

Институт вычислительных технологий СО РАН

**XVIII Всероссийская конференция
молодых учёных
по математическому моделированию
и информационным технологиям**

Программа

Тезисы докладов

Алфавитный указатель участников

**Иркутск
21–25 августа 2017 г.**

УДК 004, 519.6
ББК 22.19, 32.81
М34

Материалы XVIII Всероссийской конференции молодых учёных по математическому моделированию. г. Иркутск, Россия, 21–25 августа 2017 г. — Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. — 112 стр.

Целью конференции является обсуждение актуальных результатов исследований молодых научных сотрудников, аспирантов и студентов старших курсов в области вычислительной и прикладной математики и информатики. Участие в конференции дает возможность молодым ученым получить представление о результатах исследований в области современного математического моделирования, вычислительных и информационных технологий, установить научные контакты, а также познакомиться с широким кругом проблем, представленных в докладах участников.

В рамках работы конференции представлены следующие тематические направления: математическое моделирование; численные методы и методы оптимизации; высокопроизводительные и распределённые вычисления; информационные и геоинформационные системы; управление, обработка, защита и хранение информации; автоматизация и теория управления.

Организаторы конференции:

- Институт вычислительных технологий СО РАН
- Институт динамики систем и теории управления СО РАН
- Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН
- Институт вычислительного моделирования СО РАН
- Новосибирский национальный исследовательский государственный университет
- Новосибирский государственный технический университет
- Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики

Ответственные за выпуск: Есипов Д. В., Гусев О. И.

буется идентифицировать ее параметры. Для реализации этой задачи разработаны различные эффективные методы (метод наименьших квадратов, максимального правдоподобия, стохастической аппроксимации и т.д.), однако в случае нелинейных оценок параметров использование этих методов существенно усложняется [1]. Таким образом, если число наблюдений, на основании которых статистик принимает решение, не фиксируется заранее, но ставится в зависимость от результатов, зарегистрированных на каждой стадии эксперимента, то говорят об использовании последовательной схемы наблюдений [3], которая характеризуется использованием правил остановки. Поскольку результаты наблюдений на каждой фиксированной стадии эксперимента представляют собой случайную выборку из генеральной совокупности, и, следовательно, случайны по своей природе, то и момент прекращения наблюдений также является случайной величиной [2, 4]. Предметом исследования является процесс диффузионного типа, заданный стохастическим дифференциальным уравнением

$$dX_t = \mu f(X, t)dt + \sigma_t dW_t, \quad (1)$$

где $W = (W_t^1, \dots, W_t^n)_{t \geq 0}$ — винеровский процесс; $f(X, t) = X_{t-1}$; $X_0 = 0$; μ — оцениваемый параметр; σ_t — наблюдаемая функция. В работе рассматривается построение последовательных оценок параметра процесса (1) n -го порядка, а также вычисление значений среднеквадратических рисков при использовании последовательных оценок параметра μ . Кроме того, в работе формулируется и доказывается теорема о виде асимптотического распределения последовательных оценок процесса, заданного стохастическим дифференциальным уравнением (1).

Список литературы

- [1] Вальд А. Последовательный анализ: пер. с англ. / М.: Физматлит, 1960. — 328 с.
- [2] Де Гроот М. Оптимальные статистические решения / М.: Мир, 1974. — 498 с.
- [3] Емельянова Т.В., Конев В. В. О последовательном оценивании параметров непрерывной авторегрессии // Вестник Томского государственного университета: Математика и механика. — 2013. — № 5 (25), С. 12–25.
- [4] Липцер Р. Ш., Ширяев А. Н. Статистика случайных процессов / М.: Наука, 1974.

1.37. Идимешев С.В. Спектральные методы: алгоритмы и расчеты

Работа имеет обзорный характер и направлена на ознакомление специалистов в области вычислительной математики с идеологией псевдоспектральных методов [1, 2] и методов спектральных элементов на их основе [3].

В спектральных методах, в отличие от методов низкого порядка аппроксимации (методов конечных

разностей, объемов, элементов и др.), используются приближения полиномами высоких степеней. В работе будут рассматриваться решения дифференциальных уравнений, приближаемые полиномами степени выше 100. При этом на достаточно широком классе функций (Липшицевых) с увеличением степени используемых полиномов наблюдается «экспоненциальный» порядок уменьшения погрешности. Традиционно в спектральных методах используется «глобальная» аппроксимация, т.е. решение во всей расчетной области приближается единым полиномом. На практике часто применяются методы, основанные на разбиении расчетной области на более мелкие элементы, в каждом из которых используется спектральный метод. Такие методы получили названия спектральных элементов. На примере задачи с пограничным слоем показаны преимущества метода спектральных элементов.

Список литературы

- [1] BOYD J. P. Chebyshev and Fourier Spectral Methods: Second Revised Edition / Dover Publications, 2001.
- [2] TREFETHEN L. N. Spectral Methods in MATLAB / SIAM, Philadelphia, 2000.
- [3] KARNIAKIS G., SHERWIN S. Spectral/hp element methods for computational fluid dynamics, 2 ed. / Oxford University Press, 2005.

