

УЧРЕЖДЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ
И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОФИЗИКИ

Отчет подразделений ИВМиМГ СО РАН

О выполнении плановых заданий
2010 года



НОВОСИБИРСК, 2011

Содержание

Научно-организационная деятельность	4
Важнейшие результаты завершенных фундаментальных научных исследований ИВМиМГ СО РАН в 2010 г.	11
Лаборатория методов Монте–Карло (<i>Михайлов Г.А.</i>)	22
Лаборатория численного анализа стохастических дифференциальных уравнений (<i>Артемьев С.С.</i>)	28
Лаборатория стохастических задач (<i>Каргин Б.А.</i>)	33
Лаборатория вычислительной физики (<i>Свешников В.М.</i>)	43
Лаборатория математических задач химии (<i>Лаевский Ю.М.</i>)	52
Лаборатория математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере (<i>Кузин В.И.</i>)	59
Лаборатория математического моделирования гидротермодинамических процессов в природной среде (<i>Пененко В.В.</i>)	70
Лаборатория численного анализа и машинной графики (<i>Мацожкин А.М.</i>)	76
Лаборатория математических задач геофизики (<i>Кабанихин С.И.</i>)	81
Лаборатория численного моделирования сейсмических полей (<i>Михайленко Б.Г.</i>)	91
Лаборатория математического моделирования волн цунами (<i>Гусяков В.К.</i>)	98
Лаборатория геофизической информатики (<i>Ковалевский В.В.</i>)	103
Лаборатория обработки изображений (<i>Пяткин В.П.</i>)	114
Лаборатория системного моделирования (<i>Забиняко Г.И.</i>)	123
Лаборатория прикладных систем (<i>Бредихин С.В.</i>)	127
Лаборатория математического моделирования динамических процессов в информационных сетях (<i>Родионов А.С.</i>)	135
Лаборатория синтеза параллельных программ (<i>Малышкин В.Э.</i>)	142
Лаборатория параллельных алгоритмов и структур (<i>Пискунов С.В.</i>)	149
Лаборатория параллельных алгоритмов решения больших задач (<i>Вшивков В.А.</i>)	158
Лаборатория Сибирский суперкомпьютерный центр КП (<i>Глинский Б.М.</i>)	170
Справочная информация	175

Научно-организационная деятельность

С 15 по 18 ноября 2010 г. была проведена комплексная проверка научной, научно-организационной и финансово-хозяйственной деятельности Института за период с 2005 по 2009 гг. По результатам проверки деятельность Института за отчетный период признана хорошей (Постановление Президиума СО РАН от 07.04.2011 г. № 137).

В 2010 г. проведено 9 заседаний Ученого совета Института. На заседаниях Ученого совета рассмотрены научные, кадровые и организационные вопросы, заслушаны научные доклады д.т.н. Б.М. Глинского и д.ф.-м.н. В.П. Ильина «Высокопроизводительные вычисления в России: состояние и перспективы (по материалам конференции ПаВТ-2010)», д.т.н. Б.М. Глинского «Вычислительные системы для геофизических исследований. Экспериментальные вибросейсмические исследования».

Продолжено финансирование по гранту Президента РФ к.ф.-м.н. А.В. Снытникова. Гранты по программе У.М.Н.И.К. Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере получили к.ф.-м.н. А.В. Пененко, аспиранты К.В. Калгин, М.А. Городничев. Победителями конкурса Фонда содействия отечественной науке «Лучшие аспиранты РАН» по математике и механике стали аспиранты О.В. Блощицына, А.В. Терехов. Совместная премия корпораций «Роснано» и Intel в области высокопроизводительных вычислений присуждена к.ф.-м.н. Г.В. Решетовой и сотрудникам ИНГТ СО РАН д.ф.-м.н. В.А. Чеверде, к.ф.-м.н. В.В. Лисице за работу «Численное моделирование взаимодействия сейсмических волн с кавернозно-трещиноватыми коллекторами в трехмерно-неоднородных средах реалистичного строения». Сертификатом лауреата третьего всероссийского ежегодного конкурса проектов «Невозможное стало возможным: реальные приложения для НРС» награжден к.ф.-м.н. А.В. Снытников за предоставление инновационного проекта в сфере высокопроизводительных вычислений «Суперкомпьютерное моделирование взаимодействия релятивистского электронного пучка с плазмой».

