

УДК 539.3

Даль Ю. М. **О решении некоторых дифференциальных уравнений механики операционным методом** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2013. Вып. 4. С. 3–9.

Рассматривается применение операционного метода к решению задачи Коши для неоднородного дифференциального уравнения n -й степени. Получена формула общего интеграла этого уравнения. Показано, что операционный метод применим также для решения краевых задач механики деформируемого тела. Он оказывается весьма эффективным при аналитическом исследовании изгиба и устойчивости упругих призматических стержней. Библиогр. 6 назв. Ил. 2.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, операционный метод, задача Коши, краевые задачи, изгиб и устойчивость стержней.

УДК 517.958:536+519.62/64

Кривовичев Г. В. **Об одном варианте метода решеточных уравнений Больцмана** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2013. Вып. 4. С. 10–20.

Рассмотрен модифицированный метод решеточных уравнений Больцмана. Он основан на использовании расщепления дифференциального оператора в уравнении Навье–Стокса и идее мгновенной максвеллизации функции распределения. При переходе от одного временного слоя к другому последовательно решаются задачи для системы решеточных кинетических уравнений и системы линейных уравнений диффузии. Эффективность предложенного метода по сравнению с обычным методом решеточных уравнений Больцмана показана при решении задачи о каверне в случае различных значений числа Рейнольдса и при разных разбиениях сетки. Библиогр. 41 назв. Ил. 1. Табл. 3.

Ключевые слова: метод решеточных уравнений Больцмана, метод расщепления.

УДК 519.8

Лаптин Ю. П. **Вопросы построения точных штрафных функций** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2013. Вып. 4. С. 21–31.

Исследованию и проблемам использования точных штрафных функций посвящено большое количество публикаций. В настоящее время метод точных штрафных функций широко применяется при решении оптимизационных задач с ограничениями. Однако это связано с некоторыми проблемами, в частности отсутствуют простые методики вычисления приемлемых значений штрафных коэффициентов. В статье рассматриваются подходы, позволяющие определять значения штрафных коэффициентов для выпуклых задач по ходу работы оптимизационного алгоритма. Существенные проблемы при формировании эквивалентных безусловных задач оптимизации возникают, если функции, описывающие исходную задачу, определены не на всем пространстве переменных. Для такого случая предлагается использовать специальные продолжения функций с допустимого множества исходной задачи на все пространство переменных. Такой подход позволяет также преодолеть проблему плохого масштабирования исходной задачи. Библиогр. 9 назв. Ил. 1.

Ключевые слова: недифференцируемая оптимизация, штрафные функции, выпуклые продолжения функций.

УДК 519.833.2

Мазалова А. В. **Дуополия в системе обслуживания с очередями** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2013. Вып. 4. С. 32–41.

Рассматривается бескоалиционная игра двух лиц с ненулевой суммой, связанная с функционированием системы массового обслуживания $M/M/2$. Есть два сервера, которые обслуживают заявки с экспоненциальным распределением времени с параметрами μ_1 и μ_2 соответственно. Заявки на обслуживание образуют пуассоновский процесс с интенсивностью λ . Решается задача о ценообразовании и определении оптимальной интенсивности для каждой из фирм при конкуренции и кооперации. Предложенная схема обобщается на случай больше, чем два, числа игроков. Библиогр. 9 назв. Табл. 4.

Ключевые слова: дуополия, равновесные цены, система обслуживания с очередями.

УДК 535.517

Маламанов С. Ю. **Асимптотическая модель турбулентного течения вблизи поверхности** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2013. Вып. 4. С. 42–48.

В работе проводится асимптотический анализ уравнений, описывающих пульсационную структуру турбулентного течения несжимаемой жидкости. Помимо общепринятых вязкого подслоя и «буферной» зоны (которые объединяются в единую зону) рассматривается еще одна область, прилегающая к поверхности, размер которой сопоставим с высотой естественной шероховатости. Для этой области получены приближенные уравнения для компонент тензора напряжений Рейнольдса и найдены их решения, в общем случае отличные от нуля. Библиогр. 6 назв.

Ключевые слова: асимптотический анализ, турбулентность, пульсации, напряжения Рейнольдса, естественная шероховатость.

УДК 531.36

Мурзинов И. Е. **Построение общей функции Ляпунова для семейства механических систем с одной степенью свободы** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2013. Вып. 4. С. 49–57.

