

ВЕСТНИК

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия 10
Выпуск 4

2010
Декабрь

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА
ИНФОРМАТИКА
ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. ИЗДАЕТСЯ С АВГУСТА 1946 ГОДА

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

<i>Береславский Э. Н., Александрова Л. А., Пестерев Е. В.</i> Математическое моделирование ряда фильтрационных течений в подземной гидромеханике.	3
<i>Буре В. М., Кумачева С. Ш.</i> Теоретико-игровая модель налоговых проверок с использованием статистической информации о налогоплательщиках.	16
<i>Кузнецова О. А.</i> Шестая и седьмая ляпуновские величины для системы Лъенара	25
<i>Матросов А. В.</i> Вычислительная неустойчивость алгоритма метода начальных функций.	30
<i>Мирошин Р. Н.</i> Определение обобщенного полинома по его аттрактору.	40
<i>Мищенко А. В.</i> Моделирование осознанного внимания в процессах обработки изображений человеческим мозгом на базе адаптивно-резонансных нейросетей.	49
<i>Никущенко Д. В., Надымов Е. Н., Шушков Р. А.</i> Расчет гидродинамических характеристик подводных аппаратов с выступающими частями, рулями и стабилизаторами.	63
<i>Фадеев С. С.</i> Условия предельной ограниченности решений нелинейных механических систем с доминированием гироскопических сил.	74

ИНФОРМАТИКА

<i>Кулик Б. А., Курбанов В. Г., Фридман А. Я.</i> Теория отношений как инструмент семантического анализа данных и знаний.	85
---	----



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

© Авторы статей
© Издательство
Санкт-Петербургского
университета, 2010

<i>Лепихин Т. А.</i> Методы повышения быстродействия цифровых систем с линейной обратной связью.	96
---	----

ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ

<i>Карелин В. В.</i> Штрафные функции в задаче управления процессом наблюдения	109
<i>Квитко А. Н., Нвохири А.</i> Решение задачи управления пространственным движением центра масс летательного аппарата.	115
<i>Смирнов Н. В., Шахов Я. А.</i> Многопрограммная стабилизация квазилинейных систем.	128

ХРОНИКА

<i>Осипков Л. П.</i> Конференция, посвященная десятилетию кафедры космических технологий и прикладной астродинамики.	139
---	-----

РЕФЕРАТЫ	140
----------------	-----

SUMMARIES	145
-----------------	-----

ОТ РЕДАКЦИИ	149
-------------------	-----

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ	—
-----------------------	---

новое семейство моделей распределения масс в сферических и ротационно-симметричных системах. Оживленную дискуссию вызвал доклад преподавателя А. А. Давыденко, в котором обсуждались преимущества и недостатки использования программных пакетов (типа Maple) в задачах динамической астрономии. Студентка кафедры Д. В. Овод рассмотрела, как сглаженное гравитационное поле звездной системы ускоряет процесс ее стохастизации.

Были представлены стендовые доклады доц. В. Н. Старкова «Постановка задачи об учете вибрации точки подвеса маятника на его движение», аспирантки Е. С. Бирюковой «Метод NAFF определения областей стохастичности в динамических системах», студентов Н. Ю. Голубевой «Расчет орбит полета космического аппарата с Земли в точки либрации L_4 и L_5 », М. И. Дудолодовой «Влияние инсоляции на эволюцию фитопланктона и зоопланктона», Р. В. Паращинца «Математическое моделирование бризов», М. Р. Салахиевой «Расчет времени перелета с солнечным парусом к поясу астероидов и к внешним планетам», О. Б. Соколовой «Расчет температуры в приземном слое атмосферы с учетом облачности».

Данная конференция явилась третьим общеуниверситетским (фактически – общегородским) совещанием по динамической астрономии, организованным факультетом ПМ–ПУ (предыдущие проводились в 2005 г.: в январе и сентябре). Ранее, в 1989 г., на факультете по предложению член-кор. РАН, проф. В. И. Зубова состоялась конференция, посвященная 150-летию Пулковской обсерватории. Целесообразно проведение подобных встреч и в будущем.

Л. П. Осипков

РЕФЕРАТЫ

УДК 532.546

Береславский Э. Н., Александрова Л. А., Пестерев Е. В. **Математическое моделирование ряда фильтрационных течений в подземной гидромеханике** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2010. Вып. 4. С. 3–15.

В рамках двумерной стационарной фильтрации в однородном и изотропном грунте несжимаемой жидкости по закону Дарси исследуются некоторые фильтрационные течения под гидротехническим сооружением с участками постоянной скорости обтекания и под шпунтом Жуковского через орошаемый почвенный слой с нижележащим сильнопроницаемым напорным горизонтом. Решение соответствующих многопараметрических смешанных краевых задач теории аналитических функций осуществляется с помощью метода конформных отображений областей специального вида. Приводятся результаты численных расчетов и дается подробный гидродинамический анализ влияния определяющих физических параметров моделей на картину течений. Библиогр. 10 назв. Ил. 8. Табл. 2.

