйте окружение `longtable` из пакета `longtable`; текст в колонках выравнивается по центру; размер шрифта на шаг меньше основного (т. е. 9 pt): `\small \begin{longtable} \caption{...} \end{longtable}`. Все таблицы должны иметь название – команда `\caption{}`. Ссылка на таблицу: табл.~1 (необходим неразрывный пробел).

- 16) В виде трех отдельных TeX-овских файлов прилагаются Резюме на русском и Summary на английском объемом 5–7 фраз (с указанием фамилии автора и названия статьи по-английски), а также автореферат (не более 0,5 с.) с кодами УДК. В конце реферата и Summary обязательно должны быть приведены ключевые слова на русском и английском соответственно.
- 17) В самом конце статьи указывается электронный адрес (e-mail), ФИО автора, с которым предпочтительно вести переписку, а также номер телефона, служебного или домашнего. Также предоставьте, пожалуйста, следующую информацию обо всех авторах:
 1. Фамилия, имя, отчество (все полностью, светлым курсивом);
 2. Ученая степень; если аспирант – научный руководитель;
 3. Организация, в которой работает автор;
 4. Должность и/или звание;
 5. Количество опубликованных работ;
 6. Научные направления;
 7. E-mail.

Примеры:

Артамонов Станислав Александрович – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, заведующий группой обработки информации Лаборатории физики и техники ускорителей ускорительного отдела Петербургского института ядерной физики РАН. Количество опубликованных работ: 110. Научные направления: ускорительная физика, теоретическая физика и компьютерное моделирование. E-mail: start@npfi.spb.ru.

Коробейников Антон Иванович – аспирант кафедры статистического моделирования математико-механического факультета Санкт-Петербургского государственного университета. Научный руководитель: проф. С. М. Ермаков. Количество опубликованных работ: 6. Научные направления: теория вероятностей, математическая статистика. E-mail: asl@math.spbu.ru.

Требования к иллюстративному материалу

- 18) Все иллюстрации должны быть напечатаны и присоединены к распечатке статьи.
- 19) Общее требование ко всем рисункам: во-первых, ширина не более 14 см, во-вторых, все рисунки должны быть чёрно-белыми, никакие цвета, даже оттенки серого недопустимы.
- 20) Рисунки-фотографии и другие растровые изображения, на которых отсутствует какой-либо текст, представляются в виде файлов формата *.jpg или *.tif. Желательное разрешение 1200 dpi, во всяком случае, не ниже 600 dpi. Если исходный рисунок был цветным или полутоновым, для создания чёрно-белого изображения его необходимо растривать, например, с помощью программы Adobe Photoshop (параметры: входное разрешение 1200 dpi, полутоновый метод растривания, линейное разрешение 54 линии/дюйм).
- 21) Рисунки-фотографии и другие растровые изображения, содержащие текст, необходимо представлять в векторном формате *.pdf, *.eps, *.ai, *.cdr. При этом текст должен быть векторным. Также желательно, чтобы векторными были элементы типа осей координат и засечек на них (минимальная толщина линий – 0,4 pt). Для создания рисунка растровые элементы импортируются векторным графическим редактором, например, Adobe Illustrator или Corel Draw, после чего вставляются текст и векторные данные. Для этих целей допустимо использование MS Word или Excel.
- 22) Штриховые иллюстрации (графики, схемы и др.) должны быть представлены в векторном формате. Недопустимо конвертирование растровых изображений в векторные. Наиболее желательным является предоставление рисунков, изготовленных программой Meta Post (файлы *.mp). Это приложение (mp.exe) входит в состав стандартного пакета MikTeX. Кроме того, в пакет MikTeX входит файл mpman.pdf, являющийся пособием по программе Meta Post, которое содержит большое количество готовых примеров рисунков. Также для изготовления векторных иллюстраций подходит любой векторный графический редактор: Adobe Illustrator, Corel Draw, можно использовать MS Word/Excel. В последнем случае рисунки либо сохраняются в виде файлов *.doc/*.xls, либо конвертируются в *.pdf. Толщина линий на рисунках должна быть не менее 0,5 pt. Рисочки на осях должны смотреть внутрь рисунка.
- 23) Шрифт обозначений на рисунках должен быть набран кеглем 9 или 10 (Times New Roman).

- 24) Подписи к рисункам должны быть выполнены кеглем 9, объяснение к ним — кеглем 8, желательно дать и отдельной распечаткой. Все рисунки должны быть пронумерованы и иметь название. Ссылка на рисунок: рис. 1; ссылки на часть рисунка: рис. 1, а, рис. 1, б. При этом на самом рисунке части должны быть обозначены «а, б, ...».