На заседаниях диссертационного совета Д 003.061.01 в 2010 г. защитились 1 кандидат наук, 2 доктора наук, из них из Института защитилось 2 доктора наук (Е.Н. Голубева, С.В. Рогазинский). На заседаниях диссертационного совета Д 003.061.02 в 2010 г. защитилось 6 кандидатов наук, 2 доктора наук, из них из Института защитилось 2 кандидата наук (М.А. Боронина, А.В. Терехов). На диссертационном совете при СибГУТИ кандидатскую диссертацию защитил А.С. Авроров.

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; 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; создан совместно с НГУ, ИВЦ НГУ, ИМ СО РАН и ИТПМ СО РАН.
- Параллельные вычислительные технологии; создан на базе НГУ.

В 2010 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, 1 грант Президента РФ, 9 тем по хозяйственным, 5 тем по молодежным и специализированным грантам СО РАН.

Конференции, школы

Проведена одна всероссийская конференция «Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования», посвященная 85-летию академика Г.И. Марчука. Время проведения: с 10 по 11 июня 2010 г. Место проведения: Новосибирск, ИВМиМГ СО РАН. Количество участников: 25. В работе принимали участие специалисты ИВМ РАН, Москва и ИВМиМГ СО РАН.

Проведены одна международная конференция и две международных школы:

1. Второй российско-тайваньский симпозиум «Методы и средства параллельного программирования мультимпьютеров» (Methods and tools of parallel programming — МТТР-2010). Время проведения: с 16 по 19 мая 2010 г. Место проведения: Владивосток. Количество участников: 39 (22 — российских, 17 — иностранных). В работе симпозиума принимало участие 24 докладчика, среди них 9 ученых из Китайской республики (Тайвань), 1 ученый из Республики Корея. С докладами участвовало 14 российских ученых. Без докладов участвовали 8 российских и 7 иностранных ученых.

2. Шестая азиатская международная школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем». Время проведения: с 14 по 24 августа 2010 г. Место проведения: Пансионат «Голубой залив», Республика Казахстан. Количество участников: 135 (70 — российских, 65 — иностранных, в т.ч. Республика Казахстан — 46, Республика Узбекистан — 12, Киргизская Республика — 5, Украина — 1, Франция — 1).

3. Вторая Молодежная международная научная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», посвященная памяти академика М.М. Лаврентьева). Время проведения: с 21 по 29 сентября 2010 г. Место проведения: Новосибирск, ИВМиМГ СО РАН, ИНГГ СО РАН, ИМ СО РАН.

Также 22 июня 2010 г. в Новосибирске Институтом был проведен День суперкомпьютерных технологий. В организации мероприятия принимали участие Министерство образования, науки и инновационной политики Новосибирской области, корпорация Intel, Совет по супервычислениям при Президиуме СО РАН, Научно-координационный совет программы «Информационно-телекоммуникационные ресурсы СО РАН», Центр компетенции по высокопроизводительным вычислениям СО РАН—Intel. Цель Дня суперкомпьютерных технологий состояла в том, чтобы привлечь внимание представителей ведущих отраслей промышленности, научной общественности, управленческих структур Сибири к необходимости использования суперкомпьютерных технологий и внедрения высокопроизводительных вычислений в науку, промышленность и высшее образование.

Также в 2010 г. в Институте была проведена очередная конференция молодых ученых и в ее рамках организован конкурс научных работ по вычислительной математике и информатике.

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 21.06.05 г. по 31.12.10 г.

2. Соглашение о научном сотрудничестве по проведению совместных исследований в области математического моделирования информационных сетей между ИВМиМГ и Сункъянкванским Национальным Университетом Республики Корея (Jangangu Chunchundong 300, Suwon 440-746, Korea). Координаторы: от Сункъянкванского 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 31.12.10 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 г. Пизы, Италия и ИВМиМГ СО РАН. Координаторы: от университета г. 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, г. Тайпэй, Тайвань и ИВМиМГ СО РАН по проведению совместного международного симпозиума по методам и средствам параллельного программирования. Координаторы: от национального Совета по науке г. Тайпэй — 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 20.05.10 г.

Выполнялись работы по гранту Европейской Комиссии «Enviro-RISKS» № 013427. Тема: «Управление и контроль за техногенными изменениями в Сибирском Регионе». От Европейского Союза: Комиссия Европейского Содружества, Брюссель, Бельгия (Research Directorate-General B-1049, Brussels, Belgium) в лице генерального директора Главного управления исследований Ахиллеса Митсосома и Датский метеорологический институт, Копенгаген (Lungbyvej, 100). От российской стороны ответственный исполнитель: д.ф.-м.н. В.В. Пененко. Срок: с 01.11.05 г. по 01.11.2010 г.