Ключевые слова: фильтрация, грунтовые воды, плотина, шпунт, область комплексной скорости, конформные отображения.

УДК 519.86

Буре В. М., Кумачева С. Ш. **Теоретико-игровая модель налоговых проверок с использованием статистической информации о налогоплательщиках** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2010. Вып. 4. С. 16–24.

Описывается модель налоговых проверок, основанная на иерархической игре, игроками которой являются налоговые органы и налогоплательщики. Налоговые органы взаимодействуют

с каждым налогоплательщиком по схеме «принципал – агент». Игроки предполагаются риск-нейтральными. Изучаются различные случаи штрафования. Для каждого случая находятся функции выигрыша и предлагаются оптимальные стратегии игроков. Отдельное внимание уделено аспекту принятия решения о проверке налогоплательщиков. Данная проблема решена с использованием свойства сопряженных семейств распределений. Библиогр. 8 назв.

Ключевые слова: налоговые проверки, налоги, штрафы, иерархическая игра, оптимальные стратегии, сопряженные семейства распределений.

УДК 517.925.51

Кузнецова О. А. **Шестая и седьмая ляпуновские величины для системы Лъенара** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2010. Вып. 4. С. 25–29.

С вычислением ляпуновских величин связан важный в инженерной механике вопрос о поведении динамической системы при значениях параметров, близких к границе области устойчивости. Отметим также, что метод вычисления ляпуновских величин можно использовать при исследовании малых предельных циклов динамической системы. В настоящее время существует несколько методов нахождения ляпуновских величин и их компьютерных реализаций, которые позволяют определять ляпуновские величины в виде символьных выражений, зависящих от коэффициентов разложения правых частей уравнений системы. Эти методы различаются по сложности алгоритмов и компактности получаемых символьных выражений. Важной задачей является изучение систем специального вида, называемых системами Лъенара. С помощью современных программных средств символьных вычислений и с использованием двух различных методов (метода Пуанкаре и метода нахождения приближения решения в евклидовой системе координат и во временной области) были получены символьные выражения первых семи ляпуновских величин для системы Лъенара. Выражения первых пяти ляпуновских величин были получены ранее, выражения шестой и седьмой ляпуновских величин для системы Лъенара приведены в работе. Библиогр. 11 назв.

Ключевые слова: ляпуновские величины, динамические системы, область устойчивости, предельные циклы, символьные вычисления, система Лъенара.

УДК 519.6+539.3

Матросов А. В. **Вычислительная неустойчивость алгоритма метода начальных функций** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2010. Вып. 4. С. 30–39.

Метод начальных функций является аналитическим методом для решения граничных задач линейной теории упругости. Его использование при решении плоских задач прямоугольной области позволяет удовлетворить граничные условия только на двух противоположных гранях, тогда как на двух других граничные условия диктуются видом начальных функций. Это является основным недостатком данного метода. Другой заключается в вычислительной неустойчивости алгоритма метода при больших значениях гармоник в случае использования тригонометрических функций в качестве начальных. Поэтому в случае необходимости учета большого числа членов в тригонометрических рядах для удовлетворения заданной точности представления граничных условий метод начальных функций не даст возможности получить достоверные результаты при его реализации с помощью традиционных систем программирования (С, FORTRAN, Java). Однако при применении аналитических систем программирования типа Maple и Mathematica, которые позволяют выполнять вычисления с мантиссой произвольной длины, реализация метода начальных функций оказывается свободной от указанного недостатка. С помощью аналитических систем вычислений были исследованы и выявлены причины вычислительной неустойчивости метода, а также проведен ряд вычислительных экспериментов с целью определения максимальных гармоник для прямоугольных областей различных размеров, при которых алгоритм метода вычислительно-устойчив. Библиогр. 8 назв. Ил. 3. Табл. 1.

Ключевые слова: метод начальных функций, бигармоническая проблема, краевая задача, численно-аналитический алгоритм, вычислительная устойчивость.

УДК 531.19

Мирошин Р. Н. **Определение обобщенного полинома по его аттрактору** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2010. Вып. 4. С. 40–48.

Рассматривается динамическая система с дискретным временем типа отображения отрезка вещественной оси в себя при многократных итерациях. Изучается вопрос о том, как по заданному для системы аттрактору конечного периода определить отображающую функцию, предполагая, что последняя – обобщенный полином, образованный с неизвестными коэффициентами заданной чебышёвской системой функций. Данные коэффициенты находятся из системы линейных уравнений, дополненной двумя нелинейными неравенствами. Подробно разбираются два простейших случая: для аттрактора типа стационарной притягивающей точки и для циклического аттрактора периода 2. Результаты иллюстрируются пятью примерами, демонстрирующими пользу решения для определения границ, в которых можно выбирать аттрактор. В частности, в примере 5 аналитически находятся границы, в которых существует цикл периода 3, а тем самым по теореме А. Н. Шарковского есть циклы всех конечных периодов. Библиогр. 4 назв.

Ключевые слова: нелинейная динамическая система, аттрактор конечного периода, цикл, обобщенный полином, чебышёвская система функций.

