ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Отчет подразделений ИВМиМГ СО РАН

о выполнении плановых заданий 2011 года



Содержание

| Научно-организационная деятельность | 4 |
|--|-----|
| Важнейшие результаты научных исследований в 2011 г | 13 |
| Лаборатория методов Монте–Карло (Рогазинский $C.B.$) | 25 |
| Лаборатория численного анализа стохастических дифференциальных уравнений | |
| $(Артемьев \ C.C.)$ | 35 |
| Лаборатория стохастических задач (Каргин Б.А.) | 42 |
| Лаборатория вычислительной физики (Свешников В.М.) | 54 |
| Лаборатория математических задач химии (Лаевский Ю.М.) | 65 |
| Лаборатория математического моделирования процессов в атмосфере и | |
| гидросфере $(Kyзun\ B.M.)$ | 71 |
| Лаборатория математического моделирования гидротермодинамических | |
| процессов в природной среде (Пененко В.В.) | 81 |
| Лаборатория численного анализа и машинной графики $(\mathit{Mayokuh}\ A.M.)$ | 89 |
| Лаборатория математических задач геофизики (Кабанихин С.И.) | 94 |
| Лаборатория численного моделирования сейсмических полей (<i>Михайленко Б.Г.</i>). | 104 |
| Лаборатория математического моделирования волн цунами ($\Gamma y c \pi \kappa o s \ B.K.$) | 111 |
| Лаборатория геофизической информатики (<i>Ковалевский В.В.</i>) | 116 |
| Лаборатория обработки изображений (Пяткин В.П.) | 128 |
| Лаборатория системного моделирования (Забиняко Г.И.) | 136 |
| Лаборатория прикладных систем (<i>Бредихин С.В.</i>) | 140 |
| Лаборатория математического моделирования динамических процессов в | |
| информационных сетях ($Poдионов\ A.C.$) | 148 |
| Лаборатория синтеза параллельных программ (Малышкин В.Э.) | 155 |
| Лаборатория параллельных алгоритмов и структур ($\Pi uckyhob\ C.B.$) | 162 |
| Лаборатория параллельных алгоритмов решения больших задач (Вшивков В.А.) | 172 |
| Лаборатория Сибирский суперкомпьютерный центр КП (Глинский Б.М.) | 183 |
| Справочная информация | 189 |

Научно-организационная деятельность

В декабре 2011 г. в связи с реорганизацией ведомственной структуры РАН и в соответствии с Постановлением Президиума СО РАН от 14.12.2011 г. № 512 Институт получил новое полное наименование «Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук».

На выборах в РАН в 2011 г. член-корреспондентом избран заведующий лабораторией д.ф.-м.н., профессор С.И. Кабанихин.

В 2011 г. проведено 12 заседаний Ученого совета Института. На заседаниях Ученого совета рассмотрены научные, кадровые и организационные вопросы, заслушаны научные доклады «Разностные схемы и законы сохранения» — научный доклад в связи с юбилеем, академик РАН А.Н. Коновалов; «Базовая система моделирования (БСМ): концепция проекта», научный доклад, д.ф.-м.н. В.П. Ильин; «Крупнейшие природные катастрофы в недавнем геологическом прошлом Земли» — д.ф.-м.н. В.К. Гусяков; «Регуляризация задачи продолжения полей» — д.ф.-м.н. С.И. Кабанихин; «Случайные структуры в исследовании надежности сетей» — д.т.н. А.С. Родионов; «Текущие экзафлопные проблемы математического моделирования» (по материалам Международной конференции по супервычислениям, 2–7 октября 2011 г., РФЯЦ ВНИИЭФ, г. Саров) — д.ф.-м.н. В.П. Ильин; «Систематический подход при решении перечислительных задач серийных последовательностей, основанный на использовании комбинаторных размещений» — к.ф.-м.н. В.А. Амелькин.

Лауреатом конкурса СО РАН (премия им. С.Л. Соболева) стал к.ф.-м.н. И.Н. Медведев. Лауреатом конкурса администрации НСО (диплом II степени «Номинация информационные и телекоммуникационные технологии») стал к.ф.-м.н. Д.А. Мигов. Продолжена работа по программе У.М.Н.И.К. Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере к.ф.-м.н. А.В. Пененко.

На заседаниях диссертационного совета Д 003.061.01 в 2011 г. была проведена одна докторская защита. На заседаниях диссертационного совета Д 003.061.02 было проведено 12 защит: 8 кандидатских и 4 докторских. В специализированном диссертационном совете ДС 003.002.01 была проведена одна докторская защита. Защитили докторские диссертации следующие сотрудники института: Г.В. Решетова, Г.А. Платов, С.А. Ухинов; кандидатские диссертации: Л.В. Вшивкова, Э.А. Пьянова, Д.А. Караваев, И.И. Амелин.

Институт является базовым для кафедр «Вычислительной математики», «Вычислительных систем», «Математических методов геофизики», «Параллельных вычислений» ММФ Новосибирского государственного университета; «Параллельных вычислительных технологий» и «Сетевых информационных технологий» Новосибирского государственного технического университета; кафедры «Информатики» Сибирского университета потребительской кооперации; имеет филиал кафедры «Фотограмметрии и дистанционного зондирования» Сибирской государственной академии геодезии.

В Институте проводят работу следующие научно-образовательные центры:

- «Учебно-научный центр по вычислительной математике и информатике». Центр создан совместно с НГУ и ИСИ СО РАН, имеет терминальный класс на 12 рабочих мест с компьютерами, подсоединенными к сети ИВМиМГ СО РАН и Интернету.
- «Научно-образовательный центр по современным проблемам математического моделирования и вычислительной математики». Центр создан совместно с НГУ, ИВЦ НГУ, ИМ СО РАН и ИТПМ СО РАН.
- «Параллельные вычислительные технологии». Центр создан на базе НГУ.

В 2011 г. проводилась работа по следующим большим проектам:

- 1. Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007—2013 годы», мероприятие 1.4, проект «Исследования и разработка методов имитационного моделирования функционирования гибридных экзафлопсных вычислительных систем», государственный контракт 07.514.11.4016, срок исполнения 19.08.2011 г. 02.08.2012 г., руководитель академик РАН Б.Г. Михайленко, ответственный исполнитель д.т.н. Б.М. Глинский.
- 2. Грант РФФИ— ориентированные фундаментальные исследования, проект «Создание иерархии численных моделей разномасштабных геофизических процессов и разработка на этой основе специализированных алгоритмов и программного обеспечения для суперЭВМ с гибридной архитектурой, обеспечивающих локализацию кавернознотрещиноватых коллекторов и реконструкцию их микроструктуры в целях прогнозирования фильтрационных потоков на основе решения задач подземной гидродинамики», руководитель—академик РАН Б.Г. Михайленко.
- В 2011 г. проводились работы по 8 проектам по основным научным направлениям Института (план НИР 2010–2012 гг.). В рамках этих проектов выполнялось: 37 грантов РФФИ, 15 Интеграционных грантов СО РАН, 23 проекта по Программам Президиума РАН и Отделения математических наук РАН, 8 тем по хоздоговорам, 5 тем по молодежным и специализированным грантам СО РАН.

Конференции, школы

В 2011 г. проведены две международные конференции и две российские конференции с участием иностранных ученых.

- 1. Международная научная конференция «РаСТ-2011 (Параллельные вычислительные технологии-2011)», срок проведения: с 19.09.2011 по 23.09.2011. Место проведения: Казань. Количество участников: 73 (51 российский, 22 иностранных из 7 стран: Германия 8; Польша 6; Италия 3; Япония 1; Франция 2; Израиль 1, Нидерланды 1). Кроме того, участвовало с докладами 19 российских ученых. Без доклада участвовали 25 российских и 3 иностранных ученых.
- 2. Седьмая азиатская международная школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем», срок проведения: с 17.10.2011 по 27.10.2011. Место проведения: Зона отдыха «Акташ», Республика Узбекистан. Количество участников: 86, из них 29— российских, 57— иностранных, в том числе Италия—1, Турция—1, Республика Узбекистан—26, Республика Казахстан—22, Украина—2, Киргизская Республика—5.
- 3. Всероссийская конференция по вычислительной математике «КВМ-2011» с участием иностранных ученых, срок проведения: с 29 июня по 1 июля 2011 г. Место проведения: Новосибирск. Количество участников: 282 (281—российский, 1—иностранный).
- 4. Третья конференция и школа молодых ученых «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач» с иностранными участниками, срок проведения: с 10.10.2011 по 15.10.2011. Место проведения: Новосибирск, Академгородок, ИВМиМГ СО РАН. Количество участников: 121, из них 115—российских, 6—иностранных, в том числе Германия—1, Республика Казахстан—5.

Международные соглашения, контракты, гранты

Выполнялись, либо были заключены следующие контракты и соглашения:

- 1. Контракт в рамках проекта «Информационно-экспертная система по проблеме цунами», между Всемирным Агентством планетарного мониторинга и уменьшения сейсмического риска, Женева, Швейцария, 2 Route de Jargonnant CH-1207 Geneva, Switzerland и ИВМиМГ СО РАН. Ответственный исполнитель: д.ф.-м.н. В.К. Гусяков. Срок контракта: с 06.06.05 г. по 30.06.11 г.
- 2. Соглашение о научном сотрудничестве по проведению совместных исследований в области математического моделирования информационных сетей между ИВМиМГ и Сункьюнкванским Национальным Университетом Республики Корея, Jangangu Chunchundong 300, Suwon 440-746, Korea. Координаторы: от Сункъюнкванского национального университета руководитель исследовательского центра по распознаванию образов Донгхо Вон; от ИВМиМГ СО РАН д.т.н. А.С. Родионов. Срок соглашения: с 01.01.07 г. по 31.12.11 г.
- 3. Соглашение о сотрудничестве по оказанию услуг по обработке данных в области нефтегазового каротажа между компанией «Бейкер Атлас», дочерней компанией корпорации «Baker Atlas Division of Baker Hughes Oilfield Operations Inc.», Хьюстон, США, 2001 Rankin Road, Houston, Texas 77073, USA и ИВМиМГ СО РАН. Ответственный исполнитель: академик РАН Б.Г. Михайленко. Срок соглашения: с 08.02.06 г. по 31.12.11 г.
- 4. Соглашение о сотрудничестве по проведению исследований в области образования, научных исследований между университетом Пизы, Италия и ИВМиМГ СО РАН. Координаторы: от университета Пизы ректор М. Паскуали; от ИВМиМГ СО РАН академик РАН Б.Г. Михайленко. Срок соглашения: с 09.04.09 г. по 09.04.12 г.
- 5. Контракт между национальным Советом по науке, Тайпэй, Тайвань и ИВМиМГ СО РАН по проведению совместного международного симпозиума по методам и средствам параллельного программирования. Координаторы: от национального Совета по науке Тайпэй, Тайвань Ченг Хсу-Фенг; от ИВМиМГ СО РАН академик РАН Б.Г. Михайленко и главный исполнитель проекта д.т.н. В. Э. Малышкин. Срок соглашения: с 20.01.10 г. по 20.05.11 г.

Выполнялись работы по гранту:

Грант Европейской Комиссии «Enviro-RISKS» N 013427. Тема: «Управление и контроль за техногенными изменениями в Сибирском Регионе». От Европейского Союза: Комиссия Европейского Содружества, Research Directorate-General B-1049, Brussels (Брюссель), Belgium (Бельгия) в лице генерального директора Главного управления исследований Ахиллеса Митсоса и Датский метеорологический институт, Lungbyvej, 100, Копенгаген. От российской стороны—ответственный исполнитель: д.ф.-м.н. В.В. Пененко. Срок: с 11.10.05 г. по 01.11.2011 г.

Командировки за рубеж

Германия

- 1. Сабельфельд К.К., д.ф.-м.н., гнс. Научная работа по совместному проекту «Исследования дислокаций в кристаллах», Институт твердотельной электроники, Зиген, Германия, с 03.04. 2011 по 18.05.2011 г.
- 2. Сабельфельд К.К., д.ф.-м.н., гнс. Научная работа по совместному проекту «Моделирование нанопроводников и дислокаций в кристаллах», Институт твердотельной электроники, Зиген, Германия, с 11.07. 2011 по 08.09.2011 г.
- 3. Пригарин С.М., д.ф.-м.н., внс. Обсуждение совместных работ по созданию алгоритмов численного моделирования процессов переноса излучения, университет Людвига Максимилиана, Мюнхен, Германия, с 02.09.11 г. по 01.11.11 г.
- 4. Снытников А.В., к.ф.-м.н., нс. Научная работа по теме: «Ускорение поля плазмы, вызванное движением протонов», университет Дюссельдорфа, Германия, с 01.12.2011 г. по 01.12.2012 г.
- 5. Сандер И.А., вед. программист. Участие в работе Проекта по разработке программ обеспечения конференций, Лейпциг, Германия, с 01.07.2011 г. по 03.07.2011 г.

Австрия

- 6. Кузин В.И., д.ф.-м.н., зав. лаб. Участие в Генеральной Ассамблее Европейского Геофизического Союза, Вена, Австрия, с 02.04.2011 г. по 11.04.2011 г.
- 7. Платов Г.А., к.ф.-м.н., снс. Участие в Генеральной Ассамблее Европейского Геофизического Союза, Вена, Австрия, с 02.04.2011 г. по 09.04.2011 г.
- 8. Голубева Е.Н., д.ф.-м.н., снс. Участие в Генеральной Ассамблее Европейского Геофизического Союза, Вена, Австрия, с 02.04.2011 г. по 09.04.2011 г.
- 9. Воронина Т.А., к.ф.-м.н., снс. Участие в Генеральной Ассамблее Европейского Геофизического Союза, Вена, Австрия, с 02.04.2011 г. по 09.04.2011 г.
- 10. Решетова Г.В., д.ф.-м.н., снс. Участие в 73-й международной конференции EAGE (Европейская Ассоциация Ученых и Инженеров), Вена, Австрия, с 21.05.2011 г. по 31.05.2011 г.

Франция

11. Голубева Л.А., к.ф.-м.н., нс. Проведение совместных работ по теме: «Создание программных комплексов для задач математической химии», университет г. Рена, Франция, с 15.10.2011 г. по 15.11.2011 г.

Великобритания

12. Боронина М.А., к.ф.-м.н., мнс. Участие в ежегодной международной конференции по физике плазмы, Норт-Бервик, Великобритания, с 31.03.2011 по 18.04.2011 г.

Италия

- 13. Снытников Н.В., к.ф.-м.н., нс. Участие в международной конференции «Передовые достижения в вычислительной астрофизике: методы, оборудование и результаты», Чефалу, о. Сицилия, Италия, 11.06.2011 г. по 19.06.2011 г.
- 14. Соколова О.Д., к.ф.-м.н., снс. Участие в 4-й международной рабочей встрече по сетям коллективного доступа, г. Тренто, Италия, с 06.09.2011 по 15.09.2011 г.

Греция

- 15. Черных И.Г., к.ф.-м.н., нс. Участие в международной конференции «Матобеспечение в компьютерных технологиях», г. Ханья, о. Крит, Греция, с 05.09.2011 г. по 12.09.2011 г.
- 16. Черных И.Г., к.ф.-м.н., нс. Участие в международной конференции «Происхождение и эволюция биосферы», г. Ретимно, о. Крит, Греция, с 14.10.2011 г. по 22.10.2011 г.

Венгрия

17. Ковалевский В.В., д.т.н., зам. директора. Научное сотрудничество в области вибросейсмических технологий, Венгерский геофизический институт, Будапешт, Венгрия, с 26.04.2011 г. по 03. 05.2011 г.

Болгария

- 18. Свешников В.М., д.ф.-м.н., зав. лаб. Участие в международной конференции по материалам, методам и технологиям, Солнечный брег, Болгария, с $03.06.2011~\mathrm{r}$. по $13.06.2011~\mathrm{r}$.
- 19. Аверина Т.А., к.ф.-м.н., снс. Участие в 68-й Международной конференции по крупномасштабным научным вычислениям, г. Созополь, Болгария, с 05.06.2011 г. по 12.06.2011 г.
- 20. Сабельфельд К.К., д.ф.-м.н., гнс. Участие в 8-м семинаре по методам Монте-Карло, Боровец, Институт информационных и коммуникационных технологий Болгарской АН, Болгария, с 28.08.2011 г. по 03.09.2011 г.
- 21. Бурмистров А.В., к.ф.-м.н., нс. Участие в 8-м семинаре по методам Монте-Карло, Боровец, Институт информационных и коммуникационных технологий Болгарской АН, Болгария, с 28.08.2011 г. по 03.09.2011 г.
- 22. Коротченко М.А., к.ф.-м.н., нс. Участие в 8-м семинаре по методам Монте-Карло, Боровец, Институт информационных и коммуникационных технологий Болгарской АН, Болгария, с 28.08.2011 г. по 03.09.2011 г.
- 23. Медведев И.Н., к.ф.-м.н., нс. Участие в 8-м семинаре по методам Монте-Карло, Боровец, Институт информационных и коммуникационных технологий Болгарской АН, Болгария, с 28.08.2011 г. по 03.09.2011 г.
- 24. Лукинов В.Л., к.ф.-м.н., нс. Участие в 8-м семинаре по методам Монте-Карло, Боровец, Институт информационных и коммуникационных технологий Болгарской АН, Болгария, с 28.08.2011 г. по 03.09.2011 г.

Сербия

25. Глинский Б.М., д.т.н., зав. лаб. Участие в международной конференции МІТ-2011 (Математические и информационные технологии), Врнячка Баня, Сербия, с 27.08.2011 по 02.09.2011 г.

Черногория

26. Глинский Б.М., д.т.н., зав. лаб. Участие в международной конференции МІТ-2011 (Математические и информационные технологии), Будва, Черногория, с 03.09.2011 г. по 06.09.2011 г.

Турция

27. Марчук Ан.Г., д.ф.-м.н., внс. Участие в международном конгрессе «Природные катаклизмы: глобальные проблемы современной цивилизации», Стамбул, Турция, с 18.09.2011 по 22.09.2011 г..

- 28. Хайретдинов Н.С., д.т.н., гнс. Участие в международном конгрессе «Природные катаклизмы: глобальные проблемы современной цивилизации», Стамбул, Турция, с 17.09.2011 по 25.09.2011 г.
- 29. Кабанихин С.И., д.ф.-м.н., зав. лаб. Участие в международном конгрессе «Природные катаклизмы: глобальные проблемы современной цивилизации», Стамбул, Турция, с 16.09.11 по 23.09.11 г..

Украина

- 30. Пяткин В.П., д.т.н., зав. лаб. Участие в Международной конференции «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе, IT+SE'2006», Ялта-Гурзуф, Украина, с 17.05.2011 г. по 01.06.2011 г.
- 31. Юсупова Д.Р., мнс. Участие в украинско-российском семинаре «Компьютерное моделирование динамики вод морей и мирового океана: достижения и проблемы», Севастополь, Украина, с 19.09.2011 г. по 26.09.2011 г.
- 32. Роженко А.И., д.ф.-м.н., внс. Участие в международной конференции по Современному Анализу, Донецкий национальный университет, Донецк, Украина, с 18.06.2011 г. по 25.06.2011 г.

США

- 33. Непомнящих С.В., д.ф.-м.н., внс. Научная работа по теме: «Методы декомпозиции для решения задач математической физики», фирма Exxan Mobil, Хьюстон, Техас и Сан-Диего, Калифорния, США. Проведение мини-симпозиума в рамках междуна-родной конференции «Методы декомпозиции области» на тему решение гетерогенных задач математической физики, с 29.01.2011 г. по 16.02.2011 г.
- 34. Платов Г.А., к.ф.-м.н., снс. Участие в 15-й рабочей встрече по проекту: «Сравнение Моделей Арктического Океана», Вудс Холл, США, с 29.10 2011 г. по 06.11.2011 г.
- 35. Голубева Е.Н., д.ф.-м.н., снс. Участие в 15-й рабочей встрече по проекту: «Сравнение Моделей Арктического Океана», Вудс Холл, США с 29.10 2011 г. по 06.11.2011 г.
- 36. Кучин Н.В., гл. специалист. Участие в международной конференции по суперкомпьютерам (SC'11), Сиэтл, США, с 09.11.2011 г. по 17.11.2011 г.
- 37. Роженко А.И., д.ф.-м.н., внс. Обсуждение совместных работ по аппроксимации функций, Институт исследования систем окружающей среды (Environmental Systems Research Institute, Inc., ESRI), Лос-Анжелес, Калифорния, США, с 09.12.2011 г. по 23.12.2011 г.

Аргентина

- 38. Куликов И.М., к.ф.-м.н., мнс. Участие в международной конференции по исследованиям в численной и наблюдательной астрофизике: от исходной структуры Вселенной до ее строения в настоящее время, Буэнос-Айрес, Аргентина, с 11.11.2011 г. по 23.11.2011 г.
- 39. Черных И.Г., к.ф.-м.н., нс. Участие в международной конференции по исследованиям в численной и наблюдательной астрофизике: от исходной структуры Вселенной до ее строения в настоящее время, Буэнос-Айрес, Аргентина, с 11.11.2011 г. по 23.11.2011 г.

Австралия

40. Гусяков В.К., д.ф.-м.н., зав. лаб. Участие в Генеральной Ассамблее МГГС (Международного Геофизического Геодезического Союза) и полевой экскурсии на побережье Австралии, Мельбурн, Воллонгонг, Австралия, с 22.07.2011 г. по 08.07.2011 г.

- 41. Решетова Г.В., д.ф.-м.н., снс. Участие в международной конференции «EUGG-2011» (The International Union of Geodesy and Geophysics / Международного Союза Геодезистов и Геофизиков), Мельбурн, Австралия, с 26.06.2011 г. по 12.07.2011 г.
- 42. Ковалевский В.В., д.т.н., зам директора. Участие международной конференции «EUGG-2011» (The International Union of Geodesy and Geophysics / Международного Союза Геодезистов и Геофизиков), Мельбурн, Австралия, с 27.06.2011 г. по 08.07.2011 г.

ЮАР

43. Гусяков В.К., д.ф.-м.н., зав. лаб. Участие в международной конференции по природным опасностям на африканском континенте, Претория, ЮАР с $13.01.2011~\mathrm{r.}$ по $17.01.2011~\mathrm{r.}$

Мозамбик

44. Гусяков В.К., д.ф.-м.н., зав. лаб. Участие в полевых экскурсиях на побережье Мозамбика для изучения шевронных дюн, Мапуту, Мозамбик, с 18.01.2011 г. по 27.01.2011 г.

Намибия

45. Гусяков В.К., д.ф.-м.н., зав. лаб. Участие в полевых экскурсиях на побережье Намибии для изучения шевронных дюн, Виндхук, Намибия, с 28.01.2011 г. по 10.02.2011 г.

Китай

- 46. Михайленко Б.Г., академик РАН, директор. Участие в международной конференции по теоретической и вычислительной акустике, Тайбэй, Тайвань, с 24.04.2011 г. по 05.05.2011 г.
- 47. Решетова Г.В., к.ф.-м.н., снс. Участие в международной конференции по теоретической и вычислительной акустике, Тайбэй, Тайвань, с 24.04.2011 г. по 05.05.2011 г.
- 48. Медведев И.Н., к.ф.-м.н., нс. Участие в семинаре по формированию инновационной структуры в университетах Восточной Азии, Пекин, Китай, с 24.11.11 г. по 03.11.11 г.
- 49. Бурмистров А.В., к.ф.-м.н., нс. Участие в семинаре по формированию инновационной структуры в университетах Восточной Азии, Пекин, Китай, с 24.11.11 г. по 03.11.11 г.

Монголия

- 50. Ефимова А.А., мнс. Участие в Российско-монгольской международной конференции молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям, технологиям и управлению, Иркутск, Россия—Ханк, Монголия, с 14.06.2011 г. по 24.06.2011 г.
- 51. Месяц Е.А., мнс. Участие в Российско-монгольской международной конференции молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям, технологиям и управлению, Иркутск, Россия—Ханк, Монголия, с 14.06.2011 г. по 24.06.2011 г.
- 52. Вшивкова Л.В., к.ф.-м.н., мнс. Участие в Российско-монгольской международной конференции молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям, технологиям и управлению, Иркутск, Россия—Ханк, Монголия, с 14.06.2011 г. по 24.06.2011 г.

53. Попков В.К., д.ф.-м.н., гнс. Участие в Российско-монгольской международной конференции молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям, технологиям и управлению, Иркутск, Россия—Ханк, Монголия, с 17 по 21 июня 2011 г.

Республика Корея

- 54. Шахов В.В., к.ф.-м.н., нс. Научная работа по проведению совместных исследований в области беспроводных сенсорных сетей в рамках соглашения о сотрудничестве между университетом Сунн-Кьюн-Кван, Республика Корея и ИВМиМГ СО РАН, с 11.02.2011 по 10.04.2011 г.
- 55. Нечунаева К.А., инженер. Участие в 5-й международной конференции по повсеместному управлению и передаче информации», Сеул, университет Сунн-Кьюн-Кван, Республика Корея, с 19.02.2011 г. по 28.02.2011 г.
- 56. Родионов А.С., д.т.н., зав. лаб. Участие в 5-й международной конференции по повсеместному управлению и передаче информации», Сеул, университет Сунн-Кьюн-Кван, Республика Корея, с 19.02.2011 г. по 28.02.2011 г.
- 57. Шахов В.В., к.ф.-м.н., нс. Участие в семинарах по беспроводным сенсорным сетям исследовательского центра при университете Сунн-Кьюн-Кван, Сувон, Республика Корея, с 16.07.2011 г. по 14.09.11 г.
- 58. Шахов В.В., к.ф.-м.н., нс. Научная работа по совместным исследованиям в области информационных технологий, Сувон, Республика Корея, с 14.11.2011 г. по 30.12.2011 г.

Казахстан

- 59. Попков В.К., д.ф.-м.н., гнс. Согласование вопросов организации 7-й азиатской международной школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем» в НИИ «Алгоритм-инжиниринг» АН УЗ, Ташкент, Узбекистан и в Институте теоретической и прикладной математики НАН КР, Бишкек, Киргизстан. Заключение договора о сотрудничестве с Институтом проблем информатики и управления Минобразования и науки Республики Казахстан, Алма-Аты, Казахстан с 12.05.2011 г. по 19.05.2011 г.
- 60. Пененко В.В., д.ф.-м.н., зав. лаб. Участие в рабочем совещании по развитию Региональной автоматизированной системы производственно-экологического мониторинга, Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, с 21.07.2011 по 28.07.2011 г.
- 61. Пененко А.В., к.ф.-м.н., мнс. Участие в рабочем совещании по развитию Региональной автоматизированной системы производственно-экологического мониторинга, Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, с 21.07.11 по 28.07.11 г.
- 62. Пененко В.В., д.ф.-м.н., зав. лаб. Участие в международной конференции «Актуальные проблемы современной математики, информатики и механики», Алма-Аты, Республика Казахстан, с 27.09.2011 г. по 04.10.2011 г.
- 63. Цветова Е.А., к.ф.-м.н., внс. Участие в международной конференции «Актуальные проблемы современной математики, информатики и механики», Алма-Аты, Республика Казахстан, с 27.09.2011 г. по 04.10.2011 г.
- 64. Пененко А.В., к.ф.-м.н., мнс. Участие в международной конференции «Актуальные проблемы современной математики, информатики и механики», Алма-Аты, Республика Казахстан, с 27.09.2011 г. по 04.10.2011 г.
- 65. Кабанихин С.И., д.ф.-м.н., зав. лаб. Обсуждение планов совместных работ и проектов по теме: «Совмещенные постановки прямых и обратных задач рационального природопользования (в рамках Программы научного сотрудничества со странами ЕврАзЭС), Астана, Алма-Аты, Казахстан, с 11.05.2011 г. по 23.05.2011 г.
- 66. Кабанихин С.И., д.ф.-м.н., зав. лаб. Обсуждение планов совместных работ на 2012-

2014 гг. по теме: «Совмещенные постановки прямых и обратных задач рационального природопользования (в рамках Программы научного сотрудничества со странами ЕврАзЭС), Астана, Казахстан, с 19.12.2011 г. по 30.12. 2011 г.

Киргизстан

67. Попков В.К., д.ф.-м.н., гнс. Согласование вопросов организации 7-й азиатской международной школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем» в НИИ «Алгоритм-инжиниринг» АН УЗ, Ташкент, Узбекистан и в Институте теоретической и прикладной математики НАН КР, Бишкек, Киргизстан. Заключение договора о сотрудничестве с Институтом проблем информатики и управления Минобразования и Науки Республики Казахстан, Алма-Аты, с 13.03.11 г. по 26.03.11 г.

Узбекистан

- 68. Мигов Д.А., к.ф.-м.н., нс. Участие в международной конференции «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, Узбекистан, с 17.10.2011 г. по 27.10.2011 г.
- 69. Бандман О.Л., д.т.н., гнс. Участие в работе Седьмой Международной Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, Республика Узбекистан, с 17.10.2011 г. по 27.10.2011 г.
- 70. Маркова В.П., к.т.н., снс. Участие в работе Седьмой Международной Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, Республика Узбекистан, с 17.10.2011 г. по 27.10.2011 г.
- 71. Попков В.К., д.ф.-м.н., гнс. Участие в работе Седьмой Международной Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, Республика Узбекистан, с 17.10.2011 г. по 27.10.2011 г.
- 72. Соколова О.Д., к.т.н., снс. Участие в работе Седьмой Международной Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, Республика Узбекистан, с 17.10.2011 г. по 27.10.2011 г.
- 73. Анисимов А.В., мнс. Участие в работе Седьмой Международной Азиатской школесеминаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, Республика Узбекистан, с 17.10.2011 г. по 27.10.2011 г.
- 74. Юргенсон А.Н., к.ф.-м.н., н.с. Участие в работе Седьмой Международной Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, Республика Узбекистан, с 17.10.2011 г. по 27.10.2011 г.
- 75. Забиняко Г.И., к.т.н., зав.лаб. Участие в работе Седьмой Международной Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, Республика Узбекистан, с 17.10.2011 г. по 27.10.2011 г.
- 76. Малышкин В.Э., д.т.н., зав. лаб. Участие в работе Седьмой Международной Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, Республика Узбекистан, с 17.10.2011 г. по 27.10.2011 г.
- 77. Ковалевский В.В., д.т.н., зам директора. Участие в работе Седьмой Международной Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, Республика Узбекистан, с 17.10.2011 г. по 27.10.2011 г.

Важнейшие результаты научных исследований в 2011 г.

Приоритетное направление I.3. «Вычислительная математика, параллельные и распределенные вычисления»

Программа I.3.1. «Методы вычислительной математики в прикладных задачах естествознания»

1. «Полный анализ двухпараметрического семейства сопряжено-согласованных двухслойных разностных схем для динамической задачи линейной теории упругости» Коновалов А.Н., академик РАН, гнс, д.ф-м.н., kan@sscc.ru

Для динамической задачи линейной теории упругости, искомыми параметрами которой являются вектор перемещений и тензор «малых» деформаций, проведен полный анализ (аппроксимация, устойчивость, сходимость в энергетической норме) двухпараметрического семейства сопряжено-согласованных двухслойных разностных схем. Для полностью консервативной разностной схемы построена ее экономичная реализация. Для экономичных разностных схем, которые не являются полностью консервативными, решена задача о минимизации дисбаланса полной энергии.

Публикации:

- [1] Коновалов А.Н. Экономичные дискретные реализации для динамической задачи линейной теории упругости // Дифференциальные уравнения. 2011. Т. 47, № 8. С. 1140–1147.
- [2] Коновалов А.Н. Дискретные модели в динамической задаче линейной теории упругости и законы сохранения // Дифференциальные уравнения. 2012. Т. 48 (Подготовлена для публикации).

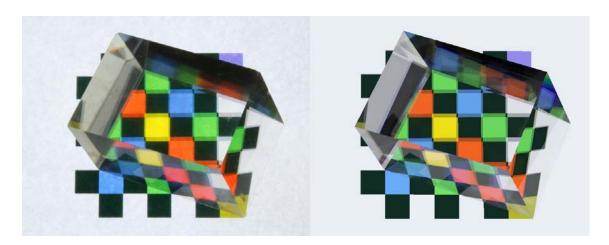
Результаты работы докладывались автором на Российской конференции, посвященной 80-летию со дня рождения Ю.С. Завьялова «Методы сплайн-функций», Новосибирск, 31 января—2 февраля 2011 г., на Международной конференции «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посвященной 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко, Новосибирск, 30 мая—4 июня 2011 г., на Всероссийской конференции по вычислительной математике КВМ-2011, Новосибирск, 29 июня—1 июля 2011 г., на Третьей международной молодежной школе-конференции «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск, Академгородок, 10—15 октября 2011 г. (пленарные доклады).

2. «Полное решение задачи фотореалистической визуализации оптически анизотропных минералов» Дебелов В.А., внс., д.т.н., debelov@oapmg.sscc.ru, Козлов Д.С., аспирант НГУ, kozlov@oapmg.sscc.ru

Постоянный рост быстродействия вычислительных систем инициирует исследования и разработки алгоритмов, которые должны не только повысить фотореализм наблюдаемых изображений, но и обеспечить их физическую корректность с точки зрения взаимодействия света с объектами трехмерной сцены. Одно из направлений—это расширение набора материалов объектов сцены. Авторами впервые разработан алгоритм, который позволяет рассчитывать изображения трехмерных сцен, включающих агрегаты прозрачных оптически анизотропных (одноосных и двуосных) минералов.

Полученный результат идет впереди среди разработок, проводимых в мире: зарубежными специалистами в 2008 г. был опубликован алгоритм только для одноосных монокристаллов (т. е. не агрегатов) в изотропной среде.

Высокое качество разработанного алгоритма подтверждается проведенными экспериментами — фотография кристалла и рассчитанное изображение его модели практически совпадают (слева фотография одноосного кристалла кальцита, справа рассчитанное изображение по его математической модели).



Публикации:

- [1] Дебелов В.А., Козлов Д.С. Локальная модель взаимодействия света с изотропными и одноосными прозрачными средами // Программа и тез. Междунар. конф. «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», посв. 100-летию со дня рождения чл.-корр. АН СССР А.А. Ляпунова. Новосибирск, 2011. С. 67–68.
- **3.** «Асимптотические оценки средней вероятности прохождения излучения через экспоненциально коррелированную стохастическую среду» Михайлов Г.А., членкорр. РАН, советник РАН., gam@sscc.ru

В работе исследованы различные модели экспоненциально коррелированных случайных полей, связанных с пуассоновскими точечными ансамблями, а также алгоритмы моделирования переноса излучения в стохастических средах такого типа. Построены асимптотические оценки средней вероятности прохождения частицы (кванта излучения) на основе пуассоновости потока пересечений траектории с областями постоянства случайной плотности и с помощью центральной предельной теоремы для соответствующей «оптической» длины. В результате получено эффективное значение коэффициента поглощения в детерминированном уравнении переноса излучения, решение которого определяет осредненный по реализациям среды радиационный баланс.

Публикации:

- [1] Михайлов Г.А. Численно реализуемые модели экспоненциально коррелированных случайных полей и стохастические задачи переноса частиц // Докл. РАН. 2011. Т. 439, № 5. С. 593–596.
- [2] Михайлов Г.А. Пуассоновские модели случайных полей с приложениями в теории переноса частиц // ЖВМиМ Φ . 2012. Т. 52, № 1 (принята к печати).

Результаты данных исследований докладывались на конференциях: KBM-2011 (Новосибирск, июнь 2011 г.) и AMSA-2011, (Новосибирск, сентябрь 2011 г.).

4. «Библиотека программ PARMONC для распределенных вычислений по методу Монте-Карло» Марченко М.А., к.ф.-м.н., ученый секретарь, mam@osmf.sscc.ru

Разработана и внедрена на кластерах ССКЦ КП СО РАН универсальная библиотека PARMONC (сокращение от PARallel MONte Carlo), предназначенная для распараллеливания трудоемких приложений метода Монте-Карло. «Ядром» библиотеки является тщательно протестированный, быстрый и надежный длиннопериодный генератор псевдослучайных чисел, разработанный в Лаборатории методов Монте-Карло ИВМиМГ СО РАН. Библиотечные подпрограммы могут быть использованы в пользовательских программах, написанных на языках С, С++ и Fortran, без явного использования процедур МРІ. Распараллеливание сложных последовательных программ достигается эффективным способом: имя пользовательской подпрограммы, вычисляющей выборочные реализации, передается в качестве аргумента в соответствующую библиотечную процедуру. Библиотечные процедуры автоматически распределяют моделирование выборочных реализаций по вычислительным ядрам кластера, причем число используемых ядер практически не ограничено и зависит только от используемой ЭВМ. С помощью библиотеки РАRMONC можно простым образом организовать продолжение ранее проведенных расчетов с автоматическим учетом их результатов.

Публикации:

- [1] Marchenko M. PARMONC A Software Library for Massively Parallel Stochastic Simulation // Lect. Notes Comput. Sci. 2011. Vol. 6873. P. 302–315.
- [2] Марченко М. Страница библиотеки PARMONC на веб-сайте Сибирского суперкомпьютерного центра. http://www2.sscc.ru/SORAN-INTEL/paper/2011/parmonc.htm.

Результаты данных исследований докладывались на конференциях: Всероссийской конференции по вычислительной математике KBM-2011, Новосибирск, 29 июня—1 июля 2011 г.

5. «Стохастические методы расчета рентгеновской дифракции на дислокациях в кристаллах» Сабельфельд К.К., гнс, д.ф.-м.н., karl@osmf.sscc.ru

Построен новый стохастический метод расчета упругих напряжений и смещений в задачах с сингулярными случайно распределенными источниками. Метод показал высокую эффективность при решении задач со случайными граничными значениями для уравнений теории упругости в задачах расчета дифракционных пиков рентгеновского излучения на дислокациях в кристаллах с учетом их пространственной корреляции. Совместно с группой физиков из Института Твердотельной Электроники им. П. Друде (Берлин) проведено детальное исследование структуры дифракционных сигналов рентгеновского излучения для дислокаций различного типа, в частности, для краевых и винтовых дислокаций, получены аналитические приближения и проведено сравнение с экспериментальным данными для различных типов кристаллов. Впервые удалось получить аналитическую связь уширений дифракционных пиков с дисперсией случайных расстояний между дислокациями.

Публикации:

[1] Kaganer V.M., Sabelfeld K.K. Short range correlations of misfit dislocations in the x-ray diffraction // Physica Status Solidi A. -2011.- Vol. 208, N = 11.- P. 2563–2566.

Результаты данных исследований докладывались на конференциях: European Material Research Society Meeting, Nizza, May, 2011, VIII Национальной конференции «Рентгеновское синхротронное излучение, нейтроны и электроны для исследования наноси-

стем и материалов. Нано-Био-Инфо-Когнитивные технологии». РСНЭ-НБИК, Москва, 14-18 ноября 2011 г.

6. «Применение методов Монте-Карло для исследования кинетической модели автотранспортного потока с выделенными ускорениями» Бурмистров А.В., к.ф.-м.н., нс, burm@osmf.sscc.ru

Исследована задача численной оценки функционалов от решения нелинейного уравнения типа Больцмана, которое возникает в кинетической модели автотранспортного потока (АТП) с выделенным ускорением. Для исходной вероятностной модели АТП построено интегральное уравнение второго рода, связанное с линейной N-частичной моделью эволюции системы автомобилей. Для оценки функционалов от решения полученного уравнения использованы весовые алгоритмы метода Монте-Карло. Проведенные численные эксперименты продемонстрировали практическую целесообразность разработанного подхода к решению автотранспортных задач.

Публикации:

[1] Burmistrov A.V., Korotchenko M.A. Application of statistical methods for the study of kinetic model of traffic flow with separated accelerations // Rus. J. Numer. Anal. and Math. Modell. — $2011. - \text{Vol. } 26, \, N^{\circ} \, 3. - \text{P. } 275 - 293.$

Результаты данных исследований докладывались на конференциях: Eighth IMACS Seminar on Monte Carlo Methods, August 29—September 2, 2011. Borovets, Bulgaria; International Workshop «Applied Methods of Statistical Analysis. Simulations and Statistical Inference» AMSA'2011, Novosibirsk, Russia, 20—22 September, 2011.

7. «Аппроксимации разрывных решений уравнения Баклея-Леверетта»

Кандрюкова Т.А., мнс, kandryukova@labchem.sscc.ru; Лаевский Ю.М., зав. лаб., д.ф.-м.н., laev@labchem.sscc.ru

Численно исследован ряд схем сквозного счета для решения уравнения Баклея—Леверетта. Обнаружен «перспективный» класс схем, занимающих промежуточное положение между схемой «явный уголок» и схемой «кабаре». В 2011 г. в применении к уравнению Баклея—Леверетта была исследована схема «кабаре» (А.А. Самарский и В.М. Головизнин, 1998 г.) и ее монотонная модификация (В.М. Головизнин и С.А. Карабасов, 1998 г.). При этом оригинальная схема «кабаре» дает сильно осциллирующее решение перед фронтом ударной волны. Показано, что в определенном диапазоне чисел Куранта численное решение колеблется и за фронтом ударной волны, причем колебания происходят с возрастающей амплитудой около неустойчивого решения. В этом диапазоне чисел Куранта такой же характер численного решения имеет и «монотонная» модификация схемы «кабаре». Далее, нами предложена схема с весами как обобщение схемы «кабаре». При некоторых значениях весов схема существенно выигрывает по точности у схемы «явный уголок» и лишена описанного выше недостатка модифицированной схемы «кабаре».

Публикации:

- [1] Кандрюкова Т.А. Численное исследование схемы «кабаре» при решении уравнения Баклея— Леверетта // Тр. конф. молодых ученых.—Новосибирск, 2011.—С. 14–20.
- [2] Лаевский Ю.М., Кандрюкова Т.А. Об аппроксимации разрывных решений уравнения Баклея—Леверетта // СибЖВМ. 2012, Т. 15, N 3 (в печати).

Результаты исследований докладывались на Международной конференции «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и прак-

тика», посвященной 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко, Новосибирск, 30 мая-4 июня 2011г. и на Всероссийской конференции по вычислительной математике (КВМ-2011), Новосибирск, 29 июня—1июля 2011г.

8. «Алгоритмы повышенной точности расчета электронно-оптических систем с подвижным плазменным эмиттером» Свешников В.М., зав. лаб., д.ф.-м.н., victor@lapasrv.sscc.ru

Численное моделирование рассматриваемых систем приводит к решению нелинейной самосогласованной задачи расчета интенсивного пучка заряженных частиц, в котором главную роль играет определение положения и формы плазменного эмиттера. С этих позиций был разработан экономичный алгоритм расчета электронно-оптических систем с плазменным эмиттером повышенной точности на основе метода декомпозиции расчетной области на две подобласти: прикатодную и основную. В прикатодной подобласти решение ищется аналитическими методами, в основной подобласти— численными. Повышение точности расчетов достигается за счет выделения прикатодной подобласти. Задача нахождения положения и формы плазменной границы формулируется как задача решения нелинейных уравнений Пуанкаре—Стеклова, следующих из условий сопряжения для потенциала электрического поля и его производных на границе подобластей. Это уравнение аппроксимируется системой нелинейных операторных уравнений, которая решается экономичным вариантом метода спуска.

Публикации:

[1] Sveshnikov V. Increased-accuracy numerical modeling of electron-optical systems with space-charge // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A. −2011. − № 645. − P. 307–309.

Результаты исследований докладывались на конференциях: Всероссийской конференции по вычислительной математике KBM-2011, Новосибирск, Россия, 29 июня—1 июля 2011 г.

Программа I.3.2. «Параллельные и распределенные вычисления в задачах математического моделирования»

9. «Моделирование динамики центрального столкновения газовых компонент галактик на суперЭВМ» Куликов И.М., мнс, к.ф.-м.н., kulikov@ssd.sscc.ru

В рамках работы с Институтом астрономии РАН в лице д.ф.-м.н., профессора Тутукова А.В. проводились исследования в области математического моделирования различных сценариев центрального столкновения газовых компонент галактик. Первоначально была высказана гипотеза об образовании одной или двух галактик, полученных в результате столкновений, либо полное разрушение галактик. Вычислительные эксперименты на суперЭВМ с помощью созданного авторским коллективом численного метода и комплекса программ позволили получить условия развития каждого из сценариев столкновения. Важнейшим же результатом моделирования стало получение условий для развития нового сценария образования третьей галактики, лишенной звездной компоненты. В дальнейшем тщательное теоретическое исследование механизмов центрального столкновения газовых компонент галактик подтвердили условия и сам факт существования такого сценария.



Развитие различных сценариев центрального столкновения галактик в зависимости от L_0 — начального расстояния между центрами галактик и α — отношения внутренней энергии к модулю потенциальной энергии

Публикации:

- [1] Vshivkov V., Lazareva G., Snytnikov A., Kulikov I., Tutukov A. Hydrodynamical code for numerical simulation of the gas components of colliding galaxies // Astrophysical J. Supplement Series. 2011. Vol. 194, № 47. P. 1–12.
- [2] Тутуков А.В., Лазарева Г.Г., Куликов И.М. Газодинамика центрального столкновения двух галактик: слияние, разрушение, пролет, образование новой галактики // Астрономический журнал. 2011.-T.~88,~ 9.-C.~837-851.
- [3] Vshivkov V., Lazareva G., Snytnikov A., Kulikov I., Tutukov A. Computational methods for illposed problems of gravitational gasodynamics // J. Inv. Ill-Posed Problems. 2011. Vol. 19, Iss. 1.—P. 151–166.

Результаты исследований были доложены на конференциях: Всероссийской конференции по вычислительной математике KBM-2011, Новосибирск, 2011; Second Workshop on Numerical and Observational Astrophysics: From the First Structures to the Universe Today, Buenos-Aires, 2011.

10. «Сетевая система имитационного моделирования мелкозернистых алгоритмов и структур» Остапкевич М.Б., мнс, ostap@ssd.sscc.ru, Пискунов С.В., зав. лаб., к.т.н., piskunov@ssd.sscc.ru

Представлена в сети Internet для свободного доступа система имитационного моделирования мелкозернистых алгоритмов и структур WinALT (winalt.sscc.ru). С использованием системы реализованы (и опубликованы на сайте системы) модели арифметических устройств, ассоциативных процессоров, однородных универсальных структур, ряда классических клеточных автоматов, модель диффузии, которая предложена Т. Марголусом, модели арифметических и геометрических фракталов, модель визуальной криптографии и ряд других. Основными компонентами системы WinALT являются: а) консольная версия системы, б) графическая оболочка системы, в) пакет стандартных библиотек пользователя.

Апробация системы: система WinALT и ее компоненты зарегистрированы в фонде алгоритмов и программ СО РАН (рег. номер PR11053).

Публикации:

[1] Ostapkevich M., Piskunov S.V. The construction of imitational models of algorithms and structures with fine-grain parallelism // Lect. Notes in Comput. Sci. -2011.- Vol. 6873. - P. 192–203: Proc. Eleventh Intern. Conf. on Parallel Computing Technologies (PaCT 2011).

[2] Ostapkevich M., Piskunov S.V. The development of WinALT simulation system // Тр. междунар. конф. «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики».— Новосибирск, 2011.—С. 44–46.

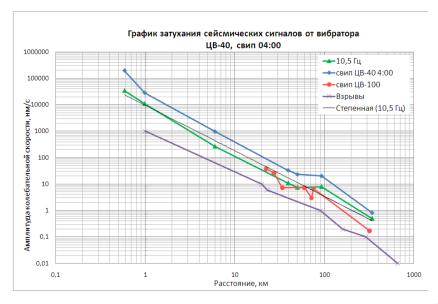
Приоритетное направление I.4. «Математическое моделирование в науке и технике»

Программа I.4.1. «Математическое моделирование в задачах геофизики, физики океана и атмосферы и охраны окружающей среды»

11. «Геоинформационная технология вибросейсмической нанометрии»

Глинский Б.М., гнс, д.т.н., gbm@opg.sscc.ru, Ковалевский В.В., зав. лаб., д.т.н., Хайретдинов М.С., гнс, д.т.н

Разработаны высокочувствительные методы вибросейсмической нанометрии на основе использования мощных вибрационных источников в интересах мониторинга зон подготовки и развития природных катастрофических процессов (землетрясений, извержения вулканов, оползней). Проведение экспериментальных исследований методов с вибраторами ЦВ-100, ЦВ-40 с целью выявления закономерностей затухания вибросейсмических колебаний нанометрового уровня на дальностях 0–500 км.



Графики затухания сейсмических волн по расстоянию по данным полевых наблюдений

12. «Реконструкция полей выпадений вулканического пепла» Рапута В.Ф., внс, д.ф.-м.н., raputa@sscc.ru

На основе решений полуэмпирического уравнения переноса и диффузии разнородной аэрозольной примеси в атмосфере от высотного источника разработана модель реконструкции толщины слоев выпадений частиц. Распределение состава примеси в источнике по скоростям оседания описывается с помощью двойного гамма-распределения. Для случая грубодисперсной примеси построена модель оценивания по данным наблюдений характерных размеров частиц пепла на различных удалениях от источника вулканического извержения. Апробация предложенных моделей проведена на данных натурных исследований выпадения тефры от плинианских извержений вулкана Чикурачки 1853 г.

и 1986 г. (о. Парамушир, Курильские острова). Показано, что для реконструкции полей может быть использовано весьма ограниченное число точек измерений.

Публикации:

- [1] Ярославцева Т.В., Рапута В.Ф. Численная модель реконструкции полей выпадений вулканического пепла // Оптика атмосферы и океана. 2011. Т. 24, № 6. С. 521–524.
- [2] Рапута В.Ф. Модели реконструкции полей радиоактивного загрязнения территорий после ядерных взрывов // Ползуновский вестник. 2011. № 4-2. С. 133-137.
- [3] Ярославцева Т.В., Рапута В.Ф. Численная модель восстановления полей выпадений вулканического пепла по данным наблюдений // Труды СибНИГМИ.— Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011.—Вып. 106.—С. 181-187.

Результаты работ докладывались на VII Международном научном конгрессе «ГЕО-Сибирь», Новосибирск, 19–29 апреля, 2011 г., International conference on Computational Information Technologies for Environmental Sciences «СІТЕS-2011», Томск, 9–13 июля 2011 г., российской научно-технической конференции «Проблемы гидрометеорологических прогнозов, экологии, климата Сибири» (к 40-летию образования СибНИГМИ), Новосибирск, 19–20 апреля 2011 г.

13. «Монотонные схемы дискретно-аналитического типа для аппроксимации операторов конвекции—диффузии—реакции в прямых и обратных задачах математической физики» Пененко В.В., зав. лабораторией, д.ф.-м.н., Penenko@sscc.ru, Цветова Е.А., внс, к.ф.-м.н., Tsvetova@ommgp.sscc.ru, Пененко А.В., мнс, к.ф.-м.н., A.Penenko@gmail.com

Разработан новый метод построения дискретно-аналитических аппроксимаций для многомасштабных задач конвекции—диффузии—реакции с помощью вариационных принципов. При этом используются свойства монотонности дифференциальных операторов конвекции—диффузии и свойства разложимости операторов реакции на знакопостоянные части (продукции и деструкции). Применение аппарата локальных сопряженных задач в рамках вариационного подхода обеспечивает построение дискретно-аналитических численных схем, обладающих свойствами аппроксимации, монотонности, устойчивости и транспортивности. Это позволяет моделировать разномасштабные по пространству и времени процессы без использования многосеточных агрегатов. Алгоритмы для реализации схем этого класса имеют параллельную организацию. Численные схемы применяются при решении прямых и обратных задач математической физики, в том числе, динамики атмосферы и охраны окружающей среды.

Публикации:

- [1] Penenko V., Baklanov A., Tsvetova E., Mahura A. Direct and Inverse Problems in a Variational Concept of Environmental Modeling // Pure and Applied Geophysics. 2011. DOI: 10.1007/s00024-011-0380-5. P. 1–19.
- [2] Пененко А.В. Дискретно-аналитические схемы для решения обратной коэффициентной задачи теплопроводности слоистых сред градиентными методами // СибЖВМ.—2012.—С. 1–15.
- [3] Пененко А.В. Численный алгоритм определения температуропроводности слоистой среды на основе сингулярного разложения оператора чувствительности модели теплопроводности // Сибирские электронные математические известия. Тр. второй междунар. молодежной школы-конф. «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», 2012. С. 1–19.

Результаты доложены на международных и всероссийских конференциях: V международной конференции «Математические идеи П.Л. Чебышева и их приложение к современным проблемам естествознания», Обнинск, СІТЕS-2011, Томск, «Современные

проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика посвященной 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко, Новосибирск, 2011 г., КВМ-2011, « Алгоритмический анализ неустойчивых задач», Международной конференции, посвященной памяти В.К. Иванова, Екатеринбург, 2011 и др.

14. «Математические модели потоков в системах сетевой структуры основанные на применении теории нестационарных S-гиперсетей» Попков В.К., гнс, д.ф.-м.н., popkov@sscc.ru.

Разработаны математические модели потоков в системах сетевой структуры, основанные на применении теории нестационарных S-гиперсетей, которые позволяют вычислять потоки различной природы (непрерывные и дискретные) в иерархических многоуровневых сетях аналитическими методами. Задачи анализа потоков в своей постановке адекватны реальным задачам, и их решение позволяет получать точные и оптимальные решения. Наиболее эффективные решения получаются для транспортных сетей, коммуникационных и многих инженерных сетей. Аналогов таких моделей в мире нет.

Публикации:

[1] Попков В.К. О моделировании городских транспортных систем гиперсетями // Автоматика и телемеханика. — 2011. — N 6. — C. 179—189.

15. «Решения перечислительных задач ориентированных серийных последовательностей» Амелькин В.А., сис, к.ф.-м.н.

При рассмотрении *п*-значных серийных последовательностей (СП) впервые вводится дополнительная характеристика— высота серии. Задание ограничений на эту характеристику позволяет выделять различные классы СП (возрастающие, убывающие и т. д.), названные ориентированными СП. Для некоторых ограничений (важных в прикладном аспекте) уже получены решения [1–4]. Сданы в печать результаты по СП с другими ограничениями.

Серийные последовательности находят широкое применение в теории информации при разработке эффективных методов кодирования данных для хранения и передачи по каналам связи.

Публикации:

[1] Амелькин В.А. Решения перечислительных задач однопереходных серийных последовательностей с ограниченным сверху приращением высот соседних серий // СибЖВМ. — 2011. — T.14, № 2. — C. 119-130.

16. «Синтез и анализ оптимальных циркулянтных сетей связи» Монахова Э.А., снс, к.т.н., Emilia@rav.sscc.ru

В качестве моделей сетей связи вычислительных систем исследован класс циркулянтных сетей, представлена классификация структурных и коммуникативных свойств различных семейств этих сетей. Получены новые нижние оценки достижимого числа вершин при заданном диаметре для циркулянтных сетей всех размерностей > 3 и предложены описания типовых структур (семейств графов), достигающих найденные оценки, и метод их построения. Разработан комплекс программ для анализа и синтеза циркулянтных графов, задаваемых с помощью компактного параметрического описания: числа вершин и множества образующих.

Публикации:

- [1] Монахова Э.А. Об одном экстремальном семействе циркулянтных сетей // Дискретный анализ и исследование операций. 2011. T. 18, N 1. T. 27–84.
- [2] Монахова Э.А. Структурные и коммуникативные свойства циркулянтных сетей // Прикладная дискретная математика. 2011. T. 13, № 3. T. 92—115.
- [3] Monakhova E.A. On an extremal family of circulant networks // J. Applied and Industrial Mathematics. -2011.- Vol. 5, N = 4.-C. 1-7.

Регистрационные номера программ: в РОСПАТЕНТе: № 2011617420, в ФАП СО РАН — PR11047.

17. «Новый непараметрический статистический критерий для задач с двумя и тремя выборками, более мощный, чем критерии Вилкоксона и Уитни» Салов Г.И., снс, к.т.н., sgi@ooi.sscc.ru.

Для задачи проверки статистической гипотезы об однородности двух совокупностей стохастически независимых случайных величин (двух выборок), хотя бы одна из которых содержит четное число элементов, против альтернативной гипотезы, состоящей в том, что случайные величины выборки с четным числом элементов стохастически меньше случайных величин другой выборки, получен новый непараметрический статистический критерий (тест), который является более мощным, по крайней мере, в ситуациях с равномерными и экспоненциальными распределениями, чем традиционно применяемый и хорошо известный двухвыборочный критерий Вилкоксона (Wilcoxon), предложенный им еще в 1945 г. Критерий Вилкоксона эквивалентен частному случаю нового критерия. Новый критерий применим и к задаче с тремя выборками и является более мощным, чем предложенный для этой задачи еще в 1951 г. критерий Уитни (Whitney).

Публикации:

[1] Салов Г.И. Новый статистический критерий для задач с двумя и тремя выборками, более мощный, чем критерии Вилкоксона и Уитни // Автометрия. — 2011. — Т. 47, № 4. — С. 58—70.

18. «Разработка технологии параллельных вычислений для численного моделирования сейсмических волновых полей в трехмерно-неоднородных разномасштабных средах» Решетова Г.В., снс, д.ф.-м.н., kgv@nmsf.sscc.ru

Разработана технология параллельных вычислений для численного моделирования сейсмических волновых полей в трехмерно-неоднородных разномасштабных средах. Расчет волновых полей для реалистичных моделей геологических сред большой размерности требует специальной организации параллельного ввода/вывода данных с помощью специализированных библиотек MPI-2 I/O, с учетом спецификации целых с адресным диапазоном $> 2^{**}32$ (проблема ILP 64). Для увеличения скорости работы параллельных программ применяется метод трехмерной декомпозиции области с использованием неблокирующих коммуникационных обменов для совмещения выполнения вычислительных и коммуникационных операций.

Публикации:

- [1] Reshetova G., Mikhailenko B. Study of the coupling of seismic waves in the lithosphere and acoustic waves in the atmosphere based on numerical simulation // Proc. 10th International Conference on Theoretical and Computational Acoustics (ICTCA 2011).—Taipei, 2011.—P. 223–232.
- [2] Kostin V., Lisitsa V., Reshetova G., Tcheverda V. Simulation of Seismic Waves Propagation in Multiscale Media: Impact of Cavernous/Fractured Reservoirs // Lect. Notes Comput. Sci. 2011. Vol. 7133. P. 1–11: Pt. I. Applied Parallel and Scientific Computing.

[3] Lisitsa V., Reshetova G., Tcheverda V. Finite-difference algorithm with local time-space grid refinement for simulation of waves // Computational Geosciences. -2011.- DOI: 10.1007/s10596-011-9247-1.

19. «Разработка основы геомагнетизма, исходя из возбуждения электромагнитного поля тороидальными токами в Земле и ионосфере» Аксенов В.В., гнс, д.ф-м.н., aksenov@omzg.sscc.ru

Учет тороидального электромагнитного поля в атмосфере привел автора к переформулировке известных теорем о восстановлении электромагнитного поля на поверхности Земли. Доказана теорема о восстановлении полоидального и тороидального соленоидальных векторных полей в шаре с помощью одной скалярной функции. Доказана теорема о разделении на модификации и на поля от внешних и внутренних источников наблюдаемых Мировой сетью станций электромагнитных полей Земли. Обоснованы более общие электродинамические уравнения, описывающие наблюдаемые Мировой сетью станций электромагнитные поля, и на этой основе разработаны новые алгоритмы их интерполяции. На основе разработанной теории произведен численный анализ данных МГГ-1933 г. МГГ-1957 г. и Мировой магнитной съемки 1964 г., который выявил существование тороидального магнитного поля в атмосфере, а также двумодального переменного электромагнитного поля вариаций в атмосфере. Позволил вычислить расстояние до источника Главного геомагнитного поля и рассчитать его электродинамические параметры, построить в ионосфере источник спокойных солнечно-суточных вариаций электромагнитного поля Земли и др.

Публикации:

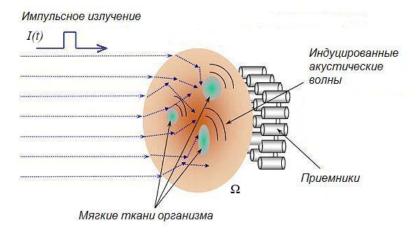
- [1] Аксенов В.В. Основы геомагнетизма. Новосибирск: Изд. ИВМиМГ, 2011.-134 с.
- [2] Aksenov V.V. Maxwell's equations the Earth's electromagnetic fields of force and without in // Bull. NCC. Ser. Math. Model. Geophysics. -2011.- Iss. 15.-P. 1-6.
- [3] Aksenov V.V. Modern electrodynamics for the Earth's physics // Ibid.—P. 7–15.

20. «Численный алгоритм решения обратной задачи термоакустики» Кабанихин С.И., зав. лаб., д.ф.-м.н., kabanikhin@sscc.ru, Криворотько О.И. аспирант, krivorotko.olya@mail.ru

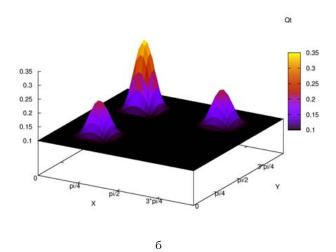
Рассмотрена область упругой среды. Предположим, что, начиная с момента времени, область подвергается электромагнитному излучению интенсивностью, которое частично поглощается средой. Поглощенная энергия переходит в тепло, что приводит к увеличению температуры среды, к ее расширению и, в итоге, к появлению волн акустического давления. Распространяясь по среде, волны акустического давления достигают границы Г области, на части которой они могут быть измерены. Требуется определить коэффициент поглощения электромагнитного излучения в по измерениям акустического давления на части границы.

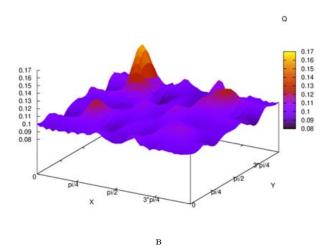
Грудь облучалась лазером с рабочей частотой 434 мГц. Волны акустического давления фиксировались пьезодатчиками, размещенными на поверхности исследуемой области, имеющей форму полусферы радиуса 15 см. Пространство между грудью и датчиками заполнялось жидкостью, плотность и скорость звука которой близка к плотности и скорости звука груди.

Были рассмотрены два способа решения обратной задачи термоакустики на основе метода регуляризации (MP) и метода оптимизации (MO). Получен алгоритм построения матрицы A для дискретной обратной задачи Aq = f, исследованы сингулярные числа матрицы A. Для численного решения обратной задачи применена регуляризация C.K. Годунова и метод простой итерации. Приведены результаты численных расчетов.



a





Численное решение обратной задачи термоакустики: а) физическая постановка, 6) точное пробное решение (неоднородности в исследуемой области), в) восстановленное решение

Лаборатория методов Монте-Карло

Зав. лабораторией д.ф.-м.н. С.В. Рогазинский

Важнейшие достижения

Исследованы различные модели экспоненциально коррелированных случайных полей, связанных с пуассоновскими точечными ансамблями, а также алгоритмы моделирования переноса излучения в стохастических средах такого типа. Построены асимптотические оценки средней вероятности прохождения частицы (кванта излучения) на основе пуассоновости потока пересечений траектории с областями постоянства случайной плотности и с помощью центральной предельной теоремы для соответствующей «оптической» длины. В результате получено эффективное значение коэффициента поглощения в детерминированном уравнении переноса излучения, решение которого определяет осредненный по реализациям среды радиационный баланс. (член-корр. РАН, советник РАН Г.А. Михайлов)

Разработана и внедрена на кластерах ССКЦ КП СО РАН универсальная библиотека РАRMONC (сокращение от PARallel MONte Carlo), предназначенная для распараллеливания трудоемких приложений метода Монте-Карло. «Ядром» библиотеки является тщательно протестированный, быстрый и надежный длиннопериодный генератор псевдослучайных чисел, разработанный в Лаборатории методов Монте-Карло ИВМиМГ СО РАН. Библиотечные подпрограммы могут быть использованы в пользовательских программах, написанных на языках С, С++ и Fortran, без явного использования процедур МРІ. Распараллеливание сложных последовательных программ достигается эффективным способом: имя пользовательской подпрограммы, вычисляющей выборочные реализации, передается в качестве аргумента в соответствующую библиотечную процедуру. Библиотечные процедуры автоматически распределяют моделирование выборочных реализаций по вычислительным ядрам кластера, причем число используемых ядер практически не ограничено и зависит только от используемой ЭВМ. С помощью библиотеки РАRMONC можно простым образом организовать продолжение ранее проведенных расчетов с автоматическим учетом их результатов.

(Ученый секретарь ИВМиМГ СО РАН—к.ф.-м.н. М.А. Марченко)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.1.2. «Разработка алгоритмов метода Монте-Карло для решения задач математической физики, индустриальной и финансовой математики на суперкомпьютерах»

(№ госрегистрации 01201002446)

(Научный руководитель проекта — член-корр. РАН Г.А. Михайлов)

Раздел 1. «Разработка весовых параметрических и функциональных оценок метода Монте-Карло»

БЛОК А. «Разработка весовых модификаций для решения нелинейных кинетических уравнений в пространственно неоднородном случае»

(Исполнители — сотрудники лаб. методов Монте-Карло ИВМиМГ СО РАН + группа д.ф.-м.н. А.В. Войтишека + к.ф.-м.н. М.А. Марченко)

Рассмотрены различные модели экспоненциально коррелированных случайных полей, связанных с пуассоновскими точечными ансамблями, а также алгоритмы моделирования переноса излучения в стохастических средах такого типа. Построены асимптотические оценки средней вероятности прохождения частицы (кванта излучения) на основе пуассоновости потока пересечений траектории с областями постоянства случайной плотности и с помощью центральной предельной теоремы для соответствующей «оптической» длины. В результате получено эффективное значение коэффициента поглощения в детерминированном уравнении переноса излучения, решение которого определяет осредненный по реализациям среды радиационный баланс.