Командировки за рубеж

В 2010 г. за рубеж командировано 57 сотрудников Института, вместо 72-х в 2009 г. Причем, командировок для участия в международных конференциях — 47 (из них в ближнее зарубежье — 11); краткосрочных командировок, касающихся научной кооперации — 10. Страны, в которые было осуществлено командирование: Германия, Нидерланды, Австрия, Франция, Италия, Испания, Исландия, Болгария, Польша, США, Мексика, Бразилия, Япония, Китай, Сингапур, Малайзия, Монголия, Республика Корея, Турция, Украина, Азербайджан, Казахстан.

Германия

1. Сабельфельд К.К., д.ф.-м.н., внс. Научная работа по исследованию динамики кристаллов, институт твердотельной электроники, Нюрнберг; университет Эрланген, г. Зиген, с 8 февраля по 27 марта 2010 г.
2. Кучин Н.В., гл. специалист. Участие в работе HP-CAST и суперкомпьютерной конференции ISC-10, Гамбург, с 27 мая по 3 июня 2010 г.
3. Голубева Л.А., к.ф.-м.н., нс. Проведение совместных работ по созданию систем для видеоконференций и дистанционного обучения, Лейпциг, с 13 по 21 июня 2010 г.

4. Сандер И.А., ведущий программист. Участие в работе по Проекту по разработке программ обеспечения конференций, Лейпциг, с 3 июня по 13 июля 2010 г.
5. Соболева О.Н., д.ф.-м.н., снс. Участие в международной конференции «Моделирование мультимасштабных материалов», Фрайбург, с 3 по 10 октября 2010 г.
6. Сабельфельд К.К., д.ф.-м.н., внс. Научная работа по совместному проекту «Исследования дислокаций в кристаллах», институт твердотельной электроники, г. Зиген, с 11 октября по 10 ноября 2010 г.
7. Пригарин С.М., д.ф.-м.н., внс. Научная работа в университете Людвиг Максимилиана, Мюнхен, с 15 сентября по 14 ноября 2010 г.

Нидерланды

8. Снытников А.В., к.ф.-м.н., нс. Участие в международной конференции «Computational Science-2010», Амстердам, с 30 мая по 4 июня 2010 г.

Австрия

9. Ковалевский В.В., д.т.н., зам директора. Участие в международной конференции «EGU-2010» (European Geosciences Union-2010), Вена, с 29 апреля по 10 мая 2010 г.
10. Черных И.Г., н.с. Выступление с докладом на международной конференции «Хим-реактор-2010», Вена, с 22 августа по 16 сентября 2010 г.

Франция

11. Клевцова Ю.Ю., инженер. Участие в научной школе «Математические проблемы в статистической гидродинамике» Университета Серж-Понтуз, Париж, с 13 по 27 июня 2010 г.
12. Решетова Г.В., к.ф.-м.н., снс. Участие в семинаре памяти А. Тарантулы, Париж, с 20 по 23 июня 2010 г.
13. Каргин Б.А., д.ф.-м.н., зав.лаб. Участие в международном симпозиуме «SPIE Remote Sensing», Париж; научная работа во французской аэрокосмической лаборатории, Тулуза, с 19 по 28 сентября 2010 г.

Италия

14. Калгин К.В., инженер. Участие в конференции «Комбинаторика 2010», Политехнический университет, Милан, с 24 июня по 4 июля 2010 г.
15. Бандман О.Л., д.т.н., гнс. Участие в 9-й международной конференции «Клеточные автоматы в науке и промышленности ACRI-2010», г. Асколи Печени, с 19 по 26 сентября 2010 г.
16. Калгин К.В., инженер. Участие в 9-й международной конференции «Клеточные автоматы в науке и промышленности ACRI-2010», г. Асколи Печени, с 19 по 26 сентября 2010 г.

Испания

17. Решетова Г.В., к.ф.-м.н., снс. Участие в международной конференции «EAGE-2010», Барселона, с 13 по 19 июня 2010 г.
18. Шахов В.В., к.ф.-м.н., нс. Участие в 3-й международной рабочей встрече по коммуникациям многократного доступа, Барселона, с 10 по 19 сентября 2010 г.

Исландия

19. Решетова Г.В., к.ф.-м.н., снс. Участие в международной конференции «PARA-2010», Рейкьявик, с 5 по 12 июня 2010 г.