1.38. Измайлова Я.Е., Назаров А.А. Асимптотический анализ системы с повторными вызовами и г-настойчивым вытеснением заявок

В работе рассматривается RQ-система (система с повторными вызовами) с вытеснением заявок. На вход системы поступает простейший поток заявок с интенсивностью λ . Требование, заставшее прибор свободным, занимает его для обслуживания в течение случайного времени с функцией распределения $B(x)$. Если прибор занят, то с вероятностью r поступившая заявка вытесняет обслуживаемую и сама встает на прибор, а заявка, которая обслуживалась, переходит на орбиту, где осуществляет случайную задержку, продолжительность которой имеет экспоненциальное распределение с параметром σ . Иначе с вероятностью $(1-r)$ пришедшая заявка уходит на орбиту сама. Из орбиты после случайной задержки заявка вновь обращается к прибору с повторной попыткой его захвата. Дисциплина обращений заявок из орбиты аналогична дисциплине обращения заявок, которые впервые прибыли в систему.

Ставится задача нахождения распределения вероятностей числа заявок на орбите. Исследование проводится модифицированным методом асимптотического анализа в предельном условии большой задержки [1].

В работе получен вид асимптотической характеристической функции числа заявок на орбите и состояний прибора. Данная математическая модель может быть применена в качестве математической

модели реальной телекоммуникационной или транспортной системы. Предложенный модифицированный метод асимптотического анализа может быть применен для анализа систем той же структуры, но более общего вида.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-31-00292).

Список литературы

- [1] НАЗАРОВ А. А., МОИСЕЕВА С. П. Метод асимптотического анализа в теории массового обслуживания / Томск: Изд-во НТЛ, 2006. — 112 с.
- [2] ВОСНАРОВ Р. Р. A M|G|1|r retrieval queueing systems with priority of primary customers // Mathematical and computer Modelling. — 1988. — Vol. 30, No 3–4, P. 89–98.
- [3] ИЗМАЙЛОВА Я. Е. Исследование математических моделей RQ-систем с вытеснением заявок: автореф. дис. ... кандидат. физ.-мат. наук. Томск, 2017. — 20 с.

1.39. Казаков А.О. Проблемы реализации сеточно-характеристического метода на неструктурированных расчётных сетках

Для решения волновых задач линейной упругости и акустики в неоднородных областях произвольной геометрии предлагается явный метод, основанный на пространственном расщеплении и последующем решении одномерных уравнений с учётом их гиперболических свойств [1].

Эффективный способ расчёта граничных и контактных узлов предложен в [2]. Удовлетворение граничных условий на каждом этапе расщепления по пространственным направлениям сводится к решению СЛАУ на амплитуды волн, условно пришедших извне области. Однако, как показывает данная работа, этот способ чувствителен к вырождению матрицы системы уравнений, что требует, во-первых, обязательной согласованности граничных и начальных условий в начале каждого этапа расщепления по направлениям, во-вторых, явного учёта вырожденных случаев.

Реализация метода в трёхмерном случае осложняется также тем, что различие между минимальной и максимальной высотами тетраэдров в расчётной сетке при использовании доступных на сегодня сеточных генераторов составляет несколько порядков. Как альтернатива иерархическим шагам по времени в данной работе применяется расчёт с шагом по времени больше курантовского, что может быть реализовано благодаря сущности сеточно-характеристического метода — интерполяции по области зависимости решения.

Наконец, поиск ячейки неструктурированной сетки для интерполяции значения на предыдущем временном слое представляет собой неустойчивый алгоритм, что требует особого учёта вырожденных случаев.

На основе предложенного метода реализован программный комплекс, позволяющий проводить мо-

делирование распространения звуковых волн в организме человека в 3D с явным выделением разных типов тканей [3]. Работа над методом продолжается.

Список литературы

- [1] МАГОМЕДОВ К. М., ХОЛОДОВ А. С. Сеточно-характеристические численные методы / М.: Наука, 1988. — 288 с.
- [2] ЧЕЛНОВ Ф. Б. Явное представление сеточно-характеристических схем для уравнений упругости в двумерном и трехмерном пространствах // Математическое моделирование. — 2006. — Т. 18, № 6, С. 96–108.
- [3] VASSILEVSKI Y. V., BEKLEMYsheva K. A., GRIGORIEV G. K. ET AL. Transcranial ultrasound of cerebral vessels in silico: Proof of concept // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling. — 2016. — Vol. 31, No 5, P. 317–328.

1.40. Какоурова А.А., Зуев Ф.Л. Математическое моделирование миграции землетрясений

Для определения уровня значимости выделения квазилинейных цепочек землетрясений и выявления характера зависимостей между исследуемыми параметрами эпицентрального поля землетрясений нами разрабатываются имитационные базовые модели мигрирующей сейсмичности для большой территории и зоны разлома. Модели реализованы в виде программ на языке программирования Perl, позволяющих имитировать эпицентральное поле этих областей и вставлять детерминированную цепочку событий. В цикле осуществляется серия генераций выборки событий одинакового размера D с цепочкой одинаковой длины n событий, выборки суммируются, образуя кумулятивную выборку, в которой производится попытка выделения цепочки на заданном уровне значимости. Для этого производится расчёт статистических параметров: математического ожидания M_i , стандартного отклонения σ и уровня значимости выделения цепочки событий $\Delta p_i = \frac{d_i - M_i}{\sigma_i}$, где d_i — количество событий в каждом участке области, $i = 1, \dots, k$, $i \in N$ — номер участка области. Большая территория представляется в виде круглой площадки, разбиваемой на секторы заданной ширины. События в такой площадке распределены равномерно с постоянной плотностью вероятности [1] детерминированная цепочка событий вставлена в заданный сектор. Разлом представлен прямоугольной площадкой, разбитой на полосы заданной ширины. События распределены равномерно с постоянной плотностью вероятности вдоль площадки и по нормальному закону [2] поперёк неё. В одной из полос вставлена цепочка мигрирующих событий.

Для генерации случайно распределённых координат использовался генератор случайных чисел. Для моделирования нормального распределения собы-