УДК 004.032.26+004.81+004.932

Мищенко А. В. **Моделирование осознанного внимания в процессах обработки изображений человеческим мозгом на базе адаптивно-резонансных нейросетей** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2010. Вып. 4. С. 49–62.

Описываются архитектура и функционирование нейросети, способной опознавать, классифицировать и анализировать запомненные бинарные изображения, выделяя каждому классу изображений отдельный нейрон. Анализ запомненных изображений состоит в обучении иерархических связей типа «часть–целое» между соответствующими нейронами. Эти связи влияют на процесс опознавания изображений с помощью подчеркивания различных частей изображения в соответствии с усвоенными структурными связями. Таким образом, создается простейшая модель сознательного внимания, направляющего процесс опознавания изображений в соответствии с усвоенными моделями реальности. Библиогр. 32 назв. Ил. 9.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, адаптивно-резонансная теория, моделирование внимания, моделирование сознания, обработка изображений.

УДК 629.12.035

Никущенко Д. В., Надымов Е. Н., Шущков Р. А. **Расчет гидродинамических характеристик подводных аппаратов с выступающими частями, рулями и стабилизаторами** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2010. Вып. 4. С. 63–73.

Представляется расчетный комплекс «SubObject», созданный на основе метода вихревых особенностей, адаптированный для моделирования обтекания подводных аппаратов с системой крыльев в ходе решения задач динамики морских подводных объектов. Данный комплекс позволяет определять позиционные составляющие гидродинамических реакций. Приводится пример определения гидродинамических характеристик жесткого дирижабля «Акрон» и схематизированного корпуса подводного аппарата. Библиогр. 14 назв. Ил. 9.

Ключевые слова: жидкость, подводный аппарат, крыльевые системы, реология, модель, течение.

УДК 531.36

Фадеев С. С. **Условия предельной ограниченности решений нелинейных механических систем с доминированием гироскопических сил** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2010. Вып. 4. С. 74–84.

При исследовании систем, движение которых описывается обыкновенными дифференциальными уравнениями, весьма важным свойством, помимо устойчивости, является предельная ограниченность ее решений. Основная сложность непосредственного анализа подобных систем, как правило, обусловлена либо большой размерностью системы, либо значительным количеством входящих параметров. В этих случаях наиболее естественным подходом является декомпозиция, т. е. разбиение данной системы на несколько более простых, исследование каждой из них в отдельности и перенос полученных результатов на исходную сложную систему. В настоящей работе данный метод в совокупности со вторым методом Ляпунова применяется для нахождения достаточных условий предельной ограниченности решений нелинейных механических систем с доминированием гироскопических сил. Доминирование здесь осуществляется за счет наличия в системе управляющего параметра, который можно рассматривать как частоту вращения гироскопа. Полученный результат сформулирован в виде теоремы; доказательство содержит конструктивную процедуру нахождения оценки нижней границы допустимых значений указанного параметра, что представляет определенный интерес при решении ряда практических задач. Кроме того, решены вопросы об определении области предельной ограниченности и оценке времени попадания решений в эту область. Библиогр. 9 назв.

Ключевые слова: нелинейные системы, предельная ограниченность, декомпозиция, гироскопические силы.

УДК 510.66

Кулик Б. А., Курбанов В. Г., Фридман А. Я. **Теория отношений как инструмент семантического анализа данных и знаний** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2010. Вып. 4. С. 85–95.

Одной из задач семантики является разработка языка семантического анализа. В качестве такого языка часто применяют язык исчисления предикатов. Его основное преимущество в том, что он обладает широкими аналитическими возможностями. Однако использовать его для анализа конкретных приложений не всегда возможно, поэтому приходится применять некоторые его подмножества. Кроме того, использование языка исчисления предикатов вызывает определенные трудности при анализе модифицируемых рассуждений, видимо, такие трудности привели к тому, что в качестве инструмента для анализа гипотез и абдуктивных заключений часто применяются неклассические логики, интерпретация которых либо отсутствует, либо не соответствует задачам семантического анализа данных и знаний. В основе многих методов и теорий семантического анализа информации часто используется понятие «отношение». Однако имеющиеся в этом направлении теоретические разработки ограничиваются лишь достаточно развитым языком теории бинарных отношений, которые часто применяются в семантическом анализе (семантические сети, онтологии и т. д.), и языком реляционной алгебры, аналитические возможности которого, с точки зрения логического анализа, весьма ограничены. В то же время многие объекты семантического анализа по своей структуре не укладываются в тесные рамки бинарных отношений. Кроме того, в математической логике противоречивость системы рассуждений (теории) определена лишь для случая, когда из посылок одновременно выводится некоторое следствие и его отрицание. Однако и в повседневных, и в неформализованных научных рассуждениях один из бесспорных критериев несостоятельности системы — это вывод контрарных следствий (например, из посылок следует, что «всем А присуще В» и одновременно — «всем А не присуще В»). Формально такие два суждения не являются отрицаниями друг друга. Чтобы устранить эти и другие несоответствия между формальной логикой и естественными рассуждениями, в систему логического анализа систем предложено ввести понятие «коллизия». Коллизии в основном проявляются в модифицируемых рассуждениях при вводе новых знаний (гипотез) как нарушение

некоторых формально выраженных правил или ограничений, с помощью которых регулируется целостность или смысловое содержание системы. В статье с учетом коллизий предложен метод анализа модифицируемых рассуждений на структурах алгебры кортежей, с помощью которого появляется возможность использовать в семантических исследованиях универсальные методы анализа модифицируемых рассуждений, не нарушая при этом законов классической логики. Библиогр. 12 назв.