Исследована задача зондирования среды с использованием узкоколлимированного детектора. Известно, что в этом случае интенсивность излучения целесообразно вычислять с помощью «двойной локальной оценки» метода Монте-Карло. Однако такая оценка имеет бесконечную дисперсию. Известна также смещенная модификация «двойной локальной оценки» с конечной дисперсией. Найдена величина смещения данной оценки и получено соотношение, связывающее между собой минимальное расстояние R, число траекторий и требуемую погрешность. Такое соотношение позволяет вычислить оптимальное значение R. Кроме того, предложена несмещенная модификация «двойной локальной оценки» (комбинированная оценка). Проведены расчеты интенсивности приходящего в приемник излучения для полубесконечной среды и отделенного от среды источника, которые подтверждают теоретические выводы. На основании расчетов зависимости интенсивности излучения от времени установлено, что для узконаправленного детектора и небольшого числа траекторий локальная оценка дает заниженный результат. Смещенная двойная локальная оценка близка к комбинированной, и эти оценки дают удовлетворительный результат.

Для разработанных ранее алгоритмов метода Монте-Карло восстановления индикатрисы рассеяния с учетом поляризации проведены расчеты матриц Якоби итерационных операторов и на их основе дан анализ и обоснована сходимость полученных алгоритмов при определенных параметрах среды.

Численно исследована задача об оценке параметров временной асимптотики потоков поляризованного излучения. Показано, что для ограниченных сред параметры асимптотики поляризованного и неполяризованного излучения различаются в зависимости от размера области переноса, т. е. деполяризация потока излучения несколько запаздывает относительно перехода к асимптотике.

Получено новое двойственное представление для среднего квадрата векторной оценки метода Монте-Карло функционала от решения системы интегральных уравнений второго рода переноса поляризованного излучения. Для этого в качестве функционала от матрицы-функции вторых моментов использован интеграл от произведения этой матрицы на соответствующую транспонированную сопряженную.

Проведены теоретические и численные исследования, направленные на решение обратной задачи по определению второй компоненты матрицы аэрозольного рассеяния. Обобщение алгоритмов, построенных для определения первой компоненты матрицы рассеяния, на восстановление второй компоненты и численные расчеты показали ограниченность применения этих алгоритмов при различных параметрах задачи. Следовательно, необходима разработка новых модификаций методов, детальное исследование их сходимости и проведение новых численных экспериментов.

Построен специальный двухпараметрический весовой метод Монте-Карло, который, с одной стороны, обладает повышенным быстродействием, как и известный метод мажорантной частоты, который используется для моделирования пространственно неоднородного течения газов, с другой — применим для случая неограниченной частоты парного столкновения. Доказана ограниченность дисперсий оценок «по столкновениям» и «по поглощениям» при использовании данного метода.

Разработана и внедрена на кластерах ССКЦ КП СО РАН библиотека PARMONC, предназначенная для распараллеливания широкого круга трудоемких приложений ме-

тода Монте-Карло; библиотека апробирована при решении задач моделирования химически реагирующих потоков газа и переноса нейтронов.

Сформулированы новые рекомендации по выбору коэффициентов аппроксимаций кубическими сплайнами при использовании функциональных алгоритмов метода Монте-Карло.

Проведен анализ аналитических подходов к исследованию асимптотики положений узлов специального итерационного дискретно-стохастического алгоритма построения адаптивных сеток, основанного на применении самоорганизующихся карт Кохонена. Разработан «рекуррентный» подход для получения усредненных наиболее вероятных положений узлов сетки при небольшом числе итераций. Такой подход позволяет проводить содержательные аналитические исследования и численное тестирование рассматриваемого алгоритма.

Разработан программный модуль AITricks GeomRandom, позволяющий получать выборочные значения случайных векторов, распределенных согласно заданной плотности в геометрически сложных областях. Отмечено, что для пользователя модуля полезны соображения по конструированию вероятностных плотностей, допускающих эффективную численную реализацию выборочных значений. Рассмотрены также численные схемы, связанные с применением полиномиальных и кусочно-полиномиальных приближений вероятностных плотностей (сопряженные с применением метода дискретной суперпозиции при реализации выборочных значений). В качестве одного из примеров применения предлагаемых технологий рассмотрен итерационный дискретно-стохастический алгоритм построения адаптивных сеток.

Рассмотрены возможности использования сплайнов при построении «моделируемых» приближений вероятностных плотностей, при построении эффективных дискретностохастических алгоритмов численного интегрирования и функциональных методов Монте-Карло.

Получены новые результаты теории и приложения дискретно-стохастических численных методов для численного моделирования случайных величин, векторов и функций, вычисления многократных интегралов, приближения интегралов, зависящих от параметра, решения интегральных уравнений второго рода.

Сформулирована гипотеза о том, что вычислительный алгоритм и его модификации являются тем более пригодными для распараллеливания на мощных многопроцессорных ЭВМ, чем больше они содержат прямых (или возможных) операций независимого суммирования. Представлены соответствующие примеры эффективного распараллеливания «скалярных» и функциональных алгоритмов метода Монте-Карло.

Показано, что для приближенного вычисления интегралов «умеренно больших» кратностей весьма эффективным может оказаться применение комбинированных дискретностохастических численных алгоритмов, сочетающих в себе элементы сеточных схем и методов Монте-Карло. В качестве примера можно привести дискретно-стохастические версии выборки по важности, выделения главной части, метода интегрирования по части области, метода сложной многомерной симметризации, метода равномерной выборки, метода с поправочным множителем, геометрического метода и др. Проведен подробный анализ кубатурных формул Н.С. Бахвалова, которые можно трактовать как предельный случай дискретно-стохастической версии выборки по группам.

Выполнен критический анализ аналитического подхода Т. Кохонена к получению «наиболее вероятных» асимптотических положений узлов для одномерного дискретностохастического алгоритма построения адаптивных сеток, основанного на применении модели Self Organizing Maps (самоорганизующиеся карты). Разработан «рекуррентный» подход, позволяющий получить (во всяком случае, в простейшем одномерном случае) соотношения для усредненных положений узлов сетки. Рассмотрены также возможности

разработки аналитического подхода к описанию эффекта упорядочения узлов (в случае их начального «перемешивания»).

Изучен итерационный дискретно-стохастический метод построения адаптивных сеток, основанный на алгоритмах самообучения Т. Кохонена. Метод предполагает последовательный розыгрыш случайных точек («точек притяжения») согласно требуемому закону распределения узлов и «подтягивание» узлов сетки к этим точкам по определенному правилу. Важным положительным свойством рассматриваемого алгоритма является то, что первоначальное хаотическое расположение узлов может быть переведено в упорядоченное. Данный эффект изучен численно для простейшего одномерного случая.

Проведен численный анализ алгоритмов построения адаптивных сеток, основанных на отображении некоторой «вычислительной» области на «физическую» область (рассмотрены, в частности, метод эквираспределения, метод Томпсона, эллиптические методы и др.). Показаны преимущества автоматизированного дискретно-стохастического алгоритма построения адаптивных сеток, основанного на самоорганизующихся картах Кохонена.

Результаты работ по грантам

Проект РФФИ 09-01-00035-а «Разработка новых алгоритмов статистического моделирования для решения нелинейных и векторных кинетических уравнений» (Руководитель — член-корр. РАН Г.А. Михайлов)

Рассмотрены различные модели экспоненциально коррелированных случайных полей, связанных с пуассоновскими точечными ансамблями, а также алгоритмы моделирования переноса излучения в стохастических средах такого типа. Построены асимптотические оценки средней вероятности прохождения частицы (кванта излучения) на основе пуассоновости потока пересечений траектории с областями постоянства случайной плотности и с помощью центральной предельной теоремы для соответствующей «оптической» длины. В результате получено эффективное значение коэффициента поглощения в детерминированном уравнении переноса излучения, решение которого определяет осредненный по реализациям среды радиационный баланс.

Исследована задача зондирования среды с использованием узкоколлимированного детектора. Известно, что в этом случае интенсивность излучения целесообразно вычислять с помощью «двойной локальной оценки» метода Монте-Карло. Однако такая оценка имеет бесконечную дисперсию. Известна также смещенная модификация «двойной локальной оценки» с конечной дисперсией. Найдена величина смещения данной оценки и получено соотношение, связывающее между собой минимальное расстояние R, число траекторий и требуемую погрешность. Такое соотношение позволяет вычислить оптимальное значение R. Кроме того, предложена несмещенная модификация «двойной локальной оценки» (комбинированная оценка). Проведены расчеты интенсивности приходящего в приемник излучения для полубесконечной среды и отделенного от среды источника, которые подтверждают теоретические выводы. На основании расчетов зависимости интенсивности излучения от времени установлено, что для узконаправленного детектора и небольшого числа траекторий локальная оценка дает заниженный результат. Смещенная двойная локальная оценка близка к комбинированной, и эти оценки дают удовлетворительный результат.

Для разработанных ранее алгоритмов метода Монте-Карло восстановления индикатрисы рассеяния с учетом поляризации проведены расчеты матриц Якоби итерационных операторов и на их основе дан анализ и обоснована сходимость полученных алгоритмов при определенных параметрах среды.

Численно исследована задача об оценке параметров временной асимптотики потоков поляризованного излучения. Показано, что для ограниченных сред параметры асимптотики поляризованного и неполяризованного излучения различаются в зависимости от размера области переноса, т. е. деполяризация потока излучения несколько запаздывает относительно перехода к асимптотике.

Получено новое, двойственное представление для среднего квадрата векторной оценки метода Монте-Карло функционала от решения системы интегральных уравнений второго рода переноса поляризованного излучения. Для этого в качестве функционала от матрицы-функции вторых моментов использован интеграл от произведения этой матрицы на соответствующую транспонированную сопряженную.

Проведены теоретические и численные исследования, направленные на решение обратной задачи по определению второй компоненты матрицы аэрозольного рассеяния. Обобщение алгоритмов, построенных для определения первой компоненты матрицы рассеяния, на восстановление второй компоненты и численные расчеты показали ограниченность применения этих алгоритмов при различных параметрах задачи. Следовательно, необходима разработка новых модификаций методов, детальное исследование их сходимости и проведение новых численных экспериментов.

Разработан программный модуль AITricks GeomRandom, позволяющий получать выборочные значения случайных векторов, распределенных согласно заданной плотности в геометрически сложных областях. Рассмотрены также численные схемы, связанные с применением полиномиальных и кусочно-полиномиальных приближений вероятностных плотностей (сопряженные с применением метода дискретной суперпозиции при реализации выборочных значений).

Получены новые результаты теории и приложения дискретно-стохастических численных методов для численного моделирования случайных величин, векторов и функций, вычисления многократных интегралов, приближения интегралов, зависящих от параметра, решения интегральных уравнений второго рода. Показано, что для приближенного вычисления интегралов «умеренно больших» кратностей весьма эффективным может оказаться применение комбинированных дискретно-стохастических численных алгоритмов, сочетающих в себе элементы сеточных схем и методов Монте-Карло. Проведен подробный анализ кубатурных формул Н.С. Бахвалова, которые можно трактовать как предельный случай дискретно-стохастической версии выборки по группам.

Выполнен критический анализ аналитического подхода Т. Кохонена к получению «наиболее вероятных» асимптотических положений узлов для одномерного дискретностохастического алгоритма построения адаптивных сеток, основанного на применении модели Self Organizing Maps (самоорганизующиеся карты). Разработан «рекуррентный» подход, позволяющий получить (во всяком случае, в простейшем одномерном случае) соотношения для усредненных положений узлов сетки.

Изучен итерационный дискретно-стохастический метод построения адаптивных сеток, основанный на алгоритмах самообучения Т. Кохонена. Важным положительным свойством рассматриваемого алгоритма является то, что первоначальное хаотическое расположение узлов может быть переведено в упорядоченное. Данный эффект изучен численно для простейшего одномерного случая.

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Проект РАН 14.14 «Интеллектуальные информационные технологии, математическое моделирование, системный анализ и автоматизация по направлению «Вычислительные технологии и системы»

(Руководители — член-корр. РАН Г.А. Михайлов, д.т.н. В.Э. Малышкин)

Разработана и внедрена на кластерах ССКЦ КП СО РАН универсальная библиотека PARMONC (сокращение от PARallel MONte Carlo), предназначенная для распараллеливания трудоемких приложений метода Монте-Карло. «Ядром» библиотеки является тщательно протестированный, быстрый и надежный длиннопериодный генератор псевдослучайных чисел, разработанный в Лаборатории методов Монте-Карло ИВМиМГ СО РАН. Библиотечные подпрограммы могут быть использованы в пользовательских программах, написанных на языках С, С++ и Fortran, без явного использования процедур МРІ. Распараллеливание сложных последовательных программ достигается эффективным способом: библиотечные процедуры автоматически распределяют моделирование выборочных реализаций по вычислительным ядрам кластера, причем число используемых ядер практически не ограничено и зависит только от используемой ЭВМ.

Исследована задача зондирования среды с использованием узкоколлимированного детектора. Известно, что в этом случае интенсивность излучения целесообразно вычислять с помощью «двойной локальной оценки» метода Монте-Карло. Однако такая оценка имеет бесконечную дисперсию. Известна также смещенная модификация «двойной локальной оценки» с конечной дисперсией. Найдена величина смещения данной оценки и получено соотношение, связывающее между собой минимальное расстояние R, число траекторий и требуемую погрешность. Такое соотношение позволяет вычислить оптимальное значение R. Кроме того, предложена несмещенная модификация «двойной локальной оценки» (комбинированная оценка). Проведенные на многопроцессорной системе Сибирского суперкомпьютерного центра (ССКЦ) расчеты интенсивности приходящего в приемник излучения для полубесконечной среды и отделенного от среды источника подтверждают теоретические выводы. На основании расчетов зависимости интенсивности излучения от времени установлено, что для узконаправленного детектора и небольшого числа траекторий локальная оценка дает заниженный результат. Смещенная двойная локальная оценка близка к комбинированной, и эти оценки дают удовлетворительный результат.

Проект СО РАН 1.3.2. «Вероятностные модели и алгоритмы численного статистического моделирования в задачах естествознания»

(Руководители — член-корр. РАН Г.А. Михайлов, д.ф.-м.н. Б.А. Каргин)

Рассмотрены различные модели экспоненциально коррелированных случайных полей, связанных с пуассоновскими точечными ансамблями, а также алгоритмы моделирования переноса излучения в стохастических средах такого типа. Построены асимптотические оценки средней вероятности прохождения частицы (кванта излучения) на основе пуассоновости потока пересечений траектории с областями постоянства случайной плотности и с помощью центральной предельной теоремы для соответствующей «оптической» длины. В результате получено эффективное значение коэффициента поглощения в детерминированном уравнении переноса излучения, решение которого определяет осредненный по реализациям среды радиационный баланс.

Для разработанных ранее алгоритмов метода Монте-Карло восстановления индикатрисы рассеяния с учетом поляризации проведены расчеты матриц Якоби итерационных

операторов и на их основе дан анализ и обоснована сходимость полученных алгоритмов при определенных параметрах среды.

Численно исследована задача об оценке параметров временной асимптотики потоков поляризованного излучения. Показано, что для ограниченных сред параметры асимптотики поляризованного и неполяризованного излучения различаются в зависимости от размера области переноса, т. е. деполяризация потока излучения несколько запаздывает относительно перехода к асимптотике.

Получено новое двойственное представление для среднего квадрата векторной оценки метода Монте-Карло функционала от решения системы интегральных уравнений второго рода переноса поляризованного излучения. Для этого в качестве функционала от матрицы-функции вторых моментов использован интеграл от произведения этой матрицы на соответствующую транспонированную сопряженную.

Проведены теоретические и численные исследования, направленные на решение обратной задачи по определению второй компоненты матрицы аэрозольного рассеяния. Обобщение алгоритмов, построенных для определения первой компоненты матрицы рассеяния, на восстановление второй компоненты и численные расчеты показали ограниченность применения этих алгоритмов при различных параметрах задачи. Следовательно, необходима разработка новых модификаций методов, детальное исследование их сходимости и проведение новых численных экспериментов.

Публикации

Монографии

[1] Михайлов Г.А., Медведев И.Н. Оптимизация весовых алгоритмов статистического моделирования. — Новосибирск: ОмегаПринт, 2011.-304 с.

Центральные издания

- [1] Михайлов Г.А. Численно реализуемые модели экспоненциально коррелированных случайных полей и стохастические задачи переноса частиц // Докл. РАН. 2011. Т. 439, № 5. С. 593—596.
- [2] Ухинов С.А., Чимаева А.С. Обоснование сходимости для алгоритмов метода Монте-Карло восстановления индикатрисы рассеяния с учетом поляризации // СибЖВМ. 2011. Т. 14, N 1. С. 103–116.
- [3] Михайлов Г.А., Ухинов С.А. Двойственное представление среднего квадрата векторной оценки метода Монте-Карло // Докл. РАН. 2011. Т. 438, № 5. С. 606—608.

Зарубежные издания

- [1] Burmistrov A.V., Korotchenko M.A. Application of statistical methods for the study of kinetic model of traffic flow with separated accelerations // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling.— 2011.- Vol. $26, \, \mathbb{N}_{2} \, 3.-$ P. 275-293.
- [2] Medvedev I.N., Mikhailov G.A. Probabilistic-algebraic algorithms of Monte Carlo methods // Ibid. P. 323–336.
- [3] Ambos A.Yu., Mikhailov G.A. Statistical simulation of an exponentially correlated many-dimensional random field// Ibid.—P. 263–273.
- [4] Lotova G.Z. Modification of the «double local estimate» of the Monte Carlo method in radiation transfer theory // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling. -2011.- Vol. 26, N = 5.- P. 491–500.
- [5] Rogasinsky S.V., Blotshina O.V. Weighted modification of majorant frequency method for solving nonlinear kinetic equation // Ibid.—P. 501-514.

- [6] Ukhinov S.A., Chimaeva A.S. Convergence of Monte Carlo Algorithms for Reconstructing the Scattering Phase Function with Polarization // Numerical Analysis and Applications. — 2011. — Vol. 4, № 1. — P. 81–92.
- [7] Mikhailov G.A., Tracheva N.V., Ukhinov S.A. Monte Carlo Estimate of Backscattering Noise Asymptotics Parameters with Allowance for Polarization // Atmospheric and Oceanic Optics.—2011.—Vol. 24, № 2.—P. 109–118.
- [8] Mikhailov G.A., Ukhinov S.A. Dual Representation of the Mean Square of the Monte Carlo Vector Estimator // Doklady Mathematics. − 2011. − Vol. 83, № 3. − P. 386–388.
- [9] Antyufeev V.S. Non-negative regularization of system of linear algebraic equations // Monte Carlo Methods and Applications. − 2011. − Vol. 17, № 4. − P. 261–272.
- [10] Marchenko M. PARMONC A Software Library for Massively Parallel Stochastic Simulation // Lect. Notes Comput. Sci. 2011. Vol. 6873. P. 302—315.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Burmistrov A., Korotchenko M. Statistical modeling method for kinetic traffic flow model with acceleration variable // Proc. Intern. Workshop «Applied Methods of Statistical Analysis. Simulations and Statistical Inference»—AMSA'2011, Novosibirsk, Russia, 20–22 September, 2011.—Novosibirsk: Publish. House of NSTU, 2011.—P. 411–419.
- [2] Коротченко М.А. Ценностное моделирование для решения уравнения Смолуховского с линейными коэффициентами коагуляции // Сб. мат. Междунар. конф. «Кубатурные формулы, методы Монте-Карло и их приложения», посв. 90-летию со дня рождения И.П. Мысовских. Красноярск, 2011. С. 10–13.
- [3] Михайлов Г.А., Медведев И.Н., Ухинов С.А. Векторные (вероятностно-алгебраические) алгоритмы метода Монте-Карло // Там же. С. 80–81.
- [4] Чимаева А.С., Ухинов С.А. Определение второй компоненты матрицы аэрозольного рассеяния по наземным наблюдениям поляризованного излучения в альмукантарате Солнца методом Монте-Карло // Там же.— С. 111–115.
- [5] Глинский Б.М., Родионов А.С., Марченко М.А. Об агентно-ориентированном подходе к имитационному моделированию суперЭВМ экзафлопсной производительности // Тр. Междунар. суперкомпьютерной конф. «Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее». Новороссийск, 2011. С. 159–165.

Прочие издания

- [1] Korotchenko M. Value Simulation of the Interacting Pair Number for Solution of the Monodisperse Coagulation Equation // Abstr. Eighth IMACS Seminar on Monte Carlo Methods, August 29—September 2, 2011.—Borovets, 2011.—P. 23–24.
- [2] Коротченко М.А., Бурмистров А.В. Ценностная модификация выбора пары взаимодействующих частиц для линейных коэффициентов коагуляции // Тр. конф. молодых ученых. Новосибирск, $2011.-\mathrm{C}.~32-41.$
- [3] Ухинов С.А., Чимаева А.С. Обоснование сходимости для алгоритмов метода Монте-Карло восстановления индикатрисы рассеяния с учетом поляризации // Тез. докл. всеросс. конф. по вычисл. математике (КВМ-2011), 29 июня—1 июля 2011 г., Новосибирск.—http://www-sbras.nsc.ru/ws/show abstract.dhtml? ru+220+16072.
- [4] Ухинов С.А., Чимаева А.С. Алгоритмы восстановления второй компоненты матрицы аэрозольного рассеяния по наземным наблюдениям поляризованного излучения в альмукантарате Солнца // Там же.—http://www-sbras.nsc.ru/ws/show abstract.dhtml? ru+220+16145.
- [5] Марченко М. Страница библиотеки PARMONC на веб-сайте Сибирского суперкомпьютерного центра. http://www2.sscc.ru/SORAN-INTEL/paper/2011/parmonc.htm.

- [6] Марченко М. Полная документация к библиотеке PARMONC. http://www2.sscc.ru/SORAN-INTEL/paper/2011/parmonc.pdf.
- [7] Марченко М. Библиотека PARMONC инструмент для высокопроизводительных вычислений по методу Монте-Карло. http://www2.sscc.ru/SORAN-INTEL/paper/2011/marchenko 2011 10 20.pdf.
- [8] Войтишек А.В., Марченко М.А., Шкарупа Е.В. Операция независимого суммирования как основа разработки алгоритмов, допускающих эффективное распараллеливание // Тез. докл. Всерос. конф. «Математическое моделирование и вычислительно-информационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях». Иркутск, 2011. С. 34–35.
- [9] Марченко М.А. PARMONC универсальная библиотека программ для распределенных расчетов по методу Монте-Карло // Сб. мат. Междунар. конф. «Кубатурные формулы, методы Монте-Карло и их приложения». Красноярск, 2011.-C. 76.

Общее количество публикаций

| Монографии | — | 1 |
|---------------------------------|---|----|
| Центральные издания | _ | 3 |
| Зарубежные издания | _ | 10 |
| Материалы междунар. конференций | _ | 5 |

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. International Workshop «Applied Methods of Statistical Analysis. Simulations and Statistical Inference» AMSA'2011, Novosibirsk, Russia, 20–22 сентября 2011. 1 доклад (Коротченко М.А.).
- 2. Международная конференция «Кубатурные формулы, методы Монте-Карло и их приложения», посвященная 90-летию со дня рождения И.П. Мысовских, Красноярск, 4–7 июля 2011.—4 доклада (Коротченко М.А., Михайлов Г.А., Медведев И.Н., Ухинов С.А., Чимаева А.С., Марченко М.А.).
- 3. Eighth IMACS Seminar on Monte Carlo Methods, Borovets, Bulgaria, 29 августа—2 сентября 2011.—2 доклада (Коротченко М.А., Медведев И.Н).
- 4. Международная суперкомпьютерная конференция «Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее», Новороссийск, 19–24 сентября 2011.—1 доклад (Марченко М.А.).
- 5. Всероссийская конференция «Математическое моделирование и вычислительно-информационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях», Иркутск, 15–17 июня 2011.—1 доклад (Войтишек А.В., Марченко М.А., Шкарупа Е.В.).

Всего докладов — 9

Участие в оргкомитетах конференций

1. Михайлов Г.А.— член программного комитета Международной конференции «Кубатурные формулы, методы Монте-Карло и их приложения».

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

| 1. | Рогазинский С.В. | зав. лаб. | д.фм.н. |
|-----|------------------|------------------|----------------|
| 2. | Михайлов Г.А. | советник РАН, | член-корр. РАН |
| 3. | Антюфеев В.С. | снс, | д.фм.н. |
| 4. | Лотова Г.З. | снс, | к.фм.н. |
| 5. | Ухинов С.А. | снс, | д.фм.н. |
| 6. | Шкарупа Е.В. | снс, | к.фм.н. |
| 7. | Коротченко М.А. | нс, | к.фм.н. |
| 8. | Медведев И.Н. | нс, | к.фм.н. |
| 9. | Трачева Н.В. | нс, | к.ф.м.н. |
| 10. | Чимаева А.С. | мнс, | к.фм.н. |
| 11. | Усов А.Г. | вед. программист | |
| 12. | Гурова З.В. | техник | |

Медведев И.Н., Трачева Н.В., Коротченко М.А., Чимаева А.С. — молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Михайлов Г.А. — профессор, зав. кафедрой НГУ

Антюфеев В.С. — профессор НГУ Рогазинский С.В. — доцент НГУ

Ухинов С.А. — зам. декана, доцент $H\Gamma Y$

Усов А.Г. — зам. декана НГУ

Лотова Г.З. — ст. преподаватель НГУ Медведев И.Н. — ст. преподаватель НГУ

Руководство аспирантами

Роженко С.А. — ИВМиМГ СО РАН, 2 год (Михайлов Г.А.)

Руководство студентами

Васечко А.А. — бакалавр НГУ (Медведев И.Н.)

Амбос В.Д. — магистр НГУ 1 года (Михайлов Г.А.)

Лаборатория численного анализа стохастических дифференциальных уравнений

Зав. лабораторией д.ф.-м.н. С.С. Артемьев

Важнейшие достижения

Исследована задача численной оценки функционалов от решения нелинейного уравнения типа Больцмана, которое возникает в кинетической модели автотранспортного потока (АТП) с выделенным ускорением. Для исходной вероятностной модели АТП построено интегральное уравнение второго рода, связанное с линейной N-частичной моделью эволюции системы автомобилей. Для оценки функционалов от решения полученного уравнения использованы весовые алгоритмы метода Монте-Карло. Проведенные численные эксперименты продемонстрировали практическую целесообразность разработанного подхода к решению автотранспортных задач.

(к.ф.-м.н. А.В. Бурмистров)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.1.2. «Разработка алгоритмов метода Монте-Карло для решения задач математической физики, индустриальной и финансовой математики на суперкомпьютерах»

(№ госрегистрации 01201002446)

(Научный руководитель проекта—член-корр. РАН Г.А. Михайлов)

Раздел 3. «Численный анализ стохастических дифференциальных уравнений на суперкомпютерах»

(Руководитель — д.ф.-м.н. С.С. Артемьев)

Продолжены исследования зависимости точности алгоритмов численного решения некоторых СДУ от величины шага и количества моделируемых траекторий. Предложены способы распараллеливания статистических алгоритмов на многопроцессорном кластере. На суперкомпьютере Сибирского суперкомпьютерного центра проведены численные эксперименты.

Продолжена работа, начатая в 2010 г., над методом статистического моделирования диффузионного процесса в области с подвижной границей. Было сделано более полное обоснование предложенного метода. Суть этого метода заключается в преобразовании области, позволяющем моделировать диффузионный процесс с неподвижной границей. При этом математическое ожидание рассматриваемого функционала совпадает с решением краевой задачи для параболического уравнения в области с подвижной границей. Реализована возможность получения оценок производных по параметрам математического ожидания рассматриваемого функционала.

На основе численного решения СДУ разработан метод оценки тепловых потоков внутри твердых тел. Метод может быть использован при конструировании теплозащитных покрытий. Проведены расчеты с использованием реальных данных.

Построен модифицированный алгоритм статистического моделирования численного решения систем со случайным периодом квантования. В алгоритме используется новая модификация метода «максимального сечения», в которой последовательность «исключений» определяется одним значением стандартного случайного числа, и поэтому является более экономичной.

Построен статистический алгоритм для вероятностного анализа систем СДУ с пуассоновской составляющей. Алгоритм основан на численных методах решения СДУ с использованием модифицированного метода «максимального сечения». Этот алгоритм позволяет решать задачи и в случае, если характеристическая мера, определяющая пуассоновскую меру, зависит от вектора состояния.

Получена система СДУ, соответствующая модели гетерогенной конденсации паров карбида кремния. Для решения полученной системы СДУ предложен статический алгоритм на основе устойчивого обобщенного метода типа Розенброка.

Для долгосрочных денежных потоков продолжено исследование математической модели в виде суммы случайного числа случайных величин. Проведены численные эксперименты, полученные статистическим моделированием денежных потоков. Создана программа оценки кредитного риска пенсионного фонда для различных гипотетических ситуаций развития мировой и региональной экономик.

В пространственно-однородном случае рассмотрена кинетическая модель автотранспортного потока с расширенным фазовым пространством, в которое включено ускорение. Исследованы взаимодействия с зависимостью от парных расстояний вместо зависимости от относительных скоростей взаимодействующих автомобилей, которые были рассмотрены ранее. Это означает, что автомобиль меняет свое ускорение при пересечении детерминированного пространственного порога, который зависит от скорости этого автомобиля. Такие взаимодействия наблюдаются при достаточно плотных автотранспортных потоках. Численные результаты показали эффективность использования интегрального уравнения и соответствующей цепи Маркова при моделировании многочастичных систем автотранспортных потоков. Более того, такой подход позволил провести параметрический анализ оцениваемых функционалов.

Рассмотрено монодисперсное уравнение Смолуховского с линейными коэффициентами коагуляции. Построены весовые модификации алгоритма выбора номера взаимодействующей пары частиц. Предложенный алгоритм проиллюстрирован на примере вычисления двух функционалов: концентрации мономеров в ансамбле в момент времени T, а также концентрации мономеров и димеров. Для таких функционалов ценностная модификация заключалась в искусственном сохранении мономеров и димеров в ансамбле, что учитывалось в мультипликативном весе.

Для изучения колебания тонких пластин под действием случайных нагрузок исследованы методы Монте-Карло для решения мета-эллиптических уравнений со случайными функциональными параметрами. В рамках данного подхода для оценки статистических характеристик решений со случайными функциональными параметрами построены новые алгоритмы случайного «блуждания по сферам». При построении статистических алгоритмов для нахождения корреляционных характеристик решений существенно использовалась скалярность оценок, что позволило применить метод частичного осреднения условно независимых траекторий. Расширить область применимости данного метода удалось с помощью аналитических продолжений оценок решения. Показано, что необходимые оценки итераций резольвенты могут быть получены путем параметрического дифференцирования специальной краевой задачи.

Научная новизна результатов и их значимость. Все основные результаты, полученные в 2011 году, являются новыми. Эти результаты соответствуют мировому уровню исследований в области численного решения краевых задач математической физики.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 11-01-00252 «Разработка параллельных весовых статистических алгоритмов для анализа решений дифференциальных и интегральных уравнений на суперкомпьютерах»

(Руководитель — д.ф.-м.н. С.С. Артемьев)

На суперкомпьютере Сибирского суперкомпьютерного центра исследована точность статистических алгоритмов численного решения различных СДУ в зависимости от размера шага и ансамбля моделируемых траекторий. Для этого предложены способы распараллеливания алгоритмов на многопроцессорном кластере.

Изучена мезоскопическая модель автотранспортного потока с выделенным ускорением и предложен новый алгоритм моделирования АТП для оценки различных функционалов от решения нелинейного уравнения типа Больцмана, которое возникает в модели. Актуальность изучения данного вопроса связана с постоянным увеличением объема транспортного сообщения. Это приводит к необходимости улучшения транспортной сети, учитывая при этом закономерности ее развития и распределение загрузки ее участков. Для исходной вероятностной модели АТП построено интегральное уравнение второго рода, связанное с линейной N-частичной моделью эволюции системы автомобилей. Для оценки функционалов от решения полученного уравнения предложено использовать весовые алгоритмы метода Монте-Карло. С помощью численных экспериментов продемонстрирована практическая целесообразность разработанного подхода к решению автотранспортных задач, т.е. перехода к интегральному уравнению и моделированию цепи Маркова. Следует отметить, что в отличие от предшествующих работ авторам удалось избежать использования искусственного шага по времени, который не входит в исходную модель АТП.

Для проверки предложенного алгоритма были выбраны три задачи, для которых в случае стохастического равновесия известны аналитические решения. В первых двух примерах рассматривается пространственно-однородный почти свободный стационарный АТП, в котором все автомобили имеют скорости около некоторой средней скорости. В таком потоке, при достаточно больших расстояниях между взаимодействующими автомобилями, измерения показывают сильную зависимость скорости взаимодействия от относительной скорости автомобилей в паре. Поэтому есть основания полагать, что можно приблизить скорость взаимодействия постоянной функцией (так называемое максвелловское взаимодействие) или функцией, зависящей только от относительной скорости взаимодействующих автомобилей (так называемое взаимодействие твердых сфер). Третьим примером была модель взаимодействия в АТП с зависимостью от расстояния между автомобилями. Была изучена зависимость установившегося распределения от плотности автомобилей. Взаимодействие в данной модели означает, что если расстояние между рассматриваемым автомобилем и автомобилем, находящимся непосредственно перед ним, больше некоторого порогового значения (была использована линейная пороговая функция), то рассматриваемый автомобиль ускоряется; в противном случае он замедляется.

На основе численного решения СДУ разработан метод оценки производных по параметрам математического ожидания функционала от диффузионного процесса, движение которого происходит в области с подвижной границей. При этом на границе области задано условие поглощения, а рассматриваемые параметры задачи определяют движение границы. Математическое ожидание рассматриваемого функционала совпадает с решением первой краевой задачи для параболического уравнения в области со свободной границей. Построенный метод может быть использован, например, в задаче Стефана для определения положения движущейся границы по измерениям температуры. Разработанный метод был успешно протестирован на решении двумерной задачи плавления льда, для которой известно точное решение.

С помощью эффективных методов аналитического продолжения ускорена сходимость методов Монте-Карло для численного расчета статистических характеристик решений метагармонических уравнений со случайными функциональными параметрами.

На основе методов аналитических продолжений уменьшена трудоемкость и расширена область сходимости для статистического алгоритма оценки корреляционных характеристик прогиба тонкой пластины под действием случайных нагрузок с различными краевыми условиями.

Исследован порядок трудоемкости построенных методов для достижения заданной погрешности. Проведен теоретический и численный анализ методов аналитического продолжения областей сходимости ряда Неймана. Получены условно оптимальные значения параметров (число траекторий; величина, определяющая погрешность границы; число итераций и т. п.), создан набор рекомендаций по их применению.

Публикации

Центральные издания

- [1] Артемьев С.С., Ащепкова Ю.И., Якунин М.А. Оценка кредитного риска долгосрочных денежных потоков на основе метода статистического моделирования // Сиб. журн. индустр. мат. 2011. Т. $14, \, \mathbb{N} \, 2.$ С. 45–54.
- [2] Артемьев С.С., Корнеев В.Д. Численное решение стохастических дифференциальных уравнений на суперкомпьютерах // СибЖВМ. 2011. T. 14, N 1. T. 5–17.
- [3] Гусев С.А. Минимизация дисперсии оценки математического ожидания функционала диффузионного процесса на основе параметрического преобразования параболической краевой задачи // Сиб \mathbb{X} BM. 2011. Т. 14, \mathbb{N} 2. С. 141—153.
- [4] Аверина Т.А. Численный анализ систем управления динамическими объектами со случайными изменениями структуры // Вестн. Тамбовского ун-та. Сер. Естеств. и технич. науки. 2011.-T. 16, вып. 4.-C. 1023-1026.

Зарубежные издания

- [1] Burmistrov A.V., Korotchenko M.A. Application of statistical methods for the study of kinetic model of traffic flow with separated accelerations // Rus. J. Numer. Anal. and Math. Modell. 2011. Vol. 26, N 3. P. 275–293.
- [2] Artemiev S.S., Korneev V.D. Numerical Solution of Stochastic Differential Equations on Supercomputers // Numerical Analysis and Applications. −2011. −Vol. 4, № 1. −P. 1–11.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Artemiev S., Korneev V. Numerical Analysis of SDE on Supercomputeres // Proc. Intern. Workshop «Applied Methods of Statistical Analysis. Simulations and Statistical Inference» AMSA'2011.—Novosibirsk: Publish. House of NSTU, 2011.—P. 340–349.
- [2] Averina T. Application of the modified method of the maximum cross-section for statistical modeling of systems with time division // Ibid. -P. 362-367.
- [3] Gusev S.A. Sensitivity of a diffusion process to the moving boundary parameters // Ibid. P. 377–385.
- [4] Burmistrov A., Korotchenko M. Statistical modeling method for kinetic traffic flow model with acceleration variable // Ibid.—P. 411–419.
- [5] Yakunin M.A. Stochastic models of the price series for trade algorithms // Ibid.—P. 420-425.
- [6] Аверина Т.А. Использование численных методов решения стохастических дифференциальных уравнений в задачах оптимизации нанесения тонких пленок карбида кремния // Сб. мат. Междунар. конф. «Кубатурные формулы, методы Монте-Карло и их приложения», посв. 90-летию со дня рождения И.П. Мысовских.—Красноярск, 2011.—С. 10–13.

- [7] Burmistrov A.V. Monte Carlo algorithms for numerical estimation of the elliptic BVP solution and its gradient // Там же.— С. 26–29.
- [8] Гусев С.А. Чувствительность диффузионного процесса к параметрам движения границы // Там же.—С. 46–50.
- [9] Аверина Т.А. Алгоритмы статистического моделирования динамических систем с разделением времени // Тр. междунар. конф. «Моделирование и оптимизация динамических систем и систем с распределенными параметрами». Самара, 2011. С. 20–24.
- [10] Аверина Т.А. Статистическое моделирование систем со случайным периодом квантования // Тр. междунар. конф. «Математические методы в технике и технологиях» ММТТ-24. Киев, 2011.- С. 10-12.

Прочие издания

- [1] Burmistrov A. Monte Carlo Simulation of Vehicular Traffic Flow for Kinetic Model with Distance Oriented Interactions // Abstr. Eighth IMACS Seminar on Monte Carlo Methods.—Borovets, 2011.—P. 23–24.
- [2] Lukinov V.L. Monte Carlo Methods Based on Analytic Extension of the Resolvent of the Helmgoltz Equation // Ibid. P. 40–41.
- [3] Аверина Т.А. Статистическое моделирование некоторых задач радиотехники // VI Междунар. конф. по математическому моделированию. Якутск, 2011. С. 108–109.
- [4] Коротченко М.А., Бурмистров А.В. Ценностная модификация выбора пары взаимодействующих частиц для линейных коэффициентов коагуляции // Тр. конф. молодых ученых. Новосибирск, $2011.-\mathrm{C}.~32-41.$
- [5] Лукинов В.Л. Методы Монте-Карло для оценки статистических характеристик решений мета эллиптических уравнений со случайными функциональными параметрами // Сб. тез. XII Всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Новосибирск, 2011. С. 19.
- [6] Аверина Т.А. Метод статистического моделирования для исследования систем управления со случайной структурой // Тез. докл. Всерос. конф. «Математическое моделирование и вычислительно-информационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях».— Иркутск, 2011.—С. 3.
- [7] Аверина Т.А. Моделирование экологической системы «хищник-жертва» // Тр. междунар. конф. «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики». Новосибирск, $2011.-\mathrm{C}.~20.$
- [8] Averina T.A. Algorithms for Exact and Approximate Statistical Simulation of Poisson Point Fields // Abstr. VIII Intern. Conf. on Large-Scale Scientific Computations (LSSC-2011). Sozopol, $2011.-P.\ 23.$
- [9] Аверина Т.А. Метод Монте-Карло для анализа динамических систем случайной структуры // Сб. тез. междунар. научн.-техн. конф., посв. 40-летию образования МГТУ ГА «Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества». М., 2011. С. 198.

Сдано в печать

- [1] Артемьев С.С., Иванов А.А., Корнеев В.Д. Численный анализ стохастических осцилляторов на суперкомпьютерах // СибЖВМ.— 2012.
- [2] Burmistrov A., Korotchenko M. Weight Monte Carlo method applied to acceleration oriented traffic flow model // Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods 2010 / H. Wozniakowski, L. Plaskota (eds.).—Springer, 2012.
- [3] Аверина Т.А. Модифицированный алгоритм статистического моделирования систем со случайным периодом квантования // Вестник СГТУ. 2011.

Общее количество публикаций

 Центральные издания
 —
 4

 Зарубежные издания
 —
 2

 Материалы междунар. конференций
 —
 10

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. Всероссийская конференция по вычислительной математике КВМ-2011, Новосибирск, Россия, 29 июня—1 июля 2011.—6 докладов (Аверина Т.А., Артемьев С.С., Бурмистров А.В., Гусев С.А., Махоткин О.А., Якунин М.А.).
- 2. Международная конференция «Кубатурные формулы, методы Монте-Карло и их приложения», посвященная 90-летию со дня рождения И.П. Мысовских, Красноярск, 4–7 июля 2011.—5 докладов (Аверина Т.А., Бурмистров А.В., Гусев С.А., Лукинов В.Л., Махоткин О.А.).
- 3. The 8th IMACS Seminar on Monte Carlo Methods MCM 2011, Borovets, Bulgaria, August 29—September 2, 2011. 6 докладов (Бурмистров А.В., Лукинов В.Л.).
- 4. International Workshop «Applied Methods of Statistical Analysis. Simulations and Statistical Inference» AMSA'2011, Novosibirsk, Russia, 20–22 September, 2011.—4 до-клада (Аверина Т.А., Артемьев С.С., Бурмистров А.В., Гусев С.А., Якунин М.А.).
- XII Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Новосибирск, Россия, 3–5 октября 2011. — 1 доклад (Лукинов В.Л.).
- 6. Международная научно-техническая конференция, посвященная 40-летию образования МГТУ ГА «Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества», Москва, 26 мая 2011.-1 доклад (Аверина Т.А.).
- 7. Международная конференция «Математические методы в технике и технологиях» ММТТ-24, Киев, Украина, 30 мая—6 июня 2011.—1 доклад (Аверина Т.А.).
- 8. VIII International Conference on Large-Scale Scientific Computations (LSSC-2011), Sozopol, Bulgaria, June 6–10, 2011.—1 доклад (Аверина Т.А.).
- 9. Всероссийская конференция «Математическое моделирование и вычислительноинформационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях», Иркутск, 15–17 июня 2011.—1 доклад (Аверина Т.А.).
- 10. Научная конференция «Математика и математическое образование. Роль математики в инновационном развитии современного общества», Новосибирск, 30 июня— 3 июля 2011.-1 доклад (Аверина Т.А.).
- 11. VI Международная конференция по математическому моделированию, Якутск, 3-8 июля 2011.-1 доклад (Аверина Т.А.)
- 12. Международная конференция «Моделирование и оптимизация динамических систем и систем с распределенными параметрами», Самара, 15–17 сентября 2011.—1 доклад (Аверина Т.А.)
- 13. Международная конференция «Колмогоровские чтения», Тамбов, 10–14 октября 2011.-1 доклад (Аверина Т.А.)
- 14. Международная конференция «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», Новосибирск, 11–14 октября 2011. 1 доклад (Аверина Т.А.)

Всего докладов — 28

Участие в оргкомитетах конференций

Бурмистров А.В.— член Оргкомитета Всероссийской конференции по вычислительной математике KBM-2011.

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

```
1.
    Артемьев С.С.
                       зав.лаб.,
                                 д.ф.-м.н.
2.
   Аверина Т.А.
                                 к.ф.-м.н.
                       снс,
3. Гусев С.А.
                                 к.ф.-м.н.
                       снс,
4. Махоткин О.А.,
                                 к.ф.-м.н.
                       снс,
5. Якунин М.А.
                                 к.ф.-м.н.
                       снс,
   Бурмистров А.В.
                                 к.ф.-м.н.
                       нс,
7.
   Лукинов В. Л.
                                 к.ф.-м.н.
                       нс,
```

Лукинов В.Л., Бурмистров А.В. — молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

 Артемьев С.С.
 — профессор НГУ

 Махоткин О.А.
 — доцент НГУ

 Аверина Т.А.
 — доцент НГУ

 Гусев С.А.
 — доцент НГТУ

Бурмистров А.В. — старший преподаватель НГУ Лукинов В.Л. — ассистент НГУ, доцент СибГУТИ

Руководство студентами

Смирнов Д.Д. — 6 курс ММФ НГУ (С.С. Артемьев) Иванов А.А. — 6 курс ММФ НГУ (С.С. Артемьев)

Защита дипломов

 Векуа А.Б.
 — бакалавр ММФ НГУ (С.С. Артемьев)

 Ащепкова Ю.И.
 — магистр ММФ НГУ (С.С. Артемьев)

 Серёмина А.В.
 — магистр ММФ НГУ (С.С. Артемьев)

 Хавроничева К.Е.
 — магистр ММФ НГУ (С.С. Артемьев)

Лаборатория стохастических задач

Зав. лабораторией д.ф.-м.н. Б.А. Каргин

Важнейшие достижения

Построен новый стохастический метод расчета упругих напряжений и смещений в задачах с сингулярными случайно распределенными источниками. Метод показал высокую эффективность при решении задач со случайными граничными значениями для уравнений теории упругости в задачах расчета дифракционных пиков рентгеновского излучения на дислокациях в кристаллах с учетом их пространственной корреляции. Совместно с группой физиков из Института Твердотельной Электроники им. П. Друде (Берлин) проведено детальное исследование структуры дифракционных сигналов рентгеновского излучения для дислокаций различного типа, в частности, для краевых и винтовых дислокаций, получены аналитические приближения и проведено сравнение с экспериментальным данными для различных типов кристаллов. Впервые удалось получить аналитическую связь уширений дифракционных пиков с дисперсией случайных расстояний между дислокациями.

(д.ф.-м.н. К.К. Сабельфельд)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.1.2. «Разработка алгоритмов метода Монте-Карло для решения задач математической физики, индустриальной и финансовой математики на суперкомпьютерах»

(№ госрегистрации 01201002446)

(Научный руководитель проекта—чл.-корр. РАН Г.А. Михайлов)

Раздел 2. «Статистическое моделирование переноса излучения и полей метеоэлементов в стохастической атмосфере, решение краевых стохастических задач математической физики на суперкомпьютерах»

(Руководитель — д.ф.-м.н. Б.А. Каргин)

1. Разработаны новые стохастические модели случайных процессов и полей для исследования аномальных явлений в атмосфере и океане, решения задач переноса излучения и фильтрации в фрактальных стохастических средах. Разработаны новые методы вычисления фрактальной размерности случайных процессов и полей.

Построена оценка фрактальной размерности реализаций случайных полей. Численные методы основаны на анализе дисперсии приращений. Для исследования фрактальных свойств предложено использовать специальную характеристику случайных полей, называемую «дисперсионной размерностью». Для гауссовских полей с однородными приращениями дисперсионная размерность сходится к размерности Хаусдорфа. Приводится ряд примеров, иллюстрирующих, как понятие дисперсионной размерности может быть использовано для создания эффективных вычислительных методов.

2. Разработаны численные модели различных классов нестационарных случайных процессов и их приложения для стохастического моделирования метеорологических процессов с использованием реальных данных. Для построения численных стохастических моделей метеорологических процессов с учетом суточной нестационарности использованы алгоритмы моделирования периодически коррелированных негауссовских процессов. Соответствующие алгоритмы основаны на использовании векторных процессов авторе-

грессии и различных модификаций метода обратных функций распределения для учета негауссовости.

Рассмотрен также приближенный подход к моделированию нестационарных негауссовских процессов, учитывающий суточную и сезонную зависимость параметров модели от времени. Численное моделирование основано на методе обратных функций распределения и спектральном разложении корреляционных матриц. На основе этого подхода построена численная стохастическая модель совместных нестационарных временных рядов температуры воздуха и модуля скорости ветра трехчасового разрешения с учетом реальной зависимости от времени параметров одномерных распределений и корреляционных функций. Для аппроксимации эмпирических распределений температуры использованы распределения в виде смесей двух гауссовских распределений, а для модуля скорости ветра—смеси двух гамма-распределений. Для улучшения свойств выборочных ковариационных матриц использованы специальные процедуры сглаживания.

Для моделирования дискретных метеорологических последовательностей с учетом суточной нестационарности, например, индикаторов аномальных явлений, таких как длительных выходов температуры за заданный уровень, используются неоднородные марковские модели. Предложены две марковские модели реальных нестационарных дискретных процессов с конечным числом состояний и периодическими вероятностными характеристиками. Первая модель построена на основе однородной векторной марковской цепи, а вторая— на основе неоднородной скалярной марковской цепи с периодической матрицей переходных вероятностей. Дано теоретическое обоснование того, что характеристики этих процессов обладают периодическими свойствами. Для модели с периодической матрицей переходных вероятностей получены выражения для предельных вероятностей состояний, корреляционной функции, а также выражения для распределения длительностей серий из одинаковых состояний и его моментов. Модели используются для исследования влияния суточного хода на характеристики длительных выбросов временных рядов температуры воздуха. Оценка параметров и верификация моделей осуществлялась на основе данных метеорологических наблюдений.

Разработано программное математическое обеспечение, предназначенное для моделирования распространения лидарных импульсов в плоском слое (или круговом цилиндре) с учетом многократного рассеяния. Программное обеспечение позволяет исследовать процессы распространения импульсов моностатических и бистатических лидаров для различных моделей оптических сред и зондирующих сигналов. В основе моделирующих алгоритмов лежит метод Монте-Карло, что является одним из наиболее универсальных подходов для имитации процессов переноса излучения и распространения лазерных импульсов. Зависимость интенсивности лидарного сигнала от времени вычисляется с помощью «локальной оценки». Разработана также версия программы, позволяющая моделировать пространственно-временной сигнал для широкоугольного лидара.

3. Разработаны стохастические пространственно-временные условные спектральные модели морского волнения для изучения аномально высоких волн в океане. В качестве модели поверхности морского волнения рассматривается однородное случайное поле с заданным спектром. Численный алгоритм построения реализаций случайного поля основан на методе разбиения и рандомизации спектра. С помощью условных спектральных моделей строятся ансамбли реализаций случайного поля, проходящие через заданные точки. Статистический анализ реализаций случайного поля, имитирующих морскую поверхность с аномально высокими точками возвышения, позволяет изучать особенности возникновения и развития гигантских волн.

Построены алгоритмы численного моделирования случайных индикаторных полей разорванной облачности в атмосфере. Алгоритмы основаны на спектральных моделях и пороговых преобразованиях гауссовских случайных полей.

Разработаны алгоритм и программа моделирования радиационного теплопереноса в системах пылевых облаков методом Монте-Карло с использованием алгоритма температурной коррекции кодом NMC. Получены результаты ряда эталонных расчетов. Предпринята попытка распространения указанной методики моделирования с использованием внешних итераций на планетарные атмосферы путем введения газового компонента в моделируемую систему. Полученные результаты показывают качественное соответствие с экспериментальными данными.

4. Разработан и реализован алгоритм метода Монте-Карло для моделирования процесса радиационного теплопереноса в формирующихся планетарных системах. Рассмотрено решение уравнения переноса в пылевой среде, состоящей из сферических силикатных частиц. Предложен алгоритм для расчета распределения температуры в околозвездных дисках. Показано совпадение численных результатов с известными аналитическими случаями. Получено пространственное распределение температуры среды осколочного диска системы Бетта–Пикторис.

На основе приближения лучевой оптики разработаны и реализованы алгоритмы статистического моделирования для решения двух взаимосвязанных задач лазерного зондирования кристаллических облаков с искусственных спутников Земли. Во-первых, сконструирована адекватная оптическая модель кристаллических облаков с учетом оптической анизотропии среды. Во-вторых, построен и реализован алгоритм статистического моделирования распространения лазерного излучения в такой среде. Методом Монте-Карло оценены форма и длительность световых импульсов, отраженных облаками в случае однослойного кристаллического облака и двухслойной облачности (слой кристаллического облака расположен над слоем жидко-капельного облака).

Выполнен анализ экспериментальных и теоретических исследований образования аэрозолей нано- и субмикронного размера. Показано, что результаты классической теории кинетики зарождения и роста аэрозольных частиц существенно расходятся с данными экспериментальных исследований. Причиной существенных количественных (до четырех порядков) и качественных расхождений является неучет в теоретической модели влияния на формирование спектра размеров образующихся аэрозольных частиц зависимости константы коагуляции от размера кластера. Предложена теоретическая модель с использованием решения системы коагуляционных уравнений Смолуховского для описания формирования спектра размеров нано- и субмикронных аэрозольных частиц. Сравнение с результатами исследований, проведенных в полевых условиях и лаборатории, показало хорошее согласие между расчетами и экспериментальными данными.

Получены новые рандомизированные алгоритмы для решения линейных уравнений и некоторых других задач, в основе которых лежат случайные проективные операторы. Данный подход находится вне рамок традиционной схемы метода Монте-Карло и открывает новые возможности для решения задач очень высокой размерности.

5. Разработан новый метод рандомизированного построения низкоранговых приближений для больших матриц на основе стохастического метода для сингулярного разложения матриц. Даны приложения для моделирования неоднородных случайных полей и решения интегральных и дифференциальных уравнений.

Исследован характер дальних и ближних корреляций дислокаций в кристаллах на основе расчета дифракционных сигналов рентгеновских сигналов.

6. Исследована задача реакции упругого полупространства в ответ на случайные нормальные вертикальные нагрузки на границе. Для гауссовского белого шума получены аналитические представления корреляционного тензора напряжений, среднего значения энергии деформаций. Это позволило построить простые моделирующие формулы для поля напряжений в виде спектральных разложений. Последнее, в свою очередь, позволяет

вычислять произвольные статистические характеристики поля решений, в частности, структурные функции в виде экспоненциальных моментов, использующиеся при рентгеновском анализе различных дефектов в кристаллах, например, краевых и винтовых дислокаций.

Проведено моделирование коррелированных дислокаций в кристаллах и рассчитаны дифракционные сигналы на них. Исследованы дифракционные пики рентгеновского излучения на дислокациях в кристаллах с различным характером пространственных корреляций. Выполнено сравнение расчетов с результатами экспериментов.

Дано решение одной обратной задачи моделирования случайных сигналов в нейронах. Задача заключается в моделировании точечного случайного процесса с заданной корреляционной функцией концентрации точек.

- 7. Получены новые результаты теории и приложения дискретно-стохастических численных методов для численного моделирования случайных величин, векторов и функций, вычисления многократных интегралов, приближения интегралов, зависящих от параметра, решения интегральных уравнений второго рода. Рассмотрены новые возможности использования сплайнов при построении «моделируемых» приближений вероятностных плотностей, при построении эффективных дискретно-стохастических алгоритмов численного интегрирования и функциональных методов Монте-Карло. Сформулированы новые рекомендации по выбору коэффициентов аппроксимаций кубическими сплайнами при использовании функциональных алгоритмов метода Монте-Карло. Сформулирована гипотеза о том, что вычислительный алгоритм и его модификации являются тем более пригодными для распараллеливания на мощных многопроцессорных ЭВМ, чем больше они содержат прямых (или возможных) операций независимого суммирования. Представлены соответствующие примеры эффективного распараллеливания «скалярных» и функциональных алгоритмов метода Монте-Карло.
- 8. Проведен анализ аналитических подходов к исследованию асимптотики положений узлов специального итерационного рандомизированного алгоритма построения адаптивных сеток, основанного на применении самоорганизующихся карт Кохонена. Разработан «рекуррентный» подход для получения усредненных наиболее вероятных положений узлов сетки при небольшом числе итераций. Такой подход позволяет проводить содержательные аналитические исследования и численное тестирование рассматриваемого алгоритма.
- 9. Сформулированы рекомендации для дальнейшей разработки программного модуля AITricks GeomRandom, позволяющего получать выборочные значения случайных векторов, распределенных согласно заданной плотности в геометрически сложных областях. Отмечено, что для пользователя модуля полезны соображения по конструированию вероятностных плотностей, допускающих эффективную численную реализацию выборочных значений. Рассмотрены также численные схемы, связанные с применением полиномиальных и кусочно-полиномиальных приближений вероятностных плотностей (сопряженные с применением метода дискретной суперпозиции при реализации выборочных значений). В качестве одного из примеров применения предлагаемых технологий рассмотрен итерационный дискретно-стохастический алгоритм построения адаптивных сеток.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ 10-01-00040-а «Дискретно-стохастические функциональные сеточные алгоритмы»

(Руководитель — д.ф.-м.н. А.В. Войтишек)

Продолжена разработка функциональных численных алгоритмов метода Монте-Карло. В частности, с новых позиций рассмотрена задача полной условной оптимизации, подразумевающая как совместный выбор параметров соответствующих дискретностохастических численных схем, так и использование приближений оптимальных вероятностных распределений. Уточнены полученные ранее результаты тестовых расчетов по изучению многоуровневого метода решения интегрального уравнения второго рода. Проведено дополнительное численное исследование трудоемкости наилучших по порядку погрешности кубатурных формул Н.С. Бахвалова.

Разработаны дискретно-стохастические алгоритмы решения второй краевой задачи статической теории упругости в полупространстве для случая, когда нормальные напряжения на границе являются случайным гауссовским полем.

Проведен сравнительный анализ аналитических подходов к построению адаптивных сеток; при этом особое внимание уделено методам, в которых используются аналоги вероятностных плотностей для описания требуемых «сгущений» узлов (изучены, в частности, алгебраические методы, метод эквираспределения и др.). Разработанный в ходе выполнения данного проекта «рекуррентный» подход к аналитическому описанию специального дискретно-стохастического метода построения адаптивных сеток применен для исследования так называемого граничного эффекта. Сформулированы рекомендации по применению дискретно-стохастического метода построения адаптивных сеток для приближения сложно вычислимых функций.

Разработаны и реализованы новые дискретно-стохастические алгоритмы построения неструктурированных адаптивных сеток (поверхностных, объемных) на основе известных (отличных от технологии SOM—Self Organizing Maps) моделей самоорганизации (в частности, таких как Growing Cell Structures—GCS и Growing Neural Gas—GNG). Продолжена работа по усовершенствованию пакета AITricks GeomBox, в том числе для проведения модельных экспериментов, позволяющих исследовать модификации алгоритмов самообучения для построения адаптивных сеток.

Проект РФФИ 09-01-00152а «Разработка методов статистического моделирования для решения стохастических задач математической физики: турбулентность и перенос в случайных пористых средах, вязкие течения и погранслой, упругость и эластография, коагуляция и фазовые переходы»

(Руководитель — д.ф.-м.н. К.К. Сабельфельд)

Разработаны новые рандомизированные алгоритмы решения больших систем линейных алгебраических уравнений на основе специальных приближений больших матриц с помощью ансамбля случайных матриц малой размерности. Данный метод распространен на решение задачи о сингулярном разложении матриц, что позволило построить эффективный метод рандомизированного построения системы собственных векторов для корреляционных матриц и вытекающий из него метод моделирования неоднородных случайных процессов и полей, в частности, высокоразвитых турбулентных потоков. Получены точные представления для корреляционной функции поля смещений для упругого полупространства в ответ на случайные нагрузки на границе и дано разложение Кархунена-Лоэва. Метод применен для решения обратных задач эластографии. Разработан новый метод стохастического моделирования для расчета дифракционного сигнала от рентгеновского излучения на краевых и винтовых дислокациях с произвольной пространственной корреляцией. Приложение этой работы и сравнение с реальными данными экспериментов, проведенных совместно с группой физиков из Института Твердотельной Электроники им. П. Друде (Берлин), показало очень хорошее согласие. Исследовано течение в пористом цилиндре и протяженном плоском слое, заполненном пористым материалом с гидравлическим коэффициентом, заданном в виде случайного логнормального поля. В основе алгоритма лежит быстрый прямой метод обращения разреженных

матриц. Разработан новый стохастический проекционный метод решения больших систем уравнений на основе рандомизированного выбора подпространств проектирования и теоремы Джонсона—Линденштраусса (J-L), позволяющий при поиске оптимального подпространства перейти к существенно меньшим размерностям с помощью J-L преобразования и тем самым решать задачи очень высокой размерности. Предложен стохастический граничный метод фундаментальных решений для решения краевых задач на основе разработанных рандомизированных методов решения больших систем уравнений.

Проект РФФИ 11-01-00641а «Разработка математических моделей случайных процессов с применениями при исследовании экстремальных метеорологических явлений, переноса излучения и фильтрации в фрактальных стохастических средах» (Руководитель—д.ф.-м.н. В.А. Огородников)

Разработаны новые стохастические модели случайных процессов и полей для исследования аномальных явлений в атмосфере и океане, решения задач переноса излучения и фильтрации в фрактальных стохастических средах. Разработаны новые методы вычисления фрактальной размерности случайных процессов и полей. Исследованы свойства неоднородных марковских цепей с периодическими матрицами переходных вероятностей.

Проект РФФИ 09-05-00963а «Исследование особенностей переноса излучения в атмосфере методом Монте-Карло с учетом различных типов облачности и подстилающей поверхности»

(Руководитель — д.ф.-м.н. С.М. Пригарин)

Исследованы особенности процессов переноса излучения и радиационного баланса в облачной атмосфере, обусловленные такими существенными факторами, как стохастическая неоднородность облачных полей, фазовый состав и оптическая анизотропия рассеивающих сред, поглощение атмосферными газами, многократное рассеяние и поляризация. Созданы вычислительные средства, ориентированные на обработку и усвоение доступных на сегодняшний день данных дистанционного зондирования и натурных наблюдений. Основные результаты получены в области численного моделирования стохастической структуры облачности и подстилающей поверхности, моделирования сигналов лидарного зондирования для различных типов облачности, исследовании оптических свойств кристаллических облаков и характеристик радиационных полей облачной атмосферы с учетом поляризации и взаимодействия с подстилающей поверхностью.

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Проект РАН № 2.2. «Разработка новых численных моделей сложных многомерных геофизических и атмосферно-физических процессов» (Руководители — академик РАН Б.Г. Михайленко, д.ф.-м.н. Б.А. Каргин)

На основе реальных данных разработаны численные стохастические модели метеорологических случайных процессов с учетом периодической и сезонной нестационарностей параметров распределения. В основе моделей лежат общие алгоритмы моделирования нестационарных процессов, алгоритмы моделирования векторных стационарных процессов, а также неоднородные марковские цепи с периодическими матрицами переходных вероятностей. Методом Монте-Карло оценены форма и длительность световых импульсов, отраженных облаками в случае однослойного кристаллического облака и двухслойной облачности (слой кристаллического облака расположен над слоем жидко-капельного облака).

Проект ОМН РАН 1.3.2 «Вероятностные модели и алгоритмы численного статистического моделирования в задачах естествознания»

(Руководители — член-корр. РАН Г.А. Михайлов, д.ф.-м.н. Б.А. Каргин)

Рассмотрены однородные марковские цепи с двумя состояниями и периодической по времени матрицей переходных вероятностей. Получены выражения для предельных вероятностей и распределений длительностей серий из одинаковых состояний. Последовательности такого типа используются для исследования статистических характеристик экстремальных погодных условии с использованием реальных данных. Разработан и реализован алгоритм метода Монте-Карло для моделирования процесса радиационного теплопереноса в формирующихся планетарных системах. Рассмотрено решение уравнения переноса в пылевой среде, состоящей из сферических силикатных частиц. Предложен алгоритм для расчета распределения температуры в околозвездных дисках. Показано совпадение численных результатов с известными аналитическими случаями. Получено пространственное распределение температуры среды осколочного диска системы Бетта—Пикторис.

Публикации

Центральные издания

- [1] Пригарин С.М., Хан К., Винклер Г. Оценка фрактальной размерности случайных полей на основе анализа дисперсии приращений // СибЖВМ. 2011. Т. $14, \, N\!\!\!/ \, 1.$ С. 91-102.
- [2] Войтишек А.В., Хмель Д.С. Аналитическое описание применения одномерной схемы Т. Кохонена для построения адаптивных сеток // СибЖВМ. 2011. Т. 14, № 2. С. 131–140.
- [3] Куценогий К.П., Куценогий П.К., Левыкин А.И. Моделирование формирования спектра размеров аэрозольных частиц нано- и субмикронного размера // Оптика атмосферы и океана. 2011. Т. 24, № 9. С. 743—754.
- [4] Бессмельцев М.В., Войтишек А.В. Модификации геометрических программных модулей, связанные с построением моделируемых вероятностных плотностей // Вычислительные технологии. 2011. Т. 16, № 4. С. 19–36.
- [5] Бреднихин С.А., Каргин Б.А. Моделирование радиационного теплопереноса в околозвездной среде методом Монте-Карло // Вестн. НГУ. Сер. Математика, механика, информатика. 2011.-T. 11, вып. 2.-C. 15–20.

