

Учредители журнала
Сибирское отделение Российской академии наук
Учреждение Российской академии наук
Институт вычислительной математики
и математической геофизики СО РАН

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
SIBERIAN BRANCH

SIBERIAN JOURNAL OF NUMERICAL MATHEMATICS

FOUNDED IN FEBRUARY 1998

ISSUED QUARTERLY

VOLUME 14

Nº 1

2011

NOVOSIBIRSK
INSTITUTE OF COMPUTATIONAL MATHEMATICS
& MATHEMATICAL GEOPHYSICS OF SB RAS

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

СИБИРСКИЙ ЖУРНАЛ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ

ОСНОВАН В ФЕВРАЛЕ 1998 ГОДА

ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

ТОМ 14

№ 1

2011

НОВОСИБИРСК
УЧРЕЖДЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ
И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОФИЗИКИ СО РАН

Editor-in-Chief **B.G. Mikhailenko**

Editorial Board

Yu.M. Laevsky (managing editor), A.M. Matsokin (managing editor), L.F. Vasilyeva (scientific secretary), B.S. Elepov, A.M. Fedotov, S.K. Godunov, V.P. Il'in, B.A. Kargin, A.N. Konovalov, V.I. Kuzin, Yu.A. Kuznetsov, A.V. Lakeev, V.E. Malyshkin, G.I. Marchuk, G.A. Mikhailov, V.G. Romanov, V.V. Shaidurov, Yu.I. Shokin, S.N. Vasilyev, A.F. Voevodin, Yu.S. Volkov

Editorial Group

L.F. Vasilyeva (chief of editorial group), N.E. Kozorezova, L.A. Minakova, A.I. Rozhenko, N.I. Shelestova

Editorial Office

ICM&MG SB RAS, prospect akad. Lavrent'eva, 6, 630090, Novosibirsk, Russia.
Phone: (007) 383-330-87-27; fax: (007) 383-330-87-83, (007) 383-332-42-59;
e-mails: sibjnm@sscc.ru, sibjnm@oapmg.sccc.ru
<http://www.sccc.ru/SibJNM/>

Main Topics of the Journal

- Theory and practice of computational methods of mathematics, of mathematical physics, and other applied fields;
- Mathematic models of elasticity theory, hydrodynamics, gas dynamics, and geophysics;
- Parallelizing of algorithms;
- Models and methods of bioinformatics.

The greatest part of the papers contain the results of scientific schools in these topics over the last 45 years obtained at the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences and some Siberian universities.

Since 2008 *Siberian Journal of Numerical Mathematics* is translated into English under the title *Numerical Analysis and Applications*. The Journal is distributed by Springer.

Submission of Manuscripts

Papers intended for publication in *Siberian Journal of Numerical Mathematics* should be submitted in duplicate to the Editorial Office (size should not exceed 15 pages in length, Times Roman 11 pt). Manuscripts have to be presented also in electronic form (L^AT_EX file with substituted tables and PCX, BMP, EPS or CDR figures), must be written in Russian or English, should contain an abstract, key words and phrases, current UDC classification numbers, and include complete information about authors. The publication of papers is free of charge. *Using e-mail for fast submission of papers is welcome.*

Submitted manuscripts will be returned in no case.

Copyright © 2011 by ICM&MG

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the copyright owner.

Главный редактор **Б.Г. Михайленко**

Редакционная коллегия

Ю.М. Лаевский (зам. главного редактора), А.М. Мацокин (зам. главного редактора), Л.Ф. Васильева (ответственный секретарь), С.Н. Васильев, А.Ф. Воеводин, Ю.С. Волков, С.К. Годунов, Б.С. Елепов, В.П. Ильин, Б.А. Каргин, А.Н. Коновалов, В.И. Кузин, Ю.А. Кузнецов, А.В. Лакеев, В.Э. Малышкин, Г.И. Марчук, Г.А. Михайлов, В.Г. Романов, А.М. Федотов, В.В. Шайдуров, Ю.И. Шокин

Редакция

Л.Ф. Васильева (зав. редакцией), Н.Е. Козорезова, Л.А. Минакова, А.И. Роженко, Н.И. Шелестова

Адрес редакции

630090, Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 6,
ИВМиМГ СО РАН, редакция СибЖВМ.

Тел.: (383)330-87-27; факс: (383)330-87-83, (383)332-42-59;

e-mails: sibjnm@sscc.ru, sibjnm@oapmg.sccc.ru <http://www.sccc.ru/SibJNM/>

Научные направления журнала

- Теория и практика вычислительных методов математики, математической физики и других прикладных областей;
- Математические модели теории упругости, гидродинамики, газовой динамики и геофизики;
- Распараллеливание алгоритмов;
- Модели и методы биоинформатики.