Польша

20. Кабанихин С. И., д.ф.-м.н., зав. лаб. Участие в международной конференции «Обратные задачи», математический центр С. Банаха, Варшава, с 6 по 14 февраля 2010 г.
21. Бурмистров А.В., к.ф.-м.н., нс. Участие в работе 9-й международной конференции MSQMS-2010, Варшава, с 14 по 21 августа 2010 г.
22. Коротченко М.А., к.ф.-м.н., нс. Участие в работе 9-й международной конференции MSQMS-2010, Варшава, с 14 по 21 августа 2010 г.
23. Медведев И.Н., к.ф.-м.н., нс. Участие в 9-й международной конференции MSQMS-2010, Варшава, с 14 по 21 августа 2010 года.

Болгария

24. Вшивков К.В., инженер. Участие в международной конференции «Materials, Methods & Technologies», Варна, с 9 по 17 июня 2010 г.
25. Моцартова Н.С., инженер. Участие в работе 7-й международной конференции «Численные методы и их применение» NM&A-2010, г. Боровец, с 20 по 24 августа 2010 г.
26. Сабельфельд К. К., д.ф.-м.н., внс. Участие в работе 7-й международной конференции «Численные методы и их применение» NM&A-2010, г. Боровец, с 20 по 24 августа 2010 г.

США

27. Голубева Е.Н., к.ф.-м.н., снс. Участие в 14-м международном совещании по моделям арктического океана, океанографический институт, г. Вудз-хол, с 15 по 24 октября 2010 г.
28. Платов Г.А., к.ф.-м.н., снс. Участие в 14-м международном совещании по моделям арктического океана, океанографический институт, г. Вудз-хол, с 15 по 24 октября 2010 г.

Мексика

29. Гусяков В.К., д.ф.-м.н., зав. лаб. Участие в 6-й международной конференции «Изменение климата, природные катастрофы и общество», Мехико, с 10 по 29 марта 2010 г.

Бразилия

30. Гусяков В.К., д.ф.-м.н., зав. лаб. Участие в совместной Ассамблее Американского геофизического союза, участие в полевой экскурсии по базальтовым кратерам; выполнение совместных работ по коррекции базы данных импактных структур, г. Игуасу, с 4 по 19 августа 2010 г.

Япония

31. Малышкин В. Э., д.т.н., зав. лаб. Научная работа по параллельному программированию, университет г. Айзу, с 3 января по 1 апреля 2010 г.
32. Малышкин В. Э., д.т.н., зав. лаб. Участие в 9-й международной конференции по методологии, технологии и средствам программирования», Йокогама, с 29 сентября по 1 октября 2010 г.
33. Малышкин В. Э., д.т.н., зав. лаб. Участие в международной конференции Всемирной научно-технической Академии — WSEAS, г. Мориока, с 4 по 6 октября 2010 г.

Китай

34. Кабанихин С.И., д.ф.-м.н., зав. лаб. Обсуждение планов сотрудничества с Институтом геологии и геофизики, г. Ухань, с 23 по 30 апреля 2010 г.
35. Решетова Г.В., к.ф.-м.н., снс. Участие в международной конференции по обратным задачам, г. Ухань, с 23 по 30 апреля 2010 г.

Сингапур

36. Свешников В.М., д.ф.-м.н., зав. лаб. Участие в международной конференции по оптике заряженных частиц, Сингапур, с 12 по 19 июля 2010 г.

Малайзия

37. Малышкин В.Э., д.т.н., зав. лаб. Научная работа по параллельному программированию, Малайский технологический университет и Институт фундаментальных наук имени Ибн Сины, г. Джохар Бару, с 28 мая по 14 июня 2010 г.

Монголия

38. Мигов Д. А., к.ф.-м.н., нс. Участие в международной конференции «Информационные и вычислительные технологии и системы», монгольский государственный университет, Улан-Батор, с 4 по 19 сентября 2010 г.
39. Попков В.К., д.ф.-м.н., гнс. Участие в международной конференции и симпозиуме «Обобщенные постановки и решения задач управления-2010», Улан-Батор, с 13 по 17 сентября 2010 г.

Республика Корея

40. Шахов В.В., к.ф.-м.н., нс. Научная работа — проведение совместных исследований в области беспроводных сенсорных сетей в рамках соглашения о сотрудничестве между университетом Сункьюн-Кван и ИВМиМГ СО РАН, г. Сунн-Кьюн-Кван, с 29 октября по 29 декабря 2010 г.