Зарубежные издания

- [1] Prigarin S.M., Hahn K., Winkler G. Estimation of fractal dimension of random fields on the basis of variance analysis of increments // Numerical Analysis and Applications. −2011. −Vol. 4, № 1. − P. 71–80.
- [2] Sabelfeld K. Stochastic Algorithms in Linear Algebra beyond the Markov Chains and von Neumann–Ulam Scheme // Lect. Notes Comput. Sci. 2011. Vol. 6046. P. 14–28.
- [3] Sabelfeld K.K., Mozartova N.S. Sparsified Randomization algorithms for low rank approximations and applications to integral equations and inhomogeneous random field simulation // Mathematics and Computers in Simulation. -2011.- Vol. 82.- P. 295-317.
- [4] Kaganer V.M., Sabelfeld K.K. Short range correlations of misfit dislocations in the x-ray diffraction // Physica Status Solidi A. − 2011. − Vol. 208, № 11. − P. 2563–2566.
- [5] Prigarin S.M. Monte-Carlo simulation of multiply scattered LIDAR returns (software description) // Bull. NCC. Ser. Numer. Anal. -2011.- Iss. 15.-P. 41-50.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Войтишек А.В. Теория и приложения дискретно-стохастических численных методов: новые результаты // Мат. Междунар. конф. «Кубатурные формулы, методы Монте-Карло и их приложения». Красноярск: Изд. СФУ, 2011. С. 33–37.
- [2] Войтишек А.В. Оптимальные дискретно-стохастические кубатурные формулы // Там же. С. 37–41.
- [3] Войтишек А.В., Малицкая Н.С., Сидорова Т.В. Исследование эффекта упорядочения узлов в одномерном дискретно-стохастическом алгоритме построения адаптивных сеток // Там же. С. 41–44.
- [4] Огородников В.А., Савельев Л.Я., Каргаполова Н.А. Некоторые свойства неоднородных марковских последовательностей с периодическими матрицами переходных вероятностей // Там же.— С. 86–90.
- [5] Шалимова И.А., Сабельфельд К.К. Упругое полупространство со свободной границей под случайной нормальной нагрузкой: точные решения и алгоритмы моделирования упругих смещений и напряжений // Там же.— С. 132–135.
- [6] Kargapolova N.A., Saveliev L.Ya., Ogorodnikov V.A. Modeling of Nonstationary Processes With Periodic Properties on Basis of Markov Chains // Proc. Intern. Workshop «Applied Methods of Statistical Analysis. Simulation and Statistical Inference (AMSA-2011)». Новосибирск: Изд. HГТУ, 2011. Р. 323—330.
- [7] Kargin B. Monte Carlo modeling of the optical radiation transfer in stochastic scattering media // Ibid. P. 350–354.
- [8] Kargin B., Kargin A., Lavrov M. Monte Carlo Modeling in Problems of Lidar Remote Sensing of Cristal Clouds from Sattleites // Ibid.—P. 355–361.
- [9] Voytishek A.V., Graifer I. Construction of «modelled» probabilistic densities // Ibid. P. 368–376.
- [10] Prigarin S.M., Litvenko K.V. Numerical simulation of the sea surface and extreme ocean waves with stochastic spectral models // Ibid.—P. 394–402.
- [11] Prigarin S.M. Stochastic models of broken clouds (a few simulation examples) // Ibid. P. 403–410.
- [12] Brednikhin S., Kargin B. Monte Carlo Modelling the Radiation Heat Transfer With Temperature Correction // Ibid. P. 426–431.
- [13] Огородников В.А., Ильина А.А. Численное стохастическое моделирование нестационарных метеорологических временных // Сб. мат. VII междунар. научн. конгр. Гео-Сибирь-2011. Новосибирск: Изд. СГГА, 2011. Т. 4. С. 134–138.
- [14] Бреднихин С.А., Каргин Б.А. Моделирование радиационного теплопереноса методом Монте-Карло с температурной коррекцией // Сб. тр. XVII междунар. симп. «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы». Электрон. текстовые, граф. данные.— Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2011.— B253—B257.

Прочие издания

- [1] Каргаполова Н.А. Марковские модели нестационарных временных рядов с периодическими свойствами // Тр. конф. молодых ученых.—Новосибирск, 2011.—С. 21–31.
- [2] Хмель Д.С. Аналитический подход к изучению граничного эффекта в одномерной схеме Т. Кохонена // Там же. С. 93–100.
- [3] Войтишек А.В. Использование сплайнов в дискретно-стохастических численных методах // Тез. докл. Росс. конф. «Методы сплайн-функций», посв. 80-летию со дня рождения Ю.С. Завьялова. Новосибирск: Изд. ИМ СО РАН, 2011. С. 31–32.

- [4] Войтишек А.В. Дискретно-стохастические численные методы // Тез. докл. Пятой междунар. конф. «Математические идеи П.Л. Чебышева и их приложение к современным проблемам естествознания». Обнинск: Изд. ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2011. С. 33–34.
- [5] Войтишек А.В., Марченко М.А., Шкарупа Е.В. Операция независимого суммирования как основа разработки алгоритмов, допускающих эффективное распараллеливание // Тез. докл. Всеросс. конф. «Математическое моделирование и вычислительно-информационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях». Иркутск: Изд. ИДСТУ СО РАН, 2011. С. 34–35.
- [6] Войтишек А.В. Использование приближений оптимальных вероятностных распределений в дискретно-стохастических численных методах // Тез. докл. VI Уфимской междунар. конф. «Комплексный анализ и дифференциальные уравнения». Уфа: Изд. ИМВЦ УНЦ РАН, 2011. С. 48–49.

Сдано в печать

- [1] Каргаполова Н.А., Огородников В.А. Неоднородные марковские цепи с периодическими матрицами переходных вероятностей и их применение для моделирования метеорологических процессов // Rus. J. Numerical Analysis and Mathematical Modelling. 2012. Vol. 26, № 2 (принята в печать).
- [2] Sabelfeld K.K. On an inverse problem of random point processes simulation with a given concentration correlation function // Monte Carlo Methods and Applications, vol. 18 (принята в печать).
- [3] Sabelfeld K.K., Mozartova N.S. Stochastic boundary method of fundamental solutions coupled with the randomized SVD // Monte Carlo Methods and Applications, vol.18 (принята в печать).

Общее количество публикаций

| Центральные издания | _ | 5 |
|---------------------------------|---|----|
| Зарубежные издания | _ | 5 |
| Материалы междунар. конференций | _ | 14 |

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. Российская конференция «Методы сплайн-функций», посвященная 80-летию со дня рождения Ю.С. Завьялова, Новосибирск, Институт математики СО РАН, 31 января— 2 февраля 2011.-1 доклад (Войтишек А.В.).
- 2. Конференция молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, Новосибирск, 12–14 апреля 2011.-3 доклада (Лощина Н.В., Каргаполова Н.А., Хмель Д.С.).
- 3. Международная конференция «Студент и научно-технический прогресс», Новосибирск, НГУ, 16–20 апреля 2011. 4 доклада (Каргаполова Н.А., Литвенко К.В., Малицкая Н.С., Хмель Д.С.).
- 4. Международная конференция «Математические идеи П.Л. Чебышева и их приложение к современным проблемам естествознания», Обнинск, Институт атомной энергетики НИЯУ МИФИ, 14–18 мая 2011.—1 доклад (Войтишек А.В.).
- 5. Всероссийская конференция «Математическое моделирование и вычислительноинформационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях», Иркутск, Институт динамики систем и теории управления СО РАН, 15–17 июня 2011.— 1 доклад (Войтишек А.В., Марченко М.А., Шкарупа Е.В.).
- 6. Всероссийская конференция по вычислительной математике КВМ-2011, Новосибирск, ИВМиМГ СО РАН, 29 июня—1 июля 2011.—4 приглашенных доклада (Войтишек А.В., Сабельфельд К.К., Пригарин С.М, Каргаполова Н.А., Огородников В.А.,

- Савельев Л.Я.); 5 секционных (Войтишек А.В., Пригарин С.М., Литвенко К.В., Сабельфельд К.К. (2), Моцартова Н.С., Лощина Н.В., Шалимова И.А.).
- 7. Международная конференция «Кубатурные формулы, методы Монте-Карло и их приложения», Красноярск, Сибирский федеральный университет, 4–6 июля 2011.— 2 пленарных доклада (Войтишек А.В., Каргаполова Н.А., Огородников В.А., Савельев Л.Я.); 4 секционных (Войтишек А.В.(2), Малицкая Н.С., Сидорова Т.В., Шалимова И.А., Сабельфельд К.К.(2), Лощина Н.В.).
- 8. Международный семинар «Applied Methods of Statistical Analysis, Simulation and Statistical Inference», Новосибирск, Новосибирский государственный технический университет, 20–22 сентября 2011.—5 докладов (Войтишек А.В., Грайфер И.Е., Каргаполова Н.А., Огородников В.А., Савельев Л.Я., Бреднихин С.А., Каргин Б.А.(2), Каргин А.Б., Лавров М.В.).
- 9. VI Уфимская международная конференция «Комплексный анализ и дифференциальные уравнения», Уфа, Институт математики с вычислительным центром Уфимского научного центра РАН, 3–7 октября 2011.— 1 пленарный доклад (Войтишек А.В.).
- 10. Международный симпозиум «Атмосферная радиация и динамика», МСАРД-2011, С. Петербург, 21–24 июня 2011.— 1 приглашенный доклад (Пригарин С.М.).
- 11. European Material Research Society Meeting, Nizza, May, 2011. 1 доклад (Сабельфельд К.К.).
- 12. Eighth IMACS Seminar on Monte Carlo Methods, Borovets, Bulgaria, August 29—September 2, 2011.—1 пленарный доклад (Сабельфельд К.К.).
- 13. VIII Национальная конференция «Рентгеновское синхротронное излучение, нейтроны и электроны для исследования наносистем и материалов. Нано-Био-Инфо-Когнитивные технологии», Москва, РСНЭ-НБИК, 14–18 ноября 2011.—1 доклад (Сабельфельд К.К.).
- 14. Международная конференция «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики посвященная 100-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Алексея Андреевича Ляпунова, Новосибирск, 11–14 октября 2011.—1 доклад (Сабельфельд К.К.).
- 15. Научно-техническая конференция по проблемам гидрометеорологических прогнозов, экологии, климата Сибири (к 40-летию образования ВСибНИГМИ), Новосибирск, 19–20 апреля 2011.—1 доклад (Огородников В.А.).
- 16. International Conference «Computational Information Technologies for Environmental Sciences CITES-2011», Tomsk, Russia, July 8–13, 2011.—1 доклад (Огородников В.А., Ильина А.А.).
- 17. Yong Scientists School «Computational Information Technologies for Environmental Sciences CITES-2011», Tomsk, July 8–13, 2011.—1 доклад (Ильина А.А.).
- 18. Численные стохастические модели нестационарных метеорологических процессов. Рабочая группа «Аэрозоли Сибири»-2011, Томск, Институт оптики атмосферы СО РАН, 28 ноября—2 декабря 2011.—1 доклад (Огородников В.А., Ильина А.А., Каргаполова Н.А.).
- 19. XVII Международный симпозиум «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы»—2011, Томск, Институт оптики атмосферы СО РАН, 28 июня—1 июля 2011.-1 доклад (Бреднихин С.А., Каргин Б.А.).

Всего докладов — 43 в т.ч. пленарных — 9

Участие в оргкомитетах конференций

- 1. Войтишек А.В. член оргкомитета конференции молодых ученых ИВМиМГ СО РАН.
- 2. Войтишек А.В.— член программного комитета международной конференции «Студент и научно-технический прогресс».
- 3. Войтишек А.В.— член программного и организационного комитетов всероссийской конференции по вычислительной математике KBM-2011.
- 4. Войтишек А.В., Огородников В.А., Сабельфельд К.К.—члены программного комитета международной конференции «Кубатурные формулы, методы Монте-Карло и их приложения».
- 5. Сабельфельд К.К.— член программного комитета международной конференции «Eighth IMACS Seminar on Monte Carlo Methods».

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

| 1. | Каргин Б.А. | зав. лаб., | д.фм.н. |
|-----|------------------|----------------|---------|
| 2. | Сабельфельд К.К. | гнс, | д.фм.н. |
| 3. | Огородников В.А. | гнс, | д.фм.н. |
| 4. | Войтишек А.В. | внс, | д.фм.н. |
| 5. | Пригарин С.М. | внс, | д.фм.н. |
| 6. | Левыкин А.И. | снс, | к.фм.н. |
| 7. | Шалимова И.А. | снс, | к.фм.н. |
| 8. | Ухинова О.С. | нс, | к.фм.н. |
| 9. | Каблукова Е.Г. | MHC | |
| 10. | Булгакова Т.А. | мнс 0.5 ст. | |
| 11. | Сересева О.В. | мнс 0.5 ст. | |
| 12. | Каргин А.Б. | инженер 1 кат. | |
| 13. | Федорович Т.С. | ст. техник | |

Каблукова Е.Г., Булгакова Т.А., Сересева О.В.—молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

 Каргин Б.А.
 — профессор НГУ

 Войтишек А.В.
 — профессор НГУ

 Пригарин С.М.
 — профессор НГУ

 Огородников В.А.
 — профессор НГУ

Шалимова И.А. — ст. преподаватель $H\Gamma Y$ Левыкин А.И. — ст. преподаватель $H\Gamma Y$

Руководство аспирантами

1 год , ИВМиМГ (Левыкин А.И.) Митрофанов А.С. Ильина А.А. 2 год, ИВМиМГ (Огородников В.А.) Каргаполова Н.А. 2 год, ИВМиМГ (Огородников В.А.) Константинов П.В. 2 год, ИВМиМГ (Пригарин С.М.) Литвенко К.В. 1 год, ИВМиМГ (Пригарин С.М.) Чабанов А.Д. 2 год, ИВМиМГ (Сабельфельд К.К.) Бреднихин С.А. 3 год, ИВМиМГ (Каргин Б.А.) Лавров М.В. 2 год, НГУ (Каргин Б.А.) 3 год, НГУ (Сабельфельд К.К.) Моцартова Н.С. Лощина Н.В. 2 год, НГУ (Сабельфельд К.К.)

Руководство студентами

Алешина Т.В 4 курс ММФ НГУ (Пригарин С.М.) Дарибазарон Б.Г. 4 курс ММФ НГУ (Огородников В.А.) 4 курс ММФ НГУ (Пригарин С.М.) Дульзон О.В. Зарукин Д.А. — 4 курс ММФ НГУ (Войтишек А.В.) Няшин К.М. — 4 курс ММФ НГУ (Шалимова И.А.) Чалков А.О. — 4 курс ММФ НГУ (Шалимова И.А.) Базаров К.Б. 6 курс ММФ НГУ (Пригарин С.М.) Морозов Р.А. 5 курс ФФ НГУ (Каргин Б.А.) 5 курс ММФ НГУ (Войтишек А.В.) Тенцер А.А. Зарубин А.Г. 6 курс ММФ НГУ (Пригарин С.М.) Малинкая Н.С. 6 курс ММФ НГУ (Войтишек А.В.) 6 курс ММФ НГУ (Левыкин А.И.) Мамербеков А.К. Пригарин А.С. 6 курс ММФ НГУ (Огородников В.А.) Тучанов Б.Н. 6 курс ММФ НГУ (Левыкин А.И.) 6 курс ММФ НГУ (Войтишек А.В.) Хмель Д.С. Че Н.К. 6 курс ММФ НГУ (Пригарин С.М.)

Защиты дипломников

Шевелёва О.С. — магистрант (Левыкин А.И.) Митрофанов А.С. — специалист (Левыкин А.И.) Литвенко К.В. — специалист (Пригарин С.М.)

Учебная и методическая литература

[1] Пригарин С.М. Основы статистического моделирования переноса поляризованного оптического излучения (учебное пособие). — Новосибирск НГУ, 2010. — 108 с.

Премии и награды

- 1. Лощина Н.С.— первая премия на Конференции молодых ученых ИВМиМГ СО РАН (апрель 2011 года).
- 2. Хмель Д.С.—третья премия на Конференции молодых ученых ИВМиМГ СО РАН (апрель 2011 года).
- 3. Каргаполова Н.А.—третья премия на Конференции молодых ученых ИВМиМГ СО РАН (апрель 2011 года).
- 4. Литвенко К.В.— вторая премия на конференции «Студент и научно-технический прогресс», НГУ.

Лаборатория вычислительной физики

Зав. лабораторией д.ф.-м.н. В.М. Свешников

Важнейшие достижения

Разработаны алгоритмы повышенной точности расчета электронно-оптических систем с подвижным плазменным эмиттером. Численное моделирование рассматриваемых систем приводит к решению нелинейной самосогласованной задачи расчета интенсивного пучка заряженных частиц, в котором главную роль играет определение положения и формы плазменного эмиттера. С этих позиций был разработан экономичный алгоритм расчета плазменного эмиттера повышенной точности. Он основан на методе декомпозиции расчетной области на две подобласти: прикатодную и основную. Повышение точности расчетов достигается за счет выделения прикатодной особенности. Задача нахождения положения и формы плазменной границы формулируется как задача решения нелинейных уравнений Пуанкаре—Стеклова, следующих из условий сопряжения для потенциала электрического поля и его производных на границе подобластей. Это уравнение аппроксимируется системой нелинейных операторных уравнений, которая решается экономичным вариантом метода спуска. Проведены численные эксперименты, показывающие эффективность предложенного подхода.

(д.ф.-м.н. В.М. Свешников)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.2.2. «Разработка параллельных и распределенных компьютерных технологий для задач математического моделирования на основе кластерных суперЭВМ» (№ госрегистрации 012010022448)

(Научный руководитель проекта — академик РАН Б.Г. Михайленко)

Раздел 2. «Параллельные алгоритмы и технологии решения задач вычислительной физики»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.М. Свешников)

Разработаны параллельные алгоритмы, технологии и программы для решения краевых задач с сильной неоднородностью, сложной и разномасштабной геометрией. Эти задачи имеют специфические трудности, связанные с тем, что их решение неэффективно ни на структурированных сетках, вследствие введения неоправданно большого количества узлов, ни на неструктурированных сетках, вследствие большого объема хранимой информации. В связи с этим решение таких задач ищется на квазиструктурированных несогласованных сетках, которые сочетают простоту структурированных сеток с адаптивными свойствами неструктурированных. Получены оценки эффективности распараллеливания на примере модельной задачи на различном числе процессоров и на различных несогласованных сетках и объединениях подобластей.

Разработан пакет прикладных программ Эра-2В для моделирования интенсивных пучков заряженных частиц на адаптивных несогласованных квазиструктурированных сетках. Пакет состоит из трех частей: графического интерфейса, процессора и сервисной системы. При помощи графического интерфейса осуществляется ввод исходных данных о геометрии расчетной области, граничных условиях, квазиструктурированной сетке, пучке заряженных частиц. Процессор пакета проводит расчет потенциала электрического поля, интегрирование уравнений движения, вычисление объемного заряда, вносимого частицами, решение нелинейной самосогласованной задачи. При этом применяется ите-

рационный метод декомпозиции расчетной области для вычисления потенциала электрического поля, поэлементная технология расчета пучка заряженных частиц и экономичный вариант метода спуска для решения нелинейной задачи. Сервисная система пакета осуществляет вывод в наглядной форме результатов расчета, таких как, например, эквипотенциальные линии, траектории движения заряженных частиц, фазовые портреты пучка и другие.

Предложен простой по идее и численной реализации полуаналитический метод вычисления потенциала и сил притяжения для тел эллипсоидальной формы с плотностью, заданной на неравномерной сетке. Метод иллюстрируется численными экспериментами, для которых построены достаточно сложные тестовые функции, представляющие собой точный потенциал и силу притяжения эллипсоида вращения, обладающего эллиптическим распределением плотности.

Предложена модификация метода решения динамических задач теории упругости, использующая преобразование Лагерра по времени. Суть подхода состоит в следующем. Преобразование Лагерра используется на последовательности конечных интервалов по времени. Полученное решение в конце одного временного отрезка используется в качестве начальных данных для решения задачи на следующем временном отрезке. Основные идеи подхода иллюстрируются на простых примерах. Показано, что использование такого подхода позволяет получить решение с высокой точностью на больших интервалах по времени.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 11-01-00205 «Базовая система моделирования: концепция, алгоритмы и технологии решения много-дисциплинарных задач на МВС экстремального уровня» (Руководитель – д.ф.-м.н. В.П. Ильин)

Описаны концепция и архитектурные принципы построения основных программных компонент БСМ как проблемно-независимых интегрируемых средств поддержки стадий математического моделирования (формирование геометрических и функциональных исходных данных, дискретизация задачи и генерация адаптивных сеток, аппроксимация многомерных начально-краевых задач для систем дифференциальных уравнений, решение возникающих сеточных СЛАУ большой размерности, реализация оптимизационных алгоритмов для решения обратных задач, пост-обработка и визуализация результатов).

Предложена и апробирована технология автономного модульного программирования инструментальных блоков БСМ на основе множественных структур данных (геометрических и функциональных, сеточных и алгебраических) с возможностями конвертации, обеспечивающая гибкие внутренние интерфейсы и внешние связи с приложениями (в том числе графическими и САПРовскими), инкапсулируемыми из сторонних операционных обстановок.

Разработаны алгоритмы и вычислительно-информационные конечно-элементные технологии моделирования трехмерных электромагнитных полей с гармонической зависимостью от времени, включая средства автоматизации символьных преобразований для реализации громоздких формул нахождения элементов локальных матриц жесткости и масс при использовании базисных функций на неструктурированной сетке до четвертого порядка включительно. Методы реализованы в составе ППП HELMHOLTZ для трех вариационных постановок—в терминах напряженности электрического поля, векторного и скалярного потенциала, а также в смешанной формулировке с множителями Лагранжа. Получаемые комплексные крупноблочные СЛАУ решаются с помощью быстрых итерационных предобусловленных методов в подпространствах Крылова, включая алгебраические многосеточные методы на основе использования специальных матричных свойств иерархических базисных функций.

Проект РФФИ№ 10-01-90009-Бел-а «Вычислительные технологии решения задач анализа и синтеза электронно-оптических систем» (Руководитель — д.ф.-м.н. В.М. Свешников)

Предложены, исследованы и реализованы новые эффективные алгоритмы нахождения подвижной плазменной границы в электронно-оптических системах (ЭОС), разрабатываемых белорусскими партнерами. К особенностям таких ЭОС относится то, что в режиме эмиссии с открытой поверхности плазмы при повышенном рабочем давлении эмитирующая поверхность формируется не только полем ускоряющего электрода, но и полем объемных зарядов парных электронов и ионов, которые образуются в промежутке ускорения вследствие ионизационных процессов. Необходимость в разработке отличного от существующих экономичного алгоритма определения положения и геометрии эмитирующей поверхности плазмы диктуется тем, что задача моделирования плазменных источников электронов вследствие перечисленных выше особенностей таких ЭОС должна включать в себя многократный расчет установившегося положения и формы эмиттера. Основу предлагаемого алгоритма составляет метод декомпозиции расчетной области на прикатодную и основную подобласти. В прикатодной подобласти решение ищется аналитическими методами, в основной подобласти — численными. Расчет траекторий электронов в основной подобласти проводится методом деформируемых трубок тока, который наиболее полно учитывает сложную форму пучка. Задача нахождения положения и формы плазменной границы формулируется как задача решения нелинейных уравнений Пуанкаре-Стеклова на интерфейсе. Это уравнение аппроксимируется системой нелинейных операторных уравнений. Для ее решения был разработан экономичный вариант метода спуска, который требует решения всего одной вспомогательной задачи для вычисления величины спуска. Предложенный подход позволил, кроме того, повысить точность вычислений за счет выделения прикатодной особенности.

Были созданы структуры данных, позволившие провести экономичную реализацию предложенных алгоритмов в программном комплексе, разрабатываемом белорусскими партнерами. При помощи данного комплекса были проведены методические и практические расчеты, показавшие эффективность предложенных алгоритмов.

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Проект РАН № 325 «Параллельные вычислительные методы и программно-информационные технологии для решения больших разреженных СЛАУ» (Руководитель — д.ф.-м.н. В.П. Ильин)

Разработана концепция масштабируемого распараллеливания алгоритмов на различных этапах математического моделирования, приводящих к решению сверхбольших СЛАУ, включающих стадии построения сеток и формирования разреженных матриц в сжатых форматах данных, обеспечивающих минимизацию коммуникационных потерь при использовании современных подходов декомпозиции областей и алгебраических многосеточных методов. Обоснование данного подхода заключается в том, что распараллеливание алгебраической структуры данных (АСД) в сжатых форматах для разреженных матриц, общепринятых в мировой практике из-за необходимости экономии оперативной памяти, может оказаться неэффективным с точки зрения скорости сходимости итераций МДО. Оптимальный, с точки числа итераций по подобластям, алгоритм может быть построен только с учетом геометрических и дифференциальных свойств исходной задачи, а такая информация в сжато-разреженных матричных форматах практически недоступна. Поэтому стратегия декомпозиции расчетной области должна формироваться на стадии

построения сеточных подобластей, и эти принципы полагаются в основу разрабатываемой авторами базовой системы математического моделирования (БСМ).

Разработаны и экспериментально исследованы итерационные предобусловленные методы в подпространствах Крылова с дефляцией, основанных на коррекции направляющих векторов, обеспечивающей дополнительные проективные свойства на подпространства с заданными или апостериори определяемыми базисными векторами. Дефляционный подход позволяет дополнительно ускорять итерационные процессы с учетом свойств конкретных СЛАУ и допускает параллельную реализацию без ухудшения (а фактически с некоторым улучшением) масштабируемости алгоритмов при их выполнении на многопроцессорных вычислительных систем (МВС). В 2011 г. исследования проведены для методов сопряженных градиентов (СС) и обобщенных невязок (GMRES) со следующими предобуславливателями: симметричная последовательная верхняя релаксация, альтернирующий метод Качмажа и модификация Айзенштата для неполной LU(0)-факторизации. Данные алгоритмы эффективно применены для решения трехмерного комплексного уравнения Гельмгольца в задачах электромагнетизма, в том числе с комплексными неэрмитовыми СЛАУ.

Проект № 1.3.4 «Вычислительные методы и технологии базовой системы математического моделирования»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.П. Ильин)

Внедрена в опытную эксплуатацию на Суперкомпьютерном центре СО РАН первая рабочая версия библиотеки программ Krylov для решения больших разреженных СЛАУ с симметричными и несимметричными матрицами, включая параллельную версию одномерной декомпозиции фронтального типа с варьируемым перехлестом подобластей, реализуемую автоматически в универсальном формате CSR (compessed sparse row). При этом внешние итерации по подобластям осуществляются в пространстве следов с помощью алгоритма GMRES, а экономичное решение вспомогательных СЛАУ в подобластях выполняется с помощью программы PARDISO из библиотеки INTEL MKL.

Продолжились работы по моделированию трехмерных гармонических электромагнитных полей в рамках пакета HELMHOLTZ. Был построен алгебраический мультисеточный предобуславливатель, использующий аппроксимацию вариационной задачи иерархическими базисными функциями высоких порядков. Были исследованы возможности распараллеливания предобуславливателя и итерационного решателя FGMRES, получено ускорение до 10 раз на практических задачах на машинах с общей памятью (Intel Xeon X7560, 32 ядра).

Библиотека Krylov и пакет HELMHOLTZ являются составными частями БСМ.

Проект ИП СО РАН № 26 «Математические модели, численные методы и параллельные алгоритмы для решения больших задач СО РАН и их реализация на многопроцессорных суперЭВМ»

(Координатор программы — академик РАН Б.Г. Михайленко, отв. исполнитель блока 1.1. — д.ф.-м.н. В.М. Свешников)

Исследован процесс распараллеливания алгоритмов решения краевых задач на прямоугольных квазиструктурированных сетках, который имеет некоторые особенности, связанные с равномерной загрузкой процессоров. Обычно используемое при распараллеливании отображение одна подобласть— один процессор в этом случае недопустимо вследствие того, что подсетки в подобластях могут быть несогласованными, т. е. иметь существенно различное число узлов. Это приводит к разбалансировке загрузки процессоров. Для ее выравнивания предлагается группировать подобласти в объединения, име-

ющие приблизительно одинаковое число узлов, что привносит некоторые изменения в технологию распараллеливания, так как в объединение могут входить как подобласти, не требующие межпроцессорных пересылок, так и подобласти, для которых они необходимы. В последнем случае обмены происходят с процессорами-соседями, номера которых должны быть предварительно определены и сохранены.

С целью исследования эффективности данного нового подхода был проведен цикл численных экспериментов на модельной краевой задаче для уравнения Лапласа в квадратной области с известным аналитическим решением. Расчеты проводились на кластере НКС-30Т Сибирского суперкомпьютерного центра СО РАН. Они показали высокую эффективность распараллеливания и позволили сделать рекомендации по выбору параметров декомпозиции при расчетах на сетках с большим числом узлов.

Проект ИП СО РАН № 59 «Нелинейные волны и процессы переноса за волной в двухфазных системах»

(Координатор программы— академик РАН В.Е. Накоряков, отв. исполнители— д.ф.-м.н. В.П. Ильин, д.ф.-м.н. В.М. Свешников)

Построена математическая модель и устойчивые консервативные алгоритмы для моделирования динамики пузырьков в ячеистой модели парожидкостной среды при мгновенном воздействии скачка внешнего давления. Использовалась достаточно общая постановка с численным решением системы уравнений гидродинамики и теплопроводности в паре и жидкости, связанных на границе пузырька условиями сопряжения в форме Рэлея. Был проведен сравнительный анализ большого количества вычислительных схем, в результате которого выбраны чисто неявные конечно-объемные алгоритмы на пространственной лагранжевой сетке с динамической фиксацией узла на границе пузырька и аппроксимацией временной производной с помощью обратного метода псевдохарактеристик. При этом обыкновенные дифференциальные уравнения на границе раздела сред записываются в гамильтоновой форме, которые аппроксимируются по неявной схеме, обеспечивающей сохранение гамильтониана на временных шагах. В силу неявности задачи, на каждом шаге проводятся итерации с высокой точностью, в целях повышения устойчивости вычислительного процесса. Проведенная верификация созданного математического и программного обеспечения продемонстрировала высокую точность и эффективность алгоритмов на модельных задачах с известным точным решением для широкого диапазона параметров модели и расчетных сеток.

Разработаны устойчивые алгоритмы для численного решения интегро-дифференциального уравнения Кортевега—де Вриза—Бюргерса (KdVB), описывающего нелинейные дисперсионно-диссипативные волновые процессы в парожидкостной среде. Проведен сравнительный анализ явных и неявных методов различного порядка точности. Для учета диссипативной правой части интегрального вида «с памятью» была предложена экономичная процедура рекурсивного типа. На модельном уравнении KdV была продемонстрирована нелинейная неустойчивость ряда известных схем, не обладающих свойством симплектичности, заключающаяся во взрывном разрушении солитонных решений после определенного момента времени. На основе мультисимплектичных неявных схем, устойчивость которых подтверждена модельными расчетами, было изучено влияние диссипативных и дисперсионных эффектов в достаточно широком диапазоне изменения параметров модели.

Публикации

Центральные издания

- [1] Ильин В.П. Параллельные процессы на этапах петафлопного моделирования // Вычислительные методы и программирование. 2011. T. 12, N 1. C. 93–99.
- [2] Ильин В.П., Кныш Д.В. Параллельные методы декомпозиции в пространствах следов // Там же. С. 100-109.
- [3] Бутюгин Д.С. Параллельный предобуславливатель SSOR для решения задач электромагнетизма в частотной области // Там же. С. 110–117.
- [4] Савченко А.О., Савченко О.Я. Обтекание эллипсоида вращения гармоническим векторным соосным полем // Сиб. журн. индустр. математики. 2011. Т. XIV, № 2(46). С. 106—111.
- [5] Ильин В.П., Моргунов К.Г., Чайко А.Н. О методе внутренних точек для решения задачи термодинамического равновесия // Там же.— С. 69–77.
- [6] Ильин В.П., Скопин И.Н. Технологии вычислительного программирования // Программирование. 2011. 0.53 0.5
- [7] Скопин И.Н. Проблемные задачи при изучении общих методов информатики и программирования // Вестн. Росс. ун-та дружбы народов. Сер. Информатизация образования. 2011. 1.000 1.00

Зарубежные издания

- [1] Sveshnikov V. Increased-accuracy numerical modeling of electron-optical systems with space-charge // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A.—2011.—Nº 645.—P. 307–309.
- [2] Beljaev D., Kozyrev A., Sveshnikov V. Program Package ERA-DD for the Solving Two-dimensional Boundary Value Problems on Quasistructured Grids // J. Intern. Scientific Publication: Materials, Methods & Technologies. 2011. Vol. 5, Pt. 2. P. 247—254. http://www.science-journals.eu.
- [3] Il'in V.P., Skopin I.N. Computational Programming Technologies // Programming and Computer Software. -2011.- Vol. 37, N = 4.-P. 210–222.
- [4] Gorbenko N.I. Trust-Region solvers: performance and applications in geosciences // Bull. NCC. Ser. Numer. Anal.—2011.—Iss. 15.—P. 17–25.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Il'in V.P., Butyugin D.S. Mathematical modeling of the surface waves for 2-D potential flow of incompressible fluid // Proc. 10th Intern. Conf. on the Mathematical and Numerical Aspects of Waves.—Vancouver, 2011.—P. 351–354.
- [2] Gasenko V.G., Gorbenko N.I., Il'in V.P. Numerical analysis of integro-differential KdVB equation for modeling the dissipative wave processes // Ibid. P. 397–399.

Прочие издания

- [1] Ильин В.П., Скопин И.Н. Жизненный цикл построения математического моделирования и технология вычислительного программирования // Ершовская конф. по информатике PSI 11. Рабочий семинар «Наукоемкое программное обеспечение». Новосибирск, 2011. С. 110–116.
- [2] Скопин И.Н. Об одном подходе к обучению информатике и программированию // Там же. С. 114-119.
- [3] Скопин И.Н. Инструментальная поддержка технологичной разработки математических моделей // Сб. тр. междунар. конф. «Актуальные проблемы современной математики, информатики и механики–II». Алматы, 2011. С. 344–345.
- [4] Скопин И.Н. Раннее обучение параллельному программированию // Там же. С. 345–346.

- [5] Беляев Д.О., Козырев А.Н., Свешников В.М. Пакет прикладных программ Эра-2В для моделирования интенсивных пучков заряженных частиц на квазиструктурированных сетках // Тр. Междунар. конф. «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посв. 90-летию со дня рождения акад. Н.Н. Яненко. Новосибирск. 2011. http://conf.nsc.ru/files/conferences/niknik-90/fulltext/36286/45510/Sveshnikov.pdf.
- [6] Горбенко Н. И. Численное решение интегро-дифференциального уравнения КдВ для моделирования волн в парожидкостных средах // Там же.—http://conf.nsc.ru/files/conferences/niknik-90/fulltext/40233/47507/CONFniknik.pdf.
- [7] Дудникова Г.И., Вшивкова Л.В. Гибридные численные модели волновых процессов в плазме // Там же. http://conf.nsc.ru/files/conferences/niknik-90/fulltext/49626/51507/Vshivkova.pdf.
- [8] Демидов Г.В., Мартынов В.Н., Михайленко Б.Г. Метод решения эволюционных задач использующий пошаговое преобразование Лагерра // Там же. http://conf.nsc.ru/files/conferences/niknik-90/fulltext/40361/51376/Demidov.pdf.
- [9] Свешников В.М., Залесский В.Г., Петрович О.Н. Расчет ЭОС с плазменным эмиттером на основе метода декомпозиции расчетной области // Тез. докл. 9 Всеросс. семинара «Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики».—М.: ФГУП «НПО «Орион», 2011.—С. 13–14.
- [10] Свешников В.М. Основы распараллеливания решения краевых задач на квазиструктурированных сетках // Тез. докл. Шестой сиб. конф. по параллельным и высокопроизводительным вычислениям. Томск: Изд-во ТГУ, 2011. С. 16–18.
- [11] Рыбдылов Б.Д., Свешников В.М. Об оценках распараллеливания решения краевых задач на квазиструктурированных сетках // Там же.—С. 27.
- [12] Бутюгин Д.С. О параллельном решении СЛАУ задач моделирования трехмерных гармонических электромагнитных полей в частотной области // Там же.—С. 28–29.
- [13] Бутюгин Д.С. Об автоматизации построения алгоритмов моделирования трехмерных электромагнитных полей в частотной области // Сб. науч. тез. XVIII междунар. конф. «Математика. Компьютер. Образование». Пущино, $2011.-C.\ 163.$
- [14] Бутюгин Д.С. О предобуславливании итерационных алгоритмов при решении задач электромагнетизма в частотной области // Тез. докл. Междунар. конф. «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика». Новосибирск, 2011. С. 84.
- [15] Вшивкова Л.В. Дисперсионные свойства гибридной модели плазмы // Тез. докл. Российскомонгольской конф. молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям и управлению. Иркутск—Ханх, 2011. С. 21.
- [16] Вшивкова Л.В. Численное моделирование волновых процессов в бесстолкновительной плазме на основе гибридных моделей // Тез. докл. Междунар. конф. «Суперкомпьютерные технологии математического моделирования (СКТММ-2011)». Якутск, 2011.-C. 76.

Патенты, базы данных, программы

- [1] Свешников В.М., Козырев А.Н. Свидетельство о государственной регистрации программ «Графический интерфейс для автоматизации решения краевых задач на квазиструктурированных сетках», № 2011615504 от 18 мая 2011 г.
- [2] Свешников В.М., Беляев Д.О. Свидетельство о государственной регистрации программ «Программа построения локально-модифицированных квазиструктурированных сеток», N = 2011615642 от 20 мая 2011 г.
- [3] Петухов А.В., Ильин В.П., Бутюгин Д.С. Регистрация ФАП СО РАН № RP11068 «Программа для решения системы линейных алгебраических уравнений предобусловленным методом сопряженных градиентов».

- [4] Петухов А.В., Ильин В.П., Бутюгин Д.С. Регистрация ФАП СО РАН № RP11069 «Программа PGMRes для решения системы линейных алгебраических уравнений предобусловленным методом обобщенных минимальных невязок».
- [5] Петухов А.В., Ильин В.П., Бутюгин Д.С. Регистрация ФАП СО РАН № RP11070 «Программа PCR для решения системы линейных алгебраических уравнений предобусловленным методом сопряженных невязок».

Общее количество публикаций

 Центральные издания
 — 7

 Зарубежные издания
 — 4

 Материалы междунар. конференций
 — 2

 Программы
 — 5

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. 13 th International Symposium Materials, Methods & Technologies, Bulgaria, 7–11 June 2011.—1 доклад (Свешников В.М., Козырев А.Н.).
- 2. Международная конференция «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посвященная 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко, Новосибирск, Россия, 30 мая—4 июня 2011.—6 докладов (Свешников В.М., Козырев А.Н., Бутюгин Д.С., Горбенко Н.И., Вшивкова Л.В., Демидов Г.В., Петухов А.В.).
- 3. Девятый Всероссийский семинар «Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики», Москва, 2011.-1 доклад (Свешников В.М.).
- 4. Всероссийская конференция по вычислительной математике КВМ-2011, Новосибирск, 29 июня—1 июля 2011.—12 докладов (Свешников В.М., Козырев А.Н., Петухов А.В., Бутюгин Д.С., Ильин В.П., Перевозкин Д.В., Панченко Н.В., Гурьева Я.Л., Горбенко Н.И., Вшивкова Л.В.).
- 5. Шестая Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям, Томск, 15–17 ноября 2011.-3 доклада (Свешников В.М., Рыбдылов Б.Д., Бутюгин Д.С.).
- 6. Международная конференция ПАВТ-2011, Москва, 28.03-1.04.2011.-2 доклада (Ильин В.П.).
- 7. XIII Международный семинар «Супервычисления и математическое моделирование», Саров, 3–7.10.2011.—1 доклад (Ильин В.П.).
- 8. XIV Всероссийская конференция-школа «Современные проблемы математического моделирования», Абрау-Дюрсо, 2011.— 3 доклада (Бутюгин Д.С., Петухов А.В., Горбенко Н.И.).
- 9. XVIII Международная конференция «Математика. Компьютер. Образование», Пущино, 2011.—1 доклад (Бутюгин Д.С.).
- 10. 10th International Conference on the Mathematical and Numerical Aspects of Waves, Vancouver, Canada, The Pacific Institute for the Mathematical Sciences, 2011.—2 доклада (Горбенко Н.И., Ильин В.П., Бутюгин Д.С.).
- 11. Российско-монгольская конференция молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям и управлению, Иркутск (Россия)—Ханх (Монголия), 17–21 июня 2011.—1 доклад (Вшивкова Л.В.).
- 12. Международная конференция «Суперкомпьютерные технологии математического моделирования (СКТММ-2011)», Якутск, 28–30 ноября 2011.-1 доклад (Вшивкова Л.В.).
- 13. Ершовская конференция по информатике PSI 11, Новосибирск, 27 июня–1 июля 2011.—4 доклада (Скопин И.Н., Ильин В.П., Козырев А.Н.).

- 14. Летняя школа юных программистов 2011 им. И.В. Поттосина, Новосибирск, 2011.— 1 доклад (Скопин И.Н.).
- 15. Международная конференция «Актуальные проблемы современной математики, информатики и механики», Алматы 28–30 сентября 2011.—2 доклада (Скопин И.Н.).
- 16. Семинар преподавателей информатики г. Алматы в КазНПУ им. Абая, Алматы, 3 октября 2011.—1 доклад (Скопин И.Н.).
- 17. Гольдинские чтения. Конференция, посвященная 75-летию со дня рождения академика РАН С.В. Гольдина, Новосибирск, 1–5 августа 2011.—1 доклад (Ильин В.П.).
- 18. 10-й Всероссийский семинар «Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики», Москва, 25–26 мая 2011.-1 доклад (Ильин В.П.).
- 19. V Международная научно-техническая конференция «Математическое и компьютерное моделирование естественнонаучных и социальных проблем», Пенза, 25–26 мая 2011.-1 доклад (Ильин В.П.).

Всего докладов — 45 в т. ч. пленарных — 10

Участие в оргкомитетах

- 1. Свешников В.М.— член программного комитета Международной конференции по математическому моделированию МКММ-2010, Херсон, Украина, 12–17 сентября 2011 г.
- 2. Свешников В.М.— член программного комитета Шестой Сибирской конференции по параллельным и высокопроизводительным вычислениям.
- 3. Ильин В.П.— член программного комитета Шестой Сибирской конференции по параллельным и высокопроизводительным вычислениям.
- 4. Ильин В.П.—член оргкомитета Международной научно-технической конференции «Математическое и компьютерное моделирования естественнонаучных и социальных проблем».
- 5. Ильин В.П.— член оргкомитета Международной научной конференции «Параллельные вычислительные технологии ПаВТ'2011».
- 6. Ильин В.П.— член оргкомитета Всероссийской конференции по вычислительной математике KBM-2011.
- 7. Ильин В.П. член оргкомитета 10-го Всероссийского семинара «Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики».

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

| 1. | Свешников В.М. | зав. лаб., | д.фм.н. |
|-----|-----------------|----------------|---------|
| 2. | Ильин В.П. | гнс, | д.фм.н. |
| 3. | Гурьева Я.Л. | снс, | к.фм.н. |
| 4. | Савченко А.О. | снс, | к.фм.н. |
| 5. | Гололобова С.П. | нс 0.25 ст., | K.T.H. |
| 6. | Скопин И.Н. | нс 0.4 ст. | |
| 7. | Бутюгин Д.С. | мнс 0.5. | |
| 8. | Вшивкова Л.В. | мнс, | к.фм.н. |
| 9. | Козырев А.Н. | мнс 0.25 ст. | |
| 10. | Перевозкин Д.В. | мнс 0.25 ст. | |
| 11. | Петухов А.В. | мнс | |
| 12. | Шмаков И.А. | мнс 0.25 ст. | |

- 13. Демидов Г.В. вед. инженер 0.5 ст., к.ф.-м.н.
- 14. Ицкович Е.А. вед. программист
- 15. Тарасевич Л.М. техник 1 кат.

Вшивкова Л.В., Петухов А.В., Шмаков И.А., Козырев А.Н., Перевозкин Д.В., Бутюгин Д.С.—молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Ильин В.П. — профессор НГУ Свешников В.М. — профессор НГУ Скопин И.Н. — доцент НГУ

Гололобова С.П. — ассистент преподавателя ВКИ НГУ

Защита диссертаций

Вшивкова Л.В. Защита кандидатской диссертации на тему «Численное моделирование волновых процессов в бесстолкновительной плазме на основе гибридных моделей», 4 октября 2011.

Руководство аспирантами

Бессмельцев М.В. — 2 год, ИВМиМГ (Ильин В.П.) Бутюгин Д.С. — 2 год, НГУ (Ильин В.П.) Панченко Н.В. — 1 год, ИВМиМГ (Ильин В.П.) Шаповалов Н.Ю. — 1 год, НГУ (Ильин В.П.) Молчанов А.В. — 1 год, НГУ (Ильин В.П.)

Защита дипломов

Шеболтаев А.Ю. — магистрант (Скопин И.Н.)
Еремеев И.М. — бакалавр (Скопин И.Н.)
Помелов С.В. — бакалавр (Скопин И.Н.)
Салмин А.И. — бакалавр (Скопин И.Н.)
Бровкина В.О. — бакалавр (Ильин В.П.)
Рудюк Е.О — бакалавр (Ильин В.П.)

Руководство студентами

Рыбдылов Б. магистрант (Свешников В.М.) Бровкина В.О. магистрант (Ильин В.П.) Рудюк Е.О магистрант (Ильин В.П.) Пак Е.Ю. 4 курс (Ильин В.П.) 4 курс (Ильин В.П.) Седаков Е.В. Исаков А.А. магистрант (Ильин В.П.) Корж Д.В. магистрант (Ильин В.П.) Куртов Н.В. магистрант (Скопин И.Н.) Коняев Л. магистрант (Скопин И.Н.) Еремеев И.М. магистрант (Скопин И.Н.) Помелов С.В. магистрант (Скопин И.Н.)

 Салмин А.И.
 — магистрант (Скопин И.Н.)

 Анисимова А.К.
 — магистрант (Скопин И.Н.)

 Коденко Н.В.
 — магистрант (Скопин И.Н.)

 Журко О.Ф.
 — бакалавр (Скопин И.Н.)

 Кульдин А.А.
 — бакалавр (Скопин И.Н.)

 Малюгин Д.С.
 — бакалавр (Скопин И.Н.)

Лаборатория математических задач химии

Зав. лабораторией д.ф.-м.н. Ю.М. Лаевский

Важнейшие достижения

Численно исследован ряд схем сквозного счета для решения уравнения Баклея—Леверетта. Обнаружен «перспективный» класс схем, занимающих промежуточное положение между схемой «явный уголок» и схемой «кабаре». В 2011 г. в применении к уравнению Баклея—Леверетта была исследована схема «кабаре» (А.А. Самарский и В.М. Головизнин, 1998 г.) и ее монотонная модификация (В.М. Головизнин и С.А. Карабасов, 1998 г.). При этом оригинальная схема «кабаре» дает сильно осциллирующее решение перед фронтом ударной волны. Показано, что в определенном диапазоне чисел Куранта численное решение колеблется и за фронтом ударной волны, причем колебания происходят с возрастающей амплитудой около неустойчивого решения. В этом диапазоне чисел Куранта такой же характер численного решения имеет и «монотонная» модификация схемы «кабаре». Далее, нами предложена схема с весами как обобщение схемы «кабаре». При некоторых значениях весов схема существенно выигрывает по точности у схемы «явный уголок» и лишена описанного выше недостатка модифицированной схемы «кабаре». (Т.А. Кандрюкова, д.ф.-м.н. Ю.М. Лаевский).

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект 1.3.1.1 «Оптимальные сеточные методы для высокопроизводительных многопроцессорных ЭВМ в задачах математической физики»

(№ госрегистрации 01201002443)

(Научный руководитель проекта — академик РАН А.Н. Коновалов)

Раздел 2. «Численные методы решения уравнений фильтрации и теплопереноса в приложении к задачам нефтедобычи, фильтрационного горения, геодинамики» (Руководитель — д.ф.-м.н. Ю.М. Лаевский)

Построены 2D и 3D модели фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости: модели вытеснения нефти водой при наличии систем нагнетательных и добывающих скважин. Рассмотрены различные схемы расположения скважин, различные варианты по степени вскрытия, горизонтальные скважины. В частности, в рамках плановой задачи рассмотрены пяти-, семи- и девятиточечные схемы расположения скважин. Для девятиточечной схемы проанализирована стратегия подключения нагнетательных скважин в различные моменты времени с целью минимизации остаточной нефти в пласте на момент заводнения эксплуатационной скважины. Осуществлено распараллеливание задачи фильтрации на кластере ССКЦ НКС-30Т. Установлены коэффициенты ускорения при использовании до 256 процессов. При этом наблюдается ускорение в 80 раз.

Проведен численный анализ различных явных разностных схем сквозного счета для уравнения Баклея—Леверетта с разрывными решениями в двумерном случае. При наличии встречных потоков одной из фаз осуществлена модификация разностной схемы для ликвидации «мертвой зоны». Численно исследован ряд схем сквозного счета для решения уравнения Баклея—Леверетта. Обнаружен «перспективный» класс схем, занимающих промежуточное положение между схемой «явный уголок» и схемой «кабаре». Последний результат выделен как важнейший.

В подотчетном году в докладах РАН опубликована работа по классификации режимов фильтрационного горения газов, в которые включен новый режим звуковых ско-

ростей, занимающий промежуточное положение между режимом высоких скоростей и детонацией. Главная характеристика режима звуковых скоростей— это рост давления, увеличивающего скорость сгорания, но не приводящего к ударной волне как механизму формирования фронта горения (детонации).

Осуществлено моделирование тепловых процессов в литосфере Земли при внедрении интрузивных тел в различные моменты времени. Построены схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов для векторного потока. Проведено численное сравнение полученых схем со схемой Кранка—Николсона. Получены данные по производительности предложенных факторизаций.

Разработана первая версия параллельного пакета для итерационного решения систем уравнений с положительно определенной симметрической матрицей для машин с распределенной памятью. Переобусловливатель основан на алгебраическом аналоге аддитивного метода Шварца. На тестовых расчетах показана эффективность решателя вплоть до 1000 вычислительных процессов. На матрицах из Florida collection показано восьмикратное ускорение по сравнению с прямым параллельным решателем на общей памяти.

Предложен итерационный метод для реализации высокоточных приближений кусочно-гладких функций. Этот метод является дальнейшим развитием опубликованных ранее результатов автора о разложениях функций в быстросходящиеся ряды на основе базисов, скомбинированных из тригонометрических функций. Данный итерационный метод позволяет неограниченно уточнять результаты аппроксимации кусочно-гладких функций. Приведена конкретизация этого метода в плане его практического использования. Созданы специфические базисные функции, приспособленные для решения задач с эллиптическим оператором при разрывных коэффициентах. Характерным свойством построенных базисов является автоматическое выполнение условий сопряжения в решениях этих задач в местах разрывов коэффициентов уравнений. Другим существенным качеством базиса является высокоточная аппроксимация приближенных кусочногладких решений упомянутых задач малым числом базисных функций.

Разработан параллельный алгоритм поиска наилучших кубатурных формул для сферы, инвариантных относительно групп вращений диэдра D6 и тетраэдра. Для порядка точности n=3 наилучшая кубатурная формула группы D6 совпадает с наилучшей формулой группы D6h, а для n=5,7,9 и 11 наилучшие кубатурные формулы группы D6 совпадают с наилучшими кубатурными формулами группы D6d.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 10-01-00102а «Новые вычислительные модели процессов тепломассопереноса в приложении к задачам геологии и геофизики» (Руководитель — д.ф.-м.н. Ю.М. Лаевский)

На кластере НКС-30T разработаны программы для двумерных и трехмерных моделей процессов теплопереноса в смешанной постановке, когда искомыми функциями являются одновременно и температура и тепловой поток.

Разработаны новые схемы расщепления для решения сеточных уравнений теплопереноса в смешанной постановке.

Проведен большой цикл тестовых расчетов двумерной и трехмерной модели фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости при наличии нагнетательных и эксплуатационных скважин для различных схем их взаимного расположения.

Продолжено численное исследование и получены новые данные для некоторых явных схем сквозного счета в применении к вычислению разрывных решений уравнения Баклея—Леверетта.

Разработаны новые высокопроизводительные параллельные программы решения систем сеточных уравнений, основанные на блочных представлениях матриц и переобусловливании типа аддитивного метода Шварца.

Проект РФФИ № 10-01-00427а «Модифицированный метод сферических гармоник и новые квадратурные формулы гауссова типа» (Руководитель—д.ф.-м.н. В.В. Смелов)

Предложен итерационный метод для реализации высокоточных приближений кусочно-гладких функций. Метод является дальнейшим развитием опубликованных ранее результатов руководителя проекта о разложениях функций в быстросходящиеся ряды на основе базисов, скомбинированных из тригонометрических функций. Этот итерационный метод с расщеплением аппроксимационного алгоритма позволяет неограниченно уточнять результаты аппроксимации кусочно-гладких функций. Приведена конкретизация метода в плане его практического использования.

Созданы специфические базисные функции, приспособленные для решения задач с эллиптическим оператором при разрывных коэффициентах. Характерным качеством построенных базисов является автоматическое выполнение условий сопряжения в решениях этих задач в местах разрывов коэффициентов уравнений. Другим существенным качеством базиса является высокоточная аппроксимация приближенных кусочно-гладких решений упомянутых задач малым числом базисных функций. Разработан метод сглаживания кусочно-постоянных функций с распараллеливанием вычислительного процесса.

Разработан алгоритм поиска наилучших (в некотором смысле) кубатурных формул для сферы, инвариантных относительно общей группы вращений диэдра D6. С помощью этого алгоритма удалось получить параметры всех наилучших кубатурных формул данной группы симметрии до 23-го порядка точности. В ходе этой работы впервые систематически исследованы способы получения наилучших кубатур для сферы в случае группы, не являющейся подгруппой групп вращений правильных многогранников. Получен также ряд наилучших кубатурных формул для сферы до 29-го порядка точности, инвариантных относительно группы вращений тетраэдра.

Проект РФФИ № 11-05-120022офи-м «Создание иерархии численных моделей разномасштабных геофизических процессов и разработка на этой основе специализированных алгоритмов и программного обеспечения для Супер-ЭВМ с гибридной архитектурой, обеспечивающих локализацию кавернозно-трещиноватых коллекторов и реконструкцию их микроструктуры в целях прогнозирования фильтрационных потоков на основе решения задач подземной гидродинамики»

(Руководитель — академик РАН Б.Г. Михайленко, исполнители — к.ф.-м.н. А.А. Калинкин, Т.А. Кандрюкова, д.ф.-м.н. Ю.М. Лаевский)

Проведен большой цикл тестовых расчетов двумерной и трехмерной модели фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости при наличии нагнетательных и эксплуатационных скважин для различных схем их взаимного расположения.

Проведено численное исследование и получены новые данные для некоторых явных схем сквозного счета в применении к вычислению разрывных решений уравнения Баклея–Леверетта.

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Проект Президиума РАН 14.8 «Методы решения задач фильтрации двухфазной жидкости на многоядерных вычислительных системах с общей и распределенной памятью» (Руководитель — д.ф.-м.н. Ю.М. Лаевский)

Разработана кластерная модель и проведен большой цикл тестовых расчетов двумерной и трехмерной моделей фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости при наличии нагнетательных и эксплуатационных скважин для различных схем их взаимного расположения. Численные эксперименты показали ускорение в 80 раз при использовании 256 процессов для двумерной задачи и в 30 раз при использовании 64 процессов для трехмерной задачи.

Разработаны новые высокопроизводительные параллельные программы решения систем сеточных уравнений, основанные на блочных представлениях матриц и переобусловливании типа аддитивного метода Шварца.

Проект ОМН РАН 1.3.3 «Новое поколение параллельных алгоритмов на примере решения задач фильтрации жидкости и фильтрационного горения» (Руководитель — д.ф.-м.н. Ю.М. Лаевский)

Разработаны новые схемы расщепления для решения сеточных уравнений теплопереноса в смешанной постановке.

Проведен большой цикл тестовых расчетов двумерной и трехмерной моделей фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости при наличии нагнетательных и эксплуатационных скважин для различных схем их взаимного расположения.

Продолжено численное исследование и получены новые данные для некоторых явных схем сквозного счета в применении к вычислению разрывных решений уравнения Баклея—Леверетта.

ИП СО РАН № 44, Раздел 1.6. «Геодинамическое моделирование коллизионных зон на основе геологических и петролого-геохимических данных (на примере Таймыра и Енисейского кряжа)»

(Руководитель— член-корр. РАН В.А. Верниковский, отв. исполнитель— д.ф.-м.н. Ю.М. Лаевский)

Осуществлено моделирование термохронологии Nb-рудника им. Малышева: последовательное внедрение раскаленных тел в толщу осадочных и метаморфических пород и тепловая релаксация.

Построены новые схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов для векторного потока, использованные для моделирования термохронологии в литосфере Земли.

Публикации

Центральные издания

[1] Бабкин В.С., Коржавин А.А., Лаевский Ю.М. О множественности режимов фильтрационного горения газов // Докл. РАН. — 2011. — Т. 436, № 6. — С. 756—759. (Babkin V.S., Korzhavin A.A., Laevsky Yu.M. On plurality of regimes of filtration gas combustion // Doklady Physics. — 2011. — Vol. 56, № 2. — Р. 122—125.

[2] Тектонотермальная модель формирования орогена на постколлизионной стадии / В.А. Верниковский, А.Е. Верниковская, О.П. Полянский, Ю.М. Лаевский, Н.Ю. Матушкин, К.В. Воронин // Геология и геофизика.—2011.—Т. 52, № 1.—С. 32–50. (A tectonothermal model for the formation of an orogen at the post-collisional stage / V.A. Vernikovsky, A.E. Vernikovskaya, O.P. Polyansky, Yu.M. Laevsky, N.Yu. Matushkin, K.V. Voronin // Rus. Geology and Geophysics.—2011.—Vol. 52, Iss. 1.—P. 24–39.

Материалы международных конференций и совещаний

[1] Попов А.С. Поиск наилучших кубатурных формул для сферы, инвариантных относительно группы вращений тетраэдра // Сб. мат. Междунар. конф. «Кубатурные формулы, методы Монте-Карло и их приложения». — Красноярск, 2011. — С. 94–97. — http://conf.sfu-kras.ru/uploads/Popov AS.pdf.

Прочие издания

- [1] Кандрюкова Т.А. Численное исследование схемы «кабаре» при решении уравнения Баклея— Леверетта // Тр. конф. молодых ученых.—Новосибирск, 2011.—С. 14–20.
- [2] Лаевский Ю.М., Кандрюкова Т.А. Об аппроксимации разрывных решений уравнения Баклея—Леверетта // Тез. Междунар. конф. «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посв. 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко. Новосибирск, 2011. С. 94.
- [3] Голубева Л.А. Способы хранения геометрических данных // Тр. XVI Байкальской всеросс. конф. «Информационные и математические технологии в науке и управлении». Иркутск: Изд. ИСЭМ СО РАН, 2011. Т. III. С. 268–272.
- [4] Goryachikh A., Kalinkin A., Laevsky Yu. Iterative parallel solver for huge sparse matrix // Тез. III Междунар. конф. «Матричные методы в математике и приложения». Москва: Изд. ИВМ РАН, 2011. С. 79.
- [5] Голубева Л.А., Козырев А.Н. Базовые компоненты системы геометрического моделирования БСМ // Тр. Ершовской междунар. конф. по информатике 2011 «Наукоемкое программное обеспечение». Новосибирск, 2011. С. 53–57.

Общее количество публикаций

 Центральные издания
 — 2

 Материалы междунар. конференций
 — 1

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. Всероссийская конференция по вычислительной математике КВМ-2011, Новосибирск, 29 июня—1 июля 2011.—5 докладов (Воронин К.В., Кандрюкова Т.А., Калинкин А.А., Лаевский Ю.М. (пленарный), Попов А.С.).
- 2. Международная конференция «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посвященная 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко, Новосибирск, 30 мая—4 июня 2011.—2 доклада (Кандрюкова Т.А., Калинкин А.А., Лаевский Ю.М.).
- 3. The 3rd International Conference on Matrix Methods in Mathematics and Applications (МММА-2011), Moscow, 22–25 June, 2011.—1 доклад (Калинкин А.А., Лаевский Ю.М.).
- 4. Международная конференция «Кубатурные формулы, методы Монте-Карло и их приложения», Красноярск, 4–7 июля 2011.—1 доклад (Попов А.С.).
- 5. PSI'11: «Workshop on Science Intensive Applied Software», Novosibirsk, June 27–July 1, 2011.—1 доклад (Голубева Л.А.).

- 6. XVI Байкальская всероссийская конференция «Информационные и математические технологии в науке и управлении», Иркутск, ИСЭМ СО РАН, 4–10 июля 2011.— 1 доклад (Голубева Л.А.).
- 7. XLIX Международная научная студенческая конференция «Студент и научно технический прогресс», Новосибирск, 16–20 апреля 2011.—1 доклад (Воронин К.В.).
- 8. Конференция молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, Новосибирск, 27–29 апреля 2011.— 3 доклада (Кандрюкова Т.А., Яровенко А.А., Рябова М.А.).

Всего докладов — 15 в т. ч. пленарных — 1

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

| 1. | Лаевский Ю.М. | зав. лаб., | д.фм.н. |
|-----|-----------------|----------------------------|---------|
| 2. | Смелов В.В. | ΓHC , | д.фм.н. |
| 3. | Калинкин А.А. | снс, | к.фм.н. |
| 4. | Попов А.С. | снс, | к.фм.н. |
| 5. | Голубева Л.А. | нс 0.5 ст., | к.фм.н. |
| 6. | Литвиненко С.А. | нс, | к.фм.н. |
| 7. | Кандрюкова Т.А. | мнс | |
| 8. | Воронин К.В. | инженер | |
| 9. | Сандер И.А. | вед. программист | |
| 10. | Юматова Л.А. | программист 1 кат. 0.5 ст. | |

Кандрюкова Т.А., Калинкин А.А. — молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Лаевский Ю.М. — профессор НГУ Голубева Л.А. — доцент НГУ

Калинкин А.А. — ст. преподаватель НГУ

Кандрюкова Т.А. — ассистент НГУ Литвиненко С.А. — ассистент НГУ

Руководство аспирантами

Кандрюкова Т.А. — 1 год, ИВМиМГ (Ю.М. Лаевский) Бервено Е.В. — 1 год, ИВМиМГ (А.А. Калинкин)

Руководство студентами

Воронин К.В. — 2 к/м ММФ HГУ (Ю.М. Лаевский) Горячих А.С. — 2 к/м ММФ HГУ (Ю.М. Лаевский) Щербаков В.Н. — 2 к/м ММФ HГУ (А.А. Калинкин) Яровенко А.А. — 1 к/м ММФ HГУ (А.А. Калинкин) Рябова М.А. — 5 курс ММФ HГУ (А.А. Калинкин) Андерс А.В. — 4 курс ММФ HГУ (А.А. Калинкин) Андерс Р.В. — 4 курс ММФ HГУ (А.А. Калинкин)

Лаборатория математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере

Зав. лабораторией д.ф.-м.н. В.И. Кузин

Важнейшие достижения

На основе решений полуэмпирического уравнения переноса и диффузии разнородной аэрозольной примеси в атмосфере от высотного источника разработана модель реконструкции толщины слоев выпадений частиц. Распределение состава примеси в источнике по скоростям оседания описывается с помощью двойного гамма-распределения. Для случая грубодисперсной примеси построена модель оценивания по данным наблюдений характерных размеров частиц пепла на различных удалениях от источника вулканического извержения. Апробация предложенных моделей проведена на данных натурных исследований выпадения тефры от плинианских извержений вулкана Чикурачки 1853 и 1986 гг. (о. Парамушир, Курильские острова). Показано, что для реконструкции полей может быть использовано весьма ограниченное число точек измерений. (д.ф.-м.н. В.Ф. Рапута)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.4.1.2 «Решение задач физики атмосферы, гидросферы и окружающей среды методами математического моделирования»

(№ госрегистрации 01201002447)

(Научные руководители — д.ф.-м.н. В.И. Кузин, д.ф.-м.н. В.В. Пененко)

Раздел 1. «Разработка математических моделей динамики атмосферы, океана и водных объектов суши»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.И. Кузин)

Проведена модификация численной модели динамики океана: а) разработана новая версия модели, включающая уровенную поверхность океана в качестве расчетной характеристики, б) в модель включена параметризация изопикнической диффузии, в) реализована новая версия региональной совместной модели океан—лед на численной сетке с разрешением 10–25 км в полярных районах.

В рамках темы международного проекта AOMIP проведено исследование динамики тихоокеанских вод в зависимости от циркуляционных режимов атмосферы. Полученная в численном эксперименте траектория вод отражает динамику атмосферы. Проведено сравнение модельных полей с аналогичными результатами зарубежных партнеров по проекту AOMIP. Проведенное сравнение показало отсутствие единой картины циркуляции тихоокеанских вод и ее изменчивости в участвующих моделях

Исследована чувствительность региональной численной модели Северная Атлантика—Северный Ледовитый океан к параметризации задания потоков на поверхности океана. Показано, что неопределенность в вычислении потоков тепла и соли в значительной степени влияет на распределение модельных полей температуры и солености, что определяет динамику водных масс, в частности, траектории движения тихоокеанских и атлантических вод.