Ключевые слова: теория отношений, исчисления предикатов, семантический анализ, коллизия, абдуктивное заключение, модифицируемое рассуждение.

УДК 681.5.013

Лепихин Т. А. Методы повышения быстродействия цифровых систем с линейной обратной связью // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2010. Вып. 4. С. 96–108.

Необходимость бортовой реализации систем автоматического управления предполагает использование современных компьютерных технологий. Поскольку такие системы в основном базируются на цифровых устройствах, то требуют привлечения соответствующих формализованных методов и компьютерных инструментальных средств. В ряде случаев непосредственное применение известных методов оптимизации сталкивается с существенными трудностями, определяемыми особенностями решаемых задач. В работе в центре внимания находится вопрос о выборе коэффициентов линейных обратных связей по состоянию или по измерениям, обеспечивающем повышение быстродействия замкнутой системы с учетом комплекса предъявляемых к ней динамических требований. Предложены три новых метода повышения быстродействия, базирующиеся на прямом учете требований к модальным свойствам замкнутой системы. Разработанные методы определяют простые расчетные алгоритмы синтеза, которые могут применяться как в лабораторных условиях, так и в адаптивном режиме реального времени с настройкой на изменяющиеся динамические свойства объекта управления и условий его функционирования. Работоспособность предлагаемого подхода проиллюстрирована на конкретном примере синтеза приближенно-оптимального закона управления курсом транспортного морского судна. Библиогр. 10 назв. Ил. 5.

Ключевые слова: быстродействие, морские суда, режим реального времени, оптимизация, цифровые системы.

УДК 539.3

Карелин В. В. Штрафные функции в задаче управления процессом наблюдения // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2010. Вып. 4. С. 109–114.

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. Статья посвящена проблеме оптимизации процесса наблюдения для динамических систем при случайных возмущениях. Система дифференциальных уравнений считается ограничениями. Показано, как можно их убрать, вводя соответствующую штрафную функцию. Получающийся новый функционал — существенно негладкий, тем не менее обладает интересными дифференциальными свойствами, и современные методы недифференцируемой оптимизации позволяют решать указанные задачи численно. Библиогр. 2 назв.

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

УДК 517.977

Квитко А. Н., Нвохири А. М. **Решение задачи управления пространственным движением центра масс летательного аппарата** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2010. Вып. 4. С. 115–127.

В работе предложен алгоритм построения управляющих функций изменения углов атаки и крена, при которых центр масс летательного аппарата переходит из начального состояния в заданное конечное состояние. Найден конструктивный критерий, гарантирующий указанный переход с учетом ограничений на управление и фазовые координаты. Проведено численное моделирование поставленной задачи для летательного аппарата, движущегося в вертикальной плоскости с конкретными жестко заданными параметрами. Библиогр. 13 назв. Ил. 1.

Ключевые слова: управление, фазовые координаты, угол атаки, угол крена.

УДК 517.977+519.71

Смирнов Н. В., Шахов Я. А. **Многопрограммная стабилизация квазилинейных систем** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2010. Вып. 4. С. 128–138.

В работе рассмотрена задача многопрограммной стабилизации в классе квазилинейных систем. Доказана теорема о существовании многопрограммного управления, реализующего заданные программные режимы и гарантирующего их экспоненциальную устойчивость. Предложен метод построения этого управления, обеспечивающий наперед заданную точность реализации программных движений. Приведен иллюстративный пример. Библиогр. 11 назв.

Ключевые слова: квазилинейная система, многопрограммное управление, многопрограммная стабилизация.

SUMMARIES

Bereslavsky E. N., Aleksandrova L. A., Pesterev E. V. **Mathematical modeling of some filtration currents in underground hydromechanics.**

Within the framework of two-dimensional stationary filtering in uniform isotropic soil of incondensable liquid some filtration currents under hydrotechnical construction with areas of constant velocity of flow and under the groove of Zhukovsky through an irrigated soil stratum with underlying strongly penetrating pressure horizon are investigated under Darsi law. The solution of corresponding polyvalent mixed boundary value problems of analytical function theory is realized with the help of the conformal mapping method of special form areas. The results of numerical calculations are presented and the detailed hydrodynamic analysis of the influence of determining physical model parameters on the picture of currents is given.

Key words: filtering, groundwater, dam, groove, velocity hodograph, conformal mappings.