Большая часть статей отражает результаты научных школ, сложившихся в указанных направлениях за последние 45 лет в Сибирском отделении Российской академии наук и университетах Сибири.

Начиная с 2008 г. *Сибирский журнал вычислительной математики* издается и на английском языке под названием *Numerical Analysis and Applications*. Журнал распространяется издательством Springer.

Правила представления рукописей

Рукописи, предназначенные для публикации в *Сибирском журнале вычислительной математики*, должны быть посланы в адрес редакции в двух экземплярах и написаны на русском или английском языках объемом не более 15 стр. размер шрифта 11 pt. Статьи должны быть также представлены в электронной форме (файл в \LaTeX -е и рисунки в форматах PCX, BMP, EPS или CDR). К статье должны быть приложены: заключение экспертного совета, английское название статьи и транслитерация фамилий авторов (для русскоязычной публикации), аннотации на русском и английском языках, код(ы) классификации УДК, ключевые слова и фразы и полная информация об авторах. Публикации статей бесплатны для всех. *Электронные версии статей могут быть присланы по электронной почте.*

Присланные в журнал рукописи статей не возвращаются.

© ИВМиМГ, 2011

Contents

| | |
|---|-----|
| Congratulation on the anniversary of Anatoly Nikolaevich Kononov | 1 |
| Artemiev S.S., Korneev V.D. Numerical solution to stochastic differential equations on supercomputers | 5 |
| Bondarev E.A., Rozhin I.I., and Argunova K.K. The influence of non-isothermal effects on gas production in the Northern regions | 19 |
| Derevtsov E.Yu., Pickalov V.V. Reconstruction of vector fields and their singularities by ray transforms | 29 |
| Kalgin K.V. Implementation of algorithms with a fine-grained parallelism on GPUs . | 59 |
| Korobeynikov S.N., Reverdatto V.V., Polyansky O.P., Sverdlova V.G., and Babichev A.V. The influence of the choice of a rheological law on the computer simulation results of slab subduction | 71 |
| Prigarin S.M., Hahn K., and Winkler G. Estimation of fractal dimension of random fields on the basis of variance analysis of increments | 91 |
| Ukhinov S.A., Chimaeva A.S. Substantiation of convergence of Monte Carlo algorithms for reconstructing a scattering phase function with allowance for polarization . | 103 |
| Zadorin A.I., Tikhovskaya S.V. Analysis of a difference scheme for a singular perturbed Cauchy problem on a refined mesh | 47 |

Содержание

| | |
|---|-----|
| Анатолий Николаевич Коновалов к 75-летию со дня рождения | 1 |
| Артемьев С.С., Корнеев В.Д. Численное решение стохастических дифференциальных уравнений на суперкомпьютерах | 5 |
| Бондарев Э.А., Рожин И.И., Аргунова К.К. Влияние неизотермических эффектов на добычу газа в северных регионах | 19 |
| Деревцов Е.Ю., Пикалов В.В. Восстановление векторного поля и его сингулярностей по лучевым преобразованиям | 29 |
| Задорин А.И., Тиховская С.В. Анализ разностной схемы для сингулярно возмущенной задачи Коши на сгущающейся сетке | 47 |
| Калгин К.В. Реализация алгоритмов с мелкозернистым параллелизмом на графических ускорителях | 59 |
| Коробейников С.Н., Ревердатто В.В., Полянский О.П., Свердлова В.Г., Бабичев А.В. О влиянии выбора реологического закона на результаты компьютерного моделирования субдукции плит | 71 |
| Пригарин С.М., Хан К., Винклер Г. Оценка фрактальной размерности случайных полей на основе анализа дисперсии приращений | 91 |
| Ухинов С.А., Чимаева А.С. Обоснование сходимости для алгоритмов метода Монте-Карло восстановления индикатрисы рассеяния с учетом поляризации | 103 |

Журнал подготовлен с использованием макропакета NCC-L^AT_EX,
разработанного в Институте вычислительной математики и математической геофизики
(бывшем Вычислительном центре) СО РАН

This publication was typeset using NCC-L^AT_EX macro package
designed at the Institute of Computational Mathematics & Mathematical Geophysics of SB RAS

Журнал зарегистрирован
в Государственном комитете Российской Федерации по печати
Свидетельство о регистрации средства массовой информации № 016274 от 25.06.1997 г.

Лицензия Серия ИД № 02202 от 30.06.2000 г.
Подписано в печать 15.09.2010. Формат 60 × 84 ¹/₈. Офсетная печать.
Усл. печ. л. 14.5. Уч.-изд. л. 10. Тираж 250 экз. Заказ № 115

Отпечатано в типографии ООО “Нонпарель”. Лицензия ПЛД № 57-52 от 01.04.1999 г.
630090, Новосибирск, ул. Институтская, 4/1.