Проведены численные эксперименты по изучению роли сибирских рек в выносе растворенного метана на шельф Арктики. В качестве океанического блока рассматривалась крупномасштабная модель гидротермодинамики Арктического океана, разработанная в ИВМиМГ СО РАН. Высокие концентрации растворенного метана задавались в эстуари-

ях сибирских рек (Обь, Енисей, Лена, Индигирка, Колыма, Яна) в пределах от 30 до 300 нмоль/л в зависимости от реки в соответствии с данными измерений. Были проведены численные эксперименты с параметризацией в модели дополнительного биохимического процесса—окисления метана в слое воды. Скорости окисления метана задавались в соответствии с данными измерений и зависели от сезона и глубины. В результате численного моделирования получено, что за счет окисления растворенного метана отсутствуют процессы его накопления в течение года и высокие концентрации определяются только в районе речного стока. Показано, что окисление метана обеспечивает его эффективный сток в пределах зоны распространения растворенного газа и может уменьшать его поступление в атмосферу

В окрестностях крупных угольных ТЭЦ Новосибирска и Барнаула проведены экспериментальные исследования и численный анализ данных наблюдений содержания тяжелых металлов и редкоземельных элементов во мхах деревьев. Для оценки атмосферного загрязнения от выбранных ТЭЦ использовался зеленый эпифитный мох Pylaisia polyantha (пилезия многоцветковая), широко распространенный в бореальной зоне. Максимальное удаление точек отбора мха от источника загрязнения для ТЭЦ-5 Новосибирска составило 5 км, для ТЭЦ-3 Барнаула—4 км. Содержание химических элементов определяли с помощью нейтронно-активационного анализа на реакторе ИРТ-Т ТПУ Томск. В приближении монодисперсного аэрозоля построена малопараметрическая модель реконструкции выпадений тяжелых металлов, дающая возможность численного анализа данных наблюдений по оси следа до десяти километров.

Результаты численного анализа данных наблюдений позволили восстановить поля накоплений химических элементов во мхах деревьев и выявить закономерности между концентрациями ряда тяжелых металлов. Полученные зависимости указывают на различия в выбросах между ТЭЦ, для ТЭЦ-5 характерны выбросы тяжелых частиц, для ТЭЦ-3— мелкодисперсных частиц, что возможно указывает на различную степень пылеулавливания выбросов. Для рассматриваемых ТЭЦ были прокоррелированы 24 химических элемента. В случае ТЭЦ-3 установлена значительная группа элементов, которые имеют высокие коэффициенты корреляции между собой. Для новосибирской ТЭЦ-5 выделены две группы элементов, которые также имеют высокие коэффициенты корреляции между собой. Проведенные исследования показали, что измеренные уровни содержания во мхах тяжелых металлов и редкоземельных элементов могут быть использованы для оценки длительного техногенного загрязнения атмосферы конкретными источниками.

Проведено исследование формальдегидного загрязнения атмосферы Томска с помощью гибридной статистико-гидродинамической модели. Статистический компонент модели дает среднюю по городу прогностическую концентрацию, детализация пространственного распределения проводится на основе гидродинамического метода. Испытания модели на материалах 2011 г. показали оправдываемость не менее 70%. Гидродинамический блок модели позволяет получать относительные оценки вклада отдельных предприятий или групп источников (в том числе выбросов автотранспорта) в общее загрязнение городской атмосферы. По результатам расчетов вклад автотранспорта в загрязнение формальдегидом атмосферы города можно оценить в 50–80% по отношению к суммарной концентрацией от всех источников.

Проведены исследования изменений подстилающей поверхности в районе Юрубченского месторождения углеводородов в результате антропогенной деятельности. Выявлено изменение показателей альбедо и характеристик подстилающей поверхности на территории месторождения по сравнению с фоновым участком. Эти отличия максимальны в весенний период (составляют 100 % по сравнению с фоновым участком) и минимальны в конце вегетационного периода. При оптимизации системы мониторинга окружающей

природной среды в районах нефтегазовых месторождений необходимо учитывать особенности изменения альбедо подстилающей поверхности.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 11-05-01075 «Изучение распределения водных масс и баланса пресной воды в системе Северный Ледовитый океан—Северная Атлантика на основе численного моделирования»

(Руководитель – д.ф.-м.н. В.И. Кузин)

Шельфовая модель, вложенная в глобальную модель Арктического океана, адаптирована к бассейнам морей Сибирского шельфа. С помощью численных экспериментов с моделью процессов на шельфе, имеющей высокое разрешение, было установлено, что аномалия плотности, образовавшаяся на дне шельфа, перемещается в сторону открытого океана вдоль правого берега естественных углублений рельефа: трогов, каньонов, ложбин. Предложен метод «вытеснения», способный перемещать аномально плотные шельфовые воды вниз по рельефу с вытеснением менее плотных вод. Использование разработанного метода параметризации перемещения вод повышенной плотности привело к значительному пополнению глубинных вод за счет вод, образованных в районах шельфа Баренцева и Карского морей. Эти воды способны в ходе численного эксперимента перемещаться на значительные расстояния от мест их формирования до края шельфа и глубинных районов океана.

Воспроизведены процессы накопления и устойчивости по времени высоких концентраций растворенного метана в море Лаптевых, известные на основе данных наблюдения. Показано, что окисление метана обеспечивает его эффективный сток в пределах зоны распространения растворенного газа, что может уменьшать его поступление в атмосферу.

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Проект СО РАН № 4.4 «Развитие моделей и методов оптимального мониторинга загрязнения территорий Сибири в зонах катастрофического действия природных и техногенных площадных источников» Программы Президиума РАН № 4 (Руководитель — д.ф.-м.н. В.Ф. Рапута)

Разработана модель реконструкции полей выпадений полидисперсной примеси от мгновенного источника. При описании распределения дисперсного состава примеси в источнике по скоростям оседания используются как логнормальное, так и двухпараметрическое гамма-распределение. На основе решений полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии и априорных представлений спектра размеров оседающих аэрозольных примесей получен ряд малопараметрических соотношений для оценивания уровней выпадений загрязняющих веществ по оси следа.

Апробация предложенной модели реконструкции проведена на данных аварийного загрязнения территорий выбросами радионуклидов на Сибирском химическом комбинате (Томск-7) 6 апреля 1993 г и на АЭС «Фукусима-1» в марте 2011 г. На основе данных контактных и дистанционных наблюдений был выполнен численный анализ полей радиоактивного загрязнения территорий в районах следов в различные сроки после аварий. Выявлено вполне удовлетворительно согласованное поведение полученных оценок параметров моделей реконструкции полей по срокам наблюдения. Анализ данных радиационного мониторинга показал, что весьма полезным приемом является выделение

группы параметров, зависящих от характеристик дисперсного состава, что позволяет при восстановлении полей осевых концентраций в другие моменты времени существенно сократить количество используемых измерений. Весьма необходимой является также информация о количественном составе выброшенной в атмосферу радионуклидной смеси. После проведения численной реконструкции поля выпадений нуклидов наличие такой информации дает возможность прогнозирования радиационной обстановки на последующие моменты времени.

Проект СО РАН № 21.2 «Разработка модели циркуляции Арктического океана для изучения распространения загрязняющих примесей и потока пресной воды от сибирских рек»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.И. Кузин)

На основе совместной модели, объединяющей модель Северной Атлантики и Северного Ледовитого океана с учетом динамики льда, и модели Арктических морей и системы вложенных моделей проведены исследования по изучению циркуляции Северного Ледовитого океана и шельфовых процессов.

Осуществлено моделирование процессов формирования и распространения плотных вод Северного Ледовитого океана. Рассмотрены особенности генерации плотных вод в районе ветровой полыньи и возможности численных моделей по транспортировке аномалий придонной плотности из шельфовых районов в глубинные.

Проект СО РАН № 1.3.6 «Комплексные математические модели климата Сибирского региона»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.И. Кузин)

На основе региональной климатической модели атмосферы с высоким пространственным разрешением проведены расчеты по воспроизведению текущего состояния климата, при этом в качестве боковых граничных условий использовались данные реанализа NCEP/NCAR. Основное внимание уделялось описанию гидрологических характеристик (осадки крупномасштабные, конвективные, снег, испарение и пр.). Модель предназначена для изучения гидрологии Сибирского региона в условиях изменений климата.

Для детального изучения Арктических морей на основе совместной модели, объединяющей модель Северного Ледовитого океана и Северной Атлантики, на основе созданного комплекса вложенных моделей с детальным учетом шельфовой динамики проведены исследования влияния повышения разрешения на динамику Арктического океана. Применение региональной вложенной модели позволило проследить, в какой мере более подробное разрешение шельфовых процессов влияет на крупномасштабную динамику. Среди выявленных особенностей можно отметить повышение вихревой активности в районе пролива Фрама. Кроме того, принципиальное различие картины крупномасштабного и регионального движения в районе Баренцева моря состоит в том, что учет региональных особенностей приводит к усилению потока через пролив Фрама.

Междисциплинарный ИП СО РАН № 66 «Разработка научных и технологических основ мониторинга и моделирования природно-климатических процессов на территории Большого Васюганского болота»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.И. Кузин)

Разработана модель климатического речного стока для Сибирского региона. Модель является линейной резервуарной моделью с разрешением 1/3 градуса. Модель составлена из линейных резервуаров в ячейках сетки. В каждой ячейке производится учет

процентного содержания болот и озер. В качестве предварительной апробации по модели проведены расчеты климатического речного стока в Обь-Иртышском бассейне.

Проведено сравнение результатов моделирования среднеклиматических годовых стоков на основе данных реанализа NCEP/NCAR с годовыми расходами, полученными на основе гидрологических съемок. Отличия составляют 5%. Рассчитан годовой ход гидрографа для бассейна реки Оби. Полученные результаты показывают, что амплитуда гидрографа для Оби на створе Салехарда меньше климатических данных на 12%, а наступление весеннего половодья запаздывает по фазе на месяц. Предварительные результаты моделирования стока рек Обь-Иртышского бассейна позволяют надеяться на получение адекватного соответствия модельных и измеренных характеристик речного стока при подключении в региональную климатическую модель.

Междисциплинарный ИП СО РАН № 84 «Анализ рисков заболеваемости населения территорий Сибири на основе малопараметрических реконструкций полей химического и радиоактивного загрязнения»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.Ф. Рапута)

В 2011 г. проводились полевые, химико-аналитические исследования и численный анализ данных наблюдений загрязнения территорий ряда крупных городов юга Западной Сибири, включая Новосибирск, Кемерово, Барнаул, Томск, Искитим. Особое внимание уделялось изучению состояния загрязнения в городах социально-значимых объектов (территорий детских садов, учебных заведений и т. д.). На основе сопряженных исследований длительного загрязнения в рассматриваемых городах Сибири атмосферного воздуха и снежного покрова на стационарных постах Росгидромета проведена оценка канцерогенных, рефлекторных, хронических рисков здоровью населения при ингаляционном воздействии в зимний период времени. Численный анализ данных наблюдений загрязнения снегового покрова в городах позволил выявить на высокие риски заболеваемости от бенз(а)пирена, диоксида азота.

В районах высокого техногенного загрязнения (предприятия коксохимии, ТЭЦ, крупные автомагистрали, промышленные площадки) выполнены экспериментальные и численные исследования полей загрязнения. Получены оценки относительных рисков онкозаболеваемости населения, проживающего на этих территориях. Например, в зонах наиболее интенсивного влияния выбросов автомагистрали по ул. Большевистской Новосибирска наблюдается высокий уровень онкозаболевания населения. Аналогичная картина имеет место для ряда районов Барнаула, Искитима, Заринска.

Публикации

Центральные издания

- [1] Коковкин В.В., Рапута В.Ф., Романов А.Н., Морозов С.В. Исследование процессов регионального загрязнения снегового покрова городами юга Западной Сибири // Ползуновский вестник. 2011. N 4–2. С. 89–93.
- [2] Рапута В.Ф. Модели реконструкции полей радиоактивного загрязнения территорий после ядерных взрывов // Там же. С. 133–137.
- [3] Романов А.Н., Рапута В.Ф., Морозов С.В. и др. Полиароматические углеводороды в снежном покрове г. Барнаула // Там же. С. 78–80.
- [4] Малахова В.В. Метангидраты как возможный источник метана в период ледниковомежледникового цикла // Оптика атмосферы и океана. 2011. Т. 24, № 1. С. 84–87.
- [5] Рапута В.Ф., Таловская А.В., Коковкин В.В., Язиков Е.Г. Анализ данных наблюдений аэрозольного загрязнения снегового покрова в окрестностях Томска и Северска // Там же. С. 74–78.

- [6] Опенко Т.Г., Рапута В.Ф., Коковкин В.В., Шевчук Е.И. Заболеваемость злокачественными новообразованиями на территории с высокой техногенной нагрузкой // Мир науки, культуры и образования. 2011. № 1(26). С. 358–363.
- [7] Павлов В.Е., Морозов С.В., Рапута В.Ф. и др. Закономерности аэрозольных выпадений полиароматических углеводородов в сфере влияния г. Барнаула // Химия в интересах устойчивого развития. 2011. Т. 19. С. 287–294.
- [8] Платов Г.А. Численное моделирование формирования глубинных вод Северного Ледовитого океана. Ч. І: Идеализированные тесты // Изв. РАН. Сер. ФАО. — 2011. — Т. 47, № 3. — С. 393–408.
- [9] Платов Г.А. Численное моделирование формирования глубинных вод Северного Ледовитого океана. Ч. II: Результаты региональных и глобальных расчетов // Там же.— С. 409–425.
- [11] Щербаков А.В., Малахова В.В. Влияние величины шага по времени на результаты численного моделирования глобального океанского климата // СибЖВМ. 2011. Т. 14, № 3. С. 215—230.
- [12] Щербаков А.В., Малахова В.В. Моделирование отклика океана на изменение термохалинного состояния поверхностных вод с временным масштабом ледникового периода // Оптика атмосферы и океана. 2011. Т. 24, № 8. С. 722–725.
- [13] Щербаков А.В., Малахова В.В. Изучение влияния пространственного разрешения на время установления задачи при численном моделировании глобального климата океана // Вычислительные технологии. − 2011. − Т. 16, № 5. − С. 115−127.
- [14] Ярославцева Т.В., Рапута В.Ф. Численная модель реконструкции полей выпадений вулканического пепла // Оптика атмосферы и океана. 2011. Т. 24, № 6. С. 521–524.

Зарубежные издания

[1] Proshutinsky A., Aksenov Y., Golubeva E. et al. Recent advances in Arctic Ocean studies employing models from the Arctic Ocean Model Intercomparison Project // Oceanography.—2011.—Vol. 24.—P. 102–113.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Коковкин В.В., Рапута В.Ф., Морозов С.В. и др. Анализ состояния длительного загрязнения атмосферы и снежного покрова г. Новосибирска // Мат. VII междунар. научн. конгр. «ГЕО-Сибирь-2011». Новосибирск: Изд. СГГА, 2011. Т. 4. С. 78–82.
- [2] Рапута В.Ф., Романов А.Н., Коковкин В.В. и др. Сопряженные исследования длительного загрязнения атмосферы и снежного покрова г. Барнаула // Там же. С. 83–87.
- [3] Щербаков А.В., Малахова В.В. Изучение влияния вертикального разрешения на время установления задачи при моделировании глобального климата океана // Там же. С. 128–133.
- [4] Ярославцева Т.В., Рапута В.Ф. Численная реконструкция полей выпадений вулканического пепла // Там же.—С. 122–127.
- [5] Коковкин В.В., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю. Экспериментальные исследования и численный анализ данных наблюдений регионального загрязнения окрестностей городов юга Западной Сибири // Тр. Междунар. конф. «Вычислительные и информационные технологии для наук об окружающей среде. «CITES-2011».—Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2011.—С. 187–191.
- [6] Рапута В.Ф., Ярославцева Т.В. Модели реконструкции полей выпадений вулканического пепла // Там же.—С. 144–148.

Прочие издания

- [1] Битехтина М.А., Михайлюта С.В., Тасейко О.В., Леженин А.А. Эволюция пограничного слоя и особенности загрязнения атмосферы в условиях города // Сб. тр. XI всеросс. конф. с участием иностранных ученых «Проблемы мониторинга окружающей среды». Кемерово: Изд. КемГУ, 2011. С. 149.
- [2] Михайлюта С.В., Тасейко О.В., Леженин А.А., Трофимова Н.В. Изменение подстилающей поверхности в районе Юрубченского месторождения в результате антропогенной деятельности // Там же.—С. 211–216.
- [3] Рапута В.Ф. Численный анализ данных аэрозольных выпадений радионуклидов при аварийных выбросах в атмосферу // Там же.— С. 228–232.
- [4] Малахова В.В., Голубева Е.Н. Роль речного стока в увеличении концентрации растворенного метана в водах восточно-сибирского шельфа // Мат. Девятого сиб. совещ. по климато-экологическому мониторингу / Под ред. М.В. Кабанова. Томск: Изд-во Аграф-Пресс, 2011. С. 146—148.
- [5] Рапута В.Ф., Коковкин В.В., Романов А.Н. Экспериментальные и численные исследования процессов регионального загрязнения снегового покрова городами юга Западной Сибири // Там же.— С. 212–214.
- [6] Рапута В.Ф. Анализ изменений химического состава хвои деревьев в окрестностях нефтегазового факела // Там же. С. 253—255.
- [7] Опенко Т.Г., Рапута В.Ф., Коковкин В.В., Шевчук Е.И. Заболеваемость злокачественными новообразованиями на территории с высокой техногенной нагрузкой // Мат. Росс. научн.-практ. конф. «Инновации в онкологической практике». Барнаул: АЗБУКА, 2011. С. 45–46.
- [8] Рапута В.Ф., Коковкин В.В., Богатырев С.Н. и др. Состояние загрязнения и динамика показателей здоровья населения в окрестностях Новосибирского оловокомбината // Там же.— С. 58–59.
- [9] Романов А.Н., Рапута В.Ф., Морозов С.В. и др. Оценка атмосферного загрязнения окружающей среды канцерогенными полиароматическими углеводородами по результатам химического анализа проб снегового покрова г. Барнаула // Там же. С. 359—362.
- [10] Романов А.Н., Рапута В.Ф., Безуглова Н.Н. и др. Полиароматические углеводороды в пробах снежного покрова на территории ОАО «Алтай-Кокс» // Там же.— С. 362–365.
- [11] Романов А.Н., Рапута В.Ф., Безуглова Н.Н. и др. Формирование уровня загрязнения снегового покрова полиароматическими углеводородами в зоне влияния ОАО «Алтайкокс» // Там же.— С. 329–330.
- [12] Рапута В.Ф., Коковкин В.В., Девятова А.Ю. и др. Закономерности длительного загрязнения атмосферы и снегового покрова г. Новосибирска // Труды СибНИГМИ.—Новосибирск: Издво СО РАН, 2011.—Вып. 106.—С. 130–142.
- [13] Шлычков В.А., Селегей Т.С., Мальбахов В.М., Леженин А.А. Диагноз экстремальных концентраций формальдегида в г. Томске на основе численного моделирования // Там же. С. 33–43.
- [14] Ярославцева Т.В., Рапута В.Ф. Численная модель восстановления полей выпадений вулканического пепла по данным наблюдений // Там же.— С. 181–187.
- [15] Рапута В.Ф., Олькин С.Е., Коковкин В.В., Морозов С.В. Экспериментальные исследования атмосферных выносов загрязняющих примесей с территории Новосибирска // Департамент природн. ресурсов и охраны окружающей среды Новосибирской обл.: Государственный доклад «Состояние окружающей среды Новосибирской области в 2009 г.» Новосибирск, 2010. С. 12–16.
- [16] Рапута В.Ф., Коковкин В.В., Шуваева О.В. Сравнительный анализ загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова г. Томска // Ежегодный обзор департамента природн. ресурсов и охраны окружающей среды Томской обл. «Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2010 г.». Томск: Изд-во «Графика DTP», 2011. С. 103–104.
- [17] Платов Г. А. Численное исследование гидродинамических процессов в окраинных морях и в шельфовой зоне: Автореф. дис... доктора физ.-мат. наук: 25.00.29. Новосибирск, 2011. $29~\rm c$.

Сдано в печать

- [1] Кузин В.И., Крупчатников В.Н., Крылова А.И., Лаптева Н.А., Мартынова Ю.В., Фоменко А.А. Математическое моделирование гидрологии поверхности Обь-Иртышского бассейна. Статья в коллективной монографии. Изд-во СО РАН (В печати).
- [2] Кузин В.И., Платов Г.А., Голубева Е.Н., Малахова В.В. Численное моделирование процессов в Северном Ледовитом океане // Изв. РАН. Сер. ФАО (в печати).
- [3] Селегей Т.С., Шлычков В.А., Леженин А.А., Мальбахов В.М. Модель локального прогноза формальдегидного загрязнения атмосферы в г. Томске на основе статистических и гидродинамических методов // Метеорология и гидрология. 2012. № 3 (в печати).

Патенты и регистрация программ для ЭВМ

- [1] Девятова А.Ю., Рапута В.Ф. Программный комплекс «Моделирование полей пылеаэрозольных выпадений от точечного источника для оценки загрязнения окружающей среды» / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011610146. (Зарегистрирована в реестре программ для ЭВМ 11 января 2011 г.)
- [2] Девятова А.Ю., Рапута В.Ф. Программный комплекс «Моделирование полей пылеаэрозольных выпадений для оценки загрязнения окружающей среды от регионального техногенного источника» / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011614181. (Зарегистрирована в реестре программ для ЭВМ 27 мая 2011 г.)

Общее количество публикаций

| Центральные издания | _ | 14 |
|-------------------------------------|---|----|
| Зарубежные издания | _ | 1 |
| Материалы международных конференций | _ | 6 |
| Патенты и регистрация программ | _ | 2 |

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. 11 Conference on Polar Meteorology and Oceanography, Boston, MA, 2–5 May, 2011.— 1 доклад (Голубева Е.Н.).
- 2. 7 Генеральная ассамблея Европейского геофизического союза EGU-2011, Вена. 4 доклада (Кузин В.И., Голубева Е.Н., Платов Г.А., Малахова В.В., Юсупова Д.Ф.).
- 3. 7 Международный научный конгресс «Гео-Сибирь-2011», Новосибирск, 19–29 апреля 2011.—8 докладов (Кузин В.И., Фоменко А.А., Лаптева Н.А., Платов Г.А., Малахова В.В., Голубева Е.Н., Рапута В.Ф., Леженин А.А., Мальбахов В.М.).
- 4. AOMIP, Workshop 15, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachusetts, November 1–4, 2011. 3 доклада (Голубева Е.Н., Платов Г.А., Малахова В.В., Юсупова Д.Ф.).
- 5. 18-я Рабочая группа «Аэрозоли Сибири», Томск, 29 ноября—2 декабря 2011.—12 докладов (Рапута В.Ф., Леженин А.А., Мальбахов В.М., Кузин В.И., Фоменко А.А., Лаптева Н.А., Платов Г.А., Малахова В.В., Голубева Е.Н.).
- 6. Российская научно-техническая конференция «Проблемы гидрометеорологических прогнозов, экологии, климата Сибири» (к 40-летию образования СибНИГМИ), Новосибирск, 19–20 апреля 2011.—4 доклада (Кузин В.И., Платов Г.А., Голубева Е.Н., Рапута В.Ф., Леженин А.А., Мальбахов В.М.).
- 7. Российская научно-практическая конференция «Инновации в онкологической практике», Барнаул, 14–15 июня 2011.-1 доклад (Рапута В.Ф.).
- 8. Международная научно-практическая конференция «Региональные экологические проблемы», Барнаул, 22–24 сентября 2011.—1 доклад (Рапута В.Ф.).

- 9. Международная конференция «Вычислительные и информационные технологии для наук об окружающей среде «СІТЕS-2011», Томск, 9–13 июля 2011.—7 докладов, в т.ч. 2 пленарных (Платов Г.А., Кузин В.И., Рапута В.Ф., Голубева Е.Н., Юсупова Д.Ф., Боровко И.В.).
- 10. IX Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу, Томск, 3–6 октября 2011.—4 доклада, в т.ч. 1 пленарный (Кузин В.И., Фоменко А.А., Крылова А.И., Лаптева Н.А., Рапута В.Ф.).
- 11. XI Всероссийская конференция «Проблемы мониторинга окружающей среды», Кемерово, 24–28 октября 2011.—3 доклада (Рапута В.Ф., Леженин А.А.).
- 12. I Международная Российско-казахстанская конференция по химии и химической технологии, Томск, 26–28 апреля 2011.—1 доклад (Рапута В.Ф.).
- 13. «Гидродинамическое моделирование динамики Черного моря», Севастополь, 19–24 сентября 2011.—2 доклада (Кузин В.И., Юсупова Д.Ф.).
- 14. Международный симпозиум «Атмосферная радиация и динамика» (МСАРД-2011), Санкт-Петербург, 21–24 июня 2011.—1 доклад (Мальбахов В.М.).

Всего докладов — 52 в т. ч. пленарных — 3

Кадровый состав лаборатории (на 31.12.2011 г.)

| - | II DII | | |
|-----|----------------|----------------------|---------|
| 1. | Кузин В.И. | зав. лаб., | д.фм.н. |
| 2. | Мальбахов В.М. | внс, | д.фм.н. |
| 3. | Рапута В.Ф. | внс, | д.фм.н. |
| 4. | Фоменко А.А. | внс, | д.фм.н. |
| 5. | Голубева Е.Н. | снс, | к.фм.н. |
| 6. | Крылова А.И. | снс 0.5 ст., | к.фм.н. |
| 7. | Платов Г.А. | снс, | к.фм.н. |
| 8. | Леженин А.А. | СНС | |
| 9. | Малахова В.В. | нс, | к.фм.н. |
| 10. | Боровко И.В. | мнс | |
| 11. | Кравченко В.В. | MHC | |
| 12. | Лобанов А.Н. | мнс 0.25 ст. | |
| 13. | Юсупова Д.Ф. | MHC | |
| 14. | Лаптева Н.А. | мнс 0.25 ст. | |
| 15. | Яковенко Г.Т. | программист 0.55 ст. | |
| 16. | Елепова Г.И. | инженер 0.5 ст. | |
| | | | |

Боровко И.В., Лобанов А.С., Кравченко В.В., Юсупова Д.Ф. — молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Кузин В.И. — профессор НГУ, профессор СГГА Голубева Е.Н. — доцент НГУ Платов Г.А. — доцент НГТУ Крылова А.И. — ст. преподаватель НГУ Леженин А.А. — ст. преподаватель СибАГС

Руководство аспирантами

Голкова Н.В. — 3 год, ИВМиМГ (Е.Н. Голубева)

Защита дипломов

Бочкарева Е.Н. — бакалавр НГУ (Рапута В.Ф.) Борисенко Е.В. — специалист НГУ (Голубева Е.Н.) Кузин В.С. — специалист НГУ (Фоменко А.А.)

Руководство студентами

Тарновская А.Н. — 4 курс НГУ (Кузин В.И.) Крайнева М.В. — 6 курс НГУ (Голубева Е.Н.) Силко А.Ю. — 6 курс НГУ (Голубева Е.Н.) Герасимов Д.Е. — 4 курс НГУ (Рапута В.Ф.)

Защита диссертаций

Платов Г.А. — защита диссертации на соискание ученой степени доктора физикоматематических наук по специальности 25.00.29 — физика атмосферы и гидросферы на тему «Численное исследование гидродинамических процессов в окраинных морях и в шельфовой зоне».

Лаборатория математического моделирования гидротермодинамических процессов в природной среде

Зав. лабораторией д.ф.-м.н. В.В. Пененко

Важнейшие достижения

Разработан новый метод построения дискретно-аналитических аппроксимаций для многомасштабных задач конвекции—диффузии—реакции с помощью вариационных принципов. При этом используются свойства монотонности дифференциальных операторов конвекции—диффузии и свойства разложимости операторов реакции на знакопостоянные части (продукции и деструкции). Применение аппарата локальных сопряженных задач в рамках вариационного подхода обеспечивает построение дискретно-аналитических численных схем, обладающих свойствами аппроксимации, монотонности, устойчивости и транспортивности. Это позволяет моделировать разномасштабные по пространству и времени процессы без использования многосеточных агрегатов. Алгоритмы для реализации схем этого класса имеют параллельную организацию. Численные схемы применяются при решении прямых и обратных задач математической физики, в том числе динамики атмосферы и охраны окружающей среды.

(д.ф.-м.н. В.В. Пененко, к.ф.-м.н. А.В. Пененко, к.ф.-м.н. Е.А. Цветова).

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.4.1.2 «Решение задач физики атмосферы, гидросферы и окружающей среды методами математического моделирования»

(№ госрегистрации 01201002447)

(Научные руководители проекта — д.ф.-м.н. В.И. Кузин, д.ф.-м.н. В.В. Пененко)

Раздел 2. «Развитие моделей и методов для оценок экологической перспективы» (Руководитель — д.ф.-м.н. В.В. Пененко)

Разработаны новые экономичные алгоритмы решения прямых и обратных задач для моделей, описывающих процессы конвекции–диффузии–реакции в атмосфере, почве и водных объектах. Разработанные схемы применяются в новых версиях базовых моделей.

Разработаны и численно исследованы алгоритмы решения и анализа обратной коэффициентной задачи теплопроводности. Алгоритмы основаны на сингулярном разложении оператора чувствительности модели процесса теплопроводности. Сам оператор строится на базе решений прямой и сопряженной задач, для аппроксимации которых использованы дискретно-аналитические схемы. Теоретически исследованы вопросы аппроксимации, устойчивости численных схем и сходимости итерационных процессов для решения обратной задачи.

Разработан модифицированный вариант теории турбулентного переноса импульса и скалярных функций (температуры, концентрации примесей) для стратифицированного пограничного слоя атмосферы. Предложенный вариант теории турбулентности позволяет учесть влияние внутренних гравитационных волн на процесс переноса импульса при сильно устойчивой стратификации, а также физически корректно воспроизвести наблюдаемые мезомасштабные структурные особенности течения.

Выполнена работа по развитию методики расчета гравитационных волн в устойчиво и нейтрально стратифицированной атмосфере над орографическими препятствиями различных типов. Недостающие для прогноза данные рассчитывались с помощью системы обработки входной информации по имеющимся данным наблюдений.

Создана новая версия 3D негидростатической модели гидродинамики вод озера Байкал с учетом процессов переноса и трансформации метана.

На базе разработанной мезомасштабной негидростатической модели атмосферы выполнена серия экспериментов по изучению влияния различных факторов на результаты расчетов (разрешения расчетной сетки, способов аппроксимации рельефа, параметризации физических процессов). Для версии этой модели, адаптированной к условиям сложного рельефа Читино-Ингодинской впадины, был выполнен анализ точности воспроизведения функций состояния атмосферы для относительно грубого и более детального разрешения сеточной области. Часть ложбин и возвышенностей, которые «проваливались» в ячейки крупной сетки, была учтена в численных экспериментах с более мелкоячеистой сеточной областью.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ 11-01-00187 «Вариационная организация математических моделей и методов природоохранного прогнозирования» (Руководитель — д.ф.-м.н. В.В. Пененко)

Сформулирован основной вариационный принцип для построения многоцелевой технологии математического моделирования, ориентированной на решение прямых и обратных задач по изучению изменений качества атмосферы и организации природоохранной деятельности в условиях изменяющего климата. Принципиальная особенность новой технологии состоит в том, что все ее составные элементы взаимно согласованы на всех этапах реализации. Исходя из возможностей вариационного принципа, разработана структура новой версии комплекса математических моделей процессов мезо-регионального масштаба и моделей наблюдений в атмосфере.

Сформулированы универсальные алгоритмы построения численных схем для аппроксимации операторов конвекции—диффузии. Эти алгоритмы адаптированы к условиям конкретных реализаций моделей с учетом специфики процессов трансформации газовых примесей и аэрозолей.

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Программа Президиума РАН № 4.3 «Природоохранное прогнозирование и оценка риска» (Руководитель — д.ф.-м.н. В.В. Пененко)

В рамках сформулированной концепции природоохранного прогнозирования, основанной на совокупности решений прямых и обратных задач для оценок целевых функционалов, характеризующих качество атмосферы, выполнен цикл исследований по разработке методов анализа взаимосвязей между процессами глобального и регионального масштабов. С помощью комплекса 4D моделей полусферного масштаба решены обратные задачи по оценке областей риска/уязвимости/наблюдаемости для регионов Сибири по заданным целевым функционалам качества атмосферы.

Программа Президиума РАН № 20.10 «Исследование разномасштабных гидрофизических процессов и их изменчивости, как основных факторов тепло- и массопереноса в экосистеме озера Байкал» (совместно с ИГиЛ, ЛИН, ИДСТУ) (Отв. исполнитель—к.ф.-м.н. Е.А. Цветова)

С помощью разработанной трехмерной негидростатической модели гидродинамики вод озера Байкал выполнено математическое моделирование разномасштабных процессов, в том числе общей циркуляции озера под влиянием изменяющихся атмосферных воздействий для периода открытой воды, а также процессов локального масштаба, связанных с механизмами подъема и опускания вод, обусловленными изменениями плотности.

Проект СО РАН № 3.1 «Методы численного моделирования в технологии прогнозирования изменений в окружающей среде» (Руководитель — д.ф.-м.н. В.В. Пененко)

Разработан вариационный метод построения положительных монотонных численных схем для блока моделирования микрофизических процессов трансформации влаги в рамках общей модели гидротермодинамики атмосферы. Исследования проводились на примере нелинейной динамический системы, описывающей пятикомпонентную структуру механизмов гидрологического цикла с функциями состояния: водяной пар, облачная вода, дождь, ледовые кристаллы и снег. Монотонность обеспечивается за счет того, что в описании механизмов трансформации выделены операторы типов деструкции и продукции по отношению к искомым функциям состояния. С математической точки зрения эти операторы знакопостоянны: операторы деструкции являются отрицательными, а операторы продукции—положительными на классе неотрицательных функций состояния. Применение аппарата локальных сопряженных задач по времени в рамках вариационного принципа дало возможность построить безусловно положительные, монотонные дискретно-аналитические аппроксимации для блока трансформации влаги.

Публикации

Центральные издания

- [1] Курбацкий А.Ф., Курбацкая Л.И. Структура поля ветра в устойчиво стратифицированном пограничном слое над шероховатой поверхностью // Изв. РАН. Сер. ФАО. 2011. № 3. С. 308—317.
- [2] Курбацкий А.Ф., Курбацкая Л.И. Эффективность вихревого перемешивания в устойчиво стратифицированном атмосферном пограничном слое // ПМТФ. 2011. Т. 52, № 6. С. 1–7.
- [3] Курбацкий А.Ф., Курбацкая Л.И. Инерционная осцилляция в устойчиво стратифицированном атмосферном пограничном слое // Оптика атмосферы и океана. 2011. № 6. С. 1061—1065.
- [4] Курбацкий А.Ф., Курбацкая Л.И. Эффективность вихревого перемешивания в устойчиво стратифицированных течениях окружающей среды // Вестн. Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского. 2011. 1.094. 1.

Зарубежные издания

[1] Penenko V., Baklanov A., Tsvetova E., Mahura A. Direct and Inverse Problems in a Variational Concept of Environmental Modeling // Pure and Applied Geophysics. — 2011. — DOI: 10.1007/s00024-011-0380-5. — P. 1–19.

[2] Yudin M.S. Propagation of a gravity current in the atmosphere over a valley // Bull. NCC. - 2011. - Iss. 14. - P. 65–69.

Материалы зарубежных конференций и совещаний

- [1] Kurbatskiy A.F., Kurbatskaya L.I. Efficiency of eddy mixing in stably stratified atmospheric boundary layer // Proc. VII Intern. Symp. on Stratified Flows.—Roma, 2011.—P. 1–8.
- [2] Курбацкий А.Ф., Курбацкая Л.И. Эффективность вихревого перемешивания в устойчиво стратифицированном атмосферном пограничном слое // Сб. тр. XVII междунар. симп. «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы». Томск: Изд. Ин-та оптики атмосферы им. В.Е.Зуева СО РАН, 2011. С. D13—D17.
- [3] Фалейчик Л.М., Фалейчик А.А., Пьянова Э.А. Геоинформационный анализ результатов численного моделирования для оценки изменений микроклимата // Кулагинские чтения: XI междунар. научн.-практ. конф. Чита: Изд. ЗабГУ, 2011. Ч. IV. С. 66–69.
- [4] Penenko V.V. Numerical modelling of regional scale processes in the atmosphere and environment in context of global changes // Proc. Intern. Conf. «Computational Information Technologies for Environmental Sciences» (CITES-2011). Tomsk, 2011. P. 4–8.

Прочие издания

- [1] Пененко В.В. Математические модели и методы природоохранного прогнозирования // Тр. Междунар. конф. «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посв. 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко. Новосибирск, 2011. С. 1–5. http://conf.nsc.ru/files/conferences/niknik90/fulltext/40601/50033/NikNik_90_Penenko.pdf.
- [2] Цветова Е.А. Моделирование механизмов нелинейной неустойчивости вод озера Бай-кал // Там же. С. 1–5. http://conf.nsc.ru/files/conferences/niknik90/fulltext/40601/50033/NikNik 90 Tsvetova.pdf.
- [3] Пененко В.В. Вариационные принципы построения математических моделей и параллельных алгоритмов для их реализации // Современные проблемы математического моделирования: Сб. тр. XIV всеросс. конф.-школы с международным участием. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального ун-та, 2011. С. 315—316.
- [4] Цветова Е.А Оптимизационный алгоритм с минимизацией неопределенностей для модели гидродинамики озера Байкал //Там же. С. 351–352.
- [5] Пьянова Э.А., Фалейчик Л.М. Мезомасштабное моделирование динамики атмосферы в области со сложным рельефом на расчетных сетках различного разрешения // Там же. С. 322–328.
- [6] Пененко А.В. Численный алгоритм восстановления коэффициентов температуропроводности слоистых пластин // Там же.— С. 310–314.
- [7] Пененко В.В. Методы совместного использования математических моделей и данных наблюдений для природоохранного прогнозирования и мониторинга // Экология. Экономика. Информатика. — Ростов-на Дону: Изд-во Южного федерального ун-та, 2011. — С. 84–86: Мат. 39-й конф. «Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования».
- [8] Цветова Е.А. Моделирование локальных явлений, связанных с присутствием метана в водной толще озера Байкал // Там же. С. 230–233.
- [9] Пененко А.В. Определение температуропроводности почвы по данным измерений на её поверхности // Там же. С. 79—83.
- [10] Фалейчик Л.М., Пьянова Э.А. Технология геоинформационного анализа результатов численного моделирования для оценки состояния окружающей среды // Мат. IV конф. молодых ученых «Геоинформационные технологии и космический мониторинг». Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального ун-та, 2011. С. 233–238.

- [11] Кутненко А.Н. Алгоритм последовательного усвоения данных для задач конвекции—турбулентной диффузии // Тр. конф. молодых ученых.—Новосибирск, 2011.—С. 50–61.
- [12] Пьянова Э.А. Математическое моделирование мезоклиматов и переноса примесей в атмосфере для целей природоохранного прогнозирования: Автореф. дис. . . канд. физ.-мат. наук. Новосибирск, 2011.-18 с.
- [13] Пененко В.В., Пененко А.В. Технологии численного моделирования. Вариационные принципы в природоохранном прогнозировании: Методические указания к практическим занятиям для магистрантов специальности 6М070400 «Вычислительная техника и программное обеспечение»: Методические указания. Усть-Каменогорск: Изд. ВКГТУ, 2011. 25 с.

Сдано в печать

- [1] Пененко А.В. Дискретно-аналитические схемы для решения обратной коэффициентной задачи теплопроводности слоистых сред градиентными методами // СибЖВМ.—2012.—С. 1–15.
- [2] Пененко А.В. Численный алгоритм определения температуропроводности слоистой среды на основе сингулярного разложения оператора чувствительности модели теплопроводности // Сибирские электронные математические известия. Тр. второй междунар. молодежной школы-конф. «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», $2012.-\mathrm{C}.\ 1-19.$
- [3] Пьянова Э.А., Фалейчик Л.М. Информационно-вычислительная технология для сценарных оценок динамики и качества атмосферы // Вычислительные технологии.— 2012.

Общее количество публикаций

| Центральные издания | _ | 4 |
|-------------------------------------|---|---|
| Зарубежные издания | _ | 2 |
| Материалы международных конференций | _ | 4 |

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. Всероссийская конференция «Нелинейные волны: теория и новые приложения», Новосибирск, ИГиЛ СО РАН, 2–4 марта 2011.—2 доклада (Пененко В.В., Цветова Е.А.).
- 2. Международная конференция «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посвященной 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко, Новосибирск, 30 мая—4 июня 2011.—2 доклада (Пененко В.В., Цветова Е.А.).
- 3. Международный научный конгресс «ГЕО-Сибирь-2011», Новосибирск. 2 доклада (Курбацкая Л.И., Юдин М.С.).
- 4. Кулагинские чтения: XI Международная научно-практическая конференция, Чита, $3 a \delta \Gamma V$, 2011.-1 доклад (Пьянова 9.A).
- 5. Всероссийская конференция по вычислительной математике КВМ-2011, Новосибирск, 29 июня—1 июля 2011.—5 докладов (Пененко В.В., Цветова Е.А., Пененко А.В., Курбацкая Л.И., Юдин М.С.).
- 6. International Conference «Computational Information Technologies for Environmental Sciences« (CITES-2011), Tomsk, 3–13 July, 2011.—3 доклада (Пененко В.В., Курбац-кая Л.И., Юдин М.С.).
- 7. Третья международная молодежная научная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач, Новосибирск, 10–15 октября 2011.—2 доклада (Пененко В.В., Пененко А.В.).

- 8. VII-й Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики, Нижний Новгород, 24–30 августа 2011.— 1 доклад (Курбацкая Л.И.).
- 9. 18-я Рабочая группа «Аэрозоли Сибири», Томск, 29 ноября—2 декабря 2011.—5 докладов (Пененко В.В., Цветова Е.А., Курбацкая Л.И., Пьянова Э.А., Юдин М.С.).
- 10. VII International Symposium on Stratified Flows, Roma, Italy, August 22–26, 2011.— 1 доклад (Курбацкая Л.И.).
- 11. XIV Всероссийская молодежная конференция-школа с международным участием «Современные проблемы математического моделирования». 4 доклада (Пененко А.В., Пьянова Э.А., Пененко В.В., Цветова Е.А.).
- 12. IV конференция молодых ученых «Геоинформационные технологии и космический мониторинг», Ростов-на-Дону, 6–8 сентября 2011.-1 доклад (Пьянова 9.A.).
- 13. XXXIX конференция «Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования», Абрау-Дюрсо, Новороссийск, 5–10 сентября 2011.—3 доклада (Пененко В.В., Пененко А.В., Цветова Е.А.).
- 14. XI Всероссийская конференция «Проблемы мониторинга окружающей среды» (ЕМ-2011), Кемерово, 24–27.10.2011.—1 доклад (Курбацкая Л.И.).
- 15. XVII Международный симпозиум «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы», Томск, Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, 2011.—1 приглашенный доклад (Курбацкая Л.И.).
- 16. V Международная конференция «Математические идеи П.Л. Чебышева и их приложение к современным проблемам естествознания», Обнинск, ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 14–18 мая 2011.—3 доклада (Пененко В.В., Цветова Е.А., Пененко А.В.).
- 17. Международная конференция «Актуальные проблемы современной математики, информатики и механики-II», Алматы, 28–30 сентября 2011.—3 доклада (Пененко В.В., Цветова Е.А., Пененко А.В.).
- 18. Международная конференция «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», посвященная А.А. Ляпунову, 11-14 октября 2011.-2 доклада (Пененко В.В., Цветова Е.А.).
- 19. ИНТЕРРА 2011. Технологическая платформа. Технология экологического развития, Новосибирск, сентябрь 2011.-1 доклад (Пененко В.В.).
- 20. Конференция молодых ученых ИВМиМГ, Новосибирск, 1–3 апреля 2011. 1 доклад (Кутненко А.Н.).

| Всего докладов | _ | 43 |
|---------------------------------|---|----|
| в т.ч. пленарных и приглашенных | _ | 7 |

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

- 1. Пененко В.В.—член оргкомитета Конференции молодых ученых ИВМиМГ.
- 2. Пененко В.В.— член программного комитета XIV всероссийской молодежной конференции-школы с международным участием Абрау-Дюрсо, 12–17 сентября 2011 г.
- 3. Пененко В.В.— член программного комитета Всероссийской конференции по вычислительной математике КВМ-2011.

- 4. Пененко В.В.— член программного комитета Школы молодых ученых и международной конференции по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде: «CITES-2011».
- 5. Пененко А.В.— член организационного комитета (зам. председателя) Третьей международной молодежной научной школы-конференции «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск, 10–15 октября 2011 г.

Международные научные связи

- 1. Сотрудничество с Казахским национальным университетом (КазНУ) имени аль-Фараби (Алматы).
- 2. Сотрудничество с Восточно-Казахстанским Государственным Техническим Университетом (ВКГТУ) им. Д. Серикбаева (Усть-Каменогоск).
- 3. Сотрудничество с Danish Meteorological Institute, Copenhagen, Denmark.
- 4. Участие в COST Action ES1004 «EUROPEAN FRAMEWORK FOR ONLINE INTEGRATED AIR QUALITY AND METEOROLOGY MODELLING».

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

- Пененко В.В. зав. лаб. д.ф.-м.н.
 Цветова Е.А. внс, к.ф.-м.н.
- 3. Курбацкая Л.И. снс
- 4. Юдин М.С. снс
- 5. Пененко A.B. мнс 0.6 ст., к.ф.-м.н.
- 6. Позднякова Н.С. мнс 0.2 ст.
- 7. Пьянова Э.А. мнс, к.ф.-м.н.
- 8. Иванова Г.И. техник

Пененко А.В., Позднякова Н.С. — молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Пененко В.В. — профессор НГУ,

Пененко А.В. — ст. преподаватель НГУ

Руководство аспирантами

Кутненко А.Н. — ИВМиМГ, 1-й год (Пененко В.В.)

Защита дипломов

Кутненко А.Н. — специалист НГУ (Пененко В.В.)

Гришкина К.Е. — специалист НГУ (Пененко В.В.)

Шлык А.И. — бакалавр НГУ (Пененко В.В.)

Карелина Ю.А. — бакалавр НГУ (Пененко В.В.)

Колбина А.Г. — бакалавра НГУ (Пененко В.В.)

Руководство студентами

Кусаинова А. — магистрант 1 года университета ШОС (НГУ) (Пененко А.В.)

Калашникова В. — 3 курс ММФ НГУ (Пененко А.В.)

Жаданбаева Р. — 3 курс ММ Φ НГУ (Пененко А.В.)

Защита диссертаций

Пьянова Э.А. Математическое моделирование мезоклиматов и переноса примеси в атмосфере для целей природоохранного прогнозирования. Кандидат физикоматематических наук по специальности 05.13.18, научный руководитель д.ф.-м.н. В.В. Пененко.

Премии и награды

Пененко А.В.— победитель Всероссийского конкурса по программе «Участник Молодежного Научно-Инновационного Конкурса» (У.М.Н.И.К).

Лаборатория численного анализа и машинной графики

Зав. лабораторией д.ф.-м.н. А.М. Мацокин

Важнейшие достижения

Для динамической задачи линейной теории упругости, искомыми параметрами которой являются вектор перемещений и тензор «малых» деформаций, проведен полный анализ (аппроксимация, устойчивость, сходимость в энергетической норме) двухпараметрического семейства сопряжено-согласованных двухслойных разностных схем. Для полностью консервативной разностной схемы построена ее экономичная реализация. Для экономичных разностных схем, которые не являются полностью консервативными, решена задача о минимизации дисбаланса полной энергии.

(д.ф.-м.н., академик РАН А.Н. Коновалов)

Впервые разработан алгоритм фотореалистической визуализации оптически анизотропных минералов, который позволяет рассчитывать изображения трехмерных сцен, включающих агрегаты прозрачных оптически анизотропных (одноосных и двуосных) минералов, обеспечивающий не только высокий фотореализм получаемых изображений, но и их физическую корректность с точки зрения взаимодействия света с объектами трехмерной сцены. Высокое качество разработанного алгоритма подтверждается проведенными экспериментами: фотография кристалла и рассчитанное изображение его модели практически совпадают. (д.т.н. В.А. Дебелов, Д.С. Козлов)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект 1.3.1.1. «Оптимальные сеточные методы для высокопроизводительных многопроцессорных ЭВМ в задачах математической физики»

(№ госрегистрации 01201002443)

(Научный руководитель проекта — академик РАН А.Н. Коновалов)

Раздел 1. «Двойственные постановки в задачах теории упругости и их применение в геофизике»

(Руководитель — академик РАН А.Н. Коновалов)

Для динамической задачи линейной теории упругости, искомыми параметрами которой являются вектор перемещений и тензор «малых» деформаций, проведен полный анализ (устойчивость, сходимость в энергетической норме) двухпараметрического семейства сопряжено-согласованных двухслойных разностных схем. Для полностью консервативной разностной схемы построена ее экономичная реализация. Для разностных схем, не обладающих свойством полной консервативности, изучается роль закона предельного перехода при аппроксимации функционала полной энергии.

Реализован фрагментированный алгоритм попеременно-треугольного метода. Исследованы различные реализации алгоритма: на общей и распределенной памяти. Исследована зависимость ускорения фрагментированной программы относительно последовательной программы от числа потоков, узлов, размера и формы фрагментов. Определены оптимальные размеры фрагментов, при которых достигается наибольшее ускорение.

Для численного решения задачи теории упругости в приближении теории пластин со смешанными граничными условиями предложен и обоснован итерационный метод с экономичным переобусловливателем. Получены неулучшаемые константы энергетической эквивалентности, необходимые для оптимизации итерационного процесса. Обращение

переобусловливателя эквивалентно двукратному обращению дискретного аналога оператора Лапласа с условиями Дирихле. Применение на этом этапе разработанных параллельных алгоритмов позволяет эффективно реализовывать решение задач на многопроцессорных ЭВМ.

Раздел 3. «Методы декомпозиции решения эллиптических и параболических сеточных задач, методы теории аппроксимации и расчета фотореалистических изображений кристаллов для высокопроизводительных многопроцессорных ЭВМ» (Руководитель — д.ф.-м.н. А.М. Мацокин)

Доказано, что сеточный оператор двумерной эллиптической краевой задачи на триангуляции, полученной в результате сгущения триангуляции квадратной сетки так, что отношение сторон в каждом треугольнике ограничено снизу и сверху константами, не зависящими от числа узлов, эквивалентен по спектру пятиточечному сеточному оператору Лапласа на квадратной сетке.

Разработан и апробирован алгоритм поиска соседних узлов, не требующий их полного перебора. Основная идея алгоритма заключается в рекурсивном разбиении множества узлов сетки на две части с помощью оптимальной гиперплоскости, поиске близких узлов в каждом из подмножеств и объединении списков соседей в окрестности гиперплоскости. Теоретически эффективность алгоритма может быть доведена до O(N) операций. Были проведены расчеты, показавшие эффективность алгоритма на больших сетках из десятков тысяч узлов. Также были улучшены результаты, полученные в предыдущем году по ускорению поиска параметра сглаживания сглаживающего сплайна. Была предложена модификация этого алгоритма, в которой используется информация обо всех построенных приближениях функции невязки, а не только о последнем самом точном. Значение невязки при этом уточняется с помощью асимптотических оценок. В результате скорость сходимости алгоритма существенно ускоряется без дополнительных вычислительных затрат.

Разработан и реализован программно алгоритм фотореалистического рендеринга сцен с кристаллическими агрегатами оптически двуосных минералов на основе применения ОРЛТ. Завершается работа по его верификации. Более того, выполнена унификация алгоритма, которая позволяет одинаково обрабатывать изотропные, одноосные и двуосные кристаллические объекты.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 09-07-00237 «Разработка алгоритмов физически корректной визуализации сцен с двуосными кристаллами и кристаллическими агрегатами» (Руководитель — д.т.н. В.А. Дебелов)

Для имитационной трехмерной геометрической модели роста кристаллических агрегатов завершена разработка и отладка алгоритма фотореалистического рендеринга на основе обратной рекурсивной лучевой трассировки изотропных одноосных, двуосных кристаллов и кристаллических агрегатов.

Разработана система тестов для комплексной проверки алгоритмов фотореалистического рендеринга сцен, включающих прозрачные объекты и анизотропные кристаллы.

Создан ресурс в интернете по адресу: http://oapmg.sscc.ru/crystal tests.

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Проект РАН № 324 «Решение многомерных задач вычислительной геофизики на многоядерных вычислительных системах с общей и распределенной памятью» (Руководитель— академик РАН А.Н. Коновалов)

Для динамической задачи линейной теории упругости, искомыми параметрами которой являются вектор перемещений и тензор «малых» деформаций, проведен полный анализ (устойчивость, сходимость в энергетической норме) двухпараметрического семейства сопряжено-согласованных двухслойных разностных схем. Для полностью консервативной разностной схемы построена ее экономичная реализация. Для разностных схем, не обладающих свойством полной консервативности, изучается роль закона предельного перехода при аппроксимации функционала полной энергии.

Проект РАН № 1.3.5 «Экономичные методы в стационарных сеточных задачах для многопроцессорных ЭВМ»

(Руководитель — академик РАН А.Н. Коновалов)

Для задачи теории упругости в приближении теории пластин обоснован метод пересчета граничных условий в случае, когда на двух сторонах пластины заданы условия жесткого закрепления, а на двух других—условия шарнирного опирания. Реализация алгоритма, представляющего из себя неявный двухслойный итерационный метод, требует решения последовательности задач о прогибе пластины с краевым условием шарнирного опирания, заданным на всей границе. Получено аналитическое решение обобщенной спектральной задачи, позволяющее использовать неулучшаемые константы энергетической эквивалентности оператора исходной задачи и переобусловливателя для оптимизации параметров итерационного процесса.

Публикации

Центральные издания

- [1] Коновалов А.Н. Экономичные дискретные реализации для динамической задачи линейной теории упругости // Дифференциальные уравнения. 2011. Т. 47, № 8. С. 1140–1147.
- [2] Сорокин С.Б. Переобусловливание при численном решении задачи Дирихле для бигармонического уравнения // СибЖВМ. 2011. Т. 14, № 2. С. 205—213.

Прочие издания

- [1] Роженко А.И., Иванова Е.Д. О новом алгоритме выбора параметра сглаживания для сглаживающего сплайна // Abstr. Intern. Conf. in Modern Analysis. Donetsk, 2011. P. 94–95.
- [2] Дебелов В.А., Козлов Д.С. Локальная модель взаимодействия света с изотропными и одноосными прозрачными средами // Программа и тез. Междунар. конф. «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», посв. 100-летию со дня рождения чл.-корр. АН СССР А.А. Ляпунова. Новосибирск, 2011. С. 67–68.
- [3] Ковалев С.Н., Федоров Е.А. Об одном алгоритме поиска ближайших соседей в многомерной сетке // Тез. докл. Росс. конф. «Методы сплайн-функций», посв. 80-летию со дня рождения Ю.С. Завьялова. Новосибирск, 2011.-С. 56.
- [4] Роженко А.И. О стратегии приближения функций многих переменных // Там же.—С. 79.
- [5] Шайдоров Т.С., Роженко А.И. Об условной положительной определённости логарифмичесих мультиквадриков // Там же.—С. 97.

[6] Роженко А.И., Иванова Е.Д.. Об ускорении сходимости алгоритма выбора параметра сглаживания методом асимптотических оценок // Тез. докл. Всеросс. конф. по вычислительной математике KBM-2011. — Новосибирск, 2011. — http://www.sbras.ru/ws/show abstract.dhtml?ru+220+16180.

Сдано в печать

- [1] Коновалов А.Н. Дискретные модели в динамической задаче линейной теории упругости и законы сохранения. Подготовлена для публикации в Дифференциальные уравнения, 2012, Т. 48.
- [2] Мацокин А.М., Непомнящих С.В. Переобусловливатель для сеточного оператора Лапласа на сгущающейся сетке. Подготовлена к печати.
- [3] Дебелов В.А., Козлов Д.С. Локальная модель взаимодействия света с изотропными и одноосными прозрачными средами // Вестн. НГУ. Сер. Информационные Технологии. 2012. Т. 10, № 1 (в печати).

Общее количество публикаций

Центральные издания — 2

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. Российская конференция, посвященная 80-летию со дня рождения Ю.С. Завьялова «Методы сплайн-функций», Новосибирск, 31 января—2 февраля 2011.—4 доклада. (Коновалов А.Н. (пленарный), Роженко А.И.).
- 2. Третья международная молодежная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск, 10–15 октября 2011.—
 1 пленарный доклад (Коновалов А.Н.).
- 3. Всероссийская конференция по вычислительной математике КВМ-2011, Новосибирск, 29 июня—1 июля 2011. 3 доклада (Коновалов А.Н. (пленарный), Сорокин С.Б., Роженко А.И.).
- 4. XIV Всероссийская молодежная конференция-школа с международным участием «Современные проблемы математического моделирования», Абрау-Дюрсо, Новороссийск, 12-17 сентября 2011.-1 доклад (Сорокин С.Б.).
- 5. The Twentieth International Conference on Domain Decomposition Methods, USA, California, February 7–11, 2011.—1 доклад (Мацокин А.М., Непомнящих С.В.).
- 6. International Conference in Modern Analysis, Donetsk, Ukraine, June 20–23, 2011.— 1 доклад (Роженко А.И.).
- 7. Международная конференция «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», посвященная 100-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Алексея Андреевича Ляпунова, Новосибирск, 11–14 октября 2011.—1 доклад (Дебелов В.А.).

Всего докладов — 12 в т.ч. пленарных — 3

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

- 1. Коновалов А.Н.— член программного комитета российской конференции, посвященной 80-летию со дня рождения Ю.С. Завьялова «Методы сплайн-функций».
- 2. Коновалов А.Н.— член программного комитета международной конференции «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посвященная 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко, Новосибирск, 30 мая—4 июня 2011 г.

- 3. Коновалов А.Н. член программного комитета всероссийской конференции по вычислительной математике КВМ–2011.
- 4. Дебелов В.А. член программного комитета международной конференции «Computer Graphics, Theory and Applications», Algarve, Portugal, 5–7 March, 2011.
- 5. Дебелов В.А.— член программного комитета международной конференции 19-th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision WSCG-2011, Pilsen, Czech Republic, January 31–February 3, 2011.
- 6. Дебелов В.А.— член программного комитета 21-й Международной конференции по компьютерной графике и зрению Графикон-2011, Москва, 26–30 сентября 2011.

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

| 1. Мацокин А.М | зав. лаб., | д.фм.н. |
|--------------------|------------------|-----------------------|
| 2. Коновалов А.Н. | гнс, | д.фм.н., академик РАН |
| 3. Дебелов В.А. | внс, | д.т.н. |
| 4. Роженко А.И. | внс, | д.фм.н. |
| 5. Сорокин С.Б. | внс, | д.фм.н. |
| 6. Шустов Г.В. | СНС | |
| 7. Бреднихина А.Ю. | мнс 0.5 ст., | K.T.H. |
| 8. Хорсова Г.Е. | вед. программист | |

Бреднихина А.Ю. — молодой научный сотрудник.

Редакция СибЖВМ

| 1. | Васильева Л.Ф. | снс, к.фм.н. |
|----|-----------------|------------------|
| 2. | Козорезова Н.Е. | вед. программист |
| 3. | Минакова Л.А. | вед. программист |
| 4. | Шелестова Н.И. | вед. редактор |
| 5. | Непомнящих Г.И. | инженер |

Педагогическая деятельность

Коновалов А.Н. — профессор НГУ Мацокин А.М. — профессор НГУ Сорокин С.Б. — профессор НГУ Дебелов В.А. — профессор НГУ Роженко А.И. — доцент НГУ

Руководство аспирантами

```
Булдакова Г.М. — 1 год, НГУ (Дебелов В.А.) 
Кондрашкин Е.О. — 1 год, ИВМиМГ (Сорокин С.Б.)
```

Лаборатория математических задач геофизики

Зав. лабораторией член-корр. РАН С.И. Кабанихин

Важнейшие достижения

1. Рассмотрена область упругой среды. Предположим, что, начиная с момента времени, область подвергается электромагнитному излучению, которое частично поглощается средой. Поглощенная энергия переходит в тепло, что приводит к увеличению температуры среды, к ее расширению и, в итоге, к появлению волн акустического давления. Распространяясь по среде, волны акустического давления достигают границы Г области, на части которой они могут быть измерены. Требуется определить коэффициент поглощения электромагнитного излучения по измерениям акустического давления на части границы.

Мягкие ткани человека облучаются рабочей частотой 434 МГц. Волны акустического давления фиксируются пьезодатчиками, размещенными на поверхности исследуемой области, имеющей форму полусферы радиуса 15 см. Пространство между мягкой тканью и датчиками заполнялось жидкостью. Были рассмотрены два способа решения обратной задачи термоакустики на основе метода регуляризации (МР) и метода оптимизации (МО). Получен алгоритм построения матрицы A для дискретной обратной задачи Aq=f, исследованы сингулярные числа матрицы A. Для численного решения обратной задачи применена регуляризация С.К. Годунова и метод простой итерации. Приведены результаты численных расчетов.

2. Разработаны основы геомагнетизма, исходя из возбуждения электромагнитного поля тороидальными токами в Земле и ионосфере.

Учет тороидального электромагнитного поля в атмосфере привел автора к переформулировке известных теорем о восстановлении электромагнитного поля на поверхности Земли. Доказана теорема о восстановлении полоидального и тороидального соленоидальных векторных полей в шаре с помощью одной скалярной функции. Доказана теорема о разделении на модификации и на поля от внешних и внутренних источников наблюдаемых Мировой сетью станций электромагнитных полей Земли. Обоснованы более общие электродинамические уравнения, описывающие наблюдаемые Мировой сетью станций электромагнитные поля, и на этой основе разработаны новые алгоритмы их интерполяции. На основе разработанной теории произведен численный анализ данных МГГ-1933 г.—МГГ-1957 г. и Мировой магнитной съемки 1964 г., который выявил существование тороидального магнитного поля в атмосфере, а также двумодального переменного электромагнитного поля вариаций в атмосфере, что позволило вычислить расстояние до источника Главного геомагнитного поля и рассчитать его электродинамические параметры, построить в ионосфере источник спокойных солнечно-суточных вариаций электромагнитного поля Земли и др.

Разработан метод уточнения граничного условия на недоступной части границы по некоторой дополнительной информации на доступной части границы Метод основан на сведении некорректной задачи к обратной по отношению к некоторой прямой задаче, а также на сведении обратной задачи к операторному уравнению Aq=f с последующим сведением операторного уравнения к задаче минимизации целевого функционала J=< Aq-f, Aq-f>.

Разработан новый метод определения низкочастотной составляющей статических поправок. Рассматривается задача определения интегральных характеристик верхней части разреза геологической среды (ВЧР), примыкающей к дневной поверхности, так называемых статических поправок. Эта задача возникает при обработке данных 2D/3D сейсмических наблюдений по методу общей средней точки, когда в ВЧР присутствуют

существенные латеральные скоростные неоднородности, осложненные значительными перепадами рельефа. Исходными данными задачи являются годографы времен первых вступлений рефрагированных волн, полученные по данным полевых измерений. Учитывается также наличие рельефа. Разработанный метод позволяет достоверно определять низкочастотную составляющую статических поправок без предварительного детального восстановления скоростного строения ВЧР. Метод основан на построении семейства оптимальных локально-линейных приближений скорости с последующим их уточнением по методу сейсмотомографии. Окончательно, полученные локальные приближения гладко склеиваются при помощи метода разбиения единицы. Метод опробован на модельных примерах, а также на реальных данных профильных наблюдений по нескольким площадям Западной Сибири. Разработанный метод представляется естественным назвать методом локальной сейсмотомографии.

Получены экспериментальные данные эхолотирования Телецкого озера, которые позволили уточнить батиметрическую карту подводного хребта С. Лепневой с использованием программ GLOBAL MAPPER и SURFER. Над хребтом обнаружены значительные выходы газа (вероятно метана).

Отлажен и оптимизирован программный комплекс для численного решения на основе метода контрольного объема, с использованием итерационного алгоритма SIMPLE поправки давления, ряда нестационарных неизотермических задач односкоростной гидродинамики, в том числе задачи конвективного тепломассопереноса. Проведен ряд численных экспериментов. Получено устойчивое решение задачи о свободной конвекции жидкости с учетом сжимаемости. Проведена верификация результатов решения задачи о свободной конвекции, полученных с использованием построенного на основе метода контрольного объема численного алгоритма, с результатами других авторов, представляющих эталонное («benchmark») решение данной задачи.

Найден ряд дифференциальных тождеств, связывающих скорости, давление и массовую силу в уравнениях двухскоростной гидродинамики с равновесием фаз по давлению. Некоторые из этих тождеств имеют дивергентный вид и могут рассматриваться как некоторые законы сохранения. Обнаружено, что функции тока для плоского движения удовлетворяют системе уравнений Монжа–Ампера.

Найдены дифференциальные законы сохранения в дифференциальной геометрии произвольных гладких кривых в терминах ортов Френе или векторов кривизны этих кривых, дифференциальные законы сохранения векторного анализа для векторных линий произвольных гладких векторных полей и на этой основе найдены дивергентные формулы (дифференциальные законы сохранения) для таких полей. Дана ясная геометрическая интерпретация законов сохранения, полученных ранее для решений уравнения эйконала (в терминах векторов кривизны лучей, фронтов), гидродинамических уравнений Эйлера (в терминах векторов кривизны линий тока) и других уравнений математической физики.

Найдена явная формула, выражающая скалярную кривизну трехмерного конформноевклидового риманова пространства через дифференциальные инварианты некоторой группы Ли. Эта группа является расширением группы конформных преобразований трехмерного пространства, а также группой эквивалентности трехмерного уравнения эйконала и других классических уравнений математической физики. (член-корр. РАН С.И. Кабанихин)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.4.1.1. «Математическое моделирование природных и техногенных геофизических полей в средах сложной геометрии и реологии»

(№ госрегистрации 01201002449)

(Научный руководитель проекта — академик РАН Б.Г. Михайленко)

Раздел 1. «Многодисциплинарные математические модели геофизики, теория, численные методы с приложением к практическим задачам сейсморазведки, сейсмологии, нефтедобычи»

(Руководитель — член-корр. РАН С.И. Кабанихин)

Построены алгоритмы численного решения обратных задач об определении источников волновых колебаний по некоторой дополнительной информации о решении соответствующих прямых задач для уравнений акустики и электродинамики. Получены оценки скорости сходимости.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект № 08-01-00312-а «Обратные задачи для дифференциальных уравнений: исследование устойчивости решений и численных алгоритмов» (Исполнитель— член-корр. РАН С.И. Кабанихин)

Разработана программа численного решения обратной задачи акустики для гладких по горизонтальным переменным сред. Алгоритм основан на комбинации проекционного метода и на итерационной регуляризации с учетом априорной информации об искомом решении. Программа представлена в фонд алгоритмов и программ.