Bure V. M., Kumacheva S. Sh. **A game theoretical model of tax auditing with using a statistical information about taxpayers.**

The model of tax audits based on the hierarchical game whose players are tax authorities and taxpayers is considered. The tax authority interacts with each taxpayer by the scheme “principal-to-agent”. The players are supposed to be risk neutral. Different cases of penalties are considered. For each case the players’ profit functions and their optimal strategies are found. Special attention is paid to the aspect of making a decision about taxpayer audit. The given problem solution is considered with the usage of conjugate family property of distributions.

Key words: tax auditing, taxes, penalties, hierarchical game, optimal strategies, conjugate families of distributions.

Kuznetsova O. **Sixth and seventh Lyapunov quantities for Lienard system.**

The Lyapunov quantities are calculated when studying an important in engineering mechanics problem on the behavior of a dynamical system with parameter values close to the stability domain boundary. Note also that the method of Lyapunov quantities computation can be applied to small limit cycles investigation. a few methods and their numerical implementations are known at present for finding Lyapunov quantities and deriving their symbolic expressions dependent on the coefficients of expansion of the right-hand sides of the system equations. These methods differ by the algorithm complexity and compactness of the resulting symbolic expressions. Investigation of systems of a special type, called Lienard systems, is a very important problem. The symbolic expressions for the first seven Lyapunov quantities for the Lienard system were obtained with the help of modern symbolic computation software and using two different methods (Poincare method and the method of solution approximation in the time domain and in Euclidean coordinates). Expressions of the first five Lyapunov quantities were computed earlier. the expressions of 6-th and 7-th Lyapunov quantities are given in the paper.

Key words: Lyapunov quantities, limit cycles, dynamical system, stability domain, symbolic computation, Lienard system.

Matrosov A. V. **Computational instability of an algorithm of a method of initial functions.**

A method of initial functions is an analytical method for solving boundary problems of linear elasticity theory. Its usage in two dimensional problems for rectangular areas allows to satisfy boundary conditions only on two opposite sides while on two others boundary conditions are prescribed by types of functions used for specifying initial functions. This is the main weakness of this method. Another one is a computational instability of an algorithm of the method at high harmonics when using trigonometric functions in presenting the initial functions. So when the boundary conditions require a large number of members in trigonometric series to meet specified accuracy this does not allow the computation using traditional programming systems (C, FORTRAN, Java). But with analytical calculation systems like Maple, Mathematica etc. which allow to perform calculations with an arbitrary mantissa a realization of the algorithm of the method of initial functions is free from specified shortcoming. The possibility of these systems has allowed us to investigate and find the reason of the computational instability and perform numerical experiments to determine maximum harmonics when the calculations are still stable for rectangular areas with different dimensions.

Key words: method of initial functions, biharmonic problem, boundary problem, numerical-analytical algorithm, computational stability.

Miroshin R. N. **The definition of a generalized polynomial by its attractor.**

We deal with one-dimensional dynamical system of the iterated generalized polynomial type. The problem of the definition of this polynomial is determined by means of its known attractor of finite period. We decided to look into problem of both one and two period in detail. The results of investigation are illustratived with five examples.

Key words: nonlinear dynamical system, the attractor of finite period, cycle, generalized polynomial, Chebyshev system of function.

Mishchenko A. V. **Modeling of conscious attention in processes of image cognition in human brain, based on adaptive-resonance neural networks.**

The paper describes architecture and functionality of cognitive artificial neural network, able to analyze and classify binary images by assigning a neuron for each created class. Analysis

of classified images is performed by their introspective comparison, which creates (trains) synapses connecting neurons-the-23s with neurons-the-whole. These connections induce attention-driven cognition by tuning similarity threshold according to learned structure. Thus, the ANN realizes the simple model of acquiring of abstract knowledge, becoming aware of this abstract knowledge as a result of introspection and, finally, cognition of reality in terms of these acquired abstract notions.

Key words: artificial neural networks, adaptive resonance theory, modeling of attention, modeling of consciousness, image processing.

Nikushchenko D. V., Nadymov E. N., Shushkov R. A. **An algorithm for numerical simulation of underwater vehicles with prominent parts, rudders and stabilizers.**

Main approaches of determining hydrodynamic characteristics of an underwater vehicle with prominent parts, rudders and stabilizers are presented. The “SubObject” software presented allows to simulate the flow around such systems on the base of a panel method. The results of numerical simulation of an underwater vehicle with wing systems are given.

Key words: liquid, underwater vehicle, wing systems, rheology, model, flow.

Fadeev S. S. **Conditions for limit boundedness of solutions of nonlinear mechanical systems in case of gyroscopic force domination.**

The study of mechanical system motion quite often turns to the study of systems of nonlinear ordinary differential equations. It's not rare when such systems are high-dimensional or contain huge amount of parameters that makes the analysis of the system rather difficult. In that case the most acceptable approach is a so called method of decomposition. It implies that the initial system has to be splitted into some more simple ones, each of them is separately investigated and then all the results are adapted to the initial complex system. In the paper the object of research is a class of essentially nonlinear systems in case of gyroscopic force domination. Application of both methods of decomposition and Lyapunov's second method allows us to find sufficient conditions of limit boundedness for solutions of such kind of systems. The problem of limit boundedness domain determination and estimation of the time needed to approach that domain was also solved.