Порядок рецензирования рукописей научных статей, поступивших в редакцию журнала

- 1) Все научные статьи, поступившие в редколлегию журнала, подлежат обязательному рецензированию.
- 2) Ответственный секретарь серии определяет соответствие статьи профилю журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на рецензирование специалисту, доктору или кандидату наук, имеющему наиболее близкую к теме статьи научную специализацию. Рецензентом не может быть член редколлегии серии.
- 3) Сроки рецензирования в каждом отдельном случае определяются ответственным секретарем серии с учетом создания условий для максимально оперативной публикации статьи.
- 4) В рецензии освещаются следующие вопросы: а) соответствует ли содержание статьи заявленной в названии теме; б) насколько статья соответствует современным достижениям научно-теоретической мысли; в) доступна ли статья читателям, на которых она рассчитана, с точки зрения языка, стиля, расположения материала, наглядности таблиц, диаграмм, рисунков и формул; г) целесообразна ли публикация статьи с учетом ранее выпущенной по данному вопросу литературы; д) в чем конкретно заключаются положительные стороны, а также недостатки статьи, какие исправления и дополнения должны быть внесены автором; е) рекомендуется или нет с учетом исправления отмеченных рецензентом недостатков статья к публикации в журнале, входящем в Перечень ВАК.
- 5) Рецензии заверяются в порядке, установленном в учреждении, где работает рецензент.
- 6) Рецензирование проводится конфиденциально. Автору рецензируемой статьи предоставляется возможность ознакомиться с текстом рецензии. Нарушение конфиденциальности возможно только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в статье.
- 7) Если в рецензии содержатся рекомендации по исправлению и доработке статьи, ответственный секретарь серии направляет автору текст рецензии с предложением учесть их при подготовке нового варианта статьи или аргументированно (частично или полностью) их опровергнуть. Доработанная (переработанная) автором статья повторно направляется на рецензирование.
- 8) Текст рецензии направляется автору по электронной почте или факсом. Статья, не рекомендованная рецензентом к публикации, к повторному рассмотрению не принимается.
- 9) Положительная рецензия не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редколлегией серии и фиксируется в протоколе ее заседания.
- 10) После принятия редколлегией серии решения о допуске статьи к публикации ответственный секретарь серии информирует об этом автора и указывает сроки публикации.
- 11) Оригиналы рецензий хранятся в редколлегии серии в течение пяти лет.

Редколлегия

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Председатель **Н. М. Кропачев** (д-р юрид. наук, проф.)
Заместители председателя: **И. А. Горлинский** (канд. биол. наук, проф.),
Н. Г. Скворцов (д-р социол. наук, проф.)
Ответственный редактор **Н. А. Гуляева** (канд. биол. наук)

Редакционная коллегия серии:

Л. А. Петросян (отв. редактор, декан факультета ПМ-ПУ, д-р физ.-мат. наук, проф.), *Д. А. Овсянников* (зам. отв. редактора, зав. кафедрой ТСУЭА, д-р физ.-мат. наук, проф.), *С. В. Чистяков* (зам. отв. редактора, д-р физ.-мат. наук, проф.), *И. Л. Братчиков* (д-р физ.-мат. наук, проф.), *Е. И. Веремей* (зав. кафедрой КТиС, д-р физ.-мат. наук, проф.), *Ю. М. Даль* (зав. кафедрой ВММДТ, д-р физ.-мат. наук, проф.), *В. Ф. Демьянов* (зав. кафедрой МТМСУ, д-р физ.-мат. наук, проф.), *В. Ю. Добрынин* (канд. физ.-мат. наук, доц.), *О. И. Дривотин* (д-р физ.-мат. наук, проф.), *Н. В. Егоров* (зав. кафедрой МЭиКС, д-р физ.-мат. наук, проф.), *А. П. Жабко* (зав. кафедрой ТУ, д-р физ.-мат. наук, проф.), *А. М. Камачкин* (зав. кафедрой ВМ, д-р физ.-мат. наук, проф.), *В. В. Карелин* (отв. секретарь, канд. физ.-мат. наук, доц.), *Г. А. Леонов* (декан мат.-мех. факультета, член-кор. РАН, д-р физ.-мат. наук, проф.), *В. С. Новоселов* (д-р физ.-мат. наук, проф.), *А. Н. Терезов* (директор НИИ информ. технологий, д-р физ.-мат. наук, проф.), *В. Л. Харитонов* (д-р физ.-мат. наук, проф.)

Редактор *Э. А. Горелик*
Техн. редактор *А. В. Борщева*
Верстка *А. Л. Рядковой*

Номер подготовлен в \LaTeX

**На наш журнал можно подписаться по каталогу «Газеты и журналы»
«Агентства «Роспечать»». Подписной индекс 36429**

Подписано в печать 04.12.2009. Формат 70×100 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 25,8. Уч.-изд. л. 29,36. Тираж 500 экз. Заказ №

Адрес редакции: 199004, С.-Петербург, В. О., 6-я линия, д. 11/21.
Тел./факс: 328-44-22. E-mail: vestnik@unipress.ru; <http://vestnik.unipress.ru>.

Типография Издательства СПбГУ. 199061, С.-Петербург, Средний пр., 41.