Проект № 09-01-00746-а «Создание и обоснование прямых и итерационных численных методов решения обратных задач» (Руководитель— член-корр. РАН С.И. Кабанихин)

Разработана программа численного решения задачи определения проводимости среды для квазистационарного приближения системы уравнений Максвелла и для полной

ды для квазистационарного приолижения системы уравнении Максвелла и для полнои системы уравнений Максвелла. Программа основана на методе Ньютона–Канторовича с регуляризацией на каждом шаге итерационного процесса.

Проект № 11-01-06836-моб_г «Организация и проведение третьей международной молодежной школы-конференции «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач»

(Руководитель — член-корр. РАН С.И. Кабанихин)

В работе школы-конференции приняли участие ученые из 6 стран, 21 города, представители 48 научных организаций.

Школа-конференция проходила в трех институтах: Институте математики им. С.Л. Соболева СО РАН, Институте цитологии и генетики СО РАН, Институте вычислительной математики и математической геофизики СО РАН.

На конференции было прочитано 45 лекций и сделано 53 секционных докладов. В работе школы-конференции приняли участие 6 академиков РАН, 8 член-корреспондентов РАН, 35 докторов физико-математических наук, 2 доктора биологических наук, 2 доктора геолого-минералогических наук, 1 доктор технических наук, 1 доктор экономических наук, 36 кандидатов физико-математических наук.

В качестве слушателей в работе различных секций приняли участие более двухсот пятидесяти молодых ученых и сотрудников Сибирского Отделения РАН.

В работе школы-конференции принял участие и сделал пленарный доклад главный редактор журнала «Inverse Problems» профессор Alfred K. Louis из Saarland University (Saarbrbrucken, Германия).

Тематика школы-конференции отличалась многообразием приложений. В то же время были представлены практически все направления общей теории обратных и некорректных задач.

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

ИП № 40 Президиума РАН «Обратные и некорректные задачи» (Руководитель — академик РАН С.К. Годунов, отв. исполнитель — член-корр. РАН С.И. Кабанихин)

Построены новые алгоритмы и разработаны программы регуляризации обратных и некорректных задач продолжения волнового поля, основанные на сингулярном разложении. Алгоритмы позволяют использовать априорную информацию о решении.

Междисциплинарный проект № 6 Президиума СО РАН «Теоретические основы принципиально новой технологии зондирования в нефтегазовых скважинах с использованием субнаносекундных электромагнитных импульсов» (Отв. исполнитель — член-корр. РАН С.И. Кабанихин)

Разработан численный метод и комплекс программ решения прямой и обратной задачи электродинамики в субнаносекундном диапазоне. Метод решения обратной задачи основан на использовании метода линеаризации и продолжения волнового поля.

ИП Президиума РАН «Обратные и экстремальные задачи электромагнитного и акустического зондирования Мирового океана» (Научный координатор—член-корр. РАН В.Г. Романов (ИМ СО РАН), отв. исполнитель—член-корр. РАН С.И. Кабанихин)

Построен численный алгоритм и разработана программа для анализа результатов акустического зондирования прибрежной зоны океана, основанный на использовании комбинации метода миграции и метода Гельфанда—Левитана.

Межрегиональный ИП № 103 СО РАН, УрО РАН и ДВО РАН «Законы сохранения, инварианты, точные и приближенные решения для уравнений гидродинамического типа и интегральных уравнений»

(Координаторы — С.Б. Медведев (ИВТ СО РАН), М.Ю. Филимонов (ИММ УрО РАН), К.В. Кошель (ТОИ ДВО РАН) (Исполнитель — д.ф.-м.н. А.Г. Меграбов)

Найдены законы сохранения, инварианты, точные и приближенные решения для уравнений гидродинамического типа и интегральных уравнений. Проект СО РАН № 4.2 «Разработка методов локализации сейсмоопасных зон дилатансии в земной коре на основе модели сейсмических процессов в сложно-построенных (трещиноватых, флюидонасыщенных, упруго-пористых) средах» (Научный руководитель— академик РАН Н.П. Лаверов (Институт физики Земли РАН). Руководитель проекта— академик РАН Б.Г. Михайленко, отв. исполнитель— д.ф.-м.н. Х.Х. Имомназаров)

В соответствии с планом работ по проекту в 2011 г. для задачи односкоростной гидродинамики детально исследован частный случай геологической задачи конвективного тепломассопереноса. Исследован вопрос о фазовых переходах в системе верхняя мантиялитосфера. Внесены поправки в уравнение состояния для учета твердотельных фазовых переходов в мантии. Численный алгоритм скорректирован для учета соответствующих поправок в уравнении состояния. Начато исследование вопроса о зависимости вязкости верхней мантии от параметров состояния системы. В численной схеме реализованы: учет зависимости вязкости от давления и температуры в экспоненциальной форме, согласно соотношению типа Аррениуса; учет зависимости вязкости от температуры по табличным экспериментальным данным. В первом случае пробные расчеты показали расходимость численной схемы, что связанно с широким диапазоном изменения значений вязкости для исследуемой системы. Вопрос требует дальнейшего исследования либо в сторону ограничения значений вязкости, либо в сторону корректировки коэффициентов в соотношении Аррениуса. Реализована возможность учета различных типов граничных условий на границах расчетной области.

Публикации

Монографии

- [1] Kabanikhin S.I. Inverse and Ill-Posed Problems. Theory and Applications. De Gruyter, Germany, 2011.-495 p.
- [2] Аксенов В.В. Основы геомагнетизма. Новосибирск: Изд. ИВМиМГ, 2011. 134 с.

Центральные издания

- [1] Эпов М.И., Кабанихин С.И., Миронов В.Л. и др. Сравнительный анализ двух методов расчета электромагнитных полей в околоскважинном пространстве нефтегазовых коллекторов // Сиб. журн. индустр. математики. 2011. Т. 14, № 2. С. 132–138.
- [2] Кабанихин С.И., Черемисин А.Н., Шишленин М.А. Обратная задача определения обводненности и дебита в вертикальной фонтанной скважине // Сиб. журн. индустр. математики. 2011.-T. 14, № 3(47).-C. 31–36.
- [3] Меграбов А.Г. Дивергентные формулы (законы сохранения) в дифференциальной геометрии плоских кривых и их приложения // Докл. РАН.—2011.—Т. 441, № 3.—С. 313–317.
- [4] Megrabov A.G. Divergence Formulas (Conservation Laws) in the Differential Geometry of Plane Curves and Their Applications // Doklady Mathematics. -2011. Vol. 84, N=3. C. 1–5.
- [5] Иванисенко В.А., Подколодный Н.Л., Деменков П.С. и др. Извлечение знаний из текстов научных публикаций и создание баз знаний в области нанобиотехнологии // Российские нанотехнологии. 2011. Т. 6, \mathbb{N} 7–8. С. 14–21.

Зарубежные издания

- [1] Kabanikhin S.I. Inverse and Ill-Posed Problems // J. Inv. Ill-Posed Problems. 2011. Vol. 18, N = 8. P. 839–854.
- [2] Kabanikhin S.I., Shishlenin M.A. Numerical algorithm for two-dimensional inverse acoustic problem based on Gelfand–Levitan–Krein equation // J. Inv. Ill-Posed Problems. 2011. Vol. 18, N = 9.— P. 979–996.
- [3] Имомназаров Х.Х., Имомназаров Ш.Х., Рахмонов Т.Т., Янгибоев З.Ш. Регуляризация в обратной динамической задачи для уравнения SH волн в пористой среде // Узб. МЖ.— 2011.—№ 3.—Р. 73—86.
- [4] Megrabov A.G. Conservation laws for a time field (eikonal equation solutions) in kinematic seismics (geometrical optics)// Bull. NCC. Ser. Math. Model. Geophysics. 2011.- Iss. 14.- P. 41-58.
- [5] Perepechko Yu.V., Sorokin K.E., Imomnazarov Kh.Kh. Numerical simulation of the free convection in a viscous compressible fluid // Ibid.—P. 59–64.
- [6] Imomnazarov Kh.Kh., Zhabborov N.M. Theorem of the mean for inhomogeneous poroe-lastic static system // Ibid.—P. 9–16.
- [7] Imomnazarov Kh.Kh., Mikhailov A.A. Laguerre spectral method as applied to numerical solution of a two dimensional linear dynamic seismic problem for porous media // Ibid.—P. 1–8.
- [8] Megrabov A.G. Divergent formulas (conservation laws) in the differential geometry of plane curves // Ibid. P. 29–40.
- [9] Aksenov V.V. Maxwell's equations the Earth's electromagnetic fields of force and without in // Bull. NCC. Ser. Math. Model. Geophysics. 2010. Iss. 13. Р. 1–6 (не вошло в отчет 2010 г.).
- [10] Aksenov V.V. Modern electrodynamics for the Earth's physics // Ibid.— Р. 7–15 (не вошло в отчет 2010 г.).
- [11] Ponomaryov D., Omelianchuk N., ...Podkolodny N. et al. From published expression and phenotype data to structured knowledge: The Arabidopsis gene net supplementary database and its applications // Lect. Notes Artificial Intelligence.—2011.—Vol. 6581.—P. 101–120.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Кабанихин С.И., Криворотько О.И. Сингулярное разложение в некорректных задачах // Третья Междунар. молодежная школа-конф. «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач». Новосибирск, 2011. С. 27–29.
- [2] Kabanikhin S. I. Iskakov K.T., Sholpanbaev B.B. Analysis of the measurments inhomogeneities (archaeological objects) using Georadar // Abstr. 8-th Intern. ISAAC Congr.—Moscow, 2011.—P. 292–293.
- [3] Лужецкий В.Г. Ледниково-межледниковые слои в донных отложениях Телецкого озера // Сб. мат. V11 междунар. науч. конгресса «ГЕО-Сибирь-2011». Новосибирск: Изд. СГГА, 2011. Т. 2. С. 3–7.
- [4] Имомназаров Х.Х. Об одной форме записи уравнений движения пористых сред в терминах скоростей, напряжений и давления // Тр. междунар. конф. «Проблемы современной математики». Карши, 2011. С. 143–146.
- [5] Имомназаров Х.Х., Коробов П.В. О разрешимости одной начально-краевой задачи для нелинейной системы одномерных уравнений пористых сред // Там же. С. 151–153.
- [6] Имомназаров Х.Х., Жабборов Н.М. Теорема о среднем для системы дифференциальных уравнений относительно тензора напряжений и порового давления // Там же.—С. 115–117.
- [7] Имомназаров Х.Х., Янгибоев З.Ш. Об одном способе регуляризации одномерной обратной динамической задачи теории пористоупругости // Там же.— С. 145—150.

- [8] Имомназаров Х.Х., Михайлов А.А. Использование преобразования Лагерра для решения двухмерной задачи сейсмики для пористых сред (диссипативный случай) // VI Уфимская междунар. конф. «Комплексный анализ и дифференциальные уравнения», посв. 70-летию член-корр. РАН В.В. Напалкова.— Уфа, 2011.— С. 76–78.
- [9] Эпов М.И., Ельцов И.Н., Кабанихин С.И., Шишленин М.А. Совмещенная постановка обратных задач геоэлектрики // СЭМИ.— 2011.— С. 394–399.
- [10] Кабанихин С.И., Шишленин М.А., Криворотько О.И. Оптимизационный метод решения обратной задачи термоакустики // Там же.—С. 263–293.

Прочие издания

- [1] Kabanikhin S.I., Marinin I.V., Krivorotko O.I. et al. New methods of earthquakes and tsunami sources determining, simulation, modeling and visualization // World forum «Natural cataclysm & global problems of the modern civilization» Geocataclism-2011.—Istanbul, 2011.—P. 59–60.
- [2] Дядьков П.Г., Михеева А.В. Методы выявления пространственного группирования землетрясений в сейсмогеодинамическом исследовании районов Центральной Азии // Сб. докл. 15-я всерос. конф. «Математические методы распознавания образов». М: МАКС Пресс, 2011. С. 560–563.
- [3] Михеева А.В., Дядьков П.Г. Методы выявления пространственного группирования землетрясений при сейсмо-геодинамических исследованиях в информационной системе GIS-EEDB // Сб. докл. XI всерос. конф. с участием иностранных ученых «Проблемы мониторинга окружающей среды (ЕМ-2011)». Кемерово, 2011. С. 166—171.
- [4] Омельченко О.К., Гусяков В.К., Чебров В.Н. Предварительная оценка точности определения координат землетрясений в системе сейсмологических наблюдений для службы предупреждения о цунами (СПЦ) // Там же.—С. 48–50.
- [5] Mikheeva A.V., Djadkov P.G. Methods of complex analysis used for learning the seismicity regularities and anomalies. 25th International cartographic conference of the ICA.—Paris, 2011.— P-042.
- [6] Mikheeva A.V. Visualization of the earth's impact structures catalog. 25th International cartographic conference of the ICA // Ibid.—P-046.
- [7] Кабанихин С.И., Шишленин М.А. Применение априорной информации в обратных и некорректных задачах // Всеросс. конф. «Алгоритмический анализ неустойчивых задач», посв. памяти В.К. Иванова, с участием зарубежных ученых (ААНЗ-2011).—Екатеринбург, 2011.—С. 138–139.
- [8] Кабанихин С.И. Обратные задачи геофизики // Тез. докл. Междунар. конф. «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посв. 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко.—Новосибирск, 2011.—С. 40.
- [9] Кабанихин С.И. Сингулярное разложение в обратных задачах математической физики // Междунар. конф. «Актуальные проблемы современной математики, информатики и механики-II», посв. 100-летию академика АН КазССР О.А. Жаутыкова, 100-летию членкорр. АН КазССР Е.И. Кима и 75-летию академика НАН РК У.М. Султангазина. Алматы, 2011. С. 215.
- [10] Кабанихин С.И., Бобоев К. Обратные задачи для P_N -приближения кинетического уравнения переноса // Там же. С. 216.
- [11] Белоносова А.В., Белоносов А.С., Юрченко М.А. Численный метод определения статических поправок к временам пробега волн в сложнопостроеных средах для 2D/3D сейсморазведки // Тр. Всеросс. конф. по вычислительной математике KBM-2011. http://www.sbras.ru/ws/ccm2011/.
- [12] Меграбов А.Г. Законы сохранения в дифференциальной геометрии плоских кривых и их приложения в математической физике // Там же.—http://www.sbras.ru/ws/ccm2011/.
- [13] New approaches to earthquakes prediction, simulation and visualization / S.I. Kabanikhin, B.G. Mikhailenko, A. Hasanov, A. Kavas, D. Khidasheli, A.S. Belonosov, I.V. Marinin // Intern. Congr. and Exhibition Natural Cataclysms and Global Problems of the Modern Civilization «Geocataclysm–2011».—Istanbul, 2011.—C. 62.

- [14] Кабанихин С.И., Шишленин М.А. Об определении источника в обратной задаче акустики // Сб. тр. «Гольдинские чтения, конференции посв. 75-летию со дня рождения академика РАН С.В. Гольдина». Новосибирск, 2011. С. 11.
- [15] Kabanikhin S. I. Iskakov K.T., Oralbekova Zh. Analysis of the measurments of subsurface coatings using Georadar // Abstr. 8-th Intern. ISAAC Congr.—Moscow, 2011.—P. 291.
- [16] Orlo Y., Podkolodny N., Huck-Hui Ng. Integrative analysis of transcription factors binding profiles regulating embryonic stem cell identity based on ChIP-seq and expression arrays technologies // Conf. on Computational Molecular Biology.—Moscow, 2011.—P. 262–263.

Патенты

- Михеева А.В. Полный каталог импактных структур Земли / ФАП СО РАН—рег. № DB10017 от 2010-10-01.
- [2] Михеева А.В., Дядьков П.Г., Марчук Ан.Г. Экспертный банк данных по землетрясениям EEDB / Φ AП CO PAH per. № PR10022 от 2010-10-08.
- [3] Дядьков П.Г., Михеева А.В., Марчук А.Г. GIS-EEDB / Роспатент—авторское свидетельство на программу для ЭВМ № 2011613755 от 13.05.2011.

Общее количество публикаций

| Монографии | | 2 |
|-------------------------------------|---|----|
| Центральные издания | _ | 5 |
| Зарубежные издания | _ | 11 |
| Материалы международных конференций | _ | 9 |
| Патенты | _ | 3 |

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. «Гольдинские чтения». Конференция, посвященная 75-летию со дня академика РАН С.В. Гольдина, Новосибирск, ИНГГ СО РАН, 1–5 августа 2011.—1 доклад (Кабанихин С.И.).
- 2. The 8-th International ISAAC Congress, Москва, РУДН, 22—27 августа 2011.—1 пленарный доклад (Кабанихин С.И.).
- 3. Международная конференция «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посвященная 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко, Новосибирск, 29 июня—1 июля 2011.— 1 пленарный доклад (Кабанихин С.И.).
- 4. Третья международная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск, ИВМиМГ, 10–15 октября, 2011.— 2 пленарных доклада (Кабанихин С.И.).
- 5. Всероссийская конференция «Алгоритмический анализ неустойчивых задач», посвященная памяти В.К. Иванова, с участием зарубежных ученых (ААНЗ-2011), Екатеринбург, ИММ УрО РАН, 31 октября—5 ноября 2011.—1 доклад (Кабанихин С.И.).
- 6. Казахстанско-росиийский научный семинар «Математическое моделирование нелинейных систем», Казахстан, Алматы 16–21 мая 2011.—1 доклад (Кабанихин С.И.).
- 7. Всероссийская конференция по вычислительной математике KBM-2011, Новосибирск, ИМ СО РАН, 29 июня—1 июля 2011.—4 пленарных доклада (Кабанихин С.И., Белоносова А.С., Меграбов А.Г., Омельченко О.К.).
- 8. Девятая всероссийская открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, Институт космических исследований РАН, 14–18 ноября 2011.—1 доклад (Кабанихин С.И.).

- 9. Третья научно-техническая конференция «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России», Петропавловск-Камчатский, 9–15 октября 2011.—1 доклад (Кабанихин С.И.).
- 10. World forum «Natural cataclysm & global problems of the modern civilization» Geocataclism-2011, Турция, Стамбул, 17–19 сентября 2011. 2 доклада (Кабанихин С.И.).
- 11. Международный научный конгресс «ГЕО-Сибирь-2011», Новосибирск, 2011. 1 доклад (Лужецкий В.Г.).
- 12. XI всероссийская конференция с участием иностранных ученых «Проблемы мониторинга окружающей среды (EM-2011)», Кемерово, 24–28 октября 2011.-1 доклад (Михеева A.B.).
- 13. 25th International cartographic conference of the ICA, Paris, 3–8 July 2011.—2 доклада (Михеева A.B.).

Всего докладов — 21 в т.ч. пленарных — 8

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

| 1. | Кабанихин С.И. | зав.лаб., | д.фм.н. |
|-----|------------------|------------------|---------|
| 2. | Аксенов В.В. | гнс, | д.фм.н. |
| 3. | Имомназаров Х.Х. | внс, | д.фм.н. |
| 4. | Меграбов А.Г. | внс, | д.фм.н. |
| 5. | Белоносов А.С. | снс, | к.фм.н. |
| 6. | Белоносова А.В. | снс 0.75 ст., | к.фм.н. |
| 7. | Лужецкий В.Г. | снс 0.5 ст., | к.т.н. |
| 8. | Омельченко О.К. | снс, | к.фм.н. |
| 9. | Подколодный Н.Л. | снс, | к.фм.н. |
| 10. | Виноградов С.П. | нс 0.5 ст. | |
| 11. | Михеева А.В. | MHC | |
| 12. | Маринин И.В. | вед. программист | |
| 13. | Чесноков В.В. | вед. программист | |
| 14. | Юдина О.А. | вед. программист | |
| 15. | Морозов С.А. | вед. инженер | |
| 16. | Шерстюгина Л.П. | техник 1 к. | |

Педагогическая деятельность

Кабанихин С.И. — профессор НГУ

Аксенов В.В. — зав. кафедрой, профессор СибУПК

 Белоносов А.С.
 — доцент НГУ

 Меграбов А.Г.
 — профессор НГТУ

Подколодный Н.Л. — ст. преподаватель НГУ Имомназаров Х.Х. — преподаватель НГУ Омельченко О.К. — доцент ВКИ НГУ

Михеева А.В. — ст. преподаватель ВКИ НГУ Лужецкий В.Г — преподаватель ВКИ НГУ

Руководство аспирантами и докторантами

Юрченко М.А. — 1 год, НГУ (Белоносов А.С.) Криворотько О.И. — 1 год, НГУ (Кабанихин С.И.)

Коробов П.В. — 3 год, ИВМиМГ (Имомназаров Х.Х.) Сорокин К.Э. — 3 год, ИВМиМГ (Имомназаров Х.Х.) Алябушев А.А. — 3 год, ИВМиМГ (Меграбов А.Г.)

Даирбаева Л.М. — докторантка КазНУ (Кабанихин С.И.)

Алимова А.Н. — докторантка PhD КазНПУ

(Кабанихин С.И., Шишленин М.А.)

Шолпанбаев Б.Т. — докторант PhD КазНПУ

(Кабанихин С.И., Шишленин М.А.)

Касенов С.К. — докторант PhD КазНПУ

(Кабанихин С.И., Шишленин М.А.)

Темирбекова Л.Н. — докторантка PhD КазНУ (Кабанихин С.И.)

Бобоев К.С. — докторант ИВМиМГ

(Михайленко Б.Г., Кабанихин С.И.)

Руководство магистрантами

Воронов Д.А. — 1 год, НГУ (Кабанихин С.И.) Новиков Н.С. — 1 год, НГУ (Кабанихин С.И.)

Защиты дипломников

Юрченко М.А. — специалист ММФ (Белоносов А.С.) Криворотько О.И. — специалист ММФ (Кабанихин С.И.)

Руководство студентами

 Джарова С.А.
 — 6 курс (Кабанихин С.И., Шишленин М.А.)

 Серикбол М.С.
 — 6 курс (Кабанихин С.И., Шишленин М.А.)

 Абеева А.А.
 — 6 курс (Кабанихин С.И., Шишленин М.А.)

 Мамыров А.
 — 6 курс (Кабанихин С.И., Шишленин М.А.)

Солодухин М.Ю. — 4 курс, ММФ (Кабанихин С.И., Шишленин М.А.) Бухаров А.В. — 4 курс, ММФ (Кабанихин С.И., Шишленин М.А.) Беседин Д.В. — 4 курс, ММФ (Кабанихин С.И., Шишленин М.А.)

Арнаут С.Н. — 4 курс ММФ (Белоносов А.С.) Екимова М.А. — 4 курс ММФ (Белоносов А.С.) Караваев Н.А. — 4 курс ММФ (Белоносов А.С.) Туянина К.Г. — 4 курс ММФ (Белоносов А.С.) Шарабарина А.С. — 4 курс ММФ (Белоносов А.С.)

Лаборатория численного моделирования сейсмических полей

Зав лабораторией академик РАН Б.Г. Михайленко

Важнейшие достижения

Разработана технология параллельных вычислений для численного моделирования сейсмических волновых полей в трехмерно-неоднородных разномасштабных средах. Расчет волновых полей для реалистичных моделей геологических сред большой размерности требует специальной организации параллельного ввода/вывода данных с помощью специализированных библиотек MPI-2 I/O, с учетом спецификации целых с адресным диапазоном $> 2^{**}32$ (проблема ILP 64). Для увеличения скорости работы параллельных программ применяется метод трехмерной декомпозиции области с использованием неблокирующих коммуникационных обменов для совмещения выполнения вычислительных и коммуникационных операций.

(д.ф.-м.н. Г.В. Решетова)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.4.1.1. «Математическое моделирование природных и техногенных геофизических полей в средах сложной геометрии и реологии»

(№ госрегистрации 01201002449)

(Научный руководитель проекта — академик РАН Б.Г. Михайленко)

Раздел 1. «Математическое моделирование в задачах геофизики, физики океана и атмосферы и охраны окружающей среды»

(Руководитель — академик РАН Б.Г. Михайленко)

Разработаны эффективные численно-аналитических методы и алгоритмы решения прямых динамических задач сейсмики и геоэлектрики с учетом развития гибридных вычислительных комплексов. Разработан метод локального пространственно-временного измельчения сеток в трехмерном пространстве и получена оценка уровня интенсивности артефактов, возникающих в областях с изменением величины шагов.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 11-05-00937 «Моделирование взаимодействия сейсмических и акустических волн для неоднородной модели Земля—Океан—Атмосфера» (Руководитель— академик РАН Б.Г. Михайленко)

Разработан алгоритм и создана параллельная программа для решения задачи распространения упругих волн от распределенных источников различного типа. Развит и обоснован пошаговый метод, основанный на преобразовании Лагерра по времени для решения динамических задач теории упругости. Проведена серия численных экспериментов с целью изучения структуры волнового поля от сосредоточенного источника расположенного на границе Земля—Атмосфера.

Проект РФФИ № 10-05-00233 «От микроструктуры к макромодели трещиноватокавернозных резервуаров: гомогенизация, проявление флюидонасыщенности, описание рассеянных волн»

(Руководитель — д.ф.м.н. Г.В. Решетова)

Для описания напряженно-деформированного состояния упругих сред с разномасштабной флюидонасыщенной кавернозно-трещиноватой структурой разработаны термодинамически согласованные модели и соответствующие им определяющие дифференциальные уравнения. На основе построенных моделей получены системы уравнений для описания сейсмических и сейсмоакустических волновых полей в таких средах. Для численного решения систем, описывающих взаимодействие волновых полей с микроструктурой пласта—коллектора, предложены высокоточные численные методы и алгоритмы, основанные на конечно-разностном методе расчета волновых полей в разномасштабных средах, использующем сетки с локальным пространственно-временным измельчением.

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Проект РАН № 2.7 «Решение многомерных задач вычислительной геофизики на многоядерных вычислительных системах с общей и распределенной памятью» (Руководители—академик РАН А.Н. Коновалов, академик РАН Б.Г. Михайленко)

Предложена модификация метода решения динамических задач теории упругости, использующий преобразование Лагерра по времени. Суть данного подхода состоит в том, что преобразование Лагерра используется на последовательности конечных интервалов по времени. Полученное решение в конце одного временного отрезка используется в качестве начальных данных для решения задачи на следующем временном отрезке.

Создан научно-исследовательский комплекс программ для моделирования волновых полей в трехмерных неоднородных сложно построенных упругих средах на многоядерных вычислительных системах с использованием технологий параллельного программирования MPI и OpenMP.

Проект РАН № 16.2. «Разработка методов локализации сейсмоопасных зон дилатансии в земной коре на основе модели сейсмических процессов в сложно-построенных (трещиноватых, флюидонасыщенных, упруго-пористых) средах» (Руководитель — академик РАН Б.Г. Михайленко)

Численно решена система линеаризованных уравнений для двухмерной динамической задачи распространения сейсмических волн в пористых средах с учетом диссипации энергии. Исходная система записывается в виде гиперболической системы в терминах скоростей матрицы, скорости насыщающей жидкости, тензора напряжений и давления жидкости. Для численного решения поставленной задачи используется метод комплексирования аналитического преобразования Лагерра и конечно-разностного метода.

Проект РАН № 2.2 «Разработка новых численных моделей сложных многомерных геофизических и атмосферно-физических процессов» (Руководители — академик РАН Б.Г. Михайленко, д.ф.м.н. Б.А. Каргин)

В результате серии численных экспериментов и обработки геологических данных была построена математическая модель верхней части грязевого вулкана «Гора Карабетова», которая по кинематическим характеристикам соответствует данным, полученным в

результате полевых наблюдений. Для пошагового метода Лагерра предложен способ выбора необходимых параметров, обеспечивающих высокую точность и устойчивость при численных расчетах.

Интеграционный проект ОНЗ-7.5 (2009-2011) «Изучение глубинного строения земной коры и верхней мантии Горного Алтая методами магнитно-теллурических и нестационарных электромагнитных зондирований»

(Руководитель — академик РАН М.И. Эпов, исполнитель — И.В. Суродина)

Выполнена модернизация программ двумерного моделирования МТЗ.

Государственный контракт № 14.740.11.0350 с Минобрнауки России (2010–2012г.г.) ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России»

Лот «Проведение научных исследований коллективами научно-образовательных центров в области математики»,

тема «Фундаментальные проблемы математического моделирования и вычислительной математики»

(Руководитель — академик РАН Б.Г. Михайленко)

Создан комплекс параллельных программ для решения прикладных геофизических задач, связанных с моделированием сейсмических полей. Результаты расчетов используются при интерпретации экспериментальных данных в сейсмологии и сейсморазведке. Разработана типичная базовая сейсмогеологическая модель, описывающая строение ряда месторождений Юрубчено-Тохомской зоны. Возможность внедрять в эту модель системы различных микронеоднородностей (разной концентрации, ориентации, флюидонасыщенности, различных преимущественных размеров) позволяет проводить представительную серию численных экспериментов, направленную на выяснение основных особенностей формирования рассеянных волн и проявления в них тонкой структуры субсейсмических объектов. В течение года были выяснены основные отличия, характерные для флюидонасыщенных систем трещин, — формирование устойчивых вторичных источников.

Совместный ИП СО РАН № 133 «Разработка многодисциплинарных математических моделей и экспериментальных методов изучения зон подготовки землетрясений и вулканической деятельности»

(Координатор — академик РАН Б.Г. Михайленко, исполнитель — д.т.н. В.В. Ковалевский)

См. отчет лаборатории Ковалевского В.В.

Публикации

Центральные издания

- [1] Бурмин В.Ю., Мирошников В.В., Фатьянов А.Г. О возможной природе сейсмического «звона» на Луне // Наука и технологические разработки. 2011. Т. 90, № 2. С. 30—38.
- [2] Костин В.И., Лисица В.В., Решетова Г.В., Чеверда В.А. Конечно-разностный метод численного моделирования распространения сейсмических волн в трехмерно-неоднородных разномасштабных средах // Вычислительные методы и программирование. 2011.-T. 12. С. 321-329
- [3] Лисица В.В., Чеверда В.А., Решетова Г.В. и др. Проявления кавернозно-трещиноватых резервуаров в сейсмических полях: численное моделирование и полевые наблюдения // Вычисления в геологии. 2011. № 2. С. 12–19.

[4] Урев М.В. Сходимость дискретной схемы в методе регуляризации квазистационарной системы Максвелла в неоднородной проводящей среде // СибЖВМ. — 2011. — Т. 14, № 3. — С. 319—332.

Зарубежные издания

- [1] Fatyanov A.G., Terekhov A.V. High performance acoustic and elastic waves using the parallel dichotomy algorithm // J. Computational Physics. −2011. −Vol. 230, № 5. −P. 1992–2003.
- [2] Soboleva O.N., Kurochkina E.P. Effective coefficients of quasi-steady Maxwell's equations with multiscale isotropic random conductivity // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. −2011. −Vol. 390, № 2. −P. 231–244.
- [3] Kostin V., Lisitsa V., Reshetova G., Tcheverda V. Simulation of Seismic Waves Propagation in Multiscale Media: Impact of Cavernous/Fractured Reservoirs // Lect. Notes Comput. Sci. 2011.—Vol. 7133.—P. 1–11: Pt. I. Applied Parallel and Scientific Computing.
- [4] Terekhov A. Parallel dichotomy algorithm for solving tridiagonal system of linear equations with multiple right-hand sides // Parallel Comput. 2010. Vol. 36, № 8. Р. 423–438 (Не вошла в отчет 2010 г.).
- [5] Timofeev I.V., Terekhov A.V. Simulations of turbulent plasma heating by powerful electron beams // Phys. Plasmas.—2010.—Vol. 17.—P. 83—111 (Не вошла в отчет 2010 г.).

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Reshetova G.V., Lisitsa V.V., Tcheverda V.A., Pozdnyakov V.A. Impact of cavernous/fractured reservoirs to scattered seismic waves in 3D heterogeneous media: Accurate numerical simulation and field study // Technical Program Expanded Abstracts. 2011. Vol. 30, № 1. P. 2875–2880: Abstr. 81st SEG, San Antonio, USA, 18–23 September 2011.
- [2] Reshetova G., Kostin V., Lisitsa V., Tcheverda V. Accurate finite-difference simulation of scattered seismic waves generated by heterogeneities of subseismic scale // Proc. 10th Intern. Conf. on the Mathematical and Numerical Aspects of Waves.—Vancouver, 2011.—P. 679–682.
- [3] Reshetova G., Mikhailenko B. Study of the coupling of seismic waves in the lithosphere and acoustic waves in the atmosphere based on numerical simulation // Proc. 10th International Conference on Theoretical and Computational Acoustics (ICTCA 2011).—Taipei, 2011.—P. 223–232.
- [4] Lisitsa V.V., Reshetova G.V., Tcheverda V.A. Interaction Of Seismic Waves With Cavernous Fractured Reservoirs: Numerical Simulation And Field Study // Ibid.—P. 683–687.

Прочие публикации

- [1] Soboleva O.N., Kurochkina E.P. Effective coefficients of Maxwell's equations with multiscale isotropic random conductivity and permittivity // Proc. Conf. «Applied methods of statistical analysis. Simulations and Ststistical Inference».—Novosibirsk, 2011.—P. 331–339.
- [2] Белоносов М.А., Решетова Г.В., Чеверда В.А. Численное моделирование сейсмических волн на основе интегрального преобразования Лагерра и метода альтернирования по Шварцу // Тр. XIV Всеросс. конф.-школы с междунар. участием «Современные проблемы математического моделирования». Новороссийск, 2011. С. 1–5.
- [3] Лисица В.В., Решетова Г.В., Чеверда В.А. и др. Распространение сейсмических волн в разномасштабных средах: численное моделирование и полевые наблюдения // Тр. второй конф. «Суперкомпьютерные технологии в нефтегазовой отрасли».— М., 2011.— С. 1–6.
- [4] Демидов Г.В., Мартынов В.Н., Михайленко Б.Г. Метод решения эволюционных задач использующий пошаговое преобразование Лагерра // Тр. Междунар. конф. «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посв. 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко. Новосибирск, 2011. http://conf.nsc.ru/files/conferences/niknik-90/fulltext/40361/51376/Demidov.pdf.

Сдано в печать

- [1] Демидов Г.В., Мартынов В.Н., Михайленко Б.Г. Метод решения эволюционных задач использующий пошаговое преобразование Лагерра // Сибирский журнал вычислительной математики, 2012 (Принята к публикации).
- [2] Суродина И.В., Эпов М.И. Влияние биополимерных буровых растворов на диаграммы высокочастотного электромагнитного каротажа // Геология и геофизика (Принята к публикации).
- [3] Lisitsa V., Reshetova G., Tcheverda V. Finite-difference algorithm with local time-space grid refinement for simulation of waves // Computational Geosciences, 2011.- DOI: 10.1007/s10596-011-9247-1 (Принята к публикации).
- [4] Иванов М.И., Кремер И.А., Урев М.В. Решение методом регуляризации квазистационарной системы Максвелла в неоднородной проводящей среде // Журн. вычисл. математики и матем. физики. 2012. Т. $52, \, \mathbb{N} \, 3.$
- [5] Суродина И.В., Эпов М.И. Влияние биополимерных буровых растворов на диаграммы высокочастотного электромагнитного каротажа // Геология и геофизика (Принята к публикации).

Общее количество публикаций

| Центральные издания | — | 4 |
|-------------------------------------|---|---|
| Зарубежные издания | _ | 5 |
| Материалы международных конференций | _ | 4 |

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. The Twentieth International Conference on Domain Decomposition Methods, San Diego, CA, USA, February 2011.—2 доклада (Решетова Г.В.).
- 2. 81st SEG Annual Meeting, San Antonio, USA, 18–23, September 2011. 1 доклад (Решетова Г.В.).
- 3. Ehe 10th International Conference on the Mathematical and Numerical Aspects of Waves, Vancouver, Canada, July 25–29, 2011. 1 доклад (Решетова Γ .В.).
- 4. 10^{th} International Conference on Theoretical and Computational Acoustics (ICTCA 2011), Taipei, Taiwan, 24–29 April, 2011. 1 доклад (Решетова Г.В.).
- 5. The Conference «Applied Methods of Statistical Analysis. Simulations and Statistical Inference», Novosibirsk, 20–22 September, 2011. 1 доклад (Решетова Γ .В.).
- XIV Всероссийская конференция-школа с международным участием «Современные проблемы математического моделирования», Новороссийск, 12–17 сентября 2011.— 1 доклад (Решетова Г.В.).
- 7. Вторая конференция «Суперкомпьютерные технологии в нефтегазовой отрасли, Москва, 6–8 декабря 2011. 3 доклада (Михайленко Б.Г., Мартынов В.Н., Фатьянов А.Г., Решетова Г.В.).
- 8. The XXV IUGG General Assembly Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet, Melbourne, Australia, 28 June–7 July, 2011.—1 доклад (Решетова Г.В.).
- 9. Международная конференция «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посвященная 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко, Новосибирск, 30 мая—4 июня 2011.—1 доклад (Мартынов В.Н.).
- 10. Третья международная молодежная научная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск, 10–15 октября 2011.—1 доклад (Мартынов В.Н., Михайленко Б.Г.).

- 11. Всероссийская конференция по вычислительной математике КВМ-2011, Новосибирск, 29 июня—1 июля 2011.-2 доклада (Соболева О.Н., Суродина И.В.).
- 12. Конференция «Научный сервис в сети интернет экзафлопное будущее», Абрау-Дюрсо, 19-24 сентября 2011.-1 доклад (Терехов А.В).

Всего докладов — 15

Участие в программных и организационных комитетах конференций

- 1. Михайленко Б.Г.—председатель организационного комитета всероссийской конференции по вычислительной математике (KBM-2011).
- 2. Михайленко Б.Г.—член программного комитета третьей международной молодежной научной школы-конференции «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач».
- 3. Михайленко Б.Г.— член программного комитета международной конференции «Суперкомпьютерные технологии математического моделирования», Якутск, 28–30 ноября 2011.

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

| 1 | l. | Михайленко Б.Г. | директор, | академик РАН |
|---|----|-----------------|----------------|--------------|
| 2 | 2. | Урев М.В. | внс, | д.фм.н. |
| 3 | 3. | Фатьянов А.Г. | внс, | д.фм.н. |
| 4 | ŧ. | Алексеев А.А. | снс, | к.фм.н. |
| 1 | ó. | Мартынов В.Н. | СНС | |
| 6 | j. | Мастрюков А.Ф. | снс, | к.фм.н. |
| 7 | 7. | Решетова Г.В. | снс, | д.фм.н. |
| 8 | 3. | Соболева О.Н. | снс, | д.фм.н. |
| 6 |). | Суродина И.В. | снс, | к.фм.н. |
| 1 | 0. | Михайлов А.А. | нс, | к.фм.н. |
| 1 | 1. | Терехов А.В. | мнс, | к.фм.н. |
| 1 | 2 | Куликов А.И. | вед. программи | CT |
| 1 | 2. | Чимаева Е.В. | вед. программи | CT |
| 1 | 3. | Трибис Д.Ю. | программист | |
| 1 | 4. | Гулина М.А. | инженер 1 кат. | 0.5 ст. |
| 1 | 5. | Кабанихина Е.С. | инженер 1 кат. | |
| | | | _ | |

Терехов А.В. — молодой научный сотрудник.

Педагогическая деятельность

| [|
|-------|
| L |
| |
| |
| итель |
| ,>> |
| |
| |
| |
| Į |

Защита докторских диссертаций

Решетова Г.В. Численное моделирование сейсмических и сейсмоакустических волновых полей и разномасштабных и резкоконтрастных средах». Доктор физико-математических наук по специальности 05.13.18. Диплом Серия ДДН № 017684. Решение ВАК об утверждении от 16 сентября 2011 г. № 35д/7.

Защита кандидатских диссертаций

Терехов А.В. Параллельный алгоритм дихотомии для решения трехдиагональных систем линейных алгебраических уравнений и его приложение к задачам геофизики и физики плазмы». Кандидат физико-математических наук по специальности 05.13.18., диплом серия ДКН № 132029 от 08.04.2011 № 15 κ /33.

Лаборатория математического моделирования волн цунами

Зав. лабораторией д.ф.-м.н. В.К. Гусяков

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.4.1.1. «Математическое моделирование сейсмических и электромагнитных физических полей в средах сложной геометрии и реологии» (№ госрегистрации 01201002449) (Научный руководитель проекта— академик РАН Б.Г. Михайленко) Раздел 3. «Моделирование и оценка цунамигенных геофизических явлений» (Руководитель— д.ф.-м.н. В.К. Гусяков)

Создана полная сейсмотектоническая схема очагов цунамигенных землетрясений в Дальневосточном регионе РФ. Разработан алгоритм расчета кинематики отраженных волн цунами. Проанализированы ситуации, в которых отраженные волны представляют опасности для побережья. Разработаны кинематические методы решения обратной задачи определения очага цунами по записям глубоководных регистраторов цунами. Предложен алгоритм, повышающий эффективность параллельных вычислений применительно к решению обратной задачи восстановления источника цунами по данным реальных измерений. Произведено распараллеливание комплекса программ расчета распространения волны цунами для реальной батиметрии, подготовлены натурные данные (произведена фильтрация) для расчетов по восстановлению источника Японского цунами 2011 г. и Шикотанского цунами 1994 г. По данным полного каталога импактных структур Земли получена оценка частоты падений крупных метеоритов. Показано, что учет параметра достоверности существенно меняет оценку частоты падений метеоритов на Землю. В течение всего года проводилось пополнение содержания Экспертной базы данных по импактным структурам Земли (Expert Database on Earth Impact Structures (EDEIS)) и каталога исторических наблюдений цунами, поддерживаемых в рамках проекта «Webэнциклопедии по природным катастрофам» (http://tsun.sscc.ru/nh). Продолжена работа по уточнению различения данных и знаний с учетом их шкал измерений, размытости и случайности (в частности, применительно к шкалам ураганов). Создана новая версия системы картографической поддержки GIMTool (Geographic Interactive Mapping Tool) для визуализации данных наблюдений по природным катастрофам.

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Проект РАН № 20.3 « Разработка методики оценки долгосрочного цунамириска (цунамирайонирования побережья) для Дальневосточного региона РФ» (Руководитель — д.ф.-м.н. В.К. Гусяков)

Проект направлен на создание расчетной основы для методики долгосрочной оценки цунамириска (цунамирайонирования побережья), которая могла бы использоваться при создании карты общего цунамирайонирования побережья. В течение третьего года выполнения проекта работа была направлена на оценку вклада удаленных цунами в цунамиопасность Дальневосточного побережья России. Основной целью данного этапа было определение набора удаленных цунамигенных зон, возникновение цунами, в которых представляет наибольшую опасность для побережья РФ, а также расчет ожидаемых высот цунами от удаленных источников. Проведена оценка сравнительной цунамиопас-

ности очагов подводных землетрясений из удаленных цунамигенных зон Тихого океана. На основании анализа исторических данных и численного моделирования показано, что наиболее опасны для Дальневосточного побережья $P\Phi$ очаги землетрясений в районе Южной Америки и Новой Гвинеи, способные создавать волны высотой до 4–5 м на восточном побережье Курило-Камчатской зоны.

Публикации

Центральные издания

- [1] Москаленский Е.Д. Формулы, задающие положение фронта волны, распространяющейся в среде со степенной зависимостью скорости от координаты// СибЖВМ. 2011. Т. 14, № 2. С. 169–178.
- [2] Амелин И.И., Салганский Е.А., Волкова Н.Н. и др. Область существования стационарной волны фильтрационного горения в шихте с малым содержанием углерода // Известия РАН. Сер. химическая. 2011. N 6. C. 1125-1132.

Зарубежные издания

- [1] Gusiakov V.K. Relationship of tsunami intensity to source earthquake magnitude as retrieved from historical data // Pure and Applied Geophysics. 2011. Vol. 168, Iss. 11. P. 2033—2041.
- [2] Gusiakov V.K. Magnitude-geographical criterion for operational tsunami prognosis: analysis of application in 1958-2009 // Seismic Instruments. − 2011. − Vol. 47, № 3. − P. 203−214.
- [3] Nöggerath J., Geller R.J., Gusiakov V.K. Fukushima The myth of safety, reality of geoscience // Bull. Atomic Scientists. -2011.-DOI:10.1177/0096340211421607.
- [4] Voronina T.A. Reconstruction of initial tsunami waveforms by a truncated SVD method // J. Inverse and Ill-posed Problems. -2011.- Vol. 19, Iss. 4-5.- P. 615-629.
- [5] Marchuk An.G., Bezhaev A.Yu. The Kuril-Kamchatka gridded digital bathymetry creation and analysis // Bull. NCC. Ser. Mathematical Modeling in Geophysics. 2011. Iss. 14. P. 17–39.
- [6] Marchuk An.G. A new method for determination of a wave-ray trace based on tsunami isochrones // Bull. NCC. Ser. Mathematical Modeling in Geophysics.—2010.—Iss. 13.—P. 91–101 (не вошла в отчет 2010 г.).
- [7] Marchuk An.G. Directivity of tsunami generated by subduction zone sources // Ibid.—P. 103–112 (не вошла в отчет 2010 г.).
- [8] Marchuk An.G., Moskalensky E.D. Some analytical solutions for tsunami wave rays and front // Ibid.—P. 113–126 (не вошла в отчет 2010 г.).

Прочие издания

- [1] Marchuk An. Methods for computing direct and inverse problems of tsunami kinematics // Abstr. World forum «Natural Cataclysms and Global Problems of the Modern Civilization». GEOCATACLYSM-2011.—London: «SVB» Intern. publish. house, 2011.—P. 91.
- [2] Омельченко О.К., Гусяков В.К., Чебров В.Н. Предварительная оценка точности определения координат землетрясений в системе сейсмологических наблюдений для службы предупреждения о цунами (СПЦ) // Сб. тр. XI Всерос. конф. с участием иностранных ученых «Проблемы мониторинга окружающей среды». Кемерово, 2011. С. 48–50: Сб. тр. КемГУ.
- [3] Воронина Т.А. Определение начальной формы волны цунами по данным о колебаниях уровня свободной поверхности // Тр. Междунар. конф. «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посв. 90-летию акад. Н.Н. Яненко. Новосибирск, 2011. http://conf.nsc.ru/files/conferences/niknik-90/fulltext/39138/44382/stat Voronina.pdf.

- [4] Лаврентьев М.М. (мл), Марчук Ан.Г., Симонов К.В. Решение обратных задач для оценки опасности цунами // Тез. докл. Междунар. конф. «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посв. 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко.— Новосибирск, 2011.— С. 40–41.
- [5] Марчук Ан.Г. Природа волн цунами и службы их предупреждения // Тр. Всеросс. науч.техн. конф. «Наука. Промышленность. Оборона».—Новосибирск, 2011.—С. 437–441.
- [6] Марчук Ан.Г. Природа волн цунами и службы их предупреждения // Там же. С. 437–441.
- [7] Лаврентьев М.М. (мл), Романенко А.А., Марчук Ан.Г. Применение методов математического моделирования для решения обратной задачи определения очага цунами // Тез. докл. V междунар. конф. «Математические идеи П.Л. Чебышева и их приложение к современным проблемам естествознания». Обнинск, 2011. С. 123—124.
- [8] Марчук Ан.Г., Москаленский Е.Д. Аналитические формулы для волновых лучей и фронтов в некоторых градиентных средах // Гольдинские чтения. Мат. конф., посв. 75-летию со дня рождения академика РАН С.В. Гольдина. Новосибирск, 2011. С. 38.
- [9] Сергеев В.А. Верификация и кастинг данных, информации и знаний и их носителей в социуме // Сб. тр. 4-й междунар. науч.-теорет. конф. «Коммуникативные стратегии информационного общества». Ст-Петербург, 2011. С. 137–145.
- [10] Сергеев В.А. К оптимализму в социальной инженерии государства // Там же. С. 181–193.

Сдано в печать

- [1] Москаленский Е.Д. Об изменении фронта плоской волны, проходящей через область, содержащую неоднородности // СибЖВМ.
- [2] Москаленский Е.Д. Об одном случае фокусировки плоской волны в неоднородной среде // Журнал прикладной механики и технической физики.

Общее количество публикаций

Центральные издания — 2 Зарубежные издания — 8

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. The ENHANS Workshop «Extreme Natural Hazards and Disaster Risk in Africa», Pretoria, South Africa, 17–20 January, 2011.—1 доклад (Гусяков В.К.).
- 2. European Geosciences Union, General Assembly 2011, Vienna, Austria, 3–7 April, 2011.— 1 доклад (Воронина Т.А.).
- 3. Всероссийская научно-техническая конференция «Наука. Промышленность. Оборона», посвященная 50-летию полета Ю.А. Гагарина в космос, Новосибирск, 20–22 апреля 2011.—1 приглашенный доклад (Марчук Ан.Г.).
- 4. V Международная конференция «Математические идеи П.Л. Чебышева и их приложение к современным проблемам естествознания», Обнинск, 14–18 мая 2011.— 1 доклад (Марчук Ан.Г.).
- 5. Международная конференция «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посвященная 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко.—2 доклада (Марчук Ан.Г., Воронина Т.А.).
- 6. XXV General Assembly of the IUGG «Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet», Melbourne, Australia, June 27–July 8, 2011.—2 доклада (Гусяков В.К.).
- 7. First International Summer School for students and young scientist «Natural environment of Arctic and Alpine areas: relief, soils, permafrost, glaciers and biota as indicators of climatic changes», Tomsk–Aktru, 4–16 July 2011.— 2 доклада (Амелин И.И., Гусяков В.К.).

- 8. Гольдинские чтения. Конференция, посвященная 75-летию со дня рождения академика РАН С.В. Гольдина, Новосибирск, 1–5 августа 2011.—1 пленарный доклад (Марчук Ан.Г., Москаленский Е.Д.).
- 9. World forum-International congress «Natural Cataclysms and Global Problems of the Modern Civilization», Istanbul, Turkey, September 19–21, 2011.— 1 доклад (Марчук Ан.Г.).
- 10. Третья международная молодежная научная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск, 10–15 октября 2011.-1 пленарный доклад (Марчук Ан. Γ .).
- 11. Третья научно-техническая конференция «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России», Петропавловск-Камчатский, 10–15 октября 2011.—2 доклада (Гусяков В.К.).
- 12. XI Всероссийская конференция с участием иностранных ученых «Проблемы мониторинга окружающей среды (ЕМ-2011)», Кемерово, 24–28 октября 2011.—1 доклад (Гусяков В.К.).
- 13. Всероссийская конференция с международным участием «Знания—Онтологии— Теории (ЗОНТ-2011)», Новосибирск, ИМ СО РАН, 3–5.10.2011.—1 доклад (Сергеев В.А.).
- 14. Всероссийская научная конференция «Геодинамика и напряженное состояние недр Земли», Новосибирск, ИГДиДУ СО РАН, 3–7.10.2011.—1 доклад (Сергеев В.А.).
- 15. Международная конференция «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», Новосибирск, 11–14.10.2011.—1 доклад (Сергеев В.А.).
- 16. 4-я Международная научно-теоретическая конференция «Коммуникативные стратегии информационного общества», Санкт-Петербург, С.-П. гос. Политехнический университет, 16–18.11.2011. 2 доклада (Сергеев В.А.).

Всего докладов — 21 в т.ч. приглашенных — 3

Участие в оргкомитетах конференций

Гусяков В.К.— член оргкомитета the ENHANS Workshop «Extreme Natural Hazards and Disaster Risk in Africa» и Третьей научно-технической конференции «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России».

Международные научные связи

Лаборатория поддерживает активные научные контакты с Международным информационным центром цунами (Гонолулу, США), Национальным центром данных по геофизике (Боулдер, США), Межправительственной океанографической комиссией ЮНЕ-СКО (Париж, Франция), Лос-Аламосской Национальной лабораторией (Лос-Аламос, США), Геологической обсерваторией Ламонт-Дохерти Колумбийского университета (Палисадес, США), факультетом наук о Земле университета Воллонгонга (Австралия), Океанографическим управлением ВМС Чили (Вальпараисо, Чили). В.К. Гусяков и Ан.Г. Марчук являются членами Международной комиссии по цунами МГГС. В.К. Гусяков является членом Комиссии по геориску Международного союза геодезии и геофизики (http://www.iugg-georisk.org/) и членом Международной рабочей группы по импактным событиям в голоцене (Holocene Impact Working Group, http://tsun.sscc.ru/hiwg).

Кадровый состав лаборатории (на 31.12.2011 г.)

| 1. | Гусяков В.К. | зав. лаб., | д.фм.н. |
|-----|-------------------|------------------|---------|
| 2. | Марчук Ан.Г. | внс, | д.фм.н. |
| 3. | Воронина Т.А. | снс, | к.фм.н. |
| 4. | Сергеев В.А. | HC | |
| 5. | Амелин И.И. | мнс, | к.фм.н. |
| 6. | Москаленский Е.Д. | мнс 0.5 ст. | |
| 7. | Ляпидевская З.А. | вед. программист | |
| 8. | Калашникова Т.В. | вед. инженер | |
| 9. | Лысковская Е.В. | вед. инженер | |
| 10. | Зиновьев П.С. | инженер | |

Амелин И.И.— молодой научный сотрудник.

Педагогическая деятельность

Воронина Т.А. — преподавание в СУНЦ НГУ

Руководство аспирантами

Мошкалев П.С. — 1 год, ИВМиМГ (Марчук Ан.Г.)

Лаборатория геофизической информатики

Зав. лабораторией д.т.н. В.В. Ковалевский

Важнейшие достижения

Для реализации активного мониторинга зон подготовки природных катастроф (землетрясений, вулканических процессов, оползней и др.), связанного с необходимостью просвечивания областей земной коры с линейными размерами в сотни километров, разработана геоинформационная технология вибросейсмической нанометрии, основанная на использовании мощных сейсмических вибраторов с прецизионными частотно-временными и силовыми характеристиками, высокочувствительных полевых систем регистрации и применении алгоритмов обнаружения и измерения параметров сейсмических волн нанометрового уровня на фоне многократно превосходящих микросейсм. С использованием созданной геотехнологии в Алтае-Саянском, Байкальском и других регионах проведены многочисленные эксперименты по измерению нанометровых уровней сейсмических волн от центробежных вибраторов типов ЦВ-100, ЦВ-40 на удалениях до 500 км. По собранной базе данных регистрации вибросигналов впервые получены зависимости амплитуд волн от расстояния до вибрационных источников различных классов. Показано, что по энергетической эффективности вибраторы класса 40–100 т превосходят взрывы с тротиловым эквивалентом в 1 т, что позволяет эффективно использовать их в качестве экологически безопасного инструмента в любых сейсмоактивных районах при проведении вибросейсмического мониторинга.

(д.т.н. Б.М. Глинский, д.т.н. В.В. Ковалевский, д.т.н. М.С. Хайретдинов)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.4.1.2. «Математическое моделирование, теоретические и экспериментальные исследования по развитию геоинформационных и Интернет технологий для задач активной сейсмологии и дистанционного зондирования»

(№ госрегистрации 01201002445)

(Научные руководители — д.т.н. В.В. Ковалевский, д.т.н. В.П. Пяткин)

Раздел 1. «Математическое моделирование волновых полей и процессов вибросейсмического зондирования и мониторинга сейсмо-вулкано опасных зон. Численное моделирование, создание программно-алгоритмических средств обработки данных и проведение экспериментальных вибросейсмических исследований в сейсмо-вулкано опасных зонах Разработка информационно-аналитических систем в области активной сейсмологии» (Руководитель — д.т.н. В.В. Ковалевский)

Выполнено математическое моделирование вибросейсмических полей различной природы в сложно построенных средах, ориентированных под трехмерную геометрию объекта. Численное моделирование проводится на основе решения полной системы уравнений теории упругости с соответствующими граничными и начальными условиями. В качестве метода решения представленной системы уравнений выбран разностный метод, адаптированный для трехмерных вариантов. Для моделирования распространения упругих волн адаптированы и использованы специализированные методы и алгоритмы поглощающих границ (Perfectly Matched Layers, Complex frequency shifted convolution Perfectly Matched Layers) для исключения отражений упругих волн от границ расчетной области. Разработанный комплекс программ использовался для проведения численных экспериментов на многоядерных вычислительных системах ЦКП ССКЦ ИВМиМГ СО РАН.

Для моделирования использовался кластер НКС-30Т. Проводились тестовые расчеты по выбору наиболее подходящей параллельной реализации программы для данной архитектуры кластера и предложенной параллельной схемы. На основе разработанного комплекса проведены эксперименты по разработке трехмерной модели изучаемого вулкана, а также изучению структуры сейсмического поля при вибросейсмическом просвечивании вулкана. Развивается технология численного моделирования в геофизике с применением графических процессоров. Для реализации трудоемких параллельных алгоритмов на больших объемах данных отлажены механизмы написания комплексных программ, выполняющихся параллельно на центральных и графических процессорах Nvidia (GPU) в среде программирования Microsoft Visual Studio с добавлением библиотек Intel MKL и специализированных библиотек для работы с видеокартами CUBLAS и CUFFT.

Выполнены экспериментальные исследования геодинамических процессов Байкальской рифтовой зоны, сейсмоактивных районов Алтае-Саянского региона и вулканических зон на основе исследования сейсмичности, данных активного вибросейсмического мониторинга, наблюдений на сети стационарных и временных станций, расположенных в этих районах. В 2011 г. начаты работы по исследованию характеристик волнового поля мощного вибратора для целей вибросейсмического зондирования глубинных структур Монголо-Сибирского региона. В качестве источника сейсмических волн использовался вибратор СВ-100, расположенный на Южно-Байкальском вибросейсмическом полигоне СО РАН, п. Бабушкин. Регистрация осуществлялась на шести профилях длиной 1–2 км на удалениях 200, 300, 350, 400, 450 и 500 км от источника.

Для измерения вибросейсмических колебаний нанометрового уровня были проведены эксперименты по регистрации сейсмических колебаний от вибратора ЦВ-40 на удалении 342 км с расстановкой 17-ти сейсмоприемников типа СК1-П в виде креста. С применением обработки исходных данных с помощью алгоритмов корреляционной свертки и синфазного сложения были выделены преломленные сейсмические волны и измерены их амплитуды колебательной скорости, составившие около 0.8 нМ/с. С учетом полученных результатов дополнительно оценены параметры экспоненциального закона затухания уровней волн по расстоянию, проведен сопоставительный анализ их с уровнями волн, полученных от взрыва мощностью 1 т.

С целью измерения уровней сейсмических и акустических волн, а также соотношения между ними на разных азимутальных направлениях с учетом направления и силы ветра, выполнены эксперименты по регистрации обоих типов волн от вибратора ЦВ-40 и карьерных взрывов в районах разрезов Майский и Виноградовский Кемеровской области с круговой расстановкой сейсмодатчиков по отношению к источникам (среднее радиус 6 км от источников). Эксперименты выполнялись для определения азимутальной направленности акустического поля в зависимости от направления и силы ветра, а также оценивания роли рельефа местности на распространение акустических колебаний.

На основе анализа многолетних данных вибросейсмического мониторинга Байкальской рифтовой зоны с использованием виброисточника ЦВО-100 исследованы сезонные вариации характеристик сигналов, излучаемых вибратором, и характеристик вибрационных сейсмограмм, регистрируемых сейсмостанциями локальной и региональной сети. Были обработаны записи колебаний грунта в ближней зоне вибратора при излучении свип-сигналов за период с августа 2003 г. по март 2006 г. В период ноябрь—май амплитуда сигнала вибратора имеет монотонный вид с максимумом в конце рабочего диапазона на 10 Гц. В июне увеличивается амплитуда в среднем диапазоне с максимумом в районе 7 Гц. В июле—сентябре максимум амплитуды в районе 6,5—6,8 Гц, далее в октябре график аналогичен июньскому с максимумом около 7 Гц. Такое изменение характера излучения вибратора напрямую связано с промерзанием грунта в месте его установки.

Рассмотрены задачи обеспечения высокоточного определения параметров сейсмических волн, порождаемых источниками на фоне сейсмических шумов. В основе решения

задачи лежат алгоритмы поисковой оптимизации, точность работы которых предлагается повысить с помощью методов предварительной обработки исходных записей сейсмических сигналов. На первом этапе использовались два алгоритма: алгоритм обратной фильтрации, основанный на решении уравнения Колмогорова—Винера, и вейвлет-фильтрация. Использование этих алгоритмов позволяет поднять контрастность вступлений волн. На втором этапе использовался алгоритм поисковой оптимизации, основанный на динамическом программировании и энергетическом критерии качества суммирования волн. Для повышения точности определения изучались и другие апостериорные алгоритмы определения времен вступления сейсмических волн, имеющих различные формы. Эффективность выполненных разработок иллюстрировались по отношению к проблеме локации удаленных промышленных и ближних полигонных взрывов.

Продолжена разработка информационно-аналитической системы для задач вибросейсмического зондирования очаговых и вулканических зон с использованием мощных вибраторов. Создан и размещен на web-сервере Лаборатории геофизической информатики (http://opg.sscc.ru) информационный Интернет-ресурс по активной сейсмологии. Произведена тонкая настройка внутренних и встраиваемых внешних модулей ресурса. Выполняется администрирование, включающее присвоение статуса пользователям. Создан и наполняется тематический библиографический справочник (более 200 позиций). В НИС «Активная сейсмология» интегрированы разработанные ранее ИВС «Вибросейсмическое просвечивание Земли» и «Землетрясения Камчатки». В базу данных и файловый архив ИВС «Вибросейсмическое просвечивание Земли» введена информация, полученная в ходе экспериментов «Карабетова гора» и «Байкал». Вводятся данные, полученные в ходе экспериментов 2010–2011 гг. (мониторинг вулкана Эльбрус, вибросейсмического зондирования глубинных структур Монголо-Сибирского региона). Разработан вычислительный модуль для анализа данных «Ранговый фильтр», web-формы для ввода поисковых запросов и усовершенствован пользовательский интерфейс.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 11-05-92215-Монг_а «Исследование характеристик волнового поля мощного вибратора для целей вибросейсмического зондирования глубинных структур Монголо-Сибирского региона»

(Руководитель — д.т.н. В.В. Ковалевский)

В 2011 г. выполнен первый этап проекта по исследованию характеристик вибросейсмического поля мощного 100-тонного вибрационного сейсмического источника, расположенного на Южнобайкальском геодинамическом полигоне, для целей глубинного вибросейсмического зондирования Монголо-Сибирского региона. Проведены экспериментальные работы по исследованию характеристик волнового поля сейсмовибратора в режиме излучения свип-сигналов и гармонических сигналов с регистрацией излучаемых волн на региональном профиле Бабушкин-Сухэ-Батор-Дархан-Улан-Батор длиной 500 км в южном направлении от источника. Регистрация сейсмических сигналов на профиле осуществлялась мобильными малыми сейсмическими группами на базе цифровых регистраторов «Байкал» с трехкомпонентными сейсмоприемниками СК-1П и специализированным программным обеспечением. Применение малых групп и разработанных программ обработки вибросигналов позволило выделить вибрационные зондирующие сигналы на удалении 200, 300, 350, 400, 450, 500 км от источника и выполнить пространственную селекцию приходящих волн на полученных вибрационных сейсмограммах. Исследованы характеристики микросейсмических шумов во всех точках регистрации, определены СПМ шума и временные вариации в течение ночного времени, определены амплитудные, энергетические и частотные характеристики вибрационных сейсмограмм и гармонических сигналов. Подготовлена база данных регистрации сейсмических событий из очагов южной части Байкала, Западной и Центральной Монголии (по данными региональной сети Прибайкалья) для исследования поляризации, затухания и рассеяния сейсмических волн на изучаемой территории. Работы проводились сотрудниками ИВМиМГ СО РАН, ГИН СО РАН, БурФ ГС СО РАН (Россия) и ИЦАГ АНМ (Монголия). При совместном выполнении проекта геофизиками России и Монголии освоена методика работ с мощными вибраторами для глубинного вибросейсмического зондирования.

(Исполнители — д.т.н. Ковалевский В.В., к.т.н. С.А. Авроров, В.А. Макаров, Л.П. Брагинская, А.П. Григорюк)

Проект РФФИ № 10-07-00387а «Разработка и проведение теоретических и экспериментальных исследований геоинформационной технологии оценивания экологического риска от карьерных взрывов с использованием сейсмоакустических колебаний сейсмических вибраторов»

(Руководитель — д.т.н. М.С. Хайретдинов)

В соответствии с предусмотренным заданием на 2011 г. выполненная работа состоит из двух частей: теоретической, связанной с моделированием процессов одновременного распространения сейсмических и акустических волн, порождаемых сейсмическим вибратором и взрывами. Вторая часть связана с обработкой экспериментально зарегистрированных сейсмических и акустических колебаний от вибратора ЦВ-40 и карьерных взрывов Кузбасса. По результатам выполненных работ оценено влияние на распространение обоих типов колебаний метеоусловий, прежде всего, направления и силы ветра, температурной аномалии, а также окружающего ландшафта местности. По результатам пространственной регистрации и обработки данных открыто явление фокусировки акустических колебаний, обусловленное воздействием ветра, что приводит к резко выраженному перераспределению энергии сейсмических и акустических волн по пространству. В свою очередь, это увеличивает риск разрушительного воздействия сейсмоакустических волн на окружающую социальную инфраструктуру. Зарегистрированное явление интерференции волн во времени и пространстве является дополнительным фактором многократного повышения риска. Разработана методика оценивания риска и получены соответствующие количественные оценки.