Key words: nonlinear systems, limit boundedness, decomposition, gyroscopic forces.

Kulik B. A., Kurbanov V. G., Fridman A. Ya. **Theory of relations as instrument of semantic analysis of data and knowledge.**

One of the semantics objects is developing semantic analysis language. Predicate calculus language is often used as this kind of language. Its principal advantage is in its wide range of analytical potential. However, it is not always possible to utilize this language for analysing particular applications; therefore we need to implement some subsets of this language. Furthermore, usage of predicate calculus language provokes certain difficulties when analysing modifiable reasoning. These complications are likely to have led to the situation when non-classical logic, whose interpretation either doesn't exist or doesn't correspond to the tasks of semantic analysis of data and knowledge and is used as an instrument for hypothesis and abductive conclusion analysis. The concept of 'relationship' is frequently used in the basis of many methods and theories of semantic analysis of data. However, present theoretic approaches are just limited to a fairly developed language of theory of binary relations which are used in semantic analysis (semantic nets, ontologies, etc), and a language of relational algebra whose analytic capacity is rather restricted from the point of logical analysis. At the same time, man objects of semantic analysis by their structure do not meet narrow limits of binary relations. Moreover, in the field of mathematical logic the discrepancy of reasoning (theory) system is defined only for the case when some consequence and its negation are simultaneously concluded from some premises. However, both in everyday and non-formalized scientific reasoning one of the indisputable criteria of system inconsistency is derivation of contrary consequences (e. g. it is concluded from premises, that “all a own B”

and simultaneously “all A do not own B”). Formally both statements are not negative relative to each other. To eliminate this and other discrepancies between formal logic and natural reasoning it is suggested to introduce the concept of ‘collision’ to the system of logical analysis. Collisions become apparent generally in modifiable reasoning in introducing new knowledge (hypothesis) as violations of some formally expressed rules or restrictions, which help regulate integrity or semantic content of the system. The method of modifiable reasoning analysis — with provision for collisions — on structures of N-tuple algebra is brought forward in the paper. This method allows to use universal techniques of modifiable reasoning analysis in semantic studies without violation of classical logic rules.

Key words: theory of relations, predicate calculus, semantic analysis, collision, abductive conclusion, modifiable reasoning.

Lepikhin T. A. Methods of increasing performance of digital systems with linear feedback.

The necessity in on-board implementation of automatic control systems involves the use of modern computer technology. Since such systems are mainly based on digital devices they require involvement of relevant formal methods and computer tools. In some cases direct application of the known optimization methods face significant challenges determined by the peculiarities of the problems being solved. The focus in the paper is concentrated on the choice of linear state or measurement feedback coefficients providing the speed increase of closed-loop system with regard to dynamic requirements demanding of it. Three new methods of improving performance based on the direct incorporation of requirements to modal properties of a closed system are suggested. The methods developed define simple computational algorithms of synthesis which can be used both in laboratory conditions and adaptive real-time adjustment to changing dynamic properties of the control object and the conditions of its functioning. The efficiency of the proposed approach is illustrated on a specific example of synthesis of the approximate optimal control law of the transport marine ship course.

Key words: marine ships, optimization, linear feedback, real time, digital devices.

Karelin V. V. Penal functions in the problem of process supervision control.

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 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 a 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. The paper is devoted to the problem of supervision process optimization for dynamical systems at casual indignations. 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.

Kvitko A. N., Nwokhiri A. **Solution of the problem of spatial movement control of an aircraft mass center.**

An algorithm for constructing the control functions for the changes in the angles of attack and roll in which an aircraft mass center moves from an initial state to the set final one is suggested. A constructive criterion guaranteeing the specified transition taking into account constraints on the control and phase coordinates is found. Numerical modelling of the set problem for an aircraft moving in a vertical plane with specific rigidly defined parameters is given.

Key words: control, phase coordinates, attack angle, bend angle.

Smirnov N. V., Shakhov Ya. A. **Multi program stabilization of the quasi-linear system.**

A problem of the multi program stabilization for the quasi-linear systems is considered. A sufficient condition for existing the control is proved. A method of practical realization of this control with a priori computing precision of motions is proposed.

Key words: quasi-linear system, multi program control, multi program stabilization.

ОТ РЕДАКЦИИ

Подробная информация о правилах предоставления статей и порядке их рецензирования приведена в выпусках журнала за 2009 г., в вып. 1 за 2010 г. и на сайте факультета ПМ-ПУ (e-mail: vkarelin@apmath.spbu.ru).