Турция

41. Хайретдинов М.С., д.т.н., гнс. Участие в 5-й международной конференции «Обратные задачи: моделирование и имитация», Анталия, с 20 по 31 мая 2010 г.
42. Фатьянов А. Г., д.ф.-м.н., снс. Участие в 5-й международной конференции «Обратные задачи: моделирование и имитация», Анталия, с 24 по 29 мая 2010 г.
43. Мартынов В.Н., снс. Участие в 5-й международной конференции «Обратные задачи: моделирование и имитация», Анталия, с 24 по 29 мая 2010 г.
44. Воронина Т.А., к.ф.-м.н., снс. Участие в 5-ой международной конференции «Обратные задачи: моделирование и имитация», Анталия, с 24 по 29 мая 2010 г.
45. Лазарева Г.Г., к.ф.-м.н., нс. Участие в международной конференции «Inverse problems Modeling and simulation», Анталия, с 23 мая по 5 июня 2010 г.

Украина

46. 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, с 17 мая по 1 июня 2010 г.
47. Свешников В.М., д.ф.-м.н. зав. лаб. Участие в международной конференции «Международная конференция по математическому моделированию-МКММ-2010», Херсон, с 12 по 18 сентября 2010 г.

Азербайджан

48. Кабанихин С.И., д.ф.-м.н., зав. лаб. Оппонирование защиты докторской диссертации АзГУ, Баку, с 16 по 21 июня 2010 г.

Казахстан

49. Кабанихин С. И., д.ф.-м.н., зав. лаб. Участие в международной конференции «Обратные задачи в образовании, науке и промышленности», Алма-Аты, с 26 марта по 7 апреля 2010 г.
50. Попков В.К., д.ф.-м.н., гнс. Участие в Шестой Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Усть-Каменогорск, с 13 по 26 августа 2010 г.
51. Кратов С.В., мнс. Участие в Шестой Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Усть-Каменогорск, с 13 по 26 августа 2010 г.
52. Анисимов А.В., мнс. Участие в Шестой Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Усть-Каменогорск, с 14 по 27 августа 2010 г.
53. Соколова О.Д., к.т.н., нс. Участие в Шестой Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Усть-Каменогорск, с 14 по 22 августа 2010 г.
54. Юргенсон А.Н., к.ф.-м.н., нс. Участие в Шестой Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Усть-Каменогорск, с 14 по 26 августа 2010 г.
55. Бандман О.Л., д.т.н., гнс. Участие в Шестой Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Усть-Каменогорск, с 15 по 24 августа 2010 г.
56. Остапкевич М.Б., мнс. Участие в Шестой Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Усть-Каменогорск, с 15 по 24 августа 2010 г.
57. Ляхов О.А., к.э.н., нс. Участие в Шестой Азиатской школе-семинаре «Проблемы оптимизации сложных систем», Усть-Каменогорск, с 14 по 26 августа 2010 г.

Важнейшие результаты завершенных фундаментальных научных исследований ИВМиМГ СО РАН в 2010 г.

Приоритетное направление фундаментальных исследований РАН

1.3. Вычислительная математика, параллельные и распределенные вычисления

Программа СО РАН 1.3.1. Методы вычислительной математики для задач математической физики

1. Весовые алгоритмы статистического моделирования для решения нелинейных кинетических уравнений Больцмана и Смолуховского. Рогазинский С.В., снс, к.ф.-м.н., Блощицына О.В., аспирант, svr@osmf.sccc.ru.

С помощью разработанных алгоритмов зависимых испытаний получен порядок $O(1/N)$ относительной погрешности оценок методом Монте-Карло решений стандартных тестовых задач для нелинейных кинетических уравнений Больцмана и Смолуховского.

Разработан специальный двухпараметрический весовой метод, который, с одной стороны, обладает повышенным быстродействием, как и метод мажорантной частоты, с другой — применим для случая неограниченной частоты парного столкновения и коэффициентов коагуляции. Доказана ограниченность дисперсий оценок «по столкновениям» и «по поглощениям» при использовании данного метода.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Рогазинский С.В. Алгоритмы статистического моделирования для решения нелинейных кинетических уравнений больцмановского типа: Автореф. дис. ... докт. физ.-мат. наук: 01.01.07ю — Новосибирск, 2010. — 34 с.
- [2] Блощицына О.В., Рогазинский С.В. Весовой вариант метода мажорантной частоты для приближенного решения нелинейных кинетических уравнений // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling. — 2010 (в печати).
- [3] Блощицына О.В. Весовой вариант метода мажорантной частоты для приближенного решения нелинейных кинетических уравнений // Тр. конф. молодых ученых ИВМиМГ. — Новосибирск, 2010. — С. 3–10.