(Исполнители — д.т.н. В.В.Ковалевский, А.А. Якименко, А.А. Ливенец, к.т.н. С.А. Авроров, В.А. Макаров, Г.Ф. Седухина, Г.М. Воскобойникова)

Проект РФФИ № 11-07-10000-к «Организация и проведение экспериментальных исследований методов прогнозирования геоэкологического риска от мощных взрывов с помощью низкочастотных сейсмических вибраторов» (Руководитель — д.т.н. М.С. Хайретдинов)

Экспериментальные исследования проводились в связи с решением проблемы оценивания и предупреждения разрушительного воздействия короткозамедленных карьерных взрывов на окружающую среду, включая социальную инфраструктуру. Основные воздействия связаны с сейсмическими сотрясениями и воздушной ударной волной, которые вызываются мощными взрывами на открытых карьерах. При этом эффекты воздействия могут многократно меняться вследствие влияния метеоусловий (направлением и силой ветра, температурной инверсии), турбулентности атмосферы, а также рельефа окружающей местности.

С учетом влияния перечисленных факторов, основные цели настоящего проекта предусматривали: разработку методики проведения полевых экспериментов с мощными источниками в виде сейсмического вибратора ЦВ-40 и карьерных взрывов Кузбасса;

оценивание энергетических характеристик сейсмических и акустических колебаний, порождаемых указанными источниками, от ряда важных определяющих факторов, к числу которых относятся мощность источников, характеризуемая мощностью излучения вибратора и мощностью взрыва, и набор метеопараметров (направление и силы ветра, температура окружающего воздуха, атмосферное давление), рельеф местности; получение энергетических оценок в широком диапазоне дальностей (1–50 км) и азимутальных направлениях в пределах (0-360°); изучение особенностей совместного распространения сейсмических и акустических волн; совместными усилиями ИВМиМГ СО РАН и МФТИ (г. Долгопрудный) изучение особенностей регистрации сейсмических и акустических колебаний разного типа сейсмическими датчиками линейных и угловых перемещений — электродинамическими трехкомпонентными типа СК1-П, GS-3С и молекулярноэлектронными типа СМЕ-3011, МЕТК-03 (разработка Центра молекулярной электроники МФТИ). В соответствии с поставленными в проекте целями: разработаны методика проведения экспериментов для регистрации волн во времени и пространстве, включая круговую и линейную расстановку сейсмических и акустических сейсмодатчиков, подготовлено программно-техническое обеспечение в виде набора программ для выделения в шумах волновых форм и измерения их основных параметров с последующим вычислением параметров источников, для осуществления наглядного графического отображения результатов обработки на карте Google; организованы и проведены экспедиции в Новосибирской области с целью регистрации сейсмических и акустических колебаний от центробежного вибратора ЦВ-40, а также экспедиции в районах открытых угольных разрезов Кузбасса с целью регистрации сейсмических и акустических волн от карьерных взрывов.

(Исполнители — к.т.н. С.А. Авроров, В.В. Борисов, д.т.н. В.В. Ковалевский В.А. Макаров, А.А. Якименко)

Проект РФФИ № 09-07-00100 «Интерактивная компьютерная система проектирования и сопровождения одномерных фильтров взвешенных порядковых статистик» (Руководитель — к.т.н. В.И. Знак)

За отчетный период сформулированы организационные особенности и функциональные возможности компьютерной системы как системы обработки и анализа сигналов. (Исполнители — А.П. Григорюк, Л.П. Брагинская)

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Проект СО РАН 4.5 «Численное моделирование и экспериментальные исследования грязевых вулканов вибросейсмическими методами» (Руководитель — д.т.н. Б.М. Глинский)

Была сформулирована геофизическая модель для пяти- и шестислойной среды с заданными скоростями продольных и поперечных волн и плотностью в соответствующих слоях. Слои пересекает цилиндрическая трубка с конусным расширением на конце, для которой также заданы скорость продольных, поперечных волн и плотность. Диаметр цилиндра составляет $0.14~{\rm km}$, диаметр конуса на свободной поверхности— $0.3~{\rm km}$.

Для моделирования применялись алгоритмы и программы, описанные в предыдущем отчете. Параллельная программа имеет несколько реализаций: с использованием только MPI и комбинации возможностей MPI и OpenMP («гибридная параллельная схема»). Для организации распараллеливания использован способ разбиения расчетной области на слои вдоль одной из пространственных переменных, в данном случае вдоль коор-

динатной оси Z. При реализации данной схемы каждый вычислительный узел рассчитывает свою сеточную область на каждом временном шаге независимо от других, за исключением точек, находящихся на границе между двумя соседними областями. Эти точки являются общими для каждой из областей, и для продолжения счета необходимо производить обмен информацией об искомых величинах между «соседями». На каждом временном шаге моделирования необходимо произвести две серии обменов информацией о волновом поле: одна— для компонент вектора скоростей смещений, вторая— для компонент тензора напряжений. Весь обмен информацией реализован через интерфейс МРІ с помощью блокирующих операций получения и передачи данных.

Моделирование показало, что на профиле, пересекающем вулкан, отчетливо просматривается грязевая трубка. В динамике видно, что поле как бы «задерживается» в этой трубке, что и подтверждает гипотезу о резонансе. По кинематике, а также по снимкам волнового поля удалось установить тип некоторых групп наблюдаемых волн для результатов моделирования полной модели

Проект СО РАН 4.6 «Математическое моделирование и экспериментальные исследования геодинамических процессов в южной части Байкальской рифтовой зоны методами активной сейсмологии»

(Руководитель — д.т.н. В.В. Ковалевский)

Выполнены работы по численному моделированию волновых полей в задачах вибросейсмического мониторинга районов со сложным рельефом. Разработаны параллельные алгоритмы, на основе конечно-разностного метода, и создан комплекс программ для численного моделирования распространения упругих волн в трехмерных моделях упругих сред, включая среды с криволинейной свободной поверхностью. На основе анализа многолетних данных вибросейсмического мониторинга Байкальской рифтовой зоны с использованием виброисточника ЦВО-100 были исследованы сезонные вариации характеристик сигналов, излучаемых вибратором, и характеристик вибрационных сейсмограмм, регистрируемых сейсмостанциями локальной и региональной сетей. Были обработаны записи колебаний грунта в ближней зоне вибратора при излучении свип-сигналов с августа по март за период 2,5 года. В период ноябрь-май амплитуда сигнала вибратора имеет монотонный вид с максимумом в конце рабочего диапазона на 10 Гц. В июне увеличивается амплитуда в среднем диапазоне с максимумом в районе 7 Гц. В июлесентябре максимум амплитуды в районе 6,5–6,8 Гц, далее в октябре график аналогичен июньскому с максимумом около 7 Гц. Такое изменение характера излучения вибратора связано с промерзанием грунта в месте его установки. На с/с Хурамша выполнен анализ поляризационных характеристик основных волн. В группе продольных волн круговая поляризация в зимний период летом сменяется линейной поляризацией смещения частиц в сейсмической волне, излучаемой виброисточником. В группе поперечных волн наблюдается обратная картина: линейная поляризация в зимний период сменяется круговой.

Совместный ИП СО РАН № 133 «Разработка многодисциплинарных математических моделей и экспериментальных методов изучения зон подготовки землетрясений и вулканической деятельности»

(Координатор — академик РАН Б.Г. Михайленко, исполнитель — д.т.н. В.В. Ковалевский)

В ходе выполнения проекта проведены теоретические исследования по математическому моделированию распространения упругих волн в трехмерных моделях сред, геометрия которых характерна для геологического строения грязевых вулканов. Выполнено

численное моделирование распространения упругих волн в полномасштабной 3D модели грязевого вулкана в Сибирском суперкомпьютерном центре ИВМиМГ СО РАН на вычислительных блэйд-серверах HP ProLiant BL2x220c G5, находящихся в составе кластера НКС-30Т. Количество используемых ядер (МРІ процессов) составляло 160. На основе разработанного на предыдущем этапе метода разработана программа безартефактного моделирования сейсмических волновых полей в средах 2.5D геометрии. Это позволило не только проводить расчеты сейсмических волновых полей, но и исследовать резонансные явления в слоистых структурах с локализованными в них неоднородностями. Проведена обработка вибросейсмических данных полевых экспериментальных работ по вибросейсмическому просвечиванию разломных зон хребта Хамамр-Дабамн (юго-восток Байкала). На основе анализа многолетних данных вибросейсмического мониторинга Байкальской рифтовой зоны с использованием виброисточника ЦВО-100 исследованы сезонные вариации характеристик сигналов, излучаемых вибратором, и характеристик вибрационных сейсмограмм, регистрируемых сейсмостанциями локальной и региональной сети, определены сезонные вариации спектра излучения вибратора и его резонансной частоты. Выполнена обработка данных по исследованию низкоэнергетической сейсмической активности района вулкана Эльбрус с использованием 2,5 км линейной сейсмической группы, развернутой непосредственно над магматическим очагом вулкана Эльбрус, в туннеле вспомогательной штольни Баксанской нейтринной обсерватории. Выявлено проявление низкоэнергетической сейсмической активности в Приэльбрусье, начиная от расстояний 2–3 км от сейсмической группы (разломы в окрестности горы Андырчи) до расстояний 12-20 км (район вулкана Эльбрус) и регистрация слабых землетрясений в регионе на расстоянии 50–100 км. Проведены экспериментальные работы по вибросейсмическому просвечиванию и мониторингу сейсмических полей на профиле протяженностью 500 км Байкал-Улан-Батор (Монголия) с целью исследования характеристик вибросейсмического поля мощного сейсмовибратора, расположенного на Южнобайкальском геодинамическом полигоне и определение возможности его использования для проведения работ по виброГСЗ в условиях сложно построенных анизотропных сред Монголо-Сибирского региона. Получены вибрационные сейсмограммы, характеристики природных и техногенных микросейсмических шумов. В рамках проекта выполнено развитие и создание информационно-вычислительных систем многодисциплинарных исследований зон подготовки землетрясений Байкальского и Алтае-Саянского региона и вулканической деятельности в Таманской грязевулканической провинции и на Камчатке.

Междисциплинарный ИП СО РАН № 92 «Прогноз изменений климата Центральной Азии на основе анализа ежегодных записей в озерных осадках, древесных кольцах и ледниках региона»

(Координатор — д.т.н. В.В. Ковалевский)

Выполнено исследование статистических характеристик временных рядов для элементов, плотности и всех измеренных параметров осадка на полную глубину керна, включающее исследование спектральных характеристик временных рядов для всех измеренных параметров осадка в керне. Исследование взаимных корреляционных характеристик временных рядов различных параметров во временной и спектральной области показало, что по степени взаимной корреляции выделяются три группы элементов: 1-я группа с корреляцией 0.85-0.95 и дисперсией 0.02-0.06; 2-я группа с корреляцией 0.75-0.85 и дисперсией 0.02-0.06; 3-я группа с корреляцией 0.35-0.65 и дисперсией 0.07-0.16. Выполнен сравнительный анализ временных рядов характеристик для различных кернов из одного района, где данные тестировались t-тестом, результаты которого подтверждают гипотезу о неслучайности изменений математических ожиданий в выборках элементов из двух кернов. Проведены исследования степени сглаживания и параметров фильтрации

эмпирических временных рядов измеренных параметров керна для целевых реконструкций. Данные показывают, что периоды каждой из пять основных гармоник (кроме самой длиннопериодной) временных рядов элементов, среднего по 10 элементам, среднего по 26 элементам, температуры, осадков, дендрологических данных близки по значениям для всех временных рядов. Так, первая гармоника имеет значение 9,6–11,2 лет, вторая—12,6–14,2 лет, третья—16,9–22,0 лет, четвертая—31,8–35,8 лет, пятая—61,2–75,1 лет для рядов элементов и 85–130 лет для температурных и дендрологических данных. Разработаны и протестированы алгоритмы сглаживания и фильтрации временных рядов измеренных параметров керна по целевым климатическим параметрам природной среды

Экспедиционный грант СО РАН «Экспериментальные работы по изучению неоднородности строения земной коры, геодинамических процессов и проведение вибросейсмического мониторинга Байкальской сейсмоопасной зоны и Алтае-Саянского региона с использованием низкочастотных вибраторов, регистрация сейсмических и акустических полей от карьерных взрывов и вибраторов» (Руководитель — д.т.н. В.В. Ковалевский)

В 2011 г. выполнены полевые экспериментальные работы по регистрации волнового поля вибратора на профиле Байкал-Улан-Батор на удалениях до 500 км от вибрационного источника и мониторингу сейсмических шумов в точках регистрации. В качестве источника сейсмических волн использовался вибратор СВ-100, расположенный на Южно-Байкальском вибросейсмическом полигоне СО РАН, п. Бабушкин. Излучение сигналов вибратором осуществлялось в режиме свип-сигналов в диапазоне частот 6-10 Гц и в режиме гармонического излучения на фиксированных частотах 7–9 Гц. Регистрация осуществлялась на шести профилях длиной 1–2 км на удалениях 200, 300, 350, 400, 450 и 500 км от источника. Регистрация вибросейсмических сигналов осуществлялась аппаратурой Байкал (10 регистраторов) с сейсмическими датчиками СК1-П, координатная привязка системой GPS. Проведены экспериментальные работы по регистрации сейсмических и акустических сигналов от вибратора ЦВ-40 и карьерных взрывов Кузбасса в период июнь—октябрь 2011 г. Было зарегистрировано 10 взрывов от карьеров Майский, Виноградовский. Мощность взрывов варьировала от 60 до 270 т. Регистрация сейсмических и акустических колебаний осуществлена разного типа сейсмическими датчиками линейных и угловых перемещений — электродинамическими трехкомпонентными типа СК1-П, GS-3С и молекулярно-электронными типа CME-3011, METR-03.

Публикации

Центральные издания

[1] Геза Н.И., Ковалевский В.В., Седухина Г.Ф., Хайретдинов М.С., Юшин В.И., Якименко А.А. Экспериментальная оценка абсолютных уровней когерентных сейсмических колебаний с помощью вибрационных технологий // Технологии сейсморазведки. — Новосибирск, 2011. — N = 3. — С. 84 — 92.

Зарубежные издания

[1] Znak V.I. Computer System for Supporting Periodic Signals Processing, Their Analysis and Visual Control of Results // Pattern Recognition and Image Analysis: Software and Hardware for Pattern Recognition and Image Analysis. −2011. − Vol. 21, № 2. − P. 420–424.

Материалы международных конференций и совещаний

[1] Khairetdinov M.S., Avrorov S.A. Information technology in geophysical monitoring // Proc. 6th Intern. Forum on Strategic Technology (IFOST 2011).—Harbin, 2011.—P. 804–809.

- [2] Хайретдинов М.С. Сопряженные методы оптимизации сложных вибросейсмических систем // Седьмая междунар. азиатская школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем». Ташкент, 2011. С. 174–183.
- [3] Хайретдинов М.С., Авроров С.А. Автоматизированная система геоакустической локации мобильными сейсмическими группами // Proc. Intern. Siberian Conf. on control and communications (SibCon-2011). Krasnoyarsk, 2011. С. 471–474.
- [4] Хайретдинов М.С., Воскобойникова Г.М. Эффекты интерференции волновых полей в смежных геофизических средах // Там же. С. 418–421.
- [5] Брагинская Л.П., Григорюк А.П. Управление данными экспериментов с использованием Web-технологий // Мат. междунар. конф. «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики посв. 100-летию со дня рождения члена-корр. АН СССР Алексея Андреевича Ляпунова. Новосибирск, 2011. http://conf.nsc.ru/Lyap-100/reportview/72515.
- [6] Глинский Б.М., Иванова И.Н. О связи спектров волнового вибросейсмического поля с геологическим строением грязевого вулкана «Карабетова гора» // Сб. мат. VII Междунар. науч. конгр. «ГЕО-Сибирь-2011». Новосибирск: Изд. СГГА, 2011. Т. 4. С. 94–100.
- [7] Ефимов С.А. Спектральный метод обработки данных для вибросейсмического мониторинга земной поверхности // Там же. С. 147–152.
- [8] Ефимов С.А. Исследование особенностей волнового вибросейсмического поля, формируемого монохроматическим зондирующим сигналом // Там же.— С. 101-105.
- [9] Знак В.И. Некоторые аспекты обработки, анализа и контроля сигналов при их равномерной дискретизации // Тр. междунар. науч.-практ. конф. «Передовые информационные технологии, средства и системы автоматизации и их внедрение на российских предприятиях», AITA-2011. — М. 2011. — С. 975–986.
- [10] Znak V. Some Aspects of Processing, Analysis, and Control of Signals as One-Dimensional Time Series // Proc. Intern. Conf. on Multimedia Technology (ICMT 2011).—Hangzhou, 2011.—Vol. 4, Pt. II.—P. 3667–3670.

Прочие издания

- [1] Ковалевский В.В. Эксперимент по развертыванию подземной сейсмической группы в районе эльбрусского вулканического центра. // Мат. конф., посв. 75-летию со дня рождения академика РАН С.В. Гольдина (Гольдинские чтения). Новосибирск, 2011. С. 11.
- [2] Ковалевский В.В., Глинский Б.М., Хайретдинов М.С., Караваев Д.А. Экспериментальные вибросейсмические исследования грязевого вулкана «Карабетова гора» и результаты математического моделирования // Там же.—С. 20.
- [3] Еманов А.Ф., Ковалевский В.В., Хайретдинов М.С., Юшин В.И. Экспериментальные исследования технологии вибросейсмической нанометрии // Там же.— С. 21.
- [4] Хайретдинов М.С., Воскобойникова Г.М., Седухина Г.Ф. Информативные параметры сейсмических волновых полей в трещиноватых средах // Там же.— С. 22.
- [5] Григорюк А.П., Брагинская Л.П. WEB-ориентированная научная информационная система «Активная сейсмология» // Там же. С. 42.
- [6] Хайретдинов М.С., Авроров С.А., Седухина Г.Ф., Якименко А.А. Оценивание сейсмоакустических эффектов техногенных взрывов с помощью сейсмических вибраторов // Сб. тр. XI Всеросс. конф. с участием иностранных ученых «Проблемы мониторинга окружающей среды (ЕМ-2011)». Кемерово, 2011. С. 118–123.
- [7] Григорюк А.П., Брагинская Л.П. Информационная система для комплексной поддержки научных исследований в области активной сейсмологии // Там же.— С. 305–310.
- [8] Знак В.И. Организация компьютерной системы обработки, анализа и контроля равномерно дискретизированных сигналов // Тр. рабочего семинара «Наукоемкое программное обеспечение», Ершовская конф. по информатике НПО 2011.— Новосибирск, 2011.— С. 92–98.
- [9] Авроров С.А., Якименко А.А. Применение сейсмических вибраторов для исследования сейсмоакустических эффектов и геоэкологической угрозы от техногенных взрывов // Тез. докл.

- XII Всеросс. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Новосибирск, 2011.-C.~43-44.
- [10] Alekseev A.S., Tsibulchik G.M., Glinsky B.M., Kovalevsky V.V., Khairetdinov M.S. Vibroseismic technology of detection and monitoring of seismic-volcano-prone zones // Book of abstr. World forum-Intern. Congr. «Natural Cataclisms and Global Problems of the Modern Civilization».— Istanbul, 2011.—P. 45.
- [11] Khairetdinov M.S., Voskoboinikova G.M., Sedukhina G.F. Informative parameters of vibroseismic wave fields in fractured and fluid-saturated media // Ibid.—P. 47.
- [12] Глинский Б.М., Караваев Д.А. Численное моделирование распространения вибросейсмических волн в средах характерных для грязевых вулканов // Тез. Междунар. конф. «Математические и информационные технологии (МИТ–2011)», Сербия, Черногория, 2011.—С. 81–82.
- [13] Караваев Д.А., Якименко А.А. Численное моделирование и исследование поля упругих волн для кавернозных сред // Мат. XLIX междунар. науч. студ. конф. «Студент и научнотехнический прогресс».—Новосибирск, 2011.—С. 252.

Сдано в печать

- [1] Ковалевский В.В., Глинский Б.М., Хайретдинов М.С., Караваев Д.А. Экспериментальные вибросейсмические исследования грязевого вулкана Карабетова гора и результаты математического моделирования // Вулканология и сейсмология.
- [2] Ковалевский В.В., Собисевич А.Л., Якименко А.А. и др. Пилотный эксперимент по развертыванию сейсмической группы в штольне БНО ИЯИ РАН в районе Эльбрусского вулканического центра. // Доклады РАН.

Общее количество публикаций

 Центральные издания
 —
 1

 Зарубежные издания
 —
 1

 Материалы международных конференций
 —
 10

Участие в международных конференциях и совещаниях

- 1. World forum-International congress «Natural Cataclisms and Global Problems of the Modern Civilization», Istanbul, Turkey, September 19–21 2011.—2 доклада (Ковалевский В.В., Хайретдинов М.С., Воскобойникова Г.М., Седухина Г.Ф.).
- 2. Международная конференция «Математические и информационные технологии (МИТ-2011)», Сербия, Черногория, 2011.—1 доклад (Караваев Д.А.).
- 3. The 6th International Forum on Strategic Technology (IFOST 2011), Harbin, China, August 22–24, 2011. 1 доклад (Хайретдинов М.С., Авроров С.А.)
- 4. XII международная азиатская школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, 17–27 октября 2011.—1 доклад (Хайретдинов М.С.).
- 5. International Conference on Multimedia Technology (ICMT 2011), Hangzhou, China, July 26–28, 2011.—1 доклад (Знак В.И.).
- 6. International Siberian conference on control and communications (SibCon-2011), Krasnoyarsk, September 15–16, 2011.—1 доклад (Хайретдинов М.С., Воскобойникова Г.М.).
- 7. IV международная конференция «Системный анализ и информационные технологии (САИТ-2011)», 12–16 сентября 2011.—1 доклад (Хайретдинов М.С.).
- 8. Международная научно-практическая конференция «Передовые информационные технологии, средства и системы автоматизации и их внедрение на российских предприятиях (AITA-2011)», Москва, 4–8 апреля 2011.—1 доклад (Знак В.И.).
- 9. Международная конференция «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики посвященная 100-летию со дня рождения члена-корреспондента

- АН СССР Алексея Андреевича Ляпунова, Новосибирск, 11.10–14.10.2011. 1 доклад (Брагинская Л.П., Григорюк А.П.).
- 10. Международный научный конгресс «ГЕО-Сибирь-2011», Новосибирск, 19–29 апреля 2011. — 3 доклада (Иванова И.Н., Ефимов С.А.).
- 11. XI Всероссийская конференция с участием иностранных ученых «Проблемы мониторинга окружающей среды (ЕМ-2011)», Кемерово, КемГУ, 24–28 октября 2011. – 2 доклада (Хайретдинов М.С., Авроров С.А., Седухина Г.Ф., Якименко А.А.; Брагинская Л.П., Григорюк А.П.).
- 12. Гольдинские чтения. Конференция, посвященная 75-летию со дня рождения академика РАН С.В. Гольдина, Новосибирск, Россия, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, 1–5 августа 2011. — 4 доклада (Ковалевский В.В., Хайретдинов М.С., Караваев Д.А., Ковалевский В.В., Брагинская Л.П., Григорюк А.П.; Воскобойникова Г.М., Седухина Г.Ф.).
- 13. XLIX Международная научная студенческая конференция «Студент и научнотехнический прогресс», Новосибирск, 16–20 апреля 2011. — 1 доклад (Караваев Д.А., Якименко А.А.).
- 14. Конференция молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, Новосибирск, 12–14 апреля 2011. - 2 доклада (Хайретдинов М.С., Авроров С.А., Якименко А.А.).
- 15. Рабочий семинар «Наукоемкое программное обеспечение (НПО 2011)», Ершовская конференция по информатике, Новосибирск, 27 июня—1 июля 2011. — 1 доклад (Знак В.И.).

Всего докладов —

Участие в выставках

Научная разработка «Вибросейсмический мониторинг сейсмоопасных зон» на постоянно действующей выставке Сибирского отделения РАН.

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

| 1. | Ковалевский В.В. | и.о. зав.лаб., | д.т.н. |
|-----|---------------------|-------------------------|--------|
| 2. | Хайретдинов М.С. | гнс, | д.т.н. |
| 3. | Знак В.И. | снс 0.5 ст., | к.т.н. |
| 4. | Григорюк А.П. | HC | |
| 5. | Ефимов С.А. | нс 0.5 ст. | |
| 6. | Кайсина Н.В. | нс 0.5 ст. | |
| 7. | Седухина Г.Ф. | HC | |
| 8. | Авроров С.А. | MHC, | к.т.н. |
| 9. | Воскобойникова Г.М. | MHC | |
| 10. | Караваев Д.А. | мнс, | к.т.н. |
| 11. | Борисов В.В. | вед. инженер | |
| 12. | Иванова И.Н. | вед. инженер | |
| 13. | Макаров В.А. | вед. инженер-электроник | |
| 14. | Брагинская Л.П. | вед. программист 1 кат. | |

Авроров С.А., Воскобойникова Г.М., Караваев Д.А.— молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Хайретдинов М.С. — зав. кафедрой, профессор НГТУ

Воскобойникова Г.М. - ассистент НГТУ

Руководство аспирантами

Якименко А.А. — НГТУ, 2 год (Хайретдинов М.С.) Юркевич Н.В. — НГТУ, 2 год (Хайретдинов М.С.) Скоморохов Е.Ю. — НГТУ, 1 год (Хайретдинов М.С.) Плизга В.В. — НГТУ, 1 год (Хайретдинов М.С.)

Защита дипломов

Скоморохов Е. — 6 курс НГТУ (Хайретдинов М.С.)

Лаборатория обработки изображений

Зав. лабораторией д.т.н. В.П. Пяткин

Важнейшие достижения

Разработан новый непараметрический статистический критерий для задач с двумя и тремя выборками, более мощный, чем известные критерии Вилкоксона и Уитни. (к.ф.-м.н. Г.И.Салов).

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.4 (I.4.1) «Математическое моделирование, теоретические и экспериментальные исследования по развитию геоинформационных и Интернет-технологий для задач активной сейсмологии и дистанционного зондирования» (№ госрегистрации 01201002445)

(Научные руководители — д.т.н. В.В. Ковалевский, д.т.н. В.П. Пяткин)

Раздел 2. «Разработка и создание многофункциональной системы обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) на базе лабораторного вычислительного комплекса и Сибирского суперкомпьютерного центра (ССКЦ) с использованием математического моделирования, Интернет-технологий, современных методов и алгоритмов обработки изображений, распределенных параллельных программных технологий» (Руководитель — д.т.н. В.П. Пяткин)

Этап 2011 г. Разработка системы построения трансляторов метаязыков семантической организации геоданных; создание высокопроизводительной библиотеки обработки данных ДЗЗ на GPU; разработка технологии моделирования работы спектрометров (типа ИКФС-2); реализация существующих итерационных томографических алгоритмов на GPU; создание параллельной версии итерационного алгоритма восстановления внутренней структуры грязевого вулкана; отыскание статистических критериев и создание алгоритмов для кластеризации изображений и последовательностей изображений; разработка и создание алгоритмов поддержки визуализации непрерывного формоизменения динамического рельефа; создание параллельных версий алгоритмов кластеризации данных ДЗЗ методом анализа мод многомерной гистограммы и гибридным методом; разработка алгоритма кластеризации данных ДЗЗ на основе контекста изображения.

Выполнены исследования по сокращению времени обработки данных дифракционного эксперимента в кристаллофизике при решении больших (10 миллионов строк и 16 миллионов неизвестных) систем линейных уравнений итерационными методами. Вычисления проводились на системе с двумя четырехядерными процессорами Xeon 5500 Quad Core, 48 Гб ОЗУ и четырьмя GPU NVIDIA Tesla C1060, использовавшимися для распараллеливания вычислений при трассировке кривых в прямой задаче сферического преобразования Радона. В качестве итерационного метода выбран алгоритм Качмажа, обладающий широкими возможностями автономной обработки групп проекций над общим массивом восстанавливаемого многомерного изображения. Этот алгоритм известен адаптируемостью к разнообразию геометрий сбора данных — регулярных, как в томографических сканерах, и сложных (зависящих от рельефа земной поверхности), как в задаче восстановления внутренней структуры грязевого вулкана. Итерационный метод Качмажа применялся на последовательности иерархических сеток, начиная с куба стороной в 16 отсчетов с последовательным увеличением разрешения вдвое до 256 отсчетов. Иерархический подход позволил получить реконструкцию за два часа, что ускорило вы-

числения в 25 раз по сравнению с предыдущими экспериментами. При восстановлении внутренней структуры грязевого вулкана определяющим качество реконструкции становится именно последовательное измельчение сетки, которое решает проблему заполнения пикселов, не участвующих в трассировке лучей просвечивания.

Разработаны новые алгоритмы реконструкции для гибридных моделей сканеров, таких как комбинация однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (SPECT) и компьютерной томографии (CT) или магнитно-резонансной томографии (MRI). Наличие анатомических границ (CT, MRI) позволяет модификацию функции априорной вероятности в оценке апостериорного максимума; был получен алгоритм, базирующийся на вариационных методах диффузии для устранения шума на изображении с сохранением значимых границ (анизотропная фильтрация диффузией). Направление диффузии для фильтрации эмиссионного изображения выполняется с помощью имеющейся анатомической информации. Данный подход позволяет устранить шум на эмиссионном изображении при сохранении необходимой информации (опухоли, зоны пониженной/повышенной активности), а также значительно улучшить разрешение изображения с помощью априорной анатомической информации. Количественная оценка данного метода показала его превосходство над методом Баушера, одним из известных подходов к использованию анатомической информации, демонстрирующим наилучшие характеристики в сравнении с методами сегментации и использованием теоретико-информационных метрик. Было также предложено использовать модернизированную локальную сегментацию, основанную на анатомии, что дает возможность применять более точное сглаживание эмиссионных изображений и значительно улучшить их разрешение.

Разработана система построения трансляторов метаязыков семантической организации геоданных и создана серверная компонента сенсорного Web-интерфейса пространственной БД. Разработка выполнена в среде Visual Studio 2010 на языке С#.

Рассматривалась проблема обнаружения некрупного плохо видимого протяженного объекта на зашумленном изображении в ситуации, когда априорные данные о статистических характеристиках величин, наблюдаемых в точках области объекта и точках окружающего его фона либо отсутствуют, либо неточны (из физического смысла известно только то, что величины, наблюдаемые в точках области объекта, стохастически больше величин, наблюдаемых в близких к объекту точках окружающего его фона). Лучший из известных алгоритмов обнаружения объекта основан на проверке гипотезы однородности двух выборок случайных величин («объект отсутствует») против альтернативной гипотезы, состоящей в том, что величины первой выборки стохастически больше величин второй выборки («объект присутствует»). Первую выборку составляют величины, наблюдаемые в точках возможного положения области объекта на изображении, вторую — величины, наблюдаемые в близких точках области окружающего фона. Наиболее подходящим из существующих непараметрических критериев для проверки этой гипотезы однородности является самый известный и чаще всего применяемый среди двухвыборочных критериев критерий Вилкоксона (Wilcoxon), предложенный еще в 1945 г. Однако объединение всех величин, наблюдаемых в близких точках области фона, в одну выборку приводит к тому, что гипотеза однородности может быть легко ошибочно отклонена в пользу альтернативной гипотезы (ложное обнаружение), когда в поле зрения будет присутствовать не протяженный важный для наблюдателя объект, а часть, например контур, некоторого объекта, неинтересного наблюдателю. Чтобы уменьшить или даже исключить вероятность такого ложного обнаружения, величины, принадлежащие близким точкам области окружающего фона, следует разбить на две группы, например, принадлежащие точкам, находящимся справа и слева от объекта. Тогда в распоряжении наблюдателя будут уже три выборки, и задача будет состоять в том, чтобы по этим трем выборкам распознать случай присутствия объекта. Проблема состоит в отыскании подходящего критерия для проверки гипотезы однородности трех выборок против альтернативной гипотезы, состоящей в том, что величины, принадлежащие выборке, образованной точками возможной области объекта, стохастически больше величин каждой из двух других выборок. Известно три критерия для этой проверки: один из них был предложен Уитни еще в 1951 г., второй был разработан в Лаборатории в 1997 г., третий—в прошлом году. Исследования этого года показали, что первые два критерия уступают критерию Вилкоксона по мощности, а мощность третьего критерия равна мощности критерия Вилкоксона. В отчетном году был разработан новый критерий, неожиданно оказавшийся мощнее критерия Вилкоксона, который эквивалентен частному (неоптимальному) варианту нового критерия.

Начато создание программной технологии, интегрирующей удаленный высокопроизводительный сервер на базе графических ускорителей в процесс обработки и интерпретации данных ДЗЗ. В рамках этапа 2011 г. разработано ядро вычислительной компоненты создаваемой технологии—экспериментальной библиотеки обработки изображений на GPU SSCC-GPUIPL. Библиотека реализована на языке С с использованием технологии CUDA и предоставляет высокоуровневую абстракцию изображения, скрывая детали выполнения вычислений.

В рамках развития программного комплекса PlanetaMonitoring, предназначенного для обработки информации с низкоорбитальных и геостационарных спутников Земли, разработан новый программный модуль нечеткой кластеризации данных ДЗЗ алгоритмом С-средних, усовершенствованы модули построения географических карт, разработана новая система формирования мозаик из космических изображений больших размеров. Модули выделения линеаментов и обнаружения кольцевых структур выделены в отдельное Windows-приложение. Комплекс рекомендуется для внедрения в практику научной и производственной деятельности центров приема и обработки спутниковых данных. В настоящее время комплекс внедрен в НИЦ «Планета» и ЗапСибРЦПОД.

Продолжены работы по реализации параллельной версии кластеризации многоспектральных данных ДЗЗ методом K-средних и нечеткой кластеризации методом C-средних.

Выполнены работы по моделированию спектра уходящего ИК-излучения, регистрируемого аппаратурой спектрометра ИКФС-2 КА «МЕТЕОР-М» №2.

Создан итерационный параллельный алгоритм гладкого сопряжения решений уравнения Пуассона в соседних элементах разбиения, обеспечивающий поддержку визуализации непрерывного формоизменения динамического рельефа земной поверхности. Итерационное формоизменение рельефа выполняется динамическим перераспределением «несжимаемого» объема. Алгоритм ориентирован на вертикальную обработку данных в ассоциативной памяти с двумерным доступом, его вычислительная сложность может быть значительно снижена применением разработанного «Устройства моделирования полидуги» (заявка на изобретение находится на государственной экспертизе).

Предложен гистограммный метод, разработаны алгоритм и программа кластеризации для автоматического выявления кластеров с разделимостью ниже заданной и определения соответствующей им предельной детальности квантования векторного пространства. Применение метода обеспечивает существенное сокращение числа кластеров по сравнению с гистограммным алгоритмом Нарендры при той же детальности. Анализ пятиспектрального спутникового снимка с помощью разработанного метода показал хорошее соответствие полученных кластеров информационным классам земного покрова. Разработан быстрый алгоритм кластеризации многоспектральных данных на основе контекста. Под контекстом в окрестности данной точки векторного пространства многоспектральных данных понимается локальная многомерная гистограмма яркостей. Контекст используется вместо признаков многомерной текстуры, но вычисляется быстрее и не требует больших объемов памяти для хранения. Для сокращения размерности и объема гистограмм использовано приведение спектрального векторного пространства к главным

осям и квантование вдоль каждой оси соответственно собственному значению ковариационной матрицы. Созданные кластерные алгоритмы вошли в программный комплекс «Автоматическая классификация изображения по спектральным и текстурным признакам», реализованный в среде Microsoft Visual C++. При разработке комплекса использовался механизм многодокументного интерфейса MDI, который позволяет работать одновременно с несколькими изображениями, каждое из которых связано со своим окном. Разработана специальная версия комплекса для анализа аэроснимков леса и классификации возрастных состояний лесных сообществ по изображениям с использованием сплайнов. Комплекс рекомендуется к использованию для классификации и анализа многоспектральных и текстурных данных ДЗЗ (земного покрова, водных объектов, тающих снегов, облаков, растительности), а также медицинских и других изображений с текстурой.

Продолжалась работа по поддержке лабораторного Web-сервера http://loi.sscc.ru. Сервер перенесен на новую платформу Gigabyte GA-H67N-USB3-B3 (четырехядерный CPU Intel Core i5 2400 3.1 ГГц, 8 Гб ОЗУ, жесткий диск 1 Тб, гигабитный сетевой контроллер Realtek RTL8111E) + MS Windows Server 2008 R2. При переносе Web-ресурсов на новую платформу перепрограммированы ASP-сценарии доступа к базе данных мониторинга природных явлений и сбора статистики посещений тематических разделов лабораторного Web-сайта. Доработана Web-страница «База данных мониторинга окружающей среды» http://loi.sscc.ru/lab/RFFI07/ru/database.htm): добавлено описание технологии облачных вычислений в применении к разработке семантической пространственной базы данных.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 10-07-00131 «Разработка и создание многофункциональной системы обработки данных дистанционного зондирования Земли с использованием современных методов и алгоритмов обработки изображений, распределенных параллельных программных технологий и Web-ресурсов» (Руководитель — д.т.н. В.П. Пяткин)

Разработано ядро экспериментальной библиотеки обработки изображений на GPU SSCC-GPUIPL. Предложен новый кластерный алгоритм для автоматического выявления кластеров с разделимостью ниже заданной и определения соответствующей им предельной детальности квантования векторного пространства; разработан алгоритм выбора детальности квантования спектрального векторного пространства вдоль главных осей в соответствии с собственными значениями ковариационной матрицы; разработан быстрый алгоритм кластеризации многоспектральных данных на основе контекста. Разработаны параллельные версии алгоритмов кластеризации данных ДЗЗ методом анализа мод многомерной гистограммы и гибридным методом, сочетающим метод анализа мод многомерной гистограммы с последующей иерархической группировкой. Выполнены исследования по сокращению времени обработки данных при решении больших систем линейных уравнений итерационными методами с применением иерархических сеток. Проведены эксперименты на однофотонном эмиссионном томографе по восстановлению объемных изображений клинических нейрорецепторов вместе с регистрацией магнитно-резонансной томографии. Получено обоснование сходимости процесса полидугизации, формирующего минимальную поверхность масштабируемой модели рельефа; показано, что минимальная поверхность образуется гладко сопряженными решениями уравнения Пуассона в каждом элементе разбиения области задания. Разработана система построения трансляторов метаязыков семантической организации геоданных; создана серверная компонента сенсорного Web-интерфейса пространственной базы данных.

Поддерживался Web-сайт проекта: http://loi.sscc.ru/lab/RFFI10/RU/main10.htm. Подготовлен промежуточный отчет по этапу $2011~\mathrm{r}$.

ФЦП «Федеральная космическая программа России на 2006-2015 годы»

Проект в рамках хоздоговора с Научно-исследовательский центром «Планета» (Москва) по теме: «Создание универсального программного обеспечения для разработки быстрых радиационных моделей измерений спутниковых ИК-сканеров и зондировщиков» (Руководитель — д.т.н. В.П. Пяткин)

Выполнены работы по созданию и тестированию программного обеспечения ускоренных радиационных расчетов для моделирования результатов измерений бортовой аппаратуры ИКФС-2 КА «МЕТЕОР-М» №2 и МСУ-ГС КА «ЭЛЕКТРО-Л»: библиотека ускоренных радиационных расчетов RTTOV 9.1 адаптирована для быстрого моделирования результатов измерений указанных приборов с помощью обучающих вычислений по прямой модели LBLRTM на представительном наборе атмосферных профилей М. Маtricardi; разработаны графический и консольный интерфейсы к функциям обучения, моделирования и тестирования.

Публикации

Центральные издания

- [1] Пяткин В.П., Салов Г.И. О применении стохастической аппроксимации в гильбертовом пространстве к задаче обнаружения момента появления объекта в последовательности зашумленных изображений // Автометрия. 2011. Т. 47, № 3. С. 13–18.
- [2] Бучнев А.А., Пяткин В.П. Космический мониторинг пространственных перемещений ледяных полей, водных масс и облачных образований // Открытое образование. $2011.-\mathrm{T}.~85,$ № $2.-\mathrm{C}.~254-257.$
- [3] Салов Г.И. Новый статистический критерий для задач с двумя и тремя выборками, более мощный, чем критерии Вилкоксона и Уитни // Автометрия. 2011. T. 47, № 4. C. 58—70.
- [4] Казанцев И.Г., Яровенко И.П., Прохоров И.П. Моделирование процесса измерения комптоновского рассеяния в позитронной эмиссионной томографии // Вычислительные технологии. $2011.- \ensuremath{\mathbb{N}} 6.- \ensuremath{\mathrm{C}} 23–30.$

Зарубежные издания

- [1] Pyatkin V.P., Salov G.I. Application of stochastic approximation in the Hilbert space to solving the problem of detecting the instant of arrival of an object in a sequence of noisy images // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. -2011. Vol. 47, No. 3. P. 215–219.
- [2] Rusin E.V. SSCCIP—A Framework for Building Distributed High-Performance Image Processing Technologies // Lect. Notes Comput. Sci. 2011. Vol. 6873. P. 467–472: Proc. 11th International Conference PaCT 2011, Kazan, Russia, September 19–23.
- [3] Sidorova V.S. Automatic Hierarchical Clustering Algorithm for Remote Sensing Data // Pattern Recognition and Image Analysis. − 2011. − Vol. 21, № 2. − P. 328–331.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Бучнев А.А., Пяткин В.П., Русин Е.В. Программные технологии для обработки данных дистанционного зондирования Земли // Тр. VII междунар. науч. конгр. «ГЕО-Сибирь-2011». Новосибирск, 2011. С. 143-151.
- [2] Казанцев И.Г., Яровенко И.П., Прохоров И.П. Аналитическое и статистическое моделирование формирования изображений рассеянного излучения // Там же. С. 88–93.

- [3] Калантаев П.А., Пяткин В.П. Концепция Semantic Web в моделировании сенсорной сети природных явлений // Там же. С. 109–112.
- [4] Ким П.А. Дифференциальное представление масштабируемой модели рельефа // Там же.— С. 113–115.
- [5] Сидорова В.С. Анализ многоспектральных данных дистанционного зондирования покрова Земли с помощью гистограммного иерархического кластерного алгоритма // Там же. С 116–121
- [6] Buchnev A.A., Pyatkin V.P. Space Monitoring of Spatial Displacements of Natural Objects // Proc. Intern. Workshop «Early Warning and Crises/Disaster and Emergency Management».— Novosibirsk, 2011.—P. 108–112.
- [7] Buchnev A.A., Pyatkin V.P., Rusin E.V. Software Technologies for the Pro-cessing of the Earth Remote Sensing Data // Proc. VIII German–Russian Workshop «Pattern Recognition and Image Understanding» (OGRW-8-2011).—Nizhny Novgorod, 2011.—P. 31–33.
- [8] Kazantsev I.G., Schmidt S. A fast method for computing a central section of hypercube using gnomonic projection // Ibid.—P. 111–114.
- [9] Sidorova V.S. Hierarchical Algorithm to Search Assigned Separability Clusters of Remote Sensing Data // Ibid.—P. 2691–272.
- [10] Schmidt S., Gade-Nielsen N.F., Hostergaard M., Dammann B., Kazantsev I.G. High resolution orientation distribution function // Proc. 16th Intern. Conf. on Textures of Materials.—Mumbai, 2011.—P. 115–118.
- [11] Kazantsev D., Bousse A., Pedemonte S. et al. Edge Preserving Bowsher Prior with Nonlocal Weighting for 3D SPECT Reconstruction // Proc. 8th Intern. Symp. on Biomedical Imaging (ISBI 2011).—Chicago, 2011.—P. 1158–1161.
- [12] Kazantsev D., Arridge S.R., Pedemonte S. et al. Robust Anisotropic Diffusion prior with Anatomical Regularization for 3D SPECT Reconstruction // Proc. 11th Intern. Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine.—Potsdam, 2011.—P. 237–240.
- [13] Bousse A., Pedemonte S., Fuin N., Kazantsev D. et al. Log-normal distribution-based MAP-EM algorithm for edge preserving emission tomography reconstruction // Ibid.—P. 144–147.

Прочие издания

- [1] Казанцев И.Г., Панченко Н.В. Альтернирующий метод Качмажа в подпространствах Крылова с дефляцией для решения «томографических» СЛАУ // Тез. Всеросс. конф. по вычислительной математике KBM-2011. Новосибирск, 2011. С. 24. http://www.sbras.ru/ws/show_abstract.dhtml?ru+220+16225
- [2] Ким П.А. Пробный курс робототехники // Международный электронный журнал «Образовательные технологии и общество». 2011. Т. 14, № 1. С. 262–275. http://ifets.ieee.org/russian/depository/v14_i1/html/2.htm.

Сдано в печать

- [1] Sidorova V.S. Histogram Hierarchical Cluster Algorithm for the Earth Cover Recognition on Remote Sensing Data // Pattern Recognition and Image Analysis.
- [2] Rusin E.V. A Technology for High-Performance Image Processing on Multicomputer // Pattern Recognition and Image Analysis.
- [3] Asmus V.V., Krovotyntsev V.A., Pyatkin V.P. Space monitoring of ice conditions in Earth polar regions // Pattern Recognition and Image Analysis.
- [4] Buchnev A.A., Pyatkin V.P. Pattern Recognition in Satellite Monitoring of the Water and Ice Surfaces // Pattern Recognition and Image Analysis.

[5] Ким П.А. Подана заявка на изобретение № 2010130916/12(043826) от 23.07.2010 «Устройство моделирования полидуги». Уведомление о положительном результате формальной экспертизы № 3141/68-52 от 09.11.2010.

Патенты

[1] Ким П.А. Патент на полезную модель № 101244 «Механическая модель баллистической траектории полета снаряда». Заявка № 2010130906 приоритет полезной модели 23 июля 2010. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 января 2011 года. Опубликовано 10.01.2011, Бюллетень № 1.

Общее количество публикаций

| Центральные издания | _ | 4 |
|---------------------------------|---|----|
| Зарубежные издания | _ | 3 |
| Материалы междунар. конференций | _ | 13 |
| Патенты | | 1 |

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. Международная конференция «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе IT+SE'2011», Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 20–30 мая 2011.-1 доклад (Пяткин В.П.).
- 2. Международный научный конгресс «ГЕО-Сибирь-2011», Новосибирск, 19–27 апреля 2011. 5 докладов (Бучнев А.А. (пленарный), Казанцев И.Г., Калантаев П.А., Ким П.А., Сидорова В.С.).
- 3. International Workshop on Early Warning and Crises/Disaster and Emergency Management, Novosibirsk, April 28–29 2011.—1 доклад (Пяткин В.П.).
- 4. VIII Open German–Russian Workshop «Pattern Recognition and Image Understanding», Nizhniy Novgorod, November 21–26, 2011.— 3 доклада (Казанцев И.Г., Русин Е.В., Сидорова В.С.).
- 5. 11th International Conference Parallel Computing Technologies (PaCT 2011), Kazan, September 19–23, 2011.—1 доклад (Русин Е.В.).
- 6. 16th International Conference on Textures of Materials, Mumbai, India, December 12–17, 2011.—1 доклад (Казанцев И.Г.).
- 7. Всероссийская конференция по вычислительной математике КВМ-2011, Новосибирск, 29 июня—1 июля 2011. 1 доклад (Казанцев И.Г.).
- 8. 8th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI 2011), Chicago, USA, March 30–April 2, 2011.—1 доклад (Казанцев Д.И.).
- 9. 11th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine, Potsdam, Germany, July 11–15, 2011.— 2 доклада (Казанцев Д.И.).

Всего докладов — 16 в т.ч. пленарных — 1

Участие в оргкомитетах конференций

- 1. Пяткин В.П. руководитель секции Международного конгресса «ГЕО-Сибирь-2011».
- 2. Пяткин В.П.—член оргкомитета Международного симпозиума «Early warning and crises/disaster and emergency management».

Международные научные связи

Казанцев Д.И., к.ф.-м.н., нс — научная работа в Компьютерном Центре Обработки Медицинских Изображений университетского Колледжа Лондона, октябрь 2011—декабрь 2012.

Пяткин В.П., д.т.н., зав. лаб. — участие в Международной конференции «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе IT+SE'2011», 20-30 мая 2011, Украина, Крым, Ялта-Гурзуф.

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

| 1. | Пяткин В.П. | гнс, зав. лаб, | д.т.н. |
|-----|------------------|----------------|---------|
| 2. | Бучнев А.А. | снс, | K.T.H. |
| 3. | Казанцев И.Г. | снс, | к.фм.н. |
| 4. | Калантаев П.А. | снс, | K.T.H. |
| 5. | Ким П.А. | снс, | к.фм.н. |
| 6. | Салов Г.И. | снс, | K.T.H. |
| 7. | Казанцев Д.И. | нс, | к.фм.н. |
| 8. | Русин Е.В. | нс, | K.T.H. |
| 9. | Сидорова В.С. | нс | |
| 10. | Калашникова Е.Г. | инженер | |
| 11. | Карагодина Т.И. | инженер | |
| 12. | Сидоренко М.А. | инженер | |

Русин Е.В., Казанцев Д.И.— молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Пяткин В.П. — профессор СГГА Бучнев А.А. — профессор СГГА Ким П.А. — доцент НГПУ

Лаборатория системного моделирования

Зав. лаб. к.т.н. Г.И. Забиняко

Важнейшие достижения

В качестве моделей сетей связи вычислительных систем исследован класс циркулянтных сетей, представлена классификация структурных и коммуникативных свойств различных семейств этих сетей. Получены новые нижние оценки достижимого числа вершин при заданном диаметре для циркулянтных сетей всех размерностей > 3 и предложены описания типовых структур (семейств графов), достигающих найденные оценки, и метод их построения. Разработан комплекс программ для анализа и синтеза циркулянтных графов, задаваемых с помощью компактного параметрического описания: числа вершин и множества образующих.

(к.т.н. Э.А. Монахова)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект 1.4.1.4. «Исследование и разработка математического аппарата и программной среды для решения задач анализа и синтеза систем информатики» (№ госрегистрации 0120.0 712228)

(Научный руководитель проекта—д.ф.-м.н. В.К. Попков)

Раздел 3. «Исследование и разработка математического аппарата и программной среды для решения задач анализа и синтеза систем информатики» (Руководитель — к.т.н. Г.И. Забиняко)

Исследовано влияние характеристик темплейтов (шаблонов) на свойства синтезируемых алгоритмов при использовании эволюционного синтеза математических описаний частично определенных (недоопределенных) функций, содержащих неизвестные параметры и формулы. Для полиномиальных функций получены оценки эффективности эволюционного синтеза в зависимости от количества неопределенных операторов в них. Продолжено исследование способов распараллеливания алгоритмов оптимизации финансовых стратегий и их реализации на высокопроизводительных параллельных системах, содержащих графические процессоры. Предложенный подход позволил значительно уменьшить время решения данной задачи и увеличить доходность оптимизируемых стратегий. (к.т.н. О.Г. Монахов)

Разработан комплекс программ для анализа и синтеза циркулянтных сетей (графов), задаваемых с помощью компактного параметрического описания: числа вершин и множества образующих. Программа анализа вычисляет следующие структурные характеристики: 1) диаметр и средний диаметр заданной циркулянтной сети, 2) нижние границы диаметра и среднего диаметра в классе циркулянтных сетей с данными числом вершин и степенью вершин, 3) величину отклонения характеристик заданной сети от полученных оценок, 4) распределение вершин по ярусам в заданной сети. Программа синтеза по размерности графа и диапазону порядков (числа вершин) синтезируемых графов определяет и выдает множество образующих оптимального (или субоптимального) графа и его диаметр для каждого графа из заданного диапазона порядков. Программы основаны на оригинальных эвристических методах и позволяют сократить время вычисления и величину требуемой памяти. Написан аналитический научный обзор по проблемам оптимизации циркулянтных сетей, представлена классификация структурных и комму-

никативных свойств различных семейств этих сетей. Особое внимание в обзоре уделено вкладу ученых СО РАН в решение рассматриваемых проблем. (к.т.н. Э.А. Монахова)

Продолжены работы по исследованию методов решения задач календарного планирования на сетях. В настоящее время возрос интерес к методам точного решения календарного планирования проектов, в частности, к целочисленному линейному программированию. Для применения методов целочисленного программирования необходимо описание условий задач сетевого планирования в виде моделей математического программирования. Были рассмотрены вопросы формализации условий календарных задач сетевого планирования с перерывами и без перерывов работ, с постоянной и переменной интенсивностью операций, с учетом ограничений на ресурсы в виде, пригодном для применения методов целочисленного линейного программирования. Проведены численные эксперименты. (к.э.н. О.А. Ляхов)

Многие задачи принятия решений являются многокритериальными. Например, при проектировании технических систем в списке критериев могут быть габариты, потери электроэнергии, себестоимость, надежность и т. д. Любой из этих критериев может выступать в качестве критерия оптимизации. Решение многокритериальных задач оптимизации связано с поиском компромисса между критериями. Одним из фундаментальных понятий теории принятия решения при наличии многих критериев является понятие оптимального по Парето решения.

Свойствам и методам поиска Парето-оптимальных решений посвящена обширная литература по теории игр, исследования операций, оптимального управления и т. д. В ряде задач многокритериальной оптимизации достаточно изучения свойств и структуры множества Парето-оптимальных решений без выбора конкретного решения. Однако в большинстве случаев необходимо выбрать конкретное решение. Для этого используют какуюлибо дополнительную информацию или поручают сделать выбор эксперту-специалисту. Мы предлагаем искать среди всех решений Парето многокритериальной линейной задачи максимизации такое решение, которое доставляет максимум линейной функции. В отчетном году разработан алгоритм решения задачи для частных случаев.

Продолжены работы по совершенствованию программ решения оптимизационных задач с разреженными матрицами. Подробно рассматривались вопросы выбора ведущих элементов в LU-разложении для разреженных матриц на основе построения трансверсали из условия максимизации произведения модулей ее элементов. Получение такой трансверсали сводится к решению задачи назначения для вспомогательной матрицы, построенной по определенным правилам из элементов исходной матрицы. Вспомогательная матрица обладает рядом особенностей: каждый столбец содержит, по крайней мере, один нулевой элемент (элемент, на котором достигается максимум для модулей элементов данного столбца в исходной матрице), кроме того эта матрица особым образом отмасштабирована по сравнению с исходной матрицей. В результате удается подобрать алгоритм решения задач назначения, эффективный для данного типа матриц. Новая версия пакета программ ЛП-ВЦ передана для использования в Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (к.т.н. Г.И. Забиняко, Е.А. Котельников).

Публикации

Центральные издания

- [1] Забиняко Г.И. О применении алгоритмов назначения для перепостроения обратных матриц // Сиб. журн. индустр. математики. 2011. Т. 14, № 2(46). С. 63–68.
- [2] Монахова Э.А. Об одном экстремальном семействе циркулянтных сетей // Дискретный анализ и исследование операций. 2011. T. 18, № 1. T. 77—84.

- [3] Монахова Э.А. Структурные и коммуникативные свойства циркулянтных сетей // Прикладная дискретная математика. 2011.-T. 13, № 3.-C. 92–115.
- [4] Монахов О.Г. Оптимизация торговых стратегий с помощью параллельных эволюционных вычислений на графических процессорах // Вычислительные методы и программирование. $2011.-\mathrm{T}.\ 13.-\mathrm{C}.\ 28–32.$

Зарубежные издания

[1] Monakhova E.A. On an extremal family of circulant networks // J. Applied and Industrial Mathematics. -2011.- Vol. 5, N_{2} 4. - C. 1–7.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Ляхов О.А. Целочисленные линейные модели сетевого планирования и управления // Азиатская школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем».— Ташкент, 2011.—С. 18—25.
- [2] Монахов О.Г. Оптимизация финансовых стратегий на основе эволюционного моделирования // Сб. ст. VI Междунар. конф. «Аналитические и численные методы моделирования естественнонаучных и социальных проблем». Пермь, 2011. С. 95–97.

Патенты, базы данных, программы

- [1] Ляхов О.А. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2011618359 «Программный комплекс сетевого планирования проектов» («ПКСПП»). М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2011.
- [2] Монахов О.Г. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2011616256 «Программная система ТОПАС для отображения параллельных программ на архитектуру вычислительных систем». М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2011.
- [3] Монахова Э.А. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2011617420 «Программа синтеза оптимальных циркулянтных сетей». М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2011.
- [4] Монахов О.Г. Программа эволюционного поиска математических описаний недоопределенных функций на основе шаблонов.—Регистрационный номер в ФАП СО РАН: PR11048, Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2011.
- [5] Монахова Э.А. Программа анализа структурных характеристик циркулянтных сетей. Регистрационный номер в ФАП СО РАН: PR11047, Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2011.
- [6] Суслов В.И., Костин В.С., Забиняко Г.И., Котельников Е.А., Мелентьев Б.В. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2011617654 «Модельно-программный комплекс прогнозирования укрупненных финансовых потоков по отраслям и регионам страны».— М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2011.

Общее количество публикаций

| Центральные издания | _ | 4 |
|---------------------------------|---|---|
| Зарубежные издания | _ | 1 |
| Материалы междунар. конференций | _ | 2 |
| Патенты | _ | 6 |

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. Конференция по вычислительной математике (ССМ-2011), Новосибирск, 29 июня— 1 июля 2011.-1 доклад (Забиняко Г.И.).
- 2. Азиатская школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем», республика Узбекистан, Ташкент, 17-27 октября 2011.-2 доклада (Забиняко Г.И., Ляхов О.А.).

Всего докладов — 3

Участие в оргкомитетах конференции

Анисимов В.А.— ученый секретарь оргкомитета 7 международной Азиатской школысеминара «Проблемы оптимизации сложных систем», республика Узбекистан, Ташкент, 2011.

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

| 1. | Забиняко Г.И. | зав. лаб., | к.т.н. |
|----|-----------------|------------|--------|
| 2. | Монахов О.Г. | внс, | к.т.н. |
| 3. | Котельников Е.А | снс | |
| 4. | Монахова Э.А. | снс, | к.т.н. |
| 5. | Ляхов О.А. | нс, | к.э.н. |
| 6. | Анисимов А.В. | MHC | |
| | | | |

7. Марусина О.А. техник

Анисимов А.В. — молодой научный сотрудник.

Лаборатория прикладных систем

Зав. лабораторией к.т.н. С.В. Бредихин

Важнейшие достижения

Разработанны математические модели потоков в системах сетевой структуры, основанные на применении теории нестационарных S-гиперсетей, которые позволяют аналитическими методами вычислять потоки различной природы (непрерывные и дискретные) в иерархических многоуровневых сетях. Задачи анализа потоков в своей постановке адекватны реальным задачам, это позволяет получать точные и оптимальные решения. Наиболее эффективные решения получаются для транспортных, коммуникационных и многих инженерных сетей.

(д.ф.-м.н. В.К. Попков)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект 1.4.1.4. «Развитие теории и разработка математических моделей и методов мониторинга, анализа и оптимизации инфокоммуникационных систем» (№ госрегистрации 01201002442)

(Научный руководитель проекта — д.ф.-м.н. В.К. Попков)

Раздел 1. «Исследование и разработка математического аппарата и программной среды для решения задач анализа и синтеза систем информатики»

(Руководитель — к.т.н. С.В. Бредихин)

Продолжались работы по теме «Идентификация P2P приложений на основе информации транспортного уровня». Рассматривались методы анализа трафика ір-сетей, позволяющие находить в его составе трафик, характерный для Р2Р приложений. Решалась задача, относящаяся к проблеме детерминированной классификации, которая формулируется следующим образом. Дано множество исследуемых объектов $X = \{x_1, \dots, x_n\},$ имеется набор классов $C = \{c_1, \ldots, c_k\}$. Требуется найти функцию отображения $f: X \to C$ такую, чтобы каждый объект x_i принадлежал только к одному классу. Анализировался ІР-трафик в точках наблюдения. Объектом исследования являются ірпакеты или ір-потоки. В качестве классов рассматриваются классы P2P и «не P2P». Конечной целью является построение алгоритма классификации, применимого к «готовым» характеристикам потоков в формате Cisco IOS NetFlow. Представлена модифицированная модель Karagiannis идентификации P2P-трафика на основе анализа информации транспортного уровня. В основе модели лежат эмпирические предположения о поведении участников Р2Р-обмена. Разработан и реализован алгоритм деления потоков трафика на два класса: P2P, «не P2P». Оценена эффектность алгоритма (для определения эффективности результаты сравнивались с классификацией, полученной на основе поиска шаблонов в полном содержимом пакетов).

Исследовалась задача многоадресной рассылки сообщений в беспроводных сетях. Рассматривался вопрос построения дерева рассылки в предположении, что передача по ветвям дерева ведется с помощью методов GCR—Groupcast with Retries. Исследуемый критерий оптимальности— минимальная загрузка каналов с ограничением на вероятность потерь пакетов. Разработаны оригинальные метрики стоимости дерева, учитывающие среднее число попыток передачи пакетов каждым узлом-ретранслятором, исходя из того,

что на каждом шаге ретрансляции передатчик осуществляет необходимое число широковещательных передач для гарантированной доставки пакета всем приемникам одним из методов GCR. Предложены алгоритмы, учитывающие особенности различных методов надежной доставки: метод индивидуальных передач (DMS); метод безусловных повторных передач (GCR-U); метод блочной передачи (GCR-B). Проведено тестирование эффективности в смысле разработанных метрик работы алгоритмов. Проведен сравнительный анализ весов всех построенных деревьев по каждой из предложенных в работе метрик. Разработанные алгоритмы учитывают особенности различных методов надежной доставки.

Разработан алгоритм решения задачи размещения узлов для сетей связи при чрезвычайных ситуациях. Полученное решение позволит оптимальным образом соединять различные сети разных собственников в период ЧС для передачи коротких сообщений между абонентами этих сетей. Разработан алгоритм оптимального размещения остановок общественного транспорта с целью минимизации маршрутов (пеших + авто). Эти исследования будут продолжены с учетом новой организации маршрутов общественного транспорта.

Продолжались работы по моделированию транспортного потока.

Разработанная гиперсетевая модель транспортной сети города благодаря введению двух новых уровней в иерархическую гиперсеть (граф аллелей и граф локусов) позволяет учитывать размещение транспортных единиц на проезжей части и всевозможные коллизии на дорогах. Результаты, полученные при обработке информации на графе локусов, переносятся на граф аллелей. После обработки данных на графе аллелей и переносе соответствующих данных на граф проезжей части (классическая модель) можно использовать известные алгоритмы для анализа потоков в сети.

Рассматривалась новая постановка задачи — моделирование потока как задача принятия решения. Предложена математическая постановка задачи моделирования транспортных потоков с применением принципов Вардропа. Рассмотрены наиболее широко используемые модели для построения матрицы корреспонденций: гравитационная, энтропийная и модель роста. Реализовано построение графовой модели транспортной сети из файла XML-формата. Реализован переход к представлению графа G(V, E), что позволяет применять к решению подобных задач теорию графов и сетей.

Исследовалась еще одна задача по теме транспортных потоков—процесс сбора и анализа данных для моделирования городских автотранспортных потоков. В ходе решения этой задачи преследовались две цели. Первая—описать процесс сбора данных, содержащих параметры поездок (цель, маршрут, время, способ и т.д.); вторая—использовать выбранные данные для моделирования транспортных потоков. Выборка состоит из данных наблюдений, взятых из генеральной совокупности. Элементом выборки является наблюдаемая поездка путешественника с заданными атрибутами поездки (возраст, пол, доход, автомобильная собственность, маршрут, ожидание и время прохождения, стоимость и др.). На этапе выбора необходимо ответить на два вопроса: как гарантировать типичную выборку и как по результатам выборки получить характеристики генеральной совокупности. Также для выборки необходимо определить уровень доверия к результатам наблюдений, для получения решения, «отражающего действительность».

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Проект Президиума РАН № 2.3 «Развитие теории, разработка математических моделей, алгоритмов и комплексов программ структурного анализа и синтеза систем информатики»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.К. Попков)

В работе по проекту рассматривались основные определения теории S-гиперсетей, была разработана классификация математических моделей структур в рамках данной теории, а также классификации симбиотических отношений между системами сетевой структуры. Изобразительные возможности языка теории S-гиперсетей позволяют легко формулировать разнообразные задачи, так или иначе связанные со структурами исследуемых сложных систем. Были рассмотрены задачи оптимизации некоторых систем сетевой структуры и их формальные постановки (например, транспортные сети, сети связи, инженерные сети и др.). Предложены подходы к их решению, произведены оценки сложности представленных задач.

Решались следующие задачи:

- исследование межсетевого взаимодействия в S-гиперсетях. В частности, разработана система показателей для симбиотических отношений между первичными и вторичными сетями S-гиперсети;
- предложены новые показатели связности для S-гиперсетей и разработаны алгоритмы вычисления данных показателей. Предложенные показатели могут быть использованы при анализе живучести различных систем сетевой структуры.

Заказной междисциплинарный проект Президиума СО РАН № 1 «Создание программной среды для институтов СО РАН на базе свободно-распространяемого ПО и программного обеспечения с открытым исходным кодом в качестве составной части национальной программной платформы»

(Координаторы проекта—академик РАН С.К. Годунов, академик РАН Б.Г. Михайленко, отв. исполнитель—к.т.н. Ю.М. Зыбарев)

Разработан комплекс решений по развитию сбалансированной программной платформы институтов СО РАН на базе свободного программного обеспечения (СПО), ПО с открытым исходным кодом и проприетарного ПО. Действует разработанный в рамках работ по проекту информационный портал Фонда алгоритмов и программ СО РАН. На его основе создана Web-ориентированная информационная система с функциями информационной регистрации, каталогизации и продвижения разрабатываемых в институтах СО РАН программ и баз данных (на конец 2011 г. зарегистрировано 140 программ и БД).