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ
«ВЕСТНИК САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА»
В 2010 ГОДУ.
СЕРИЯ 10: ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА,
ИНФОРМАТИКА, ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ

Прикладная математика

<i>Александров А. Ю., Платонов А. В., Чэнь Я.</i> О диссипативности некоторых классов моделей популяционной динамики	2	3–17
<i>Антонов А. Ю., Демченко Н. С.</i> Построение электронных траекторий в эмиссионной системе	3	3–12
<i>Бабаджанянц Л. К.</i> Метод дополнительных переменных	1	3–11
<i>Бабаджанянц Л. К.</i> Метод рядов Тейлора	3	13–29
<i>Баринов В. А.</i> Распространение волн по свободной поверхности вязкой жидкости	2	18–31
<i>Береславский Э. Н., Александрова Л. А., Пестерев Е. В.</i> Математическое моделирование некоторых фильтрационных течений в подземной гидромеханике	1	12–22
<i>Береславский Э. Н., Александрова Л. А., Пестерев Е. В.</i> Математическое моделирование ряда фильтрационных течений в подземной гидромеханике	4	3–15
<i>Бульонков М. А., Емельянов П. Г., Тарабухина Н. К.</i> Business Rule Manager – средство анализа бизнес-логики старых приложений	1	23–34
<i>Буре В. М., Гливинская О. А., Сотников А. В.</i> Логлинейный анализ базы данных по инфаркту миокарда у больных молодого и среднего возраста	1	35–41
<i>Буре В. М., Кумачева С. Ш.</i> Теоретико-игровая модель налоговых проверок с использованием статистической информации о налогоплательщиках	4	16–24
<i>Груничева Е. В., Курбатова Г. И., Попова Е. А.</i> Математическая модель нестационарного неизотермического течения смеси газов по морским газопроводам	1	42–49

<i>Демьянович Ю. К., Ле Т. Н. Б.</i> Всплесковое разложение сплайнов эрмитова типа	2	32–38
<i>Егоров Н. В., Клемешев В. А., Фоменко М. Г.</i> Расчет электростатического поля диодной эмиссионной системы с полевым катодом	2	39–45
<i>Ермолаева Н. Н., Курбатова Г. И.</i> Тепловые процессы в расширяющемся жидком сферическом слое	3	30–37
<i>Козловская Н. В., Петросян Л. А., Ильина А. В.</i> Коалиционное решение в задаче сокращения вредных выбросов	2	46–59
<i>Котина Е. Д.</i> К теории определения поля перемещений на основе уравнения переноса в дискретном случае	3	38–43
<i>Кривошеин А. В.</i> О порядке аппроксимации многомерных систем всплесков	3	44–58
<i>Кузнецова О. А.</i> Шестая и седьмая ляпуновские величины для системы Лъенара	4	25–29
<i>Лежнина Е. А.</i> Свойство подтверждения и аксиоматизация наименьшего ядра	1	50–64
<i>Мальков В. М., Колесникова С. С.</i> Построение динамической теории эластомерного слоя вариационным методом Лагранжа	3	59–68
<i>Матросов А. В.</i> Вычислительная неустойчивость алгоритма метода начальных функций	4	30–39
<i>Мирошин Р. Н.</i> Определение обобщенного полинома по его аттрактору	4	40–48
<i>Миценко А. В.</i> Моделирование осознанного внимания в процессах обработки изображений человеческим мозгом на базе адаптивно-резонансных нейросетей	4	49–62
<i>Никущенко Д. В., Надымов Е. Н., Шушков Р. А.</i> Расчет гидродинамических ха- рактеристик подводных аппаратов с выступающими частями, рулями и ста- билизаторами	4	63–74
<i>Новоселов В. С.</i> Смешанное длинноволновое уравнение	1	65–72
<i>Новоселов В. С.</i> Интегральные инварианты и солитонные решения длинновол- новых уравнений	3	69–75
<i>Провоторов В. В.</i> Метод моментов в задаче гашения колебаний дифференциаль- ной системы на графе	2	60–69
<i>Прудников И. М.</i> Интегральные аппроксимации негладких функций, сохраняю- щие точки локальных экстремумов	2	70–83
<i>Сергеев С. Л., Севрюков С. Ю.</i> Использование метода упругой пленки в про- граммном комплексе построения среза тела пациента	1	73–79
<i>Терешонков Ю. В.</i> Математическое моделирование краевых полей в системах управления пучками частиц	1	80–94
<i>Тулупьев А. Л.</i> Апостериорные оценки вероятностей в идеале конъюнктов	1	95–104
<i>Утешев А. Ю., Тамасян Г. Ш.</i> К задаче полиномиального интерполирования с кратными узлами	3	76–85
<i>Фадеев С. С.</i> Условия предельной ограниченности решений нелинейных механи- ческих систем с доминированием гироскопических сил	4	75–85
<i>Чернышев А. А.</i> Многокритерильная оптимизация систем управления пучками частиц	1	105–116
<i>Шиманчук Д. В.</i> Моделирование орбитального управляемого движения косми- ческого аппарата в окрестности коллинеарной точки либрации L_1	3	86–92

Информатика

<i>Балабанов М. Ю.</i> О выборе начального управления в задачах оптимизации ди- намики пучков заряженных частиц	3	93–99
<i>Близнюк А. В.</i> Создание и применение компонентов СОМ	1	117–128
<i>Большев А. К., Яновский В. В.</i> Применение нейронных сетей для обнаружения вторжений в компьютерные сети	1	129–135
<i>Бырков И. А.</i> Пакет программ SELEN для автоматизации создания математиче- ских моделей электроэнергетических систем в составе тренажеров	2	84–99