В настоящей статье рассматривается определенный класс семейств нелинейных механических систем с одной степенью свободы, которая описывается дифференциальным уравнением второго порядка, содержащим два параметра (коэффициенты демпфирования и жесткости). Предполагается, что эти параметры могут переключаться с одних значений на другие. Исследуется вопрос устойчивости и диссипативности соответствующей гибридной системы, состоящей из изучаемого семейства уравнений и закона переключения, определяющего, какая система является активной в каждый момент времени. Для решения поставленных задач применяется второй метод Ляпунова, с помощью которого получены условия существования общей функции Ляпунова специального вида. Выполнение этих условий обеспечивает асимптотическую устойчивость положения равновесия или равномерную диссипативность соответствующей гибридной системы при любом допустимом законе переключения. Также доказано, что для рассмотренного семейства нелинейных систем можно гарантировать существование общей функции Ляпунова при более слабых условиях, нежели для семейства линейных систем. Поэтому можно сказать, что нелинейные гибридные системы в некотором смысле «более устойчивы», чем линейные. Теоремы 1 и 2 могут быть использованы для построения стабилизирующих управлений для механических систем. Интересным направлением дальнейшего исследования может быть расширение полученных результатов на системы с несколькими степенями свободы. Библиогр. 16 назв.

Ключевые слова: нелинейные системы, механические системы, гибридные системы, устойчивость, функции Ляпунова.

УДК 531:518:577

Новоселов В. С. **О математической модели возбуждения клеток сердца** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2013. Вып. 4. С. 58–65.

Мышечные клетки сердца выполняют три функции. Одни из них автоматически осциллируют, другие возбуждаются и распространяют активный потенциал, остальные мышечные волокна возбуждаются и под действием электрического потенциала сокращаются, этим способствуя откачиванию крови. Каждая клетка специализирована на контакт с воспринимающими клетками. Активный потенциал генерируется в клетках первого типа (водители ритма) в синусно-предсердном узле (SA), в предсердно-желудочковом узле (AV) и даже в волокнах Пуркинье. Затем с помощью клеток второго типа этот потенциал распространяется по проводящей системе сердца и активизирует мышечные волокна предсердий и желудочков (третий тип клеток сердца). В настоящей статье в основном рассматриваются клетки третьего типа. Теория клеток первого и второго типов построена в предшествующих работах [7, 8]. Клетки третьего типа (клетки миокарда) имеют существенно более продолжительный активный потенциал по сравнению со спайком аксона. Эти клетки подобны кабелю. Механическая связь клеток миокарда обеспечивается плотным прилеганием вставочного диска, электрическая стыковка клеток – щелевыми отверстиями в соединении. Такие соединения дают возможность клеткам миокарда одновременно достигать порогового возбуждения. Построена простейшая математическая модель возбуждения клеток миокарда с учетом структуры бегущего импульса и кинетических уравнений мышечного сокращения. Библиогр. 11 назв. Ил. 1.

Ключевые слова: клетки миокарда, структура бегущего импульса, кинетические дифференциальные уравнения.

УДК 501.531/534

Трегубов В. П., Радичкина А. О. **Математическое моделирование кинематики левого желудочка сердца человека в процессе его сокращения** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2013. Вып. 4. С. 66–72.

Работа посвящена математическому моделированию работы левого желудочка (ЛЖ) сердца человека, который выполняет функцию выброса крови в кровеносную систему. В отличие от предшествующих работ в предложенной модели, во-первых, выполняется условие постоянства размера выходного отверстия, во-вторых, форма модели строится, исходя из реальных контуров ЛЖ, полученных при ультразвуковых исследованиях сердца, и, в-третьих, алгоритм сокращения модели ЛЖ строится так, чтобы поток выбрасываемой из ЛЖ крови соответствовал экспериментально измеренному потоку крови через выходное отверстие. С этой целью был выделен параметр модели, который управляет процессом сокращения. Его зависимость от времени была установлена в результате численного решения интегрального уравнения. Полученная таким образом интегральная характеристика процесса сокращения может служить дополнительной информацией для определения патологических отклонений в работе ЛЖ. Библиогр. 4 назв. Ил. 10.

Ключевые слова: левый желудочек, математическая модель, интегральная характеристика процесса сокращения, интегральное уравнение, численное решение.