Проработаны основные положения формирования лицензионной корпоративной политики СО РАН в области использования программных средств и баз данных. Созданы необходимые предпосылки и условия для приоритетного развития сегмента СПО в качестве равноправной составляющей программной платформы с механизмами интеграции в нее программ, разработанных в институтах: инсталляция и поддержка на серверном кластере «зеркала» репозитория Ubuntu Linux, корпоративной сборки на его основе и DVD образа сборки с режимами live-DVD и install-DVD с доступом через портал ФАП. В качестве одной из подсистем портала создана «демонстрационная площадка» с целью организации демонстрации функциональности наиболее значимых программ (разработанных в институтах СО РАН или из рекомендуемого репозитория СПО).

Публикации

Центральные издания

- [1] Ляхов А.И., Сафонов А.А., Соколова О.Д., Юргенсон А.Н. Алгоритмы для задачи много-адресной надежной рассылки в беспроводных сетях // Проблемы информатики. 2011. 1000 100 —
- [2] Попков В.К., Гаврилов А.С. Минимальная реализация и другие операции над гиперсетями // Проблемы информатики. 2011. N 4. C. 4–16.
- [3] Попков Г.В. Сеть абонентского доступа с использованием технологий Ethernet FTTH, PON // Там же. С. 45–49.
- [4] Попков В.К. О моделировании городских транспортных систем гиперсетями // Автоматика и телемеханика. 2011. N 6. C. 179—189.
- [5] Попков Г.В. О задаче поиска мест расположения узлов для сетей связи при чрезвычайных ситуациях // Вестн. Бурятского гос. ун-та. $2011.- № 9.- С.\ 108-113.$
- [6] Попков Г.В. Концепция создания портальной системы в сети Интернет для информационного обслуживания АПК // Ползуновский вестн. 2011. № 2/1. С. 107–111.
- [7] Хуторецкий А.Б., Бредихин С.В., Белов А.С. Эффективный бюджетно-сбалансированный и d-неманипулируемый механизм распределения процессорного времени // Сиб. журн. индустр. математики. 2011. Т. XIV, № 3(47). С. 125—131.

Материалы международных конференций

- [1] Kratov S.V. The free software demonstration platform // The 6th Intern. Forum on Strategic Technology (Китай, Харбин, 22–24 августа 2011 г.).—[Электронный ресурс] ISBN 978-1-4577-0397-3.
- [2] Кратов С.В. Демонстрационная площадка свободного программного обеспечения // Тр. Междунар. суперкомпьютерной конф. «Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее». Новороссийск. 2011. [Электронный ресурс] ISBN 978-5-211-06229-0.
- [3] Омарова Г.А. Процесс сбора и анализа данных для моделирования городских автотранспортных потоков // Там же.— С. 464–468.
- [4] Ахмедиярова А.Т., Попков В.К. Размещение остановок на транспортной сети города // Мат. VII Азиатской междунар. школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем». Новосибирск, 2011.-C. 7–11: Тр. ИВМиМГ СО РАН. Сер. Информатика. Вып. 10.
- [5] Кратов С.В., Бухтияров И.В. Технологическая площадка разработки ПО в СО РАН // Там же. С. 12–17.
- [6] Омарова Г.А. Основные этапы процесса прогнозирования и планирования транспортных потоков // Там же. С. 33–38.
- [7] Токтошов Г.Ы., Юргенсон А.Н. Двухэтапный метод прокладки инженерных сетей // Там же.—С. 39-44.
- [8] Щербакова Н.Г. Выявление Р2Р трафика в потоках, сформированных IOS // Там же. С. 45–55.
- [9] Попков В.К. Некоторые аспекты теории S-гиперсетей // Докл. Седьмой междунар. азиатской школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем». Ташкент, 2011. С. 7–13.
- [10] Попков Г.В. Сеть абонентского доступа с использованием технологий ETHERNET, FTTH, PON // Там же. С. 86–92.
- [11] Попков В.К. Модели и методы структурирования сложных систем // Мат. IV Междунар. конф. «Математика, ее приложения и математическое образование» МПМО'11.—Улан-Удэ, $2011.-\mathrm{H}.\ 2.-\mathrm{C}.\ 62-66.$

[12] Соколова О.Д., Юргенсон А.Н. Задача оптимизации надежной рассылки сообщений в беспроводных сетях // Мат. XV Байкальской междунар. школы-семинара «Методы оптимизации и их приложения». — Байкал, 2011. — С. 129–134.

Прочие публикации

- [1] Ахмедиярова А.Г., Попков В.К. Об одной задаче размещения остановок на транспортной сети города // Мат. междунар. науч.-практ. конф. «Информационно-инновационные технологии, интеграция науки, образование и бизнеса», посв. 20-летию Независимости Республики Казахстан. Алматы: Изд-во КазНТУ, 2011. С. 91–92.
- [2] Зыбарев Ю.М., Кратов С.В., Кальянов О.В., Бухтияров И.В., Соколова О.Д. О развитии корпоративной программной среды СО РАН // Тр. семинара «Наукоемкое программное обеспечение» (в рамках Ершовской конф. PSI-11). Новосибирск, 2011. С. 99–102.
- [3] Костюкова Н.И. Объектно-ориентированный анализ // Там же. С. 77–82.
- [4] Костюкова Н.И. Первые шаги объектно-ориентированного проектирования в России // Там же. С. 83–88.
- [5] Костюкова Н.И. Объектно-ориентированный анализ // Мат. семинара «International Workshop on Educational Informatics» в рамках Ершовской конф. Новосибирск, 2011. С. 77–82.
- [6] Костюкова Н.И. Первые шаги объектно-ориентированного проектирования в России // Там же. С. 83–88.
- [7] Кратов С.В. Использование свободного программного обеспечения в СО РАН // Тез. докл. XII Всеросс. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям.—Новосибирск: Изд. ИВТ СО РАН, 2011.—С. 30–31.
- [8] Кратов С.В., Бухтияров И.В., Кальянов О.В. О поддержке создания и продвижения свободного Π О // Тез. докл. междунар. конф. «Актуальные проблемы современной математики, информатики и механики– Π ». Алматы, 2011. С. 328.
- [9] Кратов С.В., Остапкевич М.Б., Пискунов С.В. Формирование пользовательских интерфейсов сетевой информационно-вычислительной системы на основе сборочной технологии // Там же.—С. 329.
- [10] Кравченко П.С., Омарова Г.А. Моделирование транспортного потока, как задача принятия решения // Мат. Росс. науч. конф. с участием зарубежных исследователей «Моделирование систем информатики», МСИ-2011.—Новосибирск, 2011.—электронный ресурс.
- [11] Соколова О.Д., Юргенсон А.Н. Задачи анализа работы современных информационных сетей // Там же.
- [12] Попков Г.В. Технология WiMAX: перспективы развития // Инфосфера. 2011 № 51. С. 26–27.
- [13] Попков Г.В. Задача построения виртуальной сети циркулярной связи устойчивой к внешним разрушающим воздействиям // Мат. Росс. конф. «Информатика и проблемы телекоммуникаций». Новосибирск, 2011. С. 163–164.
- [14] Токтошов Г.Ы., Юргенсон А.Н. Гиперсетевой метод прокладки инженерных сетей // Тр. Всерос. конф. «Математическое моделирование и вычислительно-информационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях». Иркутск, 2011. С. 114–115.

Общее количество публикаций

 Центральные издания
 —
 7

 Материалы междунар. конференций
 —
 12

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. The 6th International Forum on Strategic Technology, Харбин, Китайская Народная Республика, 22–24 августа 2011—1 доклад (Кратов С.В.).
- 2. II Международная научно-практическая конференция «Информационно-инновационные технологии, интеграция науки, образования и бизнеса», Алматы, Казахстан, 1-2 декабря 2011.-2 доклада (Попков В.К., Омарова Г.А.).
- 3. IV Международная конференция «Математика, ее приложения и математическое образование» (МПМО'11), Улан-Удэ, 27 июня—1 июля 2011.—1 пленарный доклад (Попков В.К.).
- 4. IV Сибирский форум «Сибирская Индустрия Информационных Систем», Новосибирск, 14–15 апреля 2011.—1 доклад (Зыбарев Ю.М., Кратов С.В.).
- 5. XII Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Новосибирск, 3–6 октября 2011.—1 доклад (Кратов С.В.).
- 6. XV Байкальская международная школа-семинар «Методы оптимизации и их приложения», п. Листвянка, оз. Байкал, 23–29 июня 2011.—2 доклада, из них 1 пленарный (Попков В.К., Соколова О.Д., Юргенсон А.Н.).
- 7. Всероссийская конференция «Математическое моделирование и вычислительноинформационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях», Иркутск, 15–17 июня 2011.—1 доклад (Юргенсон А.Н.).
- 8. Всероссийская конференция «20-летие информатизации образования России на базе центров НИТ», Ростов-на-Дону, 11-14 мая 2011.-1 пленарный доклад (Зыбарев Ю.М.).
- 9. Ершовская конференция по информатике, рабочий семинар «Наукоемкое программное обеспечение», Новосибирск, 27 июня—1 июля 2011.—1 доклад (Зыбарев Ю.М., Кратов С.В., Соколова О.Д.).
- 10. Ершовская конференция по информатике, международный семинар «International Workshop on Educational Informatics», Новосибирск, 27 июня—1 июля 2011.-2 доклада (Костюкова Н.И.).
- 11. Международная суперкомпьютерная конференция «Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее», Новороссийск, 19-24 сентября 2011.-1 пленарный доклад (Кратов С.В.).
- 12. Международная конференция «Актуальные проблемы современной математики, информатики и механики-II», Алматы, Республика Казахстан, 28–30 сентября 2011—2 доклада (Кратов С.В.).
- 13. Российско-монгольская конференция молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям и управлению, Иркутск—Ханк (Монголия), 17–1 июня 2011.—1 пленарный доклад (Попков В.К.).
- 14. Российская научно-техническая конференция «Информатика и проблемы телекоммуникаций», Новосибирск, 21–22 апреля 2011.—2 доклада (Попков В.К., Попков Г.В.).
- 15. Российская научная конференция с участием зарубежных исследователей «Моделирование систем информатики» (МСИ-2011), Новосибирск, 8–11 ноября 2011.—1 лекция и 2 доклада (Попков В.К., Омарова Γ .А., Соколова О.Д., Юргенсон А.Н.).

16. Седьмая Азиатская международная школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, Узбекистан, 17–27 октября 2011.— 8 докладов, из них 2 пленарных (Попков В.К., Попков Г.В., Кратов С.В., Омарова Г.А., Соколова О.Д., Щербакова Н.Г., Юргенсон А.Н.).

Всего докладов — 30 в т.ч. пленарных — 8

Участие в программных и организационных комитетах конференций

- 1. Зыбарев Ю.М.— член Программного комитета Рабочего семинара «Наукоемкое программное обеспечение», член Оргкомитета Рабочего семинара «Информатика образования» Ершовской конференции по информатике PSI-11.
- 2. Зыбарев Ю.М.— ученый секретарь Программного комитета, член Оргкомитета IV Сибирского форума «Сибирская индустрия информационных систем».
- 3. Зыбарев Ю.М.— член Оргкомитета всероссийской конференции «20-летие информатизации образования России на базе центров НИТ».
- 4. Зыбарев Ю.М.— член Программного комитета Третьей международной молодежной научной школы-конференции «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач».
- 5. Попков В.К.— председатель Программного комитета, председатель Оргкомитета, Соколова О.Д.— ученый секретарь Программного комитета, Попков Г.В., Юргенсон А.Н.— члены Оргкомитета VII Азиатской международной школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем».
- 6. Попков В.К.— член Программного комитета Российской научной конференции с участием зарубежных исследователей «Моделирование систем информатики» (МСИ-2011).
- 7. Попков В.К.— член Программного комитета Всероссийской конференции «Математическое моделирование и вычислительно-информационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях».

Проведение международных конференций

VII Азиатская международная школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, Узбекистан, 17–27 октября 2011 г.

Всего участников: 90 из России, Казахстана, Киргизии, Узбекистана, Украины, Турции, Италии.

Международные научные связи

Проводятся плановые работы в рамках международного научного сотрудничества лаборатории Прикладных систем с научными организациями:

- 1. Монгольским государственным университетом, г. Улан-Батор.
- 2. Институтом проблем информатики и управления КН МОН РК, г. Алматы.
- 3. НИИ «Алгоритм-Инжиниринг» АН РУз, г. Ташкент.
- 4. Институтом Математики НАН Киргизии, г. Бишкек.

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

1. Бредихин С.В. зав. лаб., K.T.H. 2. Попков В.К. гнс, д.ф.-м.н. 3. Зыбарев Ю.М. зам. директора, к.т.н. 4. Костюкова Н.И. к.ф.-м.н. снс, 5. Соколова О.Д. снс, K.T.H. 6. Щербакова Н.Г. снс 7. Омарова Г.А. нс, к.ф.-м.н. 8. Попков Г.В. нс, к.т.н. 9. Юргенсон А.Н. к.ф.-м.н. нс, 10. Кратов С.В. мнс Ляпунов В.М. 11. вед. инженер 0.55 ст. 12. Трофимова Л.В. вед. инженер 13. Заварзина О.Г. инженер 14. Климов М.А. техник 0.1 ст.

Кратов С.В., Юргенсон А.Н.— молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Попков В.К. — зав. каф., профессор СибГУТИ, НГУ, НГТУ Костюкова Н.И. — доцент НГУ, ВКИ, НПГУ Омарова Г.А. — доцент НГУ, доцент БФ НГТУ

Руководство аспирантами

Поросятников В.И. 1 год, ИВМиМГ (Попков В.К.) Сидоренко Е.С. 2 год, ИВМиМГ (Попков В.К.) Ситников А.В. 2 год, ИВМиМГ (Попков В.К.) Кальянов О.В. 3 год, ИВМиМГ (Зыбарев Ю.М.) 3 год, ИВМиМГ (Зыбарев Ю.М.) Бухтияров И.В. Кудинов А.Е. 3 год, ИВМиМГ (Костюкова Н.И.) 2 год, ИВМиМГ (Костюкова Н.И.) Залевский А.А. 2 год, ИВМиМГ (Костюкова Н.И.) Москвин Н.В. Кравченко П.С. 1 год, ИВМиМГ (Омарова Г.А.) Цыденова Ю.В. 3 год, СибГУТИ (Попков В.К) Поллер А.Б. 3 год, СибГУТИ (Попков В.К.) 4 год, СибГУТИ (Попков В.К.) Макшанова Л.М. Падалко Ю.Г. 1 год, СибГУТИ (Попков В.К.) Анисимов А.А. 3 год, СибГУТИ (Попков В.К.) Чесноков С. С. 3 год, НГТУ (Попков В.К.)

Защита дипломов

Кравченко П.С. — магистр ММФ НГУ (Омарова Г.А.) Гечис А. К. — специалист ММФ НГУ (Соколова О.Д.)

Лаборатория математического моделирования динамических процессов в информационных сетях

Зав. лабораторией д.т.н. А.С. Родионов

Важнейшие достижения

При рассмотрении *п*-значных серийных последовательностей (СП) впервые вводится дополнительная характеристика— высота серии. Задание ограничений на эту характеристику позволяет выделять различные классы СП (возрастающие, убывающие и т. д.), названные ориентированными СП. Для некоторых ограничений (важных в прикладном аспекте) уже получены решения.

Серийные последовательности находят широкое применение в теории информации при разработке эффективных методов кодирования данных для хранения и передачи по каналам связи.

(к.ф.-м.н. В.А. Амелькин)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект 1.4.1.4. «Развитие теории и разработка математических моделей и методов мониторинга, анализа и оптимизации инфокоммуникационных систем» (№ госрегистрации 01201002442)

(Научный руководитель проекта — д.ф.-м.н. В.К. Попков)

Раздел 2. «Разработка вычислительных технологий анализа и синтеза систем информатики»

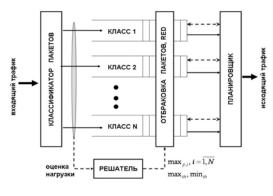
(Руководитель — д.т.н. А.С. Родионов)

Рассмотрен ряд задач эффективного сжатия данных с сохранением возможности их однозначного восстановления (декодирования). В частности, предложен эффективный алгоритм сжатия полутоновых изображений без потерь качества. Проведено экспериментальное сравнение результатов данного алгоритма и известного стандарта сжатия полутоновых изображений JPEG-LS, подтверждающее эффективность предложенного метода. Начата разработка эффективного алгоритма кодирования, основанного на преобразовании Барроуза—Уиллера.

Проведено исследование ряда теоретических и функциональных характеристик систем множественного доступа с чередующимся разделением каналов (IDMA). В частности, получены оценки некоторых параметров схемы приема и передачи данных в IDMA, а также рассмотрены возможности использования IDMA-технологии для усовершенствования стандартов подвижной связи (GSM, UMTS и др.) и навигационных систем (к.ф.-м.н. М.П. Бакулина).

Проведено исследование методов дифференциации обслуживания в мультисервисных сетях, выявлены преимущества и недостатки популярной схемы управления буфером маршрутизатора с целью дифференциации потерь, называемой bounded random drop (BRD), в частности, доказано, что в случае недетерминированного трафика BRD не позволяет достигнуть заданного уровня QoS. Предложена новая схема дифференциации потерь, основанная на системе очередей, оснащенных RED-механизмом, рекомендованного IETF для использования в NGN сетях.

С использованием теории марковских процессов разработана математическая модель функционирования предложенного механизма дифференциации потерь (рис. 1), проведен анализ его производительности, исследованы вопросы его реализации, предложены



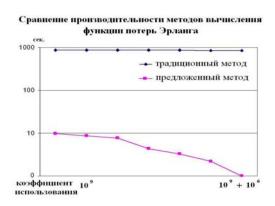


Рис. 2

Рис. 1

соответствующие рекомендации. Разработан быстрый метод вычисления функции Эрланга с требуемой точностью. В основе метода лежат рекуррентные формулы, используемые в индустрии для расчета таблиц Пальма (V.B. Iversen, Teletraffic Engineering handbook, 2011). Для некоторых соотношений параметров новый метод существенно быстрее за счет использования специальной аппроксимации начального значения рекуррентной последовательности (рис. 2).

В рамках задачи исследования вероятностных характеристик надежности и живучести сетей разработана новая математическая модель для оценки времени пребывания записи (SYN пакет) в очереди полуоткрытых соединений. В отличие от существующих подходов, в предложенной модели принимается во внимание системное ограничение пребывания SYN пакета в очереди (параметр timeout), а также возможность отбраковки пакетов различными фильтрами (к.ф.-м.н. В.В. Шахов).

Продолжались работы по исследованию методов расчета и оценивания показателей структурной надежности сетей. Был изучен такой информативный показатель надежности как вероятность связности с ограничением на диаметр, т. е. вероятность того, что любые два узла сети (из заданного подмножества узлов) могут устанавливать соединение друг с другом транзитом через узлы, количество которых не должно превышать заданного числа. Данный показатель существенно более трудоемок для расчета, чем просто вероятность связности. Были получены методы редукции и декомпозиции для его расчета. Эти методы включают в себя удаление висячих вершин, декомпозицию по точкам сочленения и мостам, а также по сечениям.

Был изучен подход к кумулятивному подходу к принятию решения о надежности (ненадежности) сети по значению вероятности связности, предложенный в работе J.-M. Won and F. Karray. Cumulative Update of All-Terminal Reliability for Faster Feasibility Decision // IEEE Trans. Reliability, vol.59, no. 3, September 2010, pp. 551–562. Предложено ускорить этот метод за счет декомпозиции по точкам сочленения и по двухвершинным сечениям (к.ф.-м.н. Д.А. Мигов, д.т.н. А.С. Родионов).

Выполнена специализация агентно-ориентированного пакета распределенного моделирования систем с дискретными событиями AGNES на моделирование обработки потока задач в мультикластерной вычислительной системе высокой производительности. (Д.И. Подкорытов, д.т.н. А.С. Родионов).

Разработаны параллельные алгоритмы генерации некоторых классов случайных графов с заданным количеством вершин и ребер (дуг) и некоторыми дополнительными ограничениями (например, на степени вершин, глубину (для дерева)). Все алгоритмы имеют доказанную достижимость, т.е. любой граф, обладающий предписанным набором свойств, имеет ненулевую вероятность быть результатом (д.т.н. А.С. Родионов).

Решались перечислительные задачи для множеств конечных последовательностей серийной структуры: получены алгоритмы пересчета и нумерации для множеств ориентированных серийных последовательностей с двусторонними ограничениями; решена задача кодирования и декодирования серийных последовательностей, не содержащих равных высот (к.ф.-м.н. В.А. Амелькин).

Продолжается работа по исследованию нечетких моделей сетей. Решается задача о нахождении элементов сети наиболее влияющих на точность получаемых характеристик, т. е. элементов, изменение достоверности данных о которых наибольшим образом влияет на достоверность результата. Использовались интервальные оценки достоверности (д.т.н. А.С. Родионов, О.А. Ложкина).

Проведена актуализация базы данных «Публикации научных сотрудников института» (добавление 439 записей за 2010 год). Выданы аналитические данные по научным публикациям сотрудников и лабораторий, необходимых для формирования годового отчета института. В комплекс программ АИС «Кадры института» добавлены (вновь разработаны): справочники (1 задача); справки и анализ (6 задач). В «Описание разделов системы и порядок работы» добавлены инструктивные материалы для вновь разработанных задач (В.В. Моисеенко).

Проведено опытное программирование клиент-серверной распределенной базы данных «Трафик» с использованием средств MySQL на сервере ИВМиМГ и Base (Libre) ОрепОffice. Изменена структура данных и интервал сбора данных, в результате чего резко выросло число записей в базе данных (до нескольких миллионов записей в месяц). В связи с этим использование Access Microsoft стало невозможным. Был осуществлен переход на средства Base (Libre) OpenOffice в двух вариантах: под Windows XP и AltLinux 6.0 Kdesktop. Произведен сравнительный анализ использования этих средств для разработки клиент-серверных приложений с большими базами данных (к.э.н. Г.И. Карпачев).

Производилась сопровождение и эксплуатация ПО базы данных «Электронная библиотека ИВМиМГ» (к.э.н. Г.И. Карпачев).

Публикации

Монографии

[1] Мигов Д.А. Расчет вероятности связности случайного графа с применением сечений. — Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publish., 2011.—100 р.

Центральные издания

- [1] Амелькин В.А. Решения перечислительных задач однопереходных серийных последовательностей с ограниченным сверху приращением высот соседних серий // СибЖВМ. 2011. Т.14, № 2. С. 119—130.
- [2] Бакулина М.П. Эффективное сжатие изображений на основе кодирования низкоэнтропийных источников // Автометрия. 2011. Т. 47, № 1. С. 59–66. (Bakulina M.P. Efficient Image Compression by Coding of Low-Entropy Sources // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. 2011. Vol. 47, № 1. Р. 47–52).
- [3] Бакулина М.П. Эффективная модель приемника в системах множественного доступа IDMA // В мире научных открытий. 2011. № 8.1(20). С. 482—489.
- [4] Мигов Д.А. Расчет надежности сети с ограничением на диаметр с применением точек сочленения // Автоматика и телемеханика. 2011. N $^{\circ}$ 7. C. 69 -74.
- [5] Мигов Д.А. Расчет надежности двухполюсной сети с ограничением на диаметр с использованием сечений // Проблемы информатики. 20111. 20111. 20111. 20111. —

- [6] Шахов В.В. К вопросу обеспечения дифференцируемого качества обслуживания в мультисервисных сетях // Там же. С. 64–78.
- [7] Родионов А.С. К вопросу ускорения расчета коэффициентов полинома надежности случайного графа // Автоматика и телемеханика. 2011. N 7. С. 134—146.

Зарубежные издания

[1] Shakhov V., Hyunseung Choo. An Efficient Method for Proportional Differentiated Admission Control Implementation // EURASIP J. Wireless Communications and Networking.—2011.—Vol. 011.—Article ID 738386, 5 p.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Бакулина М.П. Эффективный алгоритм сжатия полутоновых изображений // Сб. ст. XV междунар. науч.-техн. конф. «Информационно-вычислительные технологии и их приложения». Пенза, 2011.- С. 7-11.
- [2] Шахов В.В. О применении теории СМО в задачах экономики // Там же. С. 159–161.
- [3] Шахов В.В. Оценка экономической целесообразности внедрения механизмов противодействия DDoS атакам // Там же. С. 161–163.
- [4] Бакулина М.П. Универсальное кодирование длин серий для источников с малой энтропией // Мат. VI междунар. конф. по математическому моделированию. Якутск, 2011. С. 25–26.
- [5] Бакулина М.П. Эффективный метод сжатия изображений без потерь качества // Тр. VI междунар. азиатской школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем». Усть-Каменогорск, 2010. С. 86–92 (не вошло в отчет 2010 г.).
- [6] Мигов Д.А. Метод расчета вероятности связности двух узлов сети с ограничением на диаметр с применением точек сочленения // Там же.—С. 257–263 (не вошло в отчет 2010 г.).
- [7] Бакулина М.П. Быстрый алгоритм кодирования низкоэнтропийных источников с неизвестной статистикой // Мат. Междунар. науч.-техн. конф. «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения INTERMATIC-2011».— М., 2011.— С. 64–67.
- [8] Глинский Б.М., Родионов А.С., Марченко М.А. Об агентно-ориентированном подходе к имитационному моделированию суперЭВМ экзафлопсной производительности // Тр. Междунар. суперкомпьютерной конф. «Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее». Новороссийск, 2011. С. 159—165.
- [9] Shakhov V.V., Seung-Jung Shin. Optimization problems in proportional differentiated admission control // Proc. 5th Intern. Conf. on Ubiquitous Information Management and Communication (ICUIMC 2011). Seoul, 2011.-4 p.
- [10] Rodionov A.S., Hyunseung Choo, Nechunaeva K.A. Framework for Biologically Inspired Graph Optimization // Ibid. -4 p.
- [11] Метляев Ю.В. История применения ЭВМ в Новосибирском Академгородке // Тр. 2-й Междунар. конф. «Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР (SORUCOM-2011)». Великий Новгород, 2011. С. 232—239.
- [12] Мигов Д.А. Расчет вероятности существования пути ограниченной длины в двухполюсной сети с сечениями // Мат. 7-й Азиатской междунар. школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем». Новосибирск, 2011. С. 26–32.
- [13] Шахов В.В. Некоторые задачи оптимизации качества обслуживания в мультисервисных сетях // Тр. XV Байкальской междунар. школы-семинара «Методы оптимизации и их приложения». Байкал, 2011. С. 151—155.

Прочие издания

- [1] Мигов Д.А. Расчет надежности сети с ограничением на диаметр с использованием сечений // Тез. докл. Всеросс. конф. «Математическое моделирование и вычислительно-информационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях». Иркутск: Изд. ИДСТУ СО РАН, 2011. С. 83–84.
- [2] Мигов Д.А. Расчет надежности двухполюсной сети с ограничением на диаметр с применением точек сочленения // Тр. Всеросс. конф. «Моделирование систем информатики». Новосибирск, 2011. http://www.sibsutis.ru/?item id=939.
- [3] Родионов А.С. О генерации случайных структур сетей // Там же. http://www.sibsutis.ru/?item id=939.
- [4] Шахов В.В. Аппроксимация функции потерь Эрланга и ее применение в задачах управления информационными системами // Тр. Всеросс. конф. «Математическое моделирование и вычислительно-информационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях». Иркутск, 2011. С. 129.
- [5] Шахов В.В. О моделировании механизмов противодействия DDoS атакам // Там же. С. 130.
- [6] Бакулина М.П. Нахождение оптимальных параметров схемы передачи данных в IDMA-системах // Тез. докл. Российско-Монгольской конф. молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям и управлению. Иркутск: Изд. ИДСТУ СО РАН, 2011. С. 7.
- [7] Мигов Д.А., Родионов А.С. Принятие решения о надежности сети при помощи ее декомпозиции на двусвязные компоненты // Там же. С. 56.
- [8] Шахов В.В. Оптимизация распределения ресурсов инфокоммуникационных систем с дифференцированным качеством обслуживания // Там же.—С. 92.
- [9] Нечунаева К.А. Система оптимизации информационных сетей в условиях некоторых ограничений // Там же. С. 59.
- [10] Карева А.В., Рыговский И.А. Система хранения и постобработки данных трафика научного учреждения // Тр. конф. молодых ученых. Новосибирск, 2011. С. 114-121.

Сдано в печать

[1] Амелькин В.А. Решения перечислительных задач серийных последовательностей с постоянной разностью высот соседних серий // Сиб \times BM. — 2012. — Т.15, № 1.

Общее количество публикаций

| Монографии | _ | 1 |
|-------------------------------------|---|----|
| Центральные издания | _ | 7 |
| Зарубежные издания | _ | 1 |
| Материалы международных конференций | _ | 13 |

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. XV Международная научно-техническая конференция «Информационно-вычислительные технологии и их приложения», Пенза, июнь 2011.-3 доклада (Бакулина М.П., Шахов В.В.).
- 2. VI Международная конференция по математическому моделированию, Якутск, 4-8 июля 2011.-1 доклад (Бакулина М.П.).
- 3. Международная научно-техническая конференция «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения INTERMATIC-2011», Москва, 14–17 ноября 2011.— 1 доклад (Бакулина М.П.).

- 4. Международная суперкомпьютерная конференция «Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее», Новороссийск, 19-24 сентября 2011.-1 доклад (Родионов А.С.).
- 5. 5-я международная конференция по управлению всепроникающей информацией и коммуникациями (ICUIMC 2011), Сеул, Республика Корея, 21–23 февраля 2011.— 2 доклада (Родионов А.С., Нечунаева К.А., Шахов В.В.).
- 6. 2-я международная конференция «Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР (SORUCOM-2011)», Великий Новгород, 12-16 сентября 2011.-1 доклад (Метляев Ю.В.).
- 7. 7-я Азиатская международная школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, Узбекистан, 17–27 октября 2011.-2 доклада (Мигов Д.А., Шахов В.В., Соколова Е.С.).
- 8. XV Байкальская международная школа-семинар «Методы оптимизации и их приложения», Байкал, 23–39 июня 2011. –1 доклад (Шахов В.В.).
- 9. Российско-Монгольская конференция молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям и управлению, Иркутск (Россия)—Ханх (Монголия), 17–21 июня 2011.—4 доклада (Шахов В.В., Мигов Д.А., Родионов А.С., Бакулина М.П., Нечунаева К.А.).

Всего докладов — 16

Участие в программных и организационных комитетах конференций

- 1. Родионов А.С. член программного комитета Международной конференции ICCSA 2011, Сантандер, Испания, 20.06–23.06 2011 г.
- 2. Родионов А.С. член программного комитета Международной конференции ICUIMC 2011.
- 3. Родионов А.С.— член программного комитета 7 азиатской международной школысеминара «Проблемы оптимизации сложных систем».
- 4. Родионов А.С. председатель программного комитета Российской научной конференции с участием зарубежных исследователей «Моделирование систем информатики», школа научной молодежи. Новосибирск, 8–11 ноября 2011 г.
- 5. Родионов А.С. председатель оргкомитета конференции Молодых ученых ИВМиМГ СО РАН.
- 6. Шахов В.В.—член оргкомитета международной конференции The 5th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (ICUIMC 2011).
- 7. Шахов В.В.—член программного комитета международной конференции Workshop on Mobile Communications 2011, Сантандер, Испания, 20–23 июня 2011.
- 8. Шахов В.В.— член программного комитета Российской научной конференции с участием зарубежных исследователей «Моделирование систем информатики», школа научной молодежи.

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

Родионов А.С. зав. лаб. 1. д.т.н. 2. Амелькин В.А. сис 0.9 ст., к.ф.-м.н. Бакулина М.П. нс 0.9 ст., 3. к.ф.-м.н. 4. Карпачев Г.И. к.э.н. нс, 5. Метляев Ю.В нс, к.т.н. 6. Мигов Д.А. к.ф.-м.н. нс, 7. Моисеенко В.В. $^{\mathrm{HC}}$ 8. Шахов В.В. нс, к.ф.-м.н.

9. Капустина Г.А. вед. инженер $0.5~{\rm ct.}$

Мигов Д.А. — молодой научный сотрудник.

Педагогическая деятельность

Родионов А.С. — профессор НГУ, СибГУТИ Моисеенко В.В. — ст. преподаватель НГАСУ, Карпачев Г.И. — доцент ВКИ НГУ

Шахов В.В. — доцент НГУЭиУ

Бакулина М.П. — ст. преподаватель НГУ

Руководство аспирантами

Винс Д.В. — 3 год, ИВМиМГ (Родионов А.С. совместно с Глинским Б.М.)

Королев Е.С. — 2 год, ИВМиМГ (Родионов А.С.) Нечунаева К.А. — 3 год, ИВМиМГ (Родионов А.С.) Соколова Е.С. — 3 год, ИВМиМГ (Шахов В.В.)

Защита дипломов

Ложкина О.А. — бакалавр НГУ (Родионов А.С.) Григорьев А.Е. — бакалавр НГУ (Родионов А.С.) Карева А.В. — магистр ФИТ НГУ (Родионов А.С.)

Лаборатория синтеза параллельных программ

Зав. лабораторией д.т.н. В.Э. Малышкин

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.(1.3.2.) «Параллельные и распределенные вычисления в задачах математического моделирования»

I.3.2.1. «Параллельные и Грид-технологии реализации задач математического моделирования на суперЭВМ»

(№ госрегистрации 01201002444)

(Научный руководитель проекта—д.т.н. В.Э. Малышкин)

Раздел 1. «Алгоритмы и средства конструирования параллельных программ численного моделирования. Разработка наукоемких программных систем»

(Руководитель — д.т.н. В.Э. Малышкин)

Этап 1.2. Наукоемкие системы параллельного и распределенного программирования

Разработка языка описания фрагментированных подпрограмм, алгоритмов компиляции и компилятора.

Предыдущая версия языка описания фрагментированных подпрограмм LuNA по результатам опытной эксплуатации была расширена в трех направлениях:

- 1. Доработана и реализована возможность описывать множества фрагментов данных и вычислений, а также других языковых конструкций, оперирующих с множествами объектов, в виде индексированных конструкций.
- 2. Расширена спецификация языка LuNA путем добавлением индексированных констант, являющихся параметрами программы.
- 3. Доработаны методы проверки фрагментированных программ на наличие семантических ошибок в компиляторе языка LuNA.

Разработка run-time системы для параллельного исполнения численных параллельных подпрограмм.

Выполнены следующие оптимизации:

- 1. Проведены оптимизации программного кода исполнительной системы. В настоящее время, по результатам тестирования исполнительной системы на ряде матричновекторных операций, для разумных параметров этих задач доля накладных расходов не превышает 10–20% в сравнении с реализациями тех же программ квалифицированными программистами, выполненных вручную с использованием MPI.
- 2. Разработан и реализован модуль профилирования исполнения фрагментированных программ. Модуль профилирования вырабатывает информацию, которая служит основой для проведения тех или иных оптимизаций в исполнительной системе, в частности, для автоматической генерации рекомендаций.

Разработка набора широко используемых параллельных численных подпрограмм.

1. Выполнена фрагментация алгоритма решения системы двумерных уравнений газовой динамики в эйлеровых координатах. Задача решается явным методом на равномерной прямоугольной сетке. Фрагментация алгоритма решения выполнялась путем декомпозиции пространства моделирования. Фрагментированная программа реализована в системе фрагментированного программирования LuNA. Программа обладает следующими динамическими свойствами: настройкой на ресурсы, динамической балансировкой загрузки, выполнением обменов на фоне счета.

2. Выполнена фрагментация алгоритма моделирования динамики самогравитирующего пылевого облака методом частиц-в-ячейках. Разработан фрагментированный алгоритм, который при наличии необходимой системной поддержки (система LuNA) позволяет создавать параллельные программы, реализующие метод частиц-в-ячейках, со всеми необходимыми динамическими свойствами без явного программирования взаимодействия параллельных процессов.

Результаты работ по проектам РФФИ

РФФИ 10-07-00454-а «Фрагментированные алгоритмы численного моделирования для библиотеки параллельных подпрограмм» (Руководитель — д.т.н. В.Э. Малышкин)

Фрагментирование алгоритмов—это универсальный метод представления распараллеливания последовательных алгоритмов. Наиболее естественной концептуальной основой методологии фрагментированного программирования может служить математическое понятие алгоритма на базе задания алгебраической структуры с операциями, выполнение которых, называемое вычислением, преобразует ее. Это соображение лежит в основе проектирования и разработки системы фрагментированного программирования, которая предназначена для тестирования фрагментированных программ и алгоритмов и разработка которой ведется параллельно с фрагментацией алгоритмов.

Реализация фрагментированных алгоритмов продемонстрировала возможность автоматического создания параллельных программ с необходимыми динамическими свойствами без явного программирования взаимодействия параллельных процессов.

Для создания фрагментированной программы требуется специальная системная поддержка, а именно:

- реализация фрагментированной структуры данных «неупорядоченное множество», управление которой осуществляется автоматически runtime-системой;
- реализация в runtime-системе автоматического дублирования фрагментов данных;
- реализация в runtime-системе операции редукции. Выполнена фрагментация алгоритмов и систем алгоритмов:
- алгоритм решения системы двумерных уравнений газовой динамики методом Годунова. Автоматически сконструирована и тестирована параллельная фрагментированная программа.
- алгоритмы и их реализация в форме пакета PARMONC для распараллеливания трудоемких приложений метода Монте-Карло.
- фрагментация алгоритмов упрощенного варианта реализации метода частиц-вячейках. Эта работа показала необходимость расширения средства описания и реализации алгоритмов в системе фрагментированного программирования LuNA.

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Проект РАН 14.14. «Методы и технологии распараллеливания алгоритмов и параллельная реализация численного моделирования на многопроцессорных системах» (Руководители—член-корр. РАН Г.А. Михайлов, д.т.н. В.Э. Малышкин)

В рамках подхода фрагментированного программирования алгоритм, представленный в виде фрагментированной программы, не привязан к конкретной конфигурации вычислителя. Выполнение такой привязки автоматически или полуавтоматически (с участием программиста) осуществляется системой программирования LuNA. Задача

выполнения привязки формулируется как задача распределения ресурсов. Важным фактором при решении этой задачи является динамика исполнения фрагментированной программы, т. е. невозможность заранее определить поведение программы. Оно существенно связано с распределением ресурсов и должно быть учтено для получения эффективного исполнения фрагментированной программы (эффективность понимается как уменьшение времени выполнения фрагментированной программы для заданной конфигурации мультикомпьютера). В связи с этим задача конструирования эффективного распределения ресурсов была разбита на три подзадачи, которые в совокупности решают проблему распределения ресурсов:

- 1. Конструирование начального распределения ресурсов.
- 2. Выполнение динамической балансировки нагрузки узлов мультикомпьютера по ходу выполнения фрагментированной программы.
- 3. Конструирование управления, т. е. выбор конкретного порядка исполнения фрагментов вычислений.

Задача конструирования начального распределения ресурсов поставлена как задача отображения графа фрагментированной программы на граф мультикомпьютера. Под графом фрагментированной программы понимается граф, вершинами которого являются фрагменты вычислений, а дугами—информационные связи между фрагментами вычислений.

Задача динамической балансировки нагрузки вычислительных узлов мультикомпьютера ставится как динамическое перераспределение фрагментов вычислений по узлам мультикомпьютера с целью обеспечения равномерной и полной загрузки вычислительных узлов мультикомпьютера во времени.

Задача конструирования управления ставится как выбор конкретного фрагмента вычислений для запуска, если в текущий момент фрагментов вычислений, готовых начать исполнение, больше, чем имеется вычислительных ресурсов.

ИП СО РАН № 26 «Математические модели, численные методы и параллельные алгоритмы для решения больших задач СО РАН и их реализация на многопроцессорных суперЭВМ»

(Руководитель — академик РАН Б.Г. Михайленко, исполнитель — д.т.н. В.Э. Малышкин)

Инструментарий NumGRID предназначен для объединения разнородных вычислительных кластеров в единый вычислительный ресурс. NumGRID обеспечивает возможность запускать MPI-приложение так, чтобы процессы приложения были распределены по рабочим узлам нескольких кластеров.

Основной проблемой использования NumGRID в численном моделировании является программирование прикладных задач для исполнения в неоднородной среде. Существуют два принципиально различных подхода к решению проблемы. Первый использует только средства MPI и требует программирования неоднородной среды. Разработана методика преобразования MPI программ для кластера в MPI программу для неоднородного GRID. Другой подход связан с разработкой специальной системы фрагментированного параллельного программирования.

Проведена отработка применения технологии фрагментированного программирования в NumGRID. Проведены эксперименты по запуску программ из библиотеки фрагментированных алгоритмов средствами системы фрагментированного программирования LuNA на объединении кластеров в систему NumGRID.

По результатам экспериментов по запуску приложений численного моделирования в NumGRID выработаны рекомендации по разработке программ для NumGRID и переносу существующих программ.

ИП СО РАН № 40 «Термодинамически согласованные модели сплошных сред и их вычислительное моделирование: вычислительные модели, алгоритмы и их программная реализация; новые критерии устойчивости движения, позволяющие указывать допуски на определяющие параметры»

(Руководитель — академик РАН С.К. Годунов, исполнитель — д.т.н. В.Э. Малышкин)

Разрабатывались технологические решения для создания библиотек параллельных численных подпрограмм для реализации больших численных моделей на высокопроизводительных вычислительных системах

Сформулированы базовые принципы фрагментации алгоритмов: единообразие фрагментов алгоритма, настраиваемость фрагментированного алгоритма на конкретный размер задачи и конкретный вычислитель, масштабируемость алгоритма, локальность связей в алгоритме. Следование этим принципам позволит создавать качественные фрагментированные алгоритмы.

Выполнены фрагментации алгоритмов решения двух больших задач. Тестирование их исполнения продемонстрировало перспективы использования предложенного подхода для создания параллельных библиотечных подпрограмм и скелетонов, реализующих сложные методы моделирования процессов в сплошных средах.

- 1. Выполнена фрагментация алгоритма решения системы двумерных уравнений газовой динамики методом Годунова. Разработанная программа представляет собой шаблон для решения различных двумерных задач методом Годунова. Этот же шаблон может быть использован для решения задач нелинейной упругости, многокомпонентной гидродинамики, электромагнетизма.
- 2. Выполнена фрагментация алгоритма моделирования динамики самогравитирующего пылевого облака методом частиц-в-ячейках. Разработан фрагментированный алгоритм, который позволяет создавать параллельные программы с необходимыми динамическими свойствами.

Разработана методика фрагментации численных алгоритмов. На основе полученного опыта фрагментации численных алгоритмов была сделана попытка создать единую методику фрагментации алгоритмов. Накоплен необходимый объем результатов (алгоритмов и технологической информации), чтобы начать работы по созданию библиотек параллельных численных подпрограмм и скелетонов для использования в решении прикладных задач.

Публикации

Центральные издания

- [1] Артемьев С.С., Корнеев В.Д. Численное решение стохастических дифференциальных уравнений на суперкомпьютерах // СибЖВМ. 2011. Т. 14, № 1. С. 5–17.
- [2] Вшивков В.А., Лазарева Г.Г., Киреев С.Е., Куликов И.М. Численное решение трехмерных задач динамики самогравитирующих многофазных систем // Научный вестник НГТУ. 2011.-N2 3 (44). С. 69–80.

Зарубежные издания

- [1] Kireev S., Malyshkin V. Fragmentation of Numerical Algorithms for Parallel Subroutines Library // J. Supercomputing. -2011.- Vol. 57, N 2. P. 161–171.
- [2] Malyshkin V., Perepelkin V. Optimization methods of parallel execution of numerical programs in the LuNA fragmented programming system // J. Supercomputing. 2011. P. 1–16.
- [3] Artemiev S.S. and Korneev V.D. Numerical Solution of Stochastic Differential Equations on Supercomputers // Numerical Analysis and Applications. -2011. Vol. 4, N = 1 P. 1-11.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Kireev S., Malyshkin V., Hamido Fujita. The LuNA Library of Parallel Numerical Fragmented Subroutines // Lect. Notes in Comput. Sci. 2011. Vol. 6873. P. 290–301: Proc. Eleventh Intern. Conf. on Parallel Computing Technologies (PaCT 2011).
- [2] Malyshkin V.E., Perepelkin V.A. LuNA Fragmented Programming System, Main Functions and Peculiarities of Run-Time Subsystem. // Ibid.—P. 3–61.
- [3] Ostapkevich M., Piskunov S.V. The construction of imitational models of algorithms and structures with fine-grain parallelism // Ibid. P. 192–203.
- [4] Medvedev Yu. Dynamic Load Balancing for Lattice Gas Simulations on a Cluster // Ibid.— P. 175–181.
- [5] Ostapkevich M., Piskunov S.V. The development of WinALT simulation system // Тр. междунар. конф. «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики».—Новосибирск, 2011.—С. 44–46.
- [6] Artemiev S.S., Korneev V.D. Numerical Analysis of SDE on Supercomputers. // Proc. Intern. Workshop «Applied Methods of Statistical Analysis. Simulations and Statistical Inference». — Novosibirsk, 2011. — P. 340–349.

Прочие издания

- [1] Киреев С.Е. Методика фрагментации численных алгоритмов для библиотеки параллельных численных подпрограмм // Тез. докл. VI сиб. конф. по параллельным и высокопроизводительным вычислениям. Томск: Изд-во ТГУ, 2011. С. 67–68.
- [2] Городничев М.А., Дубовик А.С., Перепелкин В.А., Киреев С.Е., Щукин Г.А. Об опыте применения игрового подхода к обучению студентов концепциям параллельного программирования // Там же. С. 21–23.
- [3] Перепелкин В.А. Оптимизация исполнения фрагментированных программ на основе профилирования // Там же.— С. 69–70.
- [4] Городничев М.А. Организация эффективных вычислений в распределенной среде NumGRID // Там же. С. 74–75.
- [5] Волков А.С., Городничев М.А. Средства управления задачами в NumGRID на основе модели NumGRID DESKTOP CLIENT // Там же.— С. 75–76.
- [6] Пушкова Е.А., Малышкин В.Э. Подсистема сбора и коррекции профильной информации об исполнении фрагментированных программ // Там же.— С. 72–73.
- [7] Мустаков Р.Н., Малышкин В.Э. Библиотека поддержки распределенной масштабируемой визуализации // Там же. С. 82–83.
- [8] Перепелкин В.А. Обеспечение надежного управления в системе фрагментированного программирования LuNA на основе модели конечного автомата // Тр. конф. молодых ученых.— Новосибирск, 2011.-C.~75-83.
- [9] Кратов С.В., Остапкевич М.Б., Пискунов С.В. Формирование пользовательских интерфейсов сетевой информационно-вычислительной системы на основе сборочной технологии // Тез. докл. междунар. конф. «Актуальные проблемы современной математики, информатики и механики». Алматы, 2011. С. 329.
- [10] Лазарева Г.Г., Корнеев В.Д., Бабичев А.В. Параллельный алгоритм для решения нестационарной задачи мантийных течений. // Тез. докл. междунар. конф. «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики». Новосибирск, 2011. С. 62.
- [11] Щукин Г.А. Язык фрагментированного программирования Freepal // Там же. С. 73–74.
- [12] Дубовик А.С. Особенности семантического анализа фрагментированных программ в системе фрагментированного программирования LuNA // Там же. С. 70–71.

Общее количество публикаций

 Центральные издания
 —
 2

 Зарубежные издания
 —
 3

 Материалы международных конференций
 —
 6

Проведение лабораторией международных конференций

Международная школа-семинар по перспективным технологиям и моделям вычислений (PTMC-2011) проведена в Казани 17–19 сентября 2011 г.

Международная конференция по параллельным вычислительным технологиям (PaCT-2011) проведена в Казани 20–23 сентября 2011 г.

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. 11th International Conference on Parallel Computing Technologies (PaCT-2011), Kazan, Russia, 20–23 September, 2011.—4 доклада (Малышкин В.Э., Медведев Ю.Г., Остап-кевич М.Б., Киреев С.Е., Перепелкин В.А.).
- 2. Workshop on Perspective Technologies and Computational Models (PTCM-2011), Kazan, Russia, 17–19 September, 2011.—5 мастер-классов (Медведев Ю.Г., Остапкевич М.Б., Киреев С.Е., Перепелкин В.А.).
- 3. Международная конференция «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», Новосибирск, 12–14 октября 2011.—2 доклада (Корнеев В.Д., Остапкевич М.Б.).
- 4. Шестая Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям, Томск, 15–17 ноября 2011.— 9 докладов (Малышкин В.Э., Перепелкин В.А., Киреев С.Е.).
- 5. Международная конференция «Актуальные проблемы современной математики, информатики и механики», Алматы, 28-30 сентября 2011.-1 доклад (Остапкевич М.Б.).
- 6. Всероссийская конференция по вычислительной математике (КВМ-2011), Новосибирск, 29 июня—1 июля 2011.—1 доклад (Корнеев В.Д.).
- 7. International workshop «Applied Methods of Statistical Analysis. Simulations and Statistical Inference», Novosibirsk, 2011.—1 доклад (Корнеев В.Д.).
- 8. Конференция молодых ученых ИВМиМГ, апрель 2011.—1 доклад (Перепелкин В.А.).

Всего докладов — 24

Участие в программных и организационных комитетах конференций

- 1. Малышкин В.Э. председатель Программного комитета РаСТ 2011.
- 2. Малышкин В.Э. председатель Программного комитета РТМС-2011.
- 3. Киреев С.Е—член оргкомитета РаСТ 2011.
- 4. Щукин Г.А.— член оргкомитета РаСТ 2011.
- 5. Малышкин В.Э.— член Программного комитета CSA-2011 (The 3rd Intern. Conf. on Computer Science and its Applications, December 12–15, 2011 Jeju, Korea).
- 6. Малышкин В.Э.— член Программного комитета Cloud&Grid 2011 (The 2011 FTRA International Workshop on Cloud and Grid Interoperability, Busan, Korea, 26–28 May 2011).
- 7. Малышкин В.Э.— член Программного комитета PPAM 2011 (The 9th Intern. Conf. on Parallel Processing and Applied Mathematics, Poland, Torun, 11–14 September, 2011).

8. Малышкин В.Э.— член Программного комитета HPCS 2011 (The 2011 Intern. Conf. on High Performance Computing & Simulation, July 4-8, 2011, Istanbul, Turkey).

Международные научные связи

В.Э. Малышкин — приглашенный редактор журнала Future Generation.

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

- 1. Малышкин В.Э. зав. лаб., д.т.н.
- 2. Корнеев В.Д. снс, к.ф.-м.н.
- 3. Медведев Ю.Г. снс, к.т.н.
- 4. Киреев С.Е. нс
- 5. Арыков С.Б. мнс
- 6. Остапкевич М.Б. мнс
- 7. Перепелкин В.А. мнс

Арыков С.Б., Киреев С.Е., Перепелкин В.А. — молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Малышкин В.Э. — профессор, зав. каф. НГТУ, НГУ

Корнеев В.Д. — доцент НГТУ, НГУ

Медведев Ю.Г. — ст. преподаватель ВКИ НГУ

Киреев С.Е. — преподаватель НГУ Арыков С.Б. — ассистент НГУ Перепелкин В.А. — ассистент НГУ

Руководство аспирантами

Перепелкин В.А. - 3 год, ИВМиМГ (Малышкин В.Э.) Щукин Г.А - 3 год. НГТУ (Малышкин В.Э.)

Защита дипломов

Перегудов Е.А. — магистрант НГТУ (Малышкин В.Э.) Ларин В. — магистрант НГТУ (Малышкин В.Э.)

Руководство студентами

 Дубовик А.С
 —
 6 курс НГТУ (Малышкин В.Э.)

 Сороковой А.А.
 —
 6 курс НГТУ (Малышкин В.Э.)

 Тальников А.В.
 —
 6 курс НГТУ (Малышкин В.Э.)

 Черникова А.Г.
 —
 5 курс НГУ (Малышкин В.Э.)

 Двореченская Ю.Н.
 —
 5 курс НГУ (Малышкин В.Э.)

 Никитин А.А.
 —
 5 курс НГУ (Перепелкин В.А.)

 Агафонцев А.П.
 —
 4 курс, НГТУ (Киреев С.Е.)

Лаборатория параллельных алгоритмов и структур

Зав. лабораторией к.т.н. С.В. Пискунов

Важнейшее достижение

Система имитационного моделирования мелкозернистых алгоритмов и структур WinALT представлена в сети Internet для свободного доступа (winalt.sscc.ru). С использованием системы реализованы и опубликованы на сайте системы модели арифметических устройств, ассоциативных процессоров, однородных универсальных структур, ряда классических клеточных автоматов, модель диффузии, которая предложена Т. Марголусом, модели арифметических и геометрических фракталов, модель визуальной криптографии и ряд других. Основными компонентами системы WinALT являются: а) консольная версия системы, б) графическая оболочка системы, в) пакет стандартных библиотек пользователя. Система WinALT и ее компоненты зарегистрированы в фонде алгоритмов и программ СО РАН (Регистрационный номер PR11053).

(М.Б. Остапкевич, к.т.н. С.В. Пискунов)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.(1.3.2.) «Параллельные и распределенные вычисления в задачах математического моделирования»

I.3.2.1. «Параллельные и Грид-технологии реализации задач математического моделирования на суперЭВМ»

(№ госрегистрации 01201002444)

(Научный руководитель проекта—д.т.н. В.Э. Малышкин)

Раздел 2. «Разработка клеточной технологии моделирования физических и информационных процессов с использованием супер-ЭВМ»

(Руководитель — к.т.н. С.В. Пискунов)

Разработан алгоритм параллельной реализации асинхронных клеточных автоматов на мультипроцессорах с общей памятью. Тестирование алгоритма производилось на 32-ядерном компьютере $4\times$ Intel Xeon X7560. Размер клеточной области варьировался от 100×100 до 8000×8000 клеток. Работа с потоками поддерживалась библиотекой POSIX Threads. Анализ результатов тестирования позволил сделать следующие выводы:

- 1) наблюдаемое при небольших размерах доменов (объектов данных в отдельном ядре) сверхлинейное ускорение объясняется тем, что объем данных домена помещается целиком в кэше;
- 2) включение гипертрэйдинга увеличивает производительность для p < 32 и уменьшает ее для p > 64;
- 3) эффективность параллельной реализации при размерах доменов, превышающих 200×200 , достигает 70%.

Сравнение с другими алгоритмами показало, что предложенный параллельный алгоритм уступает по производительности только методу блочно-синхронного преобразования, который применим не для всех классов асинхронных клеточных автоматов (КА).

Проблема применимости блочно-синхронного преобразования для эффективной реализации наиболее развитого класса асинхронных КА-моделей (КА типа «диффузия—реакция») проверялась на задаче моделирования процесса окисления СО на поверхности платины путем сравнения эволюций асинхронной и блочно-синхронной реализаций. Было проведено несколько сотен экспериментов, в которых вычислялись следую-

щие характеристики: распределение вероятностей, математическое ожидание и дисперсия наблюдаемых величин и периодов их колебаний, а также доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсии. Сравнения показали, что среднеквадратичные разности распределений вероятностей всех характеристик для обоих режимов КА (асинхронного и блочно-синхронного) не превосходят 10^{-4} . Это подтверждает целесообразность использования блочно-синхронного метода для параллельных реализаций асинхронных КА, моделирующих гетерогенные реакции на поверхности катализаторов с учетом диффузии.

Предложена архитектура и выполнена реализация основных модулей новой параллельной версии системы WinALT как развитие разработанной ранее параллельной версии, основанной на консольной версии системы WinALT (зарегистрирована в ФАП СО РАН). Основная идея новой версии — обеспечение вычислений на том оборудовании, которое есть в наличии. Оно разнообразно по архитектуре, ОС, протоколам доступа, менеджерам очередей и т. д. Система содержит четыре уровня иерархии. На первом расположен центральный модуль, координирующий работу всей системы, — виртуальная машина. Она обеспечивает исполнение моделей, обращаясь для исполнения требуемых операций к другим модулям. На втором уровне расположены модули, выполняющие диспетчерские функции. Модули третьего уровня: менеджер форматов, менеджер протоколов, менеджер интерфейсов — загружают модули четвертого уровня и используют их функции. Менеджер форматов за счет расширения множества подключаемых модулей обеспечивает поддержку мультиформатности. Реализовано порядка десяти таких модулей для представления клеточных массивов с разнотипными клетками, с клетками, хранящими целые числа, булевское значения и т. д. Менеджер протоколов аналогичным образом реализует мультипротокольность, обеспечивая унифицированное использование различных протоколов (ssh, http, winalt/p). Набор функций менеджера протоколов, в частности, включает установку связи с узлом, передачу данных, прием данных и удаленный запуск параллельной программы моделирования. Стыковка с различными библиотеками и пакетами (CUDA, ATI Streams, MPI и др.) осуществляется менеджером интерфейсов.

Выполнены предварительные оценки эффективности параллельной версии системы для клеточных автоматов с классическими окрестностями клеток (Неймана, Мура, Марголуса). Получено ускорение в k раз, где k—число машин в кластере из Windows машин, на которых выполняется моделирующая программа.

Построен ассоциативный алгоритм для динамической обработки дерева кратчайших путей после удаления одной дуги из ориентированного взвешенного графа. Используется STAR-машина, которая моделирует работу ассоциативных параллельных систем типа SIMD с вертикальной обработкой информации. Доказана корректность процедуры и оценена ее временная сложность — O(hk), где h— число битов для кодирования длины максимального кратчайшего пути в графе, k— число вершин, для которых вычисляются новые кратчайшие пути после удаления одной дуги из графа.

Выполнялось развитие методов и средств автоматизированного построения интерфейсов для сетевой информационно-вычислительной среды, обеспечивающих пользователей удобным и легко модифицируемым интерфейсом для конструирования и получения характеристик мелкозернистых алгоритмов и структур в самой широкой трактовке термина, а также возможность использования суперЭВМ для построения реалистичных моделей. Построение интерфейсов выполнялось на примере системы имитационного моделирования мелкозернистых алгоритмов и структур WinALT (зарегистрирована в ФАП СО РАН). С использованием сборочной технологии и моделеориентированного подхода к построению интерфейсов были сформированы внешние библиотеки: форматов данных, языковых функций, модельных подпрограмм, режимов отображения. Набор библиотек расширяем, а каждая библиотека пополняема, для этого в системе WinALT

разработаны все необходимые программные средства. Назначение библиотек — обеспечить адаптацию системы к особенностям конкретной предметной области пользователя. Библиотека форматов данных снимает ограничения по выбору типа данного представимого клетками объекта данных (клеточного массива). Библиотека языковых функций обеспечивает возможность использования в моделях функций по работе с клеточными объектами (создание, удаление, модификация, изменение размеров), элементами пользовательского интерфейса (построение диалоговых окон и ввод пользователем информации с их использованием), математическими функциями, функциями консольного ввода/вывода, файлового ввода/вывода и рядом других функций. Библиотека модельных подпрограмм обеспечивают включение сервисных функций в моделирующую программу командой препроцессора include. Библиотека обеспечивает работу с диалоговыми окнами для пользовательского ввода/вывода: выбор начальной конфигурации имитационной модели, ввод имени объекта, ввод числа шагов исполнения имитационной модели и т.п. Библиотека режимов отображения обеспечивает возможность визуализировать данные в том виде, который привычен пользователю или общепринят в интересующей его прикладной области. Включение в среду пользователя новой параллельной версии системы WinALT обеспечивает возможность построения реалистичных моделей информационных и физических процессов в клеточном пространстве.

Результаты работ по проектам РФФИ

РФФИ № 11-01-00567-а «Разработка и исследование клеточно-автоматных методов и алгоритмов моделирования нелинейных физико-химических процессов, ориентированных на реализацию на современных суперкомпьютерах» (Руководитель — д.т.н. О.Л. Бандман)

Разработаны клеточно-автоматные модели пространственно распределенных нелинейных процессов, ориентированные на параллельные архитектуры современных вычислительных систем. Два типа КА-моделей были выбраны в качестве предметов исследования. Это — синхронные KA, основанные на идее «решеточного газа» (Lattice-Gas Models) и вероятностные асинхронные KA, называемые иногда кинетическим методом Монте-Карло. В обоих случаях предлагаются и исследуются модели и алгоритмы, содержащие несколько взаимодействующих клеточных автоматов, что потребовало использования специальных способов их композиции. Разрабатываемые алгоритмы и программы тестировались на суперкомпьютерах. Предложенная КА-модель порошковой струи является параллельной композицией КА, включающей в себя целочисленную КА-модель потока газа и несколько КА, моделирующих порошковую смесь. Основную сложность алгоритма моделирования составляет процедура вычисления правил переходов в каждой клетке, что определяет необходимость использования многопроцессорных вычислителей. Параллельная версия алгоритма, а также программа с оригинально выполненной балансировкой нагрузки была разработана и реализована на кластере МСЦ РАН. Тестирование показало качественное совпадение результатов моделирования с характером процессов в подобной струе. Количественные характеристики еще предстоит определить. Для вероятностных асинхронных КА был предложен параллельный алгоритм, позволяющий достигнуть приемлемой эффективности без потери стохастичности. Были проведены испытания алгоритма на всех доступных параллельных архитектурах (кластерах, системах с общей памятью, графических картах). Испытания показали приемлемую (более 70%) эффективность при достаточно больших размерах доменов. Для завершения исследования алгоритмов распараллеливания асинхронных КА были проведены вычислительные эксперименты для определения возможных отклонений эволюции асинхронного КА от эволюции его блочно-синхронного варианта. Статистический анализ результатов показал, что для класса задач «реакция—диффузия» эти отклонения ничтожно малы (четвертый десятичный знак). Показано также, что существуют КА, для которых блочно-синхронное распараллеливание недопустимо. Асинхронный вероятностный КА опробован и при моделировании образования покрытия металлической пластины при бомбардировке ее высокоскоростной порошковой струей. Параллельная версия программы реализована на четырехядерном процессоре с общей памятью (Intel core i7). Сравнение с результатами натурных экспериментов показали возможность подбора параметров КА для имитации подобных процессов на компьютере.

Проект РФФИ № 11-01-07016д «Издание книги «Алексей Андреевич Ляпунов. 100 лет со дня рождения»

(Ответственный исполнитель — д.т.н. Я.И. Фет)

Поставленные в проекте задачи выполнены полностью. Подготовлена и издана (в Новосибирске, в Академическом издательстве «Гео») монография «Алексей Андреевич Ляпунов. 100 лет со дня рождения» объемом 39 п.л. (587 стр.), тираж 500 экз. Книга включена в серию «Наука Сибири в лицах».

Основные работы, выполненные в 2011 году:

- поиски и сбор материалов, имеющих непосредственное отношение к истории жизни и деятельности Алексея Андреевича Ляпунова;
- работа с авторами воспоминаний, родственниками ученого и другими держателями объектов наследия Алексея Андреевича Ляпунова;
- разработка структуры книги;
- разработка научного аппарата: предисловие, библиография, сведения об авторах, именной указатель и т. д.;
- подготовка оригинал-макета книги;
- сопровождение книги в ходе издательских и типографских работ.

Результатом этих работ является включение в книгу около 100 статей и документов, а также 120 исторических фотографий. Тираж книги был получен в начале октября, накануне Юбилейной международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.А. Ляпунова. 11 октября, при открытии этой конференции каждый участник получил эту книгу в подарок.

Проект РФФИ № 11-07-00561а «Разработка фундаментальных основ создания виртуальных коллекций научного наследия»

(Ответственный исполнитель — д.т.н. Я.И. Фет)

Согласно заявленному содержанию данного проекта, к концу 2011 г. первая версия информационной системы должна быть выставлена в Интернет и заполнена основными библиографическими сведениями и жизнеописаниями классиков. В ходе выполнения этих задач были подготовлены предварительные версии двух виртуальных коллекций, которые относятся к научным школам Л.В. Канторовича и А.А. Ляпунова.

Коллекция наследия Л.В. Канторовича содержит 12 статей и документов (120 стр.), а также 32 исторические фотографии. Коллекция наследия А.А. Ляпунова содержит 15 статей и документов (75 стр.), а также 45 исторических фотографий.

В эти коллекции были частично включены некоторые материалы из книг и статей, опубликованных ранее участниками данного проекта. Однако бо́льшая часть материалов собрана и обработана в 2011 г. На примере этих коллекций, а также других планируемых коллекций, исполнители проекта отрабатывают принципы создания виртуальных коллекций по научному наследию выдающихся ученых.

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Проект СО РАН 13.6. «Автоматизированная генерация пользовательских интерфейсов для сетевой информационно-вычислительной системы Сибирского сегмента GRID» (Руководители — академик РАН Б.Г. Михайленко, к.т.н. С.В Пискунов)

Выполнялось развитие ССКЦ как Центра обработки данных по высокопроизводительным вычислениям, включающее расширение вычислительной мощности суперкомпьютера НКС-30Т (на тесте High Performance Linpack получена производительность 21,92 ТФлопс) и работы по организации высокоскоростной сети, связывающей ССКЦ и ряд учреждений СО РАН.

Решалась задача разработки удобных средств управления запуском задач, средств мониторинга и контроля выполняющихся задач с использованием системы NumGRID, позволяющей объединить разнородные вычислительные ресурсы для решения большой задачи. Разработан прототип системы управления с графическим интерфейсом — NumGRIDDesktopClient. Графический интерфейс обеспечивает возможность отображать показатели качества выполнения параллельной программы и предоставляет пользователю возможность управлять ходом выполнения программы. NumGRIDDesktopClient реализуется на языке C++ с использованием библиотек QT 4.7 и libssh2.

