

РЕФЕРАТЫ

УДК 532.546

Б е р е с л а в с к и й Э. Н., А л е к с а н д р о в а Л. А., П е с т е р е в 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 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

Б у р е В. М., К у м а ч е в а 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. И л . 3 . Т а б л . 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.