<i>Галюк Ю. П., Мемнонов В. П.</i> Генератор случайных чисел с большим периодом для параллельных программ	1	136–146
<i>Герасимов М. А.</i> Реализация алгоритма Хаффмана с заданной длиной разбиений входного потока на машинах Тьюринга с почти линейным временем	3	100–105
<i>Карабельников И. А., Кривцов А. Н.</i> Подход к сбору и обработке данных автоматизированного контроля знаний	1	147–153
<i>Кликунова К. А., Трегубов В. П.</i> Математическое моделирование движения, управляемого мышцами, действующими в противоположных направлениях	3	106–114
<i>Котина Е. Д.</i> Программный комплекс «Диагностика» для обработки радионуклидных исследований	2	100–113
<i>Кулик Б. А., Курбанов В. Г., Фридман А. Я.</i> Теория отношений как инструмент семантического анализа данных и знаний	4	85–95
<i>Лепихин Т. А.</i> Методы повышения быстродействия цифровых систем с линейной обратной связью	4	96–108
<i>Максимов Р. В., Степанчук В. П., Шведун В. И.</i> Магнит малагабаритного микротрона	3	115–120
<i>Окунев В. В.</i> Об одном методе оптимизации фрактального алгоритма сжатия изображений	2	114–121
<i>Раба Н. О.</i> Оптимизация алгоритма расчета коагуляции в модели облака со спектральной микрофизикой	3	121–126
<i>Симуни М. Л.</i> Проект системы рефакторинга, ориентированной на программы обработки разреженных матриц	2	122–128
<i>Терентьев С. В.</i> Об оптимизации реализации алгоритма локализации инвариантных множеств динамических систем	2	129–136

Процессы управления

<i>Карелин В. В.</i> Штрафные функции в задаче управления процессом наблюдения	4	109–114
<i>Квитко А. Н., Нвохири А.</i> Решение задачи управления пространственным движением центра масс летательного аппарата	4	115–127
<i>Смирнов Н. В., Шахов Я. А.</i> Многопрограммная стабилизация квазилинейных систем	4	128–138

Хроника

<i>Александров А. Ю., Жабко А. П., Мартынюк А. А., Овсянников Д. А., Петросян Л. А., Харитонов В. Л. В. И. Зубов</i> (к 80-летию со дня рождения)	3	127–135
<i>Осипков Л. П.</i> Конференция, посвященная десятилетию кафедры космических технологий и прикладной астродинамики	4	139–140

Рефераты	1	154–158
	2	137–141
	3	136–140
	4	140–145

Summaries	1	159–161
	2	142–144
	3	140–142
	4	145–149

От редакции	4	149
------------------------------	---	-----

CONTENTS

APPLIED MATHEMATICS

<i>Bereslavsky E. N., Aleksandrova L. A., Pesterev E. V.</i> Mathematical modeling of some filtration currents in underground hydromechanics.....	3
<i>Bure V. M., Kumacheva S. Sh.</i> A game theoretical model of tax auditing with using a statistical information about taxpayers.....	16
<i>Kuznetsova O. A.</i> Sixth and seventh Lyapunov quantities for Lienard system.....	25
<i>Matrosov A. V.</i> Computational instability of an algorithm of a method of initial functions.....	30
<i>Miroshin R. N.</i> The definition of a generalized polynom by its attractor.....	40
<i>Mishchenko A. V.</i> Modeling of conscious attention in processes of image cognition in human brain, based on adaptive-resonance neural networks.....	49
<i>Nikushchenko D. V., Nadymov E. N., Shushkov R. A.</i> An algorithm for numerical simulation of underwater vehicles with prominent parts, rudders and stabilizers.....	63
<i>Fadeev S. S.</i> Conditions for limit boundedness of solutions of nonlinear mechanical systems in case of gyroscopic force domination.....	74

INFORMATICS

<i>Kulik B. A., Kurbanov V. G., Fridman A. Ya.</i> Theory of relations as instrument of semantic analysis of data and knowledge.....	85
<i>Lepikhin T. A.</i> Methods of increasing performance of digital systems with linear feedback..	96

CONTROL PROCESSES

<i>Karelin V. V.</i> Penal functions in the problem of process supervision control.....	109
<i>Kvitko A. N., Nwokhiri A.</i> Solution of the problem of spatial movement control of an aircraft mass center.....	115
<i>Smirnov N. V., Shakhov Ya. A.</i> Multi program stabilization of the quasi-linear system....	128

CHRONICLE

<i>Osipkov L. P.</i> Conference devoted to the anniversary of Department of cosmos technologies and applied astrodynamics.....	139
--	-----

PAPERS.....	140
-------------	-----

SUMMARIES.....	145
----------------	-----

FROM EDITORIAL STAFF.....	149
---------------------------	-----

LIST OF ARTICLES.....	—
-----------------------	---