Выполнялось разработка среды поддержки имитационного моделирования мелкозернистых алгоритмов и структур. Были сформулированы требования к новой параллельной версии системы имитационного моделирования мелкозернистых алгоритмов и структур WinALT. Кратко они таковы: а) исполнение моделей на кластере из разнородных (по архитектуре и ОС) машин; б) использование SMP узлов и GPU в узлах; в) параллельное исполнение моделей для более широкого, чем клеточный автомат, спектра классов моделей с мелкозернистым параллелизмом; г) использование выделенных кластеров, доступных через шлюзовой узел. С учетом сформулированных выше требований была предложена иерархическая архитектура новой параллельной версии системы. Были реализованы основные модули параллельной версии системы WinALT.

Также выполнялась разработка на основе сборочной технологии средств пользовательского доступа через сетевую информационно-вычислительную систему к разнородным вычислительным ресурсам на базе стандартных технологий. Задача этого доступа— обеспечить возможность использования широкого спектра средств математического моделирования с применением супер ВМ при реализации инновационных проектов. В качестве промежуточного ПО для организации математического моделирования в рамках сетевой системы предложено использовать свободный программный комплекс ВОІNС. Была проведена апробация работы платформы ВОІNС на различных операционных системах: Microsoft Windows XP и 7, нескольких дистрибутивах Linux (различные версии Ubuntu, Fedora), FreeBSD.

Проект СО РАН 14.6. «Разработка и исследование клеточно-автоматных моделей нелинейной пространственной динамики» (Руководитель — д.т.н. О.Л. Бандман)

Разработана и исследована сложная клеточно-автоматная модель струи порошковой смеси. Модель является системой клеточных автоматов, состоящей из нового целочисленного КА, моделирующего газовый поток, и булевых гидродинамических КА, моделирующих поведение частиц порошков в потоке. Исследования модели проведены на специально созданном программном комплексе, допускающем последовательную и параллельную реализации на многопроцессорных системах. Вычислительные эксперименты показали качественное совпадение результатов моделирования с реальным про-

цессом. Модель предназначена для использования в научных исследованиях процессов кумулятивного синтеза новых наноструктурных соединений. Разработаны новые алгоритмы параллельной реализации асинхронных вероятностных КА-моделей гетерогенных химических реакций на катализаторах. Получены сравнительные характеристики по эффективности параллельных алгоритмов на современных параллельных мультипроцессорах. Практическое значение полученных результатов не ограничивается использованием КА-моделей по их назначению, но также представляет новые знания для теории и практики параллельных вычислений.

ИП СО РАН № 32 «Динамика структурно-фазовых состояний и фундаментальные основы синтеза нанокомпозитов в кумулятивных потоках» (Координатор — д.ф.-м.н. В.К. Кедринский, отв. исполнитель — д.т.н. О.Л. Бандман)

Разработана клеточно-автоматная модель, построенная в виде композиции нескольких клеточных автоматов, основанных на принципах Lattice-Gas hydrodynamics. В рамках создания композиционной модели:

- разработана КА-модель газового потока с целочисленным алфавитом КА;
- разработан алгоритм взаимодействия целочисленного газового и булевых порошковых компонентов модели.

Разработан программный комплекс, позволяющий получать необходимые качественные и количественные характеристики процессов при разных исходных условиях. Реализовано три модуля: конструктор начальных и граничных условий, симулятор (последовательный и параллельный режимы работы), визуализатор (включает процедуру осреднения).

Комплекс работает как на персональных компьютерах, так и на суперкомпьютерах различных архитектур, под управлением ОС Windows или Unix (Linux). В режиме параллельного запуска симулятор использует диффузионный алгоритм динамической балансировки загрузки процессоров, который сокращает время вычислений в три раза.

Проведены вычислительные эксперименты для процесса образования карбида дивольфрама W_2C при столкновении W и C во встречных струях. Завершена разработка асинхронного клеточного автомата, моделирующего процесс образования покрытия на мишени при воздействии порошковой высокоскоростной струи. Проведены уточнения параметров KA-модели процессов путем сравнений результатов моделирования с натурными экспериментами.

Публикации

Монографии

[1] Алексей Андреевич Ляпунов. 100 лет со дня рождения / редакторы-составители Н.А. Ляпунова, А.М. Федотов, Я.И. Фет, отв. ред. Ю.И. Шокин. — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2011.-587 с.

Центральные издания

- [1] Бандман О.Л., Кинеловский С.А. Кумулятивный синтез; клеточно-автоматная модель физико-химических процессов на стадии схлопывания порошковой облицовки // Прикладная дискретная математика. 2011. M 2. C. 113—124.
- [2] Калгин К.В. Реализация алгоритмов с мелкозернистым параллелизмом на графических ускорителях // СибЖВМ. 2011. Т. $14, \, \mathbb{N} \, 1.$ С. 59-70.

- [3] Маркова В.П., Шарифулина А.Е. Параллельная реализация асинхронного клеточного автомата, моделирующего реакцию окисления СО на палладии // Прикладная дискретная математика. 2011. —
- [4] Фет Я.И. Человеческие качества Алексея Андреевича Ляпунова // Алексей Андреевич Ляпунов. 100 лет со дня рождения. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2011. С. 429–448.

Зарубежные издания

[1] Nepomniaschaya A.S. Decremental Associative Algorithm for Updating the Shortest Paths Tree // Bull. NCC. Ser. Comp. Sci. — 2011. — Iss. 32. –P. 15–29.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Bandman O. Using Multi Core Computers for Implementing Cellular Automata Systems // Lect. Notes in Comput. Sci. 2011. Vol. 6873. P. 140–152: Proc. Eleventh Intern. Conf. on Parallel Computing Technologies (PaCT 2011).
- [2] Ostapkevich M., Piskunov S.V. The construction of imitational models of algorithms and structures with fine-grain parallelism // Ibid.—P. 192–203.
- [3] Kalgin K.V. Domain Specific Language and Translator for Cellular Automata Models of Physico-Chemical Processes // Ibid.—P. 166–174.
- [4] Nepomniaschaya A.S. Efficient Associative Algorithm for Finding the Second Simple Shortest Paths in a Digraph // Ibid.—P. 182–191.
- [5] Elokhin V.I., Sharifulina A.E. Simulation of Heterogeneous Catalytic Reaction by Asynchronous Cellular Automata on Multicomputer // Ibid.—P. 204–209.
- [6] Фет Я.И. Человеческие качества Алексея Андреевича Ляпунова // Тр. второй междунар. конф. «Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР» (SoRuCom). Великий Новгород, 2011. С. 299–305.
- [7] Ostapkevich M., Piskunov S.V. The development of WinALT simulation system // Тр. междунар. конф. «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики».—Новосибирск, 2011.—С. 44–46.

Прочие издания

- [1] Фет Я.И. История информатики (Краткое содержание) / (редактор-составитель). Новосибирск: Изд. ИВМиМГ СО РАН, 2011.-116 с.
- [2] Непомнящая А.Ш. Ассоциативный параллельный алгоритм для динамической обработки дерева кратчайших путей после удаления из графа одной дуги // Тез. докл. междунар. конф. «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики». Новосибирск, 2011. С. 47.
- [3] Фет Я.И. Личность и окружение // Там же. С. 88.
- [4] Кратов С.В., Остапкевич М.Б., Пискунов С.В. Формирование пользовательских интерфейсов сетевой информационно-вычислительной системы на основе сборочной технологии // Тез. докл. междунар. конф. «Актуальные проблемы современной математики, информатики и механики». Алматы, 2011.- С. 329.
- [5] Шарифулина А.Е. КА-моделирование гетерогенной каталитической реакции (CO + O \leftrightarrow CO₂)/ Pt_{110} с помощью специализированной системы программирования CACHE. // Тр. конф. молодых ученых. Новосибирск, 2011. С. 101–113.
- [6] Городничев М.А., Пустосмехов В.А., Волков А.С. Система управления задачами в NumGRID. // Тез. XLIX междунар. научн. студ. конф. «Студент и научно-технический прогресс»: Информационные технологии. Новосибирск: НГУ, 2011. С. 61.

Общее количество публикаций

| Монографии | _ | 1 |
|---------------------------------|---|---|
| Центральные издания | _ | 4 |
| Зарубежные издания | _ | 1 |
| Материалы междунар. конференций | _ | 7 |

Проведение лабораторией международных конференций

Международная школа-семинар по перспективным технологиям и моделям вычислений (PTMC-2011) проведена в Казани 17–19 сентября 2011 г.

Международная конференция по параллельным вычислительным технологиям (PaCT-2011) проведена в Казани 20–23 сентября 2011 г.

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. The Eleventh International Conference on Parallel Computing Technologies (PaCT 2011), Казань, 20–23 сентября 2011. 5 докладов (Бандман О.Л., Непомнящая А.Ш., Пискунов С.В., Калгин К.В., Шарифулина А.Е.).
- 2. Международная школа-семинар по перспективным технологиям и моделям вычислений (РТМС-2011), Казань, 17–19 сентября 2011.—2 доклада (Бандман О.Л., Пискунов С.В., Калгин К.В.).
- 3. Седьмая азиатская международная конференция «Проблемы оптимизации сложных систем», Ташкент, 17–27 октября 2011.-3 доклада (Бандман О.Л., Пискунов С.В., Маркова В.П.).
- 4. Международная конференция «Актуальные проблемы современной математики, информатики и механики», Алматы, 2011.-1 доклад (Пискунов С.В.).
- 5. Международная конференция «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», Новосибирск, 2011.-3 доклада (Непомнящая А.Ш., Пискунов С.В., Фет Я.И.).
- 6. Вторая международная конференция «Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР» (SoRuCom), Великий Новгород, 12–16 сентября 2011.—1 доклад (Фет Я.И.).
- 7. Шестая Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям, Томск, 15–17 ноября 2011.-1 доклад (Городничев М.А.).
- 8. XLIX Международная научная студенческая конференция «Студент и научно-технический прогресс», Новосибирск, 16–20 апреля 2011.—1 доклад (Городничев М.А.).
- 9. Конференция молодых ученых ИВМиМГ, апрель 2011. 2 доклада (Калгин К.В., Шарифулина А.Е.).

Всего докладов — 19

Участие в программных и организационных комитетах конференций

- 1. Бандман О.Л.— член Оргкомитета и член Программного комитета РаСТ 2011.
- 2. Бандман О.Л. член оргкомитета Конференции молодых ученых ИВМиМГ.
- 3. Маркова В.П.—член оргкомитета РаСТ 2011.
- 4. Городничев М.А.— член оргкомитета РаСТ 2011.
- 5. Городничев М.А.— член оргкомитета РТМС-2011.
- 6. Калгин К.В. член оргкомитета РаСТ 2011.

- 7. Фет Я.И.— член Программного комитета SoRuCom (Вторая международная конференция «Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР»).
- 8. Фет Я.И.— член Программного комитета Международной конференции «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», посвященной 100-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Алексея Андреевича Ляпунова, 11—14 октября 2011 г.

Международные научные связи

Я.И. Фет является членом редколлегии двух международных журналов: «Parallel and Distributed Computing Practices» (Nova Science Publishers, Inc., USA), «Scalable Computing: Practice and Experience» (SCPE) Wroclaw, Poland.

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

| 1. | Пискунов С.В. | зав. лаб., | K.T.H. |
|----|-----------------|------------|---------|
| 2. | Бандман О.Л. | гнс, | д.т.н. |
| 3. | Фет Я.И. | гнс, | д.т.н. |
| 4. | Ачасова С.М. | снс, | K.T.H. |
| 5. | Маркова В.П. | снс, | K.T.H. |
| 6. | Непомнящая А.Ш. | снс, | к.фм.н. |
| 7. | Городничев М.А. | MHC | |

Городничев М.А. — молодой научный сотрудник.

8. Савукова В.А.

Педагогическая деятельность

техник 1 кат. 0.5 ст.

 Пискунов С.В.
 — доцент НГТУ, НГУ

 Маркова В.П.
 — доцент НГТУ, НГУ,

 Фет Я.И.
 — профессор НГУ

 Городничев М.А.
 — ассистент НГТУ

Руководство аспирантами

Калгин К.В. — 3 год, ИВМиМГ (Бандман О.Л.) Шарифулина Н.Е. — 2 год, ИВМиМГ (Бандман О.Л.) Афанасьев И.В. — 1 год, ИВМиМГ (Бандман О.Л.) Евсеев А.А. — 1 год, ИВМиМГ (Бандман О.Л.)

Защита дипломников

Евсеев А.А. — магистр НГУ (Бандман О.Л.) Афанасьев И.В. — магистр НГУ (Бандман О.Л.) Логинова А.В. — магистр НГТУ (Маркова В.П.)

Руководство студентами

 Подстригайло А.С.
 — 4 курс, НГУ (Пискунов С.В.)

 Пушкова Е.А.
 — 5 курс НГУ (Пискунов С.В.)

 Ткачева А.А.
 — 5 курс НГТУ (Маркова В.П.)

 Терешин И.К.
 — 6 курс НГТУ (Маркова В.П.)

Премии и награды

М.А. Городничев имеет грант Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («У.М.Н.И.К.»).

Лаборатория параллельных алгоритмов решения больших задач

Зав. лабораторией д.ф.-м.н. В.А. Вшивков

Важнейшее достижение

В рамках работы с Институтом астрономии РАН в лице д.ф.-м.н., профессора А.В. Тутукова проводились исследования в области математического моделирования различных сценариев центрального столкновения газовых компонент галактик. Первоначально была высказана гипотеза об образовании одной или двух галактик, полученных в результате столкновений, либо полное разрушение галактик. Вычислительные эксперименты на суперЭВМ с помощью созданного авторским коллективом численного метода и комплекса программ позволили получить условия развития каждого из сценариев столкновения. Важнейшим же результатом моделирования стало получение условий для развития нового сценария образования третьей галактики, лишенной звездной компоненты. В дальнейшем тщательное теоретическое исследование механизмов центрального столкновения газовых компонент галактик подтвердили условия и сам факт существования такого сценария (к.ф.-м.н. И.М. Куликов).

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3. (1.3.2.) «Разработка параллельных и распределенных компьютерных технологий для задач математического моделирования на основе кластерных супер-ЭВМ»

(№ госрегистрации 01201002448)

(Научный руководитель проекта — академик РАН Б.Г. Михайленко)

Раздел 1. «Параллельные и распределенные вычисления в задачах математического моделирования»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.А. Вшивков)

В настоящее время метод частиц в ячейках получил широкое распространение для моделирования нестационарных задач физики разреженной плазмы в связи с бурным развитием вычислительной техники, в том числе появлением многопроцессорных комплексов. К его достоинствам относится внутренний параллелизм: траектории модельных частиц могут вычисляться независимо друг от друга, в том числе и на разных процессорах. Его распространению способствует и то, что он является фактически единственным методом для моделирования вышеупомянутых задач. Необходимость параллельной реализации кинетических моделей физики плазмы диктуется потребностью проводить расчеты с большим количеством модельных частиц и на больших сетках. Параметры типичного расчета: 2 млн. узлов сетки, 300 млн. модельных частиц.

Выполнено распараллеливание задачи об аномальной теплопроводности с использованием смешанной эйлерово-лагранжевой декомпозицией. Актуальность настоящей работы связана с тем, что в экспериментах на многопробочной магнитной ловушке ГОЛ-3 (ИЯФ СО РАН) наблюдается понижение электронной теплопроводности на 2–3 порядка по сравнению с классическим значением. При этом происходит нагрев плазмы до термоядерных параметров и появляется необходимость моделирования температуры. Плазма в экспериментах на ГОЛ-3 является существенно неравновесной, что делает невозможным применение численных методов гидродинамического типа для моделирования этой плазмы. Поэтому для решения задачи об аномальной теплопроводности в данной работе используется метод частиц в ячейках. Основная сложность заключается в том, что в методе частиц в ячейках не существует определения температуры, вдобавок требуется уточнить, что такое температура при отсутствии гауссова распределения частиц по скоростям (т. е. в неравновесной плазме). Каждая группа процессоров связана с подобластью, являющейся частью сетки, на которой решаются уравнения Максвелла. Модельные частицы каждой из подобластей разделяются между процессорами связанной с этой подобластью группы равномерно, вне зависимости от координаты. Вычислительные эксперименты проводились на сетках 256 узлов по каждому измерению и до 250 модельных частиц в каждой ячейке. Для расчетов использовались суперкомпьютеры НКС-30Т (Новосибирск, ИВМиМГ СО РАН)— до 256 ядер в отдельном расчете, СКИФ Суberia (Томск, ТГУ)— до 500 ядер в отдельном расчете, МВС-100000 (Москва, МСЦ), до 4096 ядер в отдельном расчете.

Создан алгоритм распараллеливания трехмерной гибридной программы для изучения динамики плазмы в сопле космического плазменного двигателя. В созданной программе ионы рассматриваются как отдельные частицы, а электроны как жидкость. Уравнения, контролирующие взаимодействие плазмы с неоднородным магнитным полем, могут быть выведены из уравнений Максвелла и уравнения Власова. В системе уравнений Максвелла делается аппроксимация Дарвина и предполагается квазинейтральность. Для решения уравнений Максвелла используются конечно-разностные методы на сдвинутых по времени и пространству сетках. Для решения уравнений движения ионов используется центрированная по времени схема с перешагиванием (leapfrog scheme). В расчетной области, имеющей форму параллелепипеда, вводится прямоугольная сетка. Магнитное поле генерируется системой бесконечно тонких магнитных витков с током. Центры витков с током располагаются на одной оси на некотором расстоянии друг от друга. Магнитные силовые линии вдоль оси витков формируют так называемое магнитное сопло, которое используется для управления входящим в сопло плазменным потоком. Для проведения вычислений на суперкомпьютерах с распределенной памятью область моделирования разбивается на слои, число которых зависит от количества процессорных элементов (ПЭ). Таким образом, в начальный момент времени процессорные элементы имеют равномерную загрузку и каждый ПЭ хранит только необходимые ему значения сеточных переменных. Значения граничных элементов процессоры передают друг другу по линейке. На каждом временном шаге частицы, которые должны перелетать в другую ячейку, находящуюся в соседнем ПЭ, накапливаются и посылаются единым блоком для уменьшения количества пересылок. Необходимой дополнительной операцией по сравнению с однопроцессорной программой является сортировка частиц по координате для уменьшения времени пересылки.

Разработана параллельная технология для моделирования полностью трехмерного ультрарелятивистского движения пучков заряженных частиц в самосогласованных электромагнитных полях. Для распараллеливания алгоритма выбран метод пространственной декомпозиции в поперечном направлении, так как частицы в основном двигаются вдоль продольной оси. В этом случае пересылаются данные только для частиц, которые имеют достаточно большие импульсы в поперечном направлении, а таких пересылок заведомо меньше. Каждый процессор получает свою часть области и ту часть частиц, которые находятся в этой области. На каждом шаге по времени требуется вычислять граничные условия по плотности пучка. Сначала вычисляется вклад в поле от всех частиц процессора, а далее все значения поля пересылаются процессору, соответствующему области с границей. Предполагается, что могут перелететь из процессора в процессор за один шаг по времени не более 20% частиц. Время работы параллельного алгоритма для задачи движения одного сфокусированного пучка составляет 4 мин для 10⁵ модельных частиц на сетке 80 × 80 × 80 на 80 процессорах МВС-100К Межведомственного суперкомпьютерного центра (11680 процессорных ядер Intel Xeon, 3 ГГц, 4 Гб RAM).

Разработан пакет PEGAS для моделирования динамики астрофизических газовых объектов. На основе результатов анализа крупномасштабных вычислительных экспериментов был объяснен механизм образования хвостов у газовых компонент галактик при прохождении через межгалактический газ. В рамках исследований гибридных параллельных архитектур с графическими ускорителями был реализован метод решения уравнения Пуассона с помощью быстрого преобразования Фурье на графической карте с использованием технологии CUDA. Точность результатов соответствует точности, полученной с использованием центральных процессоров, время решения при сохранении точности было уменьшено в пять раз.

Усовершенствована и расширена нестационарная модель мантийных течений в приближении слабосжимаемой жидкости. Получены результаты расчета модельной задачи тепломассопереноса в земной коре в условиях гравитационной неустойчивости при переменной вязкости, подтверждающие правомерность созданной модели.

Показано, что изучение газофазных гомогенных реакций возможно при использовании проточного реактора с разогревом реагентов излучением непрерывного СО2 лазера. В качестве примера рассмотрен пиролиз этана. Для него возможен режим «энергетического» катализа, при котором увеличение поглощаемой энергии в объеме связано с увеличением содержания целевого продукта. Режим «энергетического» катализа осуществлялся при трансформации лазерной энергии в тепловую с использованием сенсибилизационных свойств этилена. В реакционной зоне измерены температуры смеси в поле лазерного излучения с плотностью мощности до 102 Вт/см². Изоляция стенок и окон от зоны высоких температур обеспечена подачей аргона и конфигурацией реактора. Трехмерные расчеты газодинамических течений реагентов и их смешения с помощью программного пакета FLUENT показали наличие режимов, в которых реакционная зона изолирована от торцов реактора газовой смесью с высоким содержанием аргона, что подтверждено экспериментально. Численное моделирование проводилось на базе Сибирского суперкомпьютерного центра ИВМиМГ СО РАН. Пакет FLUENT предназначен для моделирования сложных течений жидкостей и газов с широким диапазоном свойств. Посредством обеспечения различных параметров моделирования и использования многосеточных методов с улучшенной сходимостью он обеспечивает оптимальную эффективность и точность решения для широкого диапазона моделируемых скоростных режимов. Изобилие физических моделей в пакете FLUENT позволяет точно предсказывать ламинарные и турбулентные течения, различные режимы теплопереноса, химические реакции, многофазные потоки и другие феномены на основе гибкости сеток и их адаптации на основе получаемого решения.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 11-01-00178-а «Численное моделирование на суперЭВМ динамики ультрарелятивистских пучков заряженных частиц» (Руководитель— д.ф.-м.н. В.А. Вшивков)

Проведено сравнение двух новых методов со стандартными методами вычисления граничных и начальных условий на примере равномерно заряженного цилиндра, цилиндра с гауссовым распределением плотности заряда в поперечном направлении, а также на примере сфокусированного пучка продемонстрировали целесообразность использования новых методов. Один метод основан на выделении особенности в подынтегральной функции для вычисления полей и потенциала, второй— на использовании модельного ядра метода, имеющего форму тонких игл, расположенных вдоль движения частицы. Сравнение результатов численных экспериментов с известным аналитическим решением в случае взаимодействия веера частиц с пучком частиц в форме длинного цилиндра пока-

зали корректность выбранных коэффициентов обезразмеривания, а также правильность работы алгоритма.

Проект РФФИ № 11-01-00249-а «Численное моделирование турбулентности при взаимодействии электронного пучка с плазмой в установках УТС» (Руководитель — д.ф.-м.н. Г.И. Дудникова)

Проводилось моделирование насыщения двухпотоковой неустойчивости. Исследование проведено для кинетического, гидродинамического и промежуточного режимов. В кинетическом режиме получено значение инкремента неустойчивости, близкое к теоретическому (отличие 5%). В кинетическом режиме с помощью фазовых плоскостей подтверждено возникновение неустойчивости, соответствующее теоретическому описанию.

Проект РФФИ № 09-01-00379-а «Математическое моделирование физических основ космического плазменного двигателя» (Руководитель — д.ф.-м.н. С.Б. Медведев)

Созданы алгоритмы распараллеливания трехмерной гибридной программы, кроме того произведено совершенствование разработанных на предыдущем этапе проекта алгоритмов и тестирование созданной программы. Проведены расчеты взаимодействия плазмы с неоднородным магнитным полем. Поле генерируется системой бесконечно тонких магнитных витков с током. Центры витков с током располагаются на одной оси на некотором расстоянии друг от друга. Магнитные силовые линии вдоль оси витков формируют так называемое магнитное сопло, которое используется для управления плазменным потоком. В расчетах варьировались энергия и скорость плазмы, количество витков в системе и ток в них. Полученные результаты показывают, что магнитное поле может эффективно ускорять ионы плазмы. Степень ускорения может регулироваться конфигурацией магнитного поля, создаваемого системой магнитных витков. Созданный комплекс программ может быть использован для получения критерия отрыва плазмы. Также проверена гипотеза о пульсационном характере истечения плазмы.

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Междисциплинарный ИП СО РАН №40 «Термодинамически согласованные модели сплошных сред и их вычислительное моделирование: вычислительные модели, алгоритмы и их программная реализация; новые критерии устойчивости движения, позволяющие указывать допуски на определяющие параметры» (Руководитель— академик РАН С.К. Годунов, отв. исполнитель— д.ф.-м.н. В.А. Вшивков)

В рамках работы по интеграционному проекту создана программная реализация метода Годунова для моделирования упруго-пластичного столкновения двух металлических пластин. Программная реализация сделана для архитектур с распределенной памятью с использованием библиотеки МРІ, а также для архитектур с общей памятью с использованием технологии OpenMP. Последняя реализация была внедрена в Институте математики СО РАН для проведения вычислительных экспериментов по исследованию механизмов волнообразования в результате столкновения двух металлических пластин. Эффективность реализации составляет 60%.

Межрегиональный ИП СО РАН № 103 «Законы сохранения, инварианты, точные и приближенные решения для уравнений гидродинамического типа и интегральных уравнений»

(Руководитель — д.ф.-м.н. С.Б. Медведев)

В рамках работы по интеграционному проекту проведены вычислительные эксперименты по исследованию динамики астрофизических газовых объектов. В рамках такого исследования были проведены сравнения собственных вычислительных экспериментов задачи коллапса с результатами, полученными другими авторами: Рыбакиным Б.П. и Бержиком П. Проведены исследования различных модификаций авторского численного метода на тестах Годунова, исследовано поведение метода на задаче о точечном взрыве.

Междисциплинарный ИП СО РАН № 113 «Разработка вычислительных методов, алгоритмов и аппаратурно-программного инструментария параллельного моделирования природных процессов»

(Руководитель — член-корр. РАН В.Г. Хорошевский, отв. исполнитель — д.ф.-м.н. В.А. Вшивков)

Проведенные физические оценки показали, что для адекватного воспроизведения спектра плазменной турбулентности с помощью метода частиц в ячейках необходимо проведение трехмерных расчетов с размером сетки не менее 2000 узлов по каждому направлению (и не менее 1000 частиц в ячейке). В перспективе это потребует использования экзафлопс-компьютеров. Созданы два варианта реализации алгоритма для моделирования взаимодействия электронного пучка с плазмой, которые позволят достигать эффективно использовать экзафлопс-вычислители, когда они будут созданы. Первый вариант—это трехмерная декомпозиция расчетной области, с помощью которой уже сейчас достигается высокая масштабируемость. При этом для расчета в отдельной подобласти используется группа процессоров (или ядер), что позволяет не ограничивать снизу объем подобласти. Второй вариант предполагает использование графического ускорителя вместо группы процессоров для расчета отдельной подобласти.

Госконтракт 16.740.11.0573 (Исполнитель — к.ф.-м.н. И.М. Куликов)

В рамках работы по госконтракту было проведено теоретическое и экспериментальное сравнение различных алгоритмов суммирования. В рамках теоретического сравнения были получены оценки гарантированной точности различных алгоритмов суммирования, на основе данных оценок были выявлены алгоритмы с наименьшей теоретической накапливаемой погрешностью. Результатом экспериментального сравнения алгоритмов суммирования стало выявление сферы применения этих алгоритмов. Результаты такого сравнения позволили сделать важные выводы о теоретических и практических свойствах алгоритмов суммирования, таких как точность, алгоритмическая сложность и объем необходимых для реализации структур данных. На основе алгоритма Кахана и алгоритма с выделением порядка создан новый алгоритм суммирования, обладающий лучшими теоретическими и экспериментальными свойствами.

Публикации

Центральные издания

[1] Тутуков А.В., Лазарева Г.Г., Куликов И.М. Газодинамика центрального столкновения двух галактик: слияние, разрушение, пролет, образование новой галактики // Астрономический журнал. — 2011. — Т. 88, № 9. — С. 837—851.

- [2] Снытников А.В. Сравнительный анализ производительности кластерных суперЭВМ на примере задачи о релаксации электронного пучка в высокотемпературной плазме // Вестник HHГУ. 2011. № 3. С. 285—292.
- [3] Лазарева Г.Г., Полянский О.П., Федорук М.П., Бабичев А.В., Вшивков В.А., Ревердатто В.В. Нестационарная модель конвективных мантийных течений в приближении слабосжимаемой жидкости // Вычислительные технологии. 2011. $16. \ M = 5.$ 0.67-79.
- [4] Вшивков В.А., Лазарева Г.Г., Киреев С.Е., Куликов И.М. Численное решение трехмерных задач динамики самогравитирующих многофазных систем // Научный вестник НГТУ. 2011.- № 3 (44).- C. 69-80.
- [5] Вшивков В.А., Месяц Е.А. Форма ядра частицы и проблема «самовоздействия» в методе частиц в ячейках // Там же. № 1 (42). С. 47–56.
- [6] Лазарева Г.Г., Куликов И.М., Вшивков В.А., Кошкарева Е.А., Берендеев Е.А., Горр М.Б., Антонова М.С. Параллельная реализация численной модели столкновения галактик // Вестник НГУ. Сер. Информационные технологии. 2011. 1.9, вып. 1.

Зарубежные издания

- [1] Vshivkov V., Lazareva G., Snytnikov A., Kulikov I., Tutukov A. Hydrodynamical code for numerical simulation of the gas components of colliding galaxies // Astrophysical J. Supplement Series. −2011. − Vol. 194, № 47. − P. 1–12.
- [2] Vshivkov V., Lazareva G., Snytnikov A., Kulikov I., Tutukov A. Computational methods for illposed problems of gravitational gasodynamics // J. Inv. Ill-Posed Problems. 2011. Vol. 19, Iss. 1.—P. 151–166.
- [3] Shvab I.V., Astrelin V.T., Burdakov A.V., Vshivkov V.A., Vshivkov K.V., Medvedev S.V., Yakunkin N.A. Numerical modeling of plasma dynamics in non-uniform magnetic field // Fusion Science and Technology. − 2011. − Vol. 59, № 1t. − P. 313–315.
- [4] Gorpinchenko D.N., Dudnikova G.I. Computer simulation of radiation acceleration mode in laser-plasma interaction // Bull. NCC. Ser. Numer. Anal. 2011. Iss. 15. P. 25–31.
- [5] Snytnikov A.V. The study of the role of collisions within the beam-plasma interaction by means of a finite-difference Vlasov solver // Ibid. P. 51–60.
- [6] Snytnikov N.V. Computation of gravitational potential of isolated systems in cylindrical coordinates // Ibid.—P. 61–73.
- [7] Lazareva G.G., Biluta N.A. Application of schemes based on the different approximation method to invariant solutions in the gas sphere expansion into vacuum // Ibid. P. 33–40.
- [8] Chernykh I.G., Stoyanovskaya O.P., Zasypkina O.A., Antonova M.S. Computer simulation of direct chemical kinetics tasks // Ibid.—P. 7–16.
- [9] Snytnikova T.V. Threshold functions for inserting or deleting particles in the PIC method with adaptive mass // Ibid.—P. 73–84.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Вшивков В.А., Снытников А.В. Особенности проведения экзафлопс-расчетов в физике плазмы // Мат. междунар. суперкомпьютерной конф. «Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее». Абрау-Дюрсо, 2011. С. 182–185. http://agora.guru.ru/abrau2011/pdf/182.pdf.
- [2] Вшивков В.А., Снытников Н.В. Масштабируемый параллельный алгоритм решения системы уравнений Власова–Пуассона // Там же. С. 139–140. http://agora.guru.ru/abrau2011/pdf/139.pdf.
- [3] Лазарева Г.Г., Корнеев В.Д., Бабичев А.В. Параллельный алгоритм для решения нестационарной задачи мантийных течений // Мат. междунар. конф. «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», посв. 100-летию со дня рожде-

- ния члена-корреспондента АН СССР А.А. Ляпунова. Новосибирск, 2011. С. 1-5. http://conf.nsc.ru/files/conferences/Lyap-100/fulltext/72227/85693Лазарева $\Gamma\Gamma$ статья.pdf.
- [4] Вшивков В.А., Снытников А.В. Проблемы распараллеливания метода частиц в ячейках для задачи взаимодействия электронного пучка с плазмой // Мат. междунар. конф. «Суперкомпьютерные технологии математического моделирования».— Якутск, 2011.— С. 16–18.

Прочие издания

- [1] Boronina M., Vshivkov V. A three-dimensional model and algorithm for the numerical simulation and analysis of ultra-relativistic charged beam interactions // IOP Annual Plasma Physics Conf. Programme and Abstract book.—IOP Publishing, 2011.—P. 18–19.
- [2] Лазарева Г.Г. Численная модель геологических течений в приближении слабосжимаемой жидкости // Мат. междунар. конф. «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посв. 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко. Новосибирск, 2011. С. 1–6. http://conf.nsc.ru/files/conferences/niknik-90/fulltext/35467/45959/Lazareva NikNik ris.pdf.
- [3] Ефимова А.А. Использование метода частиц-в-ячейках для численного моделирования нагрева плазмы релятивистским электронным пучком // Там же. С. 1–6. http://conf.nsc.ru/files/conferences/niknik-90/fulltext/40312/49619/efimova1.pdf.
- [4] Шваб И.В., Вшивков В.А. Якункин Н.И. Математическое моделирование взаимодействия плазменного потока с неоднородным магнитным полем // Там же.— С. 108–109.
- [5] Снытников Н.В. Параллельный метод решения уравнения Пуассона в цилиндрических координатах для задач астрофизики // Там же. С. 1–6. http://conf.nsc.ru/files/conferences/niknik-90/fulltext/37495/46617/SnytnikovNV_Parallel PoissonCylCoords.pdf.
- [6] Антонова М.С. Разработка вычислительных модулей решения систем ОДУ с арифметикой повышенной точностью для программного пакета Chempak // Мат. XLIX междунар. науч. студ. конф. «Студент и научно-технический прогресс». Новосибирск, 2011. Информационные технологии. С. 126.
- [7] Якункин Н.И. Численное моделирование магнитного сопла плазменного двигателя // Там же. Математика. С. 277.
- [8] Берендеев Е. А. Численное моделирование теплопроводности в высокотемпературной плазме методом частиц // Там же. С. 236.
- [9] Билута Н.А. Приложение схем на основе метода дифференциального приближения к проблеме получения инвариантных решений в задаче разлета газового шара в вакуум // Там же.—С. 237.
- [10] Вознюк И. В. Численное моделирование кавитации в магме при динамической разгрузке // Там же. С. 123.
- [11] Горр М. Б. Использование метода параллельной прогонки для решения задач математической физики с использованием супер ЭВМ // Там же. — С. 242.
- [12] Кошкарова Е.А. Нестационарная модель геодинамических течений в приближении слабосжимаемой жидкости // Там же. С. 257.
- [13] Снытников А.В. О перспективах достижения экзафлопс-производительности в расчетах на основе метода частиц-в-ячейках // Междунар. конф. «Параллельные вычислительные технологии-2011». М.: МГУ, 2011. http://agora.guru.ru.
- [14] Ефимова А.А. Численное моделирование нагрева плазмы электронным пучком // Тез. докл. Российско-монгольской конф. молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям и управлению. — Иркутск—Ханх, 2011. — С. 31.
- [15] Месяц Е.А. Применение нового QCP-ядра с пониженным самовоздействием для метода частиц-в-ячейках при моделировании эволюции протопланетного диска. // Там же. С. 55.
- [16] Kulikov I.M. Hydrodynamical code for numerical simulation of the gas components of interacting galaxies // Second Workshop on Numerical and Observational Astrophysics: From the First Structures to the Universe Today.—Buenos Aires, 2011.—P. 12.

- [17] Snytnikov N.V. Scalable Parallel Algorithm for a Solving of Collisionless Boltzmann—Poisson system of equations // Proc. Intern. Conf. «Advances in Computational Astrophysics: Methods, Tools, and Outcome».—Cefalu, 2011.—http://www.oa-roma.inaf.it/meetings/cefalu/2011/People.html.
- [18] Черных И.Г., Глинский Б.М., Куликов И.М. Сибирский Суперкомпьютерный центр ИВМиМГ СО РАН: высокопроизводительные вычисления, прикладное программное обеспечение // Тез. докл. междунар. конф. «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», посв. 100-летию со дня рождения члена-корр. АН СССР А.А. Ляпунова. Новосибирск, 2011. С. 64.
- [19] Вшивков В.А., Тутуков А. В., Лазарева Г.Г., Куликов И.М. Суперкомпьютерное моделирование столкновения галактик // Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности. М., 2010. N 2. С. 88—92.
- [20] Боронина М.А., Вшивков В.А. Особенности вычисления начальных и граничных условий в задаче трехмерного моделирования ультрарелятивистских заряженных пучков // Тез. докл. всеросс. конф. по вычислительной математике KBM-2011. Hoвосибирск, 2011. http://www-sbras.nsc.ru/ws/show abstract.dhtml?ru+220+16117.
- [21] Берендеев Е.А., Вшивков В.А., Ефимова А.А. Численное моделирование теплопроводности при пучковом нагреве плазмы // Там же. http://www-sbras.nsc.ru/ws/show abstract.dhtml?ru+220+16182.
- [22] Куликов И.М. Численное моделирование столкновения вращающихся газовых компонент галактик // Там же. http://www-sbras.nsc.ru/ws/show_abstract.dhtml?ru+220+16204.
- [23] Лазарева Г.Г. Нестационарная математическая модель температурного поля при всплывании гранитного вещества с учетом сжимаемости и температурной зависимости реологических свойств // Там же.— http://www-sbras.nsc.ru/ws/show abstract.dhtml?ru+220+16183.
- [24] Месяц Е.А. Новое QCP-ядро с пониженной самосилой в методе частиц-в-ячейках и и его использование при моделировании эволюции протопланетного диска // Там же. С. 62–74. http://www-sbras.nsc.ru/ws/show abstract.dhtml?ru+220+16170.
- [25] Снытников Н.В. Решение уравнения Пуассона для изолированных систем в цилиндрических координатах методом высокого порядка // Там же. http://www-sbras.nsc.ru/ws/show abstract.dhtml?ru+220+16101.
- [26] Якункин Н.И. Численное моделирование взаимодействия плазмы с неоднородным магнитным полем // Тез. докл. XII Всеросс. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям.—Новосибирск: «Прайс-Курьер», 2011.—С. 26—27.
- [27] Месяц Е.А. Новое QCP-ядро с пониженной самосилой для метода частиц-в-ячейках и его использование при моделировании эволюции протопланетного диска. // Тр. конф. молодых ученых. Новосибирск, 2011. С. 62–74. http://www.sscc.ru/news/young scientists conference 2010.pdf.
- [28] Вшивков В.А. Моделирование ультрарелятивистских заряженных пучков // Тез. докл. XIV Всеросс. молодежной конф.-школы с междунар. участием «Современные проблемы математического моделирования». Новосибирск, 2011. http://conf.sfedu.ru/durso11/14v.pdf.
- [29] Куликов И.М. Моделирование динамики газовых компонент сталкивающихся галактик на супер ЭВМ // Там же. — С. 244-249.
- [30] Вшивков В.А., Снытников А.В. Проблемы распараллеливания метода частиц в ячейках для задачи взаимодействия электронного пучка с плазмой // Программа и тез. докл. Шестой сиб. конф. по параллельным и высокопроизводительным вычислениям: Томск: Изд-во ТГУ, 2011. С. 11–12.
- [31] Берендеев Е.А. Численное моделирование аномальной теплопроводности в высокотемпературной плазме методом частиц в ячейках // Мат. Всерос. научной конф. молодых ученых «Наука. Технологии. Инновации». Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. Ч. 1. С. 152—153.
- [32] Горр М.Б. Модели и алгоритмы высокопроизводительных вычислительных систем для решения больших задач физики // Материалы Первой Междунар. научно-практической конф. «Современные информационные технологии и ИТ-образование».— М.: МФТИ, 2011.— http://it.mipt.ru/conference/programma.html.

Общее количество публикаций

Центральные издания -6 Зарубежные издания -9 Материалы междунар. конференций -4

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. XLIX международная научно-студенческая конференция «Студент и научно-технический прогресс», НГУ, Новосибирск, 16–20 апреля 2011. 7 докладов (Антонова М.С., Якункин Н.И., Берендеев Е.А., Кошкарова Е.А., Билута Н.А., Вознюк И.В., Горр М.Б.).
- 2. Международная конференция «Параллельные вычислительные технологии-2011», Москва, МГУ, 28 марта—1 апреля 2011.—1 пленарный доклад (Снытников А.В.).
- 3. Тридцать восьмая ежегодная конференция по плазме IOP Annual Plasma Physics Conference, Норт-Бервик, Великобритания, 3–7 апреля 2011.—1 доклад (Боронина М.А.).
- 4. Международная конференция «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посвященная 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко, Новосибирск, 30 мая—4 июня 2011.—3 доклада (Лазарева Г.Г., Ефимова А.А., Снытников Н.В.).
- 5. Российско-монгольская конференция молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям и управлению, Иркутск (Россия)—Ханх (Монголия), 17–21 июня 2011.— 2 доклада (Ефимова А.А., Месяц Е.А.).
- 6. Международная суперкомпьютерная конференция с элементами научной школы для молодежи «Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее», Абрау-Дюрсо, Новороссийск, 19–24 сентября 2011.—3 доклада (Вшивков В.А., Снытников Н.В., Куликов И.М., Снытников А.В.).
- 7. Международная конференция «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», посвященная 100-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Алексея Андреевича Ляпунова, Новосибирск, 11–14 октября 2011.—2 доклада (Лазарева Г.Г., Куликов И.М.).
- 8. Second Workshop on Numerical and Observational Astrophysics: From the First Structures to the Universe Today, Buenos Aires, Argentina, 14–18 November 2011.— 1 доклад (Куликов И.М.).
- 9. Международная конференция «Суперкомпьютерные технологии математического моделирования», Якутск, 28–30 ноября, 2011.—1 пленарный доклад (Вшивков В.А.).
- 10. Всероссийская конференция по вычислительной математике КВМ, Новосибирск, Россия, 29 июня—1 июля 2011.—6 докладов (Боронина М.А., Вшивков В.А., Снытников Н.В., Куликов И.М., Лазарева Г.Г., Месяц Е.А.).
- 11. XII Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Новосибирск, 3–5 октября 2011.—1 доклад (Якункин Н.И.).
- 12. Стендовая научная конференция-конкурс в рамках дней науки НГТУ, Новосибирск, 14 марта 2011.-1 доклад (Якункин Н.И.).
- 13. Конференция молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, Новосибирск, 20–22 апреля 2011.-2 доклада (Месяц Е.А., Ефимова А.А.).
- 14. XIV Всероссийская молодежная конференция-школа с международным участием «Современные проблемы математического моделирования», Абрау-Дюрсо, Новороссийск, Россия, 12–17 сентября 2011.—2 доклада (Вшивков В.А., Куликов И.М.).

- 15. VI-я Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям, ТГУ, Томск, 15–17 ноября 2011.—1 доклад (В.А.Вшивков)
- 16. International Conference «Advances in Computational Astrophysics: Methods, Tools, and Outcome», Cefalu, Italy, 13–17 June, 2011.—1 пленарный доклад (Снытников Н.В.).
- 17. Всероссийская научная конференция молодых ученых «Наука. Технологии. Инновации», Новосибирск, 1—4 декабря 2011.-2 доклада (Куликов И.М., Берендеев Е.А.).
- 18. Первая международная научно-практическая конференция «Современные информационные технологии и ИТ-образование», МФТИ, Москва, 7–12 ноября 2011.-1 доклад (Горр М.Б.).

Всего докладов — 39 в т. ч. пленарных — 3

Участие в программных и организационных комитетах конференций

- 1. Конференция молодых ученых ИВМиМГ СО РАН (Вшивков В.А., Куликов И.М.).
- 2. Всероссийская конференция по вычислительной математике KBM-2011 (Вшивков В.А., Куликов И.М.).
- 3. Третья международная молодежная научная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск, 10–15 октября 2011 г. (Куликов И.М.).
- 4. Всероссийская научная конференция молодых ученых «Наука. Технологии. Инновации» (Куликов И.М.).

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

| 1. | Вшивков В.А. | зав. лаб., | д.фм.н. |
|-----|-----------------|---------------|---------|
| 2. | Тарнавский Г.А. | внс, | д.фм.н. |
| 3. | Лазарева Г.Г. | нс, | к.фм.н. |
| 4. | Снытников А.В. | нс, | к.фм.н. |
| 5. | Снытников Н.В. | нс, | к.фм.н. |
| 6. | Куликов И.М. | MHC, | к.фм.н. |
| 7. | Боронина М.А. | MHC, | к.фм.н. |
| 8. | Ефимова А.А | MHC | |
| 9. | Месяц Е.А. | MHC | |
| 8. | Дудникова Г.И. | вед. инженер, | д.фм.н. |
| 9. | Медведев С.Б. | вед. инженер, | д.фм.н. |
| 10. | Якункин Н.И. | инженер | _ |

Снытников Н.В., Куликов И.М., Боронина М.А., Ефимова А.А., Месяц Е.А.— молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Вшивков В.А. — профессор НГУ, НГТУ Лазарева Г.Г. — доцент НГУ Куликов И.М. — ассистент НГТУ Снытников А.В. — ассистент НГУ

Руководство аспирантами

Горпинченко Д.Н. — 3 год, ИВМиМГ (Вшивков В.А.) Велькер Н.Н. — 3 год, ИВМиМГ (Вшивков В.А.) Вознюк И.В. — 1 год, НГТУ (Вшивков В.А.) Ларин В. В. — 1 год, НГТУ (Вшивков В.А.) Якункин Н.И. — 1 год, НГТУ (Вшивков В.А.)

Защита дипломников

Антонова М.С. — бакалавр НГУ (Вшивков В.А.)
Берендеев Е. — бакалавр НГУ (Вшивков В.А.)
Билута Н.А. — бакалавр НГУ (Лазарева Г.Г.)
Горр М.Б. — бакалавр НГУ (Вшивков В.А.)
Кошкарова Е. — бакалавр НГУ (Лазарева Г.Г.)
Вознюк И.В. — магистрант НГТУ (Вшивков В.А.)
Якункин Н.И. — магистрант НГТУ (Вшивков В.А.)

Руководство студентами

Антонова М.С. — 1 курс магистратуры НГУ (Вшивков В.А.) Берендеев Е. — 1 курс магистратуры НГУ (Вшивков В.А.) Горр М.Б. — 1 курс магистратуры НГУ (Вшивков В.А.) Кошкарова Е. А. — 1 курс магистратуры НГУ (Лазарева Г.Г.) Дворников К.П. — 1 курс магистратуры НГТУ (Куликов И.М.)

Нартова О.Ю. — 4 курс НГТУ (Куликов И.М.) Билута Н.А. — 4 курс НГУ (Лазарева Г.Г.) Сычев А.А. — 4 курс НГУ (Лазарева Г.Г.)

Лаборатория Сибирский суперкомпьютерный центр КП

Зав. лабораторией д.т.н. Б.М. Глинский

Важнейшие достижения

В соответствии с планом работ в 2011 г. развивались два основных направления: наращивание вычислительных мощностей ССКЦ и проект объединения вычислительных ресурсов СО РАН: ССКЦ, НГУ, ИВТ, ИЦиГ, ИХБиФМ, ИЯФ, по схеме «звезда» с использованием 10 G-ного канала (данная работа выполнялась совместно с ИВТ, НГУ и ИЯФ СО РАН).

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2011 году в соответствии с планом НИР института

Работы лаборатории связаны с исследованиями в области применения вычислительных кластеров для решения больших задач, а также разработкой и эксплуатацией современных высокопроизводительных вычислительных средств, предоставлением вычислительных ресурсов и консультационного обслуживания пользователям ССКЦ КП:

- 1. Исследования и разработка методов управления потоком задач ЦКП на основе методов имитационного моделирования (совместно с лаб. моделирования процессов в сетях).
- 2. Создание методов и инструментария для анализа и отладки алгоритмов и программ управления исполнением больших параллельных программ в кластерах экзафлопсного уровня с использованием методов имитационного моделирования (совместно с лаб. моделирования процессов в сетях, лаб. методов Монте-Карло).
- 3. Экспериментальная проверка разработанных методов, допускающих высокую степень масштабируемости на кластерах ССКЦ СО РАН и МГУ (совместно с лаб. моделирования процессов в сетях, лаб. методов Монте-Карло).
- 4. Обеспечение вычислительными ресурсами работ институтов СО РАН и университетов Сибири по математическому моделированию в фундаментальных и прикладных исследованиях, включая биоинформатику.
- 5. Координация работ по развитию суперкомпьютерных центров Сибири, осуществляемая Советом по супервычислениям при Президиуме СО РАН.
- 6. Организация обучения специалистов СО РАН и студентов университетов (ММФ и ФИТ НГУ, НГТУ) методам параллельных вычислений на суперкомпьютерах (поддержка ежегодных зимних и летних школ по параллельному программированию для студентов).
- 7. Сотрудничество с INTEL, HP и промышленными организациями, тестирование новых процессоров.
- 8. Сетевое взаимодействие с другими Суперкомпьютерными центрами СО РАН, Москвы и других городов России, а также зарубежных стран, совместная разработка технологий распределенных вычислений.

В 2011 г. закуплен и введен в эксплуатацию промышленный прецизионный кондиционер BlueBox Datatech UEDA с производительностью по холоду 60 кВт.

В конце 2011 г. закуплен и в настоящее время находится в стадии запуска промышленный прецизионный кондиционер BlueBox с гидромодулем и производительностью по холоду 75 кВт; основная его особенность это поддержка режима FreeCooling.

Мощность источника бесперебойного питания (ИБП) APC Symmetra PX2 увеличена до 160 кВт за счет покупки дополнительных модулей.

Общее энергопотребление центра обработки данных (ЦОД) ССКЦ составляет ${\bf 294}~{\rm kKBr}.$

Некоторая статистика

Использование процессорного времени ССКЦ в 2011 г., ч

| Организации | HKC-160 | HKC-30 | Σ | % |
|--------------------|-------------|------------|------------|--------|
| ИЦиГ | | 2401720,56 | 2401720,56 | 47,65 |
| ИВМиМГ | 8006,70 | 888407,04 | 896413,74 | 17,79 |
| ИХиХТ (Красноярск) | 126673,66 | 380176,56 | 506850,22 | 10,06 |
| ИК | 42701,40 | 400436,88 | 443138,28 | 8,79 |
| НГУ | 12157,30 | 134954,88 | 147112,18 | 2,92 |
| ИХКиГ | 37188,62 | 88826,16 | 126014,78 | 2,50 |
| ИТПМ | 59904,45 | 61830,24 | 121734,69 | 2,42 |
| ФRИ | 25591,94 | 59264,64 | 84856,58 | 1,68 |
| ИТ | 176,74 | 62445,84 | 62622,58 | 1,24 |
| СИСТЕМА | 0,19 | 56874,24 | 56874,43 | 1,13 |
| ИАТЭ (Обнинск) | | 54518,88 | 54518,88 | 1,08 |
| ИХБиФМ | | 33858,96 | 33858,96 | 0,67 |
| ИНХ | | 20860,80 | 20860,80 | 0,41 |
| НГТУ | 18734,13 | 89,76 | 18823,89 | 0,37 |
| ИВТ | | 17819,28 | 17819,28 | 0,35 |
| ИНГиГ | 1316,84 | 10297,92 | 11614,76 | 0,23 |
| НИЦЭВТ (Москва) | | 10430,88 | 10430,88 | 0,21 |
| ИКЗ (Тюмень) | 1605,49 | 8327,04 | 9932,53 | 0,20 |
| СибНИА | 6730,63 | | 6730,63 | 0,13 |
| ИФП | | 4945,44 | 4945,44 | 0,10 |
| ИМ | $1572,\!42$ | 4,32 | 1576,74 | 0,03 |
| Компания Котес | 916,51 | | 916,51 | 0,02 |
| ОФ ИМ (Омск) | | 437,28 | 437,28 | 0,01 |
| «Вектор» | 134,76 | 0,96 | 135,72 | 0,00 |
| ЛИН (Иркутск) | | 1,44 | 1,44 | 0,00 |
| ИТОГО | 343411,76 | 4696530 | 5039941,76 | 100,00 |

Результаты работ по научно-исследовательским программам, проектам Президиума РАН, ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Проекты и программы, при выполнении которых использовались услуги ССКЦ в 2011 г.

Гранты по институтам:

Всего грантов, программ и проектов — 131

| , , , , , , , , , , , , , , , , , , , | 1 | J |
|---------------------------------------|--|--------------------|
| Из них Российских — 131 | ${ m ИВ}{ m M}{ m m}{ m M}\Gamma - 34$ | $И$ Ци $\Gamma-18$ |
| Mеждународных — 0 | ИТПМ -15 | m MT-12 |
| Γ рантов Р Φ ФИ — 44 | ИK - 11 | $ИXKи\Gamma - 9$ |
| Программ $PAH-26$ | ИН Γ и $\Gamma - 8$ | ИКЗ (Тюмень) — 3 |
| Проектов СО РАН — 31 | ИХиХТ (Красноярск) — 3 | СибНИА -3 |
| Программ Минобразнауки — 4 | ИВТ -2 | $\rm ИM-2$ |
| Другие -26 | ИНХ -2 | «Вектор» — 2 |
| Всего публикаций — 173 | ИХБ Φ М — 2 | ИЯ $\Phi-2$ |
| Российских — 98 | И $\Phi\Pi - 1$ | ОФ ИМ (Омск) — 1 |
| Зарубежных –75 | ОАО «НИЦЭВТ» (Москва) | -1 |
| | | |

Области исследований задач, решаемых в ССКЦ в 2011 г.

Информационно-телекоммуникационные технологии — ИВМиМГ, ИВТ,

НИЦЭВТ (Москва)

Вычислительная математика — ИВМиМГ, НГУ

Математическая физика — ИВМиМГ, ИМ, НГУ

Химическая физика — ИХКиГ

Геофизика — ИВМиМГ, ИНГиГ, ИТ

Астрофизика — ИК

Физика высоких энергий — ИЯФ

Биотехнологии — ИЦиГ, ИХБиФМ, ИТ, «ВЕКТОР», ОФ ИМ (Омск)

Нанотехнологии — ИВМиМГ, ИФП, ИНХ, ИХиХТ (Красноярск)

Квантовая химия — ИК

Астрохимия — ИК

Астрокатализ — ИК

Новые материалы и химические технологии — ИНХ, ИК

Материаловедение — ИКЗ (Тюмень)

Энергосберегающие технологии — ИКЗ (Тюмень)

Экология и рациональное природопользование — ИВМиМГ, ИНГиГ

Космические и авиационные технологии — ИТПМ, ИКЗ (Тюмень)

Аэродинамика — ИТПМ, НГТУ, СибНИА

Теплоэнергетика — ИТ

ГРИД-сегмент СО РАН

В 2011 г. ССКЦ СО РАН включен в договор о Суперкомпьютерной сети ННЦ СО РАН, первоначально заключенный между НГУ, ИВТ и ИЯФ СО РАН в 2010 г. Работы по Грид-сегменту СО РАН ведутся по следующим направлениям:

- проект по созданию ГРИД-сайта ННЦ СО РАН в рамках Национальной нанотехнологической сети (ГридННС);
- работа в рамках ЦКП «Биоинформатика», в состав которого входит ИВМиМГ СО РАН;
- выполнения работ в области высокопроизводительных вычислений в физике высоких энергий и обработки данных физических экспериментов, осуществляемых в ИЯФ СО РАН (эксперименты КЕДР, СНД, КМД-3).

В рамках подключения к ГридННС запланирована установка программного обеспечения на выделенный сервер (ГРИД-ШЛЮЗ), требования к которому описаны на странице http://www.ngrid.ru/docs/trunk/installation administration/i grid gateway.html.

Для обеспечения доступа сервера к параллельной файловой системе кластера IBRIX закуплен дополнительный InfiniBand адаптер.

Для выполнения работ в области высокопроизводительных вычислений в физике высоких энергий и обработки данных физических экспериментов, осуществляемых в ИЯФ СО РАН (эксперименты КЕДР, СНД, КМД-3), в частности, запланировано использование ГРИД-ШЛЮЗ, который будет подключен по сети 10 Гбит/с к суперкомпьютерной сети ННЦ СО РАН, установка виртуальной машины на выделенные блейд-сервера кластера НКС-30Т и другого необходимого программного обеспечения. В настоящее время для выхода по 10 Гбит/с к суперкомпьютерной сети ННЦ временно используется управляющий узел НКС-30Т, что в принципе ограничивает его использование в качестве полноценного ГРИД-ШЛЮЗа.

Публикации

Зарубежные издания

- [1] Chernykh I.G., Stoyanovskaya O.P., Zasypkina O.A., Antonova M.S. Computer Simulation of direct chemical kinetics tasks // Bull. NCC. Ser. Num. Anal. 2011. Iss. 15. P. 7–16.
- [2] Chernykh I.G. Computer Simulation of flow reactors // Ibid.—P. 1–6.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Virtualized High Performance Computing Infrastructure of Novosibirsk Scientific Center. Physical Review Special Topics/ A. Adakin, S. Belov, D. Chubarov, V. Kalyuzhny, V. Kaplin, N. Kuchin, S. Lomakin, V. Nikultsev, A. Sukharev and A. Zaytsev // Proc. 13th Intern. Conf. on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems (ICALEPCS 2011). Grenoble, 2011. P. 630–633.
- [2] Chernykh I.G. Modelling of Chemical Reactors using Supercomputers // Proc. Thirteenth Intern. Conf. on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing.—Stirlingshire: Civil-Comp Press, 2011.—Paper 119.—P. 1–8.
- [3] Глинский Б.М., Родионов А.С., Марченко М.А. Об агентно-ориентированном подходе к имитационному моделированию суперЭВМ экзафлопсной производительности // Тр. Междунар. суперкомпьютерной конф. «Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее». Новороссийск, 2011. С. 159–165.
- [4] Глинский Б.М., Иванова И.Н. О связи спектров волнового вибросейсмического поля с геологическим строением грязевого вулкана «Карабетова гора» // Сб. матер. VII Междунар. науч. конгр. «ГЕО-Сибирь-2011».— Новосибирск: Изд. СГГА, 2011.—Т. 4.—С. 94–100.
- [5] Глинский Б.М., Караваев Д.А. Численное моделирование распространения вибросейсмических волн в средах характерных для грязевых вулканов // Тез. Междунар. конф. «Математические и информационные технологии (МИТ–2011)», Сербия, Черногория, 2011.—С. 81–82.— http://conf.nsc.ru/files/conferences/MIT-2011/fulltext/48577/55721/MIT-06.04.2011.pdf.

Прочие издания

- [1] Ковалевский В.В., Глинский Б.М., Хайретдинов М.С., Караваев Д.А. Экспериментальные вибросейсмические исследования грязевого вулкана «Карабетова гора» и результаты математического моделирования // Мат. конф., посв. 75-летию со дня рождения академика РАН С.В. Гольдина (Гольдинские чтения). Новосибирск, 2011. С. 20.
- [2] Черных И.Г. Численное моделирование химических реакторов с учетом ввода энергии лазерного излучения и химических реакций // Рос. конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ». М., $2011.-T.\ 2.-C.\ 343.$
- [3] Глинский Б.М., Куликов И.М., Черных И.Г. Сибирский Суперкомпьютерный Центр ИВ-МиМГ СО РАН: высокопроизводительные вычисления, прикладное программное обеспечение // Междунар. конф. «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», посв. 100-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Алексея Андреевича Ляпунова. Новосибирск, 2011. С. 64.
- [4] Снытников В. Н., Михайленко Б.Г., Кукшева Э.А., Кучин Н.В, Стадниченко О.А., Стояновская О.П., Глинский Б.М., Черных И.Г. Решение нестационарных задач астрокатализа на суперкомпьютерах Сибирского Суперкомпьютерного Центра // Там же.—С. 63
- [5] Alekseev A.S., Tsibulchik G.M., Glinsky B.M., Kovalevsky V.V., Khairetdinov M.S. Vibroseismic technology of detection and monitoring of seismic-volcano-prone zones // Book of abstr. World forum-Intern. Congr. «Natural Cataclisms and Global Problems of the Modern Civilization».— Istanbul, 2011.—P. 45.
- [6] Chernykh I.G., Antonova M.S. Software modeller of evolution processes // III Intern. Conf. On Biosphere Origin and Evolution.—Rethymno, 2011.—P. 141.

[7] Chernykh I.G. ChemPAK software package for numerical simulation of chemical processes in astrophysics // Second Workshop on Numerical and Observational Astrophysics: From the First Structures to the Universe Today.—Buenos Aires, 2011.—P. 20.

Общее количество публикаций

Зарубежные издания — 2 Материалы международных конференций — 4

Участие в международных конференциях и совещаниях

- 1. IV Сибирский форум «Сибирская индустрия информационных систем», Новосибирск, 14–15 апреля 2011.—1 доклад (Глинский Б.М.).
- 2. IX конференция «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании», Врнячка Баня, Сербия, 27–31 августа 2011, Будва, Черногория, 31 августа–5 сентября 2011.—1 доклад (Глинский Б.М.).
- 3. Международная суперкомпьютерная конференция «Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее», Новороссийск, 19-24 сентября 201.-1 доклад (Глинский Б.М.).
- 4. Российский конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ», Москва, 3–7 октября 2011. 1 доклад (Черных И.Г.).
- 5. Международная конференция «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», посвященная 100-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Алексея Андреевича Ляпунова, Новосибирск, 11–14 октября 2011.—2 доклада (Черных И.Г.).
- 6. The Thirteenth International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing Chania, Creete, Greece, 6–9 September, 2011.—1 доклад (Черных И.Г.).
- 7. III International Conference On Biosphere Origin and Evolution, Rethymno, Creete, Greece, 16–20 October 2011.—1 доклад (Черных И.Г.).
- 8. Second Workshop on Numerical and Observational Astrophysics: From the First Structures to the Universe Today, Buenos Aires, Argentina, 14–18 November 2011.— 1 доклад (Черных И.Г.).

Всего докладов — 9

Участие в оргкомитетах конференций

- 1. Черных И.Г. член оргкомитета 4 школы «Метрология и стандартизация в нанотехнологиях и наноиндустрии. Функциональные наноматериалы», 25–29 апреля 2011 г., Новосибирск.
- 2. Черных И.Г. член оргкомитета Международной конференции «Наноструктурные катализаторы и каталитические процессы для инновационной энергетики и устойчивого развития» в рамках года Испании в России и года России в Испании, Новосибирск, 5–8 июня 2011 г.
- 3. Черных И.Г. член оргкомитета Российского конгресса по катализу «РОСКАТА-ЛИЗ».
- 4. Черных И.Г. член оргкомитета III Международной конференции «Происхождение и эволюция биосферы», Ритимно, Греция.

Кадровый состав (на 31.12.2011 г.)

- 1. Глинский Б.М. зав. лаб., д.т.н.
- 2. Кучин Н.В. гл. спец. по СПО
- 3. Черных И.Г. нс, к.ф-м.н.
- 4. Ломакин С.В. мнс
- 5. Зернова Л.В. вед. програмист 0.75
- 6. Макаров И.Н. вед. програмист
- 7. Щукин Г.А. инженер 0.25

Черных И.Г., Ломакин С.В. — молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Глинский Б.М. — зав. кафедрой, профессор НГУ

Руководство аспирантами

Винс Д.В. — 3 год, ИВМиМГ (Глинский Б.М.)

Руководство студентами

Гольдин М.Б. — 5 курс НГУ (Глинский Б.М.)

Титов П.Г. — 5 курс НГУ (Глинский Б.М.)

Сапетина А.Ф. - 4 курс НГУ (Глинский Б.М.)

Немов С.Н. — 4 курс НГУ (Глинский Б.М., Черных И.Г.)

Антонова М.С. — $5 \text{ курс H}\Gamma \text{У}$ (Черных И.Г.)

Защита дипломов

Гольдин М.Б — диплом бакалавра (Глинский Б.М.) Титов П.Г. — диплом бакалавра (Глинский Б.М.)

Антонова М.С. — диплом бакалавра (Черных И Г.)

Справочная информация

Таблица 1. Краткая информация о кадровом составе института, его финансовой и научноорганизационной деятельности в 2011 г. по сравнению с 2010 г.

| Nº | Показатели | на 31.12.10 г. | на 31.12.11 г. |
|----|---|----------------|----------------|
| 1. | Общее кол-во штатных работников | 299 | 303 |
| 2. | Общее кол-во штатных научных работников | 167 | 170 |
| 3. | Общее кол-во штатных молодых научных работников (до 35 лет) | 37 | 44 |
| 4. | Общее кол-во аспирантов (очников/заочников) | 33/5 | 37/4 |
| 5. | Общее число вышедших публикаций (см. табл. 2), в том числе | 304 | 308 |
| | монографий | 2 | 5 |
| | в центральных и зарубежных изданиях | 185 | 155 |
| | материалы международных конференций | 137 | 148 |
| 6. | Общее количество охранных документов (патентов и т.п.), | 4 | 8 |
| . | полученных институтом (см. табл. 2), в том числе | | |
| | патентов | 8 | 10 |
| | программ зарегистрировано | 4 | 8 |
| | баз данных | 2 | 1 |

В 2011 г. сотрудники института выполняли:

- 37 грантов РФФИ,
- 15 Интеграционных грантов СО РАН,
- 23 проекта по Программам Президиума РАН и ОМН РАН,
- 8 хоздоговоров,
- 5 специализированных и молодежных грантов СО РАН.