УДК 536.4.033

Бабин А. В. **Математическая обработка данных томовентрикулографии сердца** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2013. Вып. 4. С. 73–82.

В статье рассматривается задача математической обработки данных, полученных в результате томовентрикулографического исследования сердца. Томовентрикулография – это радионуклидный томографический метод, который, благодаря своей высокой диагностической точности и большого объема получаемых данных, является одним из самых востребованных

в задачах оценки и визуализации насосной функции желудочков сердца. Для решения поставленной задачи предлагаются алгоритмы: построения параметрических изображений сердца с использованием вейвлет-преобразований; определения объемов левого и правого желудочков; построения кривых «активность/время», отражающих изменение кровенаполнения желудочков; построения параметрических изображений, представленных в виде полярных диаграмм, на основании которых можно судить о временной последовательности движения различных отделов желудочка. Также определяются основные диагностические параметры, характеризующие работу желудочков сердца. Библиогр. 21 назв. Ил. 7.

Ключевые слова: вейвлет, полярные диаграммы, томоventрикулография.

УДК 519.688

Буре В.М., Карпенко П.А., Свиркин М.В. **Информационно-логическая модель и реализация информационно-аналитического комплекса «Прием в высшее учебное заведение»** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2013. Вып. 4. С. 83–89.

Статья посвящена разработке методологии автоматизации процесса приема в высшее учебное заведение. На основе анализа и формализации предметной области, построения информационно-логической модели приведена реализация программного комплекса, охватывающего весь спектр задач по автоматизации процесса приема. Изложены основные положения по использованию аппаратных средств, информационных технологий и программных решений рассматриваемого комплекса, освещены вопросы администрирования и возможности его математического и информационно-аналитического модулей. Библиогр. 4 назв. Ил. 4.

Ключевые слова: прием в вуз, прием в СПбГУ, архитектура сети, Microsoft SQL, .NET.

УДК 530.34.013.4

Лопаткин Г.С. **Подход к автоматизации тестирования электронных цифровых устройств** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2013. Вып. 4. С. 90–98.

Рассматривается методика автоматизации процесса разработки тестов цифровых устройств. Предлагается способ, основанный на представлении устройства в виде программной модели. Описывается метод получения модели входных воздействий. Библиогр. 5 назв. Ил. 7.

Ключевые слова: тестовый контроль, цифровые устройства, моделирование, логический интерфейс, программная модель.

УДК 519.6

Тимошенко Д.М. **Комбинированный метод детектирования лиц на статических изображениях с применением смеси гауссовых распределений и каскадов Хаара** // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2013. Вып. 4. С. 99–104.

Предлагается комбинированный подход к детектированию лиц на основе метода Виолы–Джонса и смеси гауссовых распределений, который обеспечивает высокий процент обнаружения лиц и достаточно малое количество ложных срабатываний. Проводится численный эксперимент, в ходе которого устанавливаются оптимальные параметры алгоритма. Выполняется сравнение качества работы комбинированного метода и алгоритма Виолы–Джонса. Библиогр. 17 назв. Ил. 4. Табл. 2.

Ключевые слова: детектирование лиц, обработка изображений, распознавание образов, алгоритм Виолы–Джонса, смесь гауссовых распределений, двумерное косинусное преобразование.

УДК 539.3

Карелин В.В., Фоминых А.В. **Управление процессом измерения в динамических системах** // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 10. 2013. Вып. 4. С. 105–109.

Рассматривается проблема оптимизации процесса наблюдения за движением динамических систем при случайных возмущениях. При этом все типы неопределенности (как внешние возмущения, так и погрешности измерений) трактуются как случайные величины с заданными статистическими характеристиками. Переходная функция рассматриваемого динамического процесса содержит вектор неизвестных параметров. С помощью метода Байеса исходная задача свелась к решению некоторой детерминированной задачи оптимального управления. В работе продемонстрирована возможность применения принципа динамического программирования Беллмана к задаче быстрогодействия с нелинейной системой. При рассмотренных ограничениях на управления определены необходимые и достаточные условия оптимального управления. Полученные результаты иллюстрируются на примере. Библиогр. 4 назв.

Ключевые слова: случайная величина, негладкий анализ, динамическое программирование, строгий экстремум, необходимые и достаточные условия.