Результаты данных исследований докладывались на конференции молодых ученых ИВМиМГ, Новосибирск.

2. Численные стохастические модели реальных многомерных гидрометеорологических процессов, основанные на использовании марковских цепей и специальных нелинейных преобразованиях гауссовских процессов. Огородников В.А., гнс, д.ф.-м.н., ova@osmf.sccc.ru.

На основе реальных данных разработаны и верифицированы численные стохастические модели совместных гидрометеорологических процессов, основанные на использовании марковских цепей и специальных нелинейных преобразований векторных гауссовских процессов. Показано, что использование стационарных моделей позволяет строить важные для приложений нестационарные скалярные процессы с периодически меняющимися характеристиками. На основе разработанных моделей исследуются вероятностные свойства опасных метеорологических явлений (длительные понижения либо резкие перепады температуры воздуха, неблагоприятные сочетания метеорологических элементов и т.д.) с учетом периодической нестационарности процессов. При исследовании этих характеристик по реальным данным в условиях ограниченного объема выборки модельные

оценки могут быть использованы в качестве дополнительной информации. Модели предназначены также для использования при интерпретации оценок последствий изменений климата.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Ogorodnikov V.A., Derenok K.V., Tolstykh U.I. Special numerical models of discrete random series // *Rus. J. Numer. Anal. and Math. Modell.* — 2010. — Vol. 25, № 4. — P. 359–373.
- [2] Огородников В.А., Деренок К.В., Хлебникова Е.И. Численные стохастические модели совместных негауссовских рядов метеозаписей с учетом периодической зависимости параметров распределений от времени // *Сб. мат. VI Междунар. науч. конгр. Гео-Сибирь-2010.* — Новосибирск: Изд. СГГА, 2010. — Т. 4, Ч. 1. — С. 13–17.

Результаты данных исследований докладывались на Международной конференции ENVIROMIS-2010, Томск, июль 2010 г. и VI Международном научном конгрессе Гео-Сибирь-2010, Новосибирск.

3. Алгоритмы точного и приближенного статистического моделирования неоднородных пуассоновских точечных полей. Аверина Т.А., снс, к.ф.м.н., ata@osmf.sccc.ru.

Построены алгоритмы точного и приближенного статистического моделирования неоднородного пуассоновского точечного поля со сложной для моделирования интенсивностью и исследована сравнительная трудоемкость этих алгоритмов. Для повышения эффективности построенных алгоритмов используется алгоритм моделирования последовательности испытаний в методе исключения по одному случайному числу. Сформулирован и обоснован многоэтапный вариант этого алгоритма. На этой основе уменьшена трудоемкость метода «максимального сечения».

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Аверина Т.А. Новые алгоритмы статистического моделирования неоднородных пуассоновских ансамблей // *Журн. вычисл. математики и мат. физики.* — 2010. — Т. 50, № 1. — С. 16–23.
- [2] Аверина Т.А., Михайлов Г.А. Алгоритмы точного и приближенного статистического моделирования пуассоновских ансамблей // *Журн. вычисл. математики и мат. физики.* — 2010. — Т. 50, № 6. — С. 1005–1016.

Результаты данных исследований докладывались на международной конференции «Моделирование 2010», Киев, Украина (12–14 мая 2010), на III Международной конференции «Информационные и вычислительные технологии и системы (ИКВТС-2010)», Улан-Удэ-оз. Байкал.

4. Влияние межгодовой изменчивости стока сибирских рек на перераспределение потоков пресной воды в Северном Ледовитом океане и в Северной Атлантике.

Кузин В.И., зав. лаб., д.ф.-м.н., kuzin@sscc.ru, Голубева Е.Н., снс, к.ф.-м.н., Платов Г.А., снс, к.ф.-м.н.

На основе численного моделирования совместной модели океана и льда региона Северного Ледовитого океана и Северной Атлантики изучено влияние межгодовой изменчивости стока сибирских рек на характер распределения и распространения пресной воды в данном регионе. В ходе численных экспериментов сравнивались результаты моделирования с использованием данных наблюдений о стоке наиболее значимых рек Сибири: Оби, Енисея и Лены с результатами использования среднеклиматической годовой изменчивости стока этих рек. Сравнение показало, что, несмотря на малость межгодовой изменчивости стока по отношению к расходам вод в масштабах океана, ее влияние может достигать значительных объемов. Это влияние проявляется в усилении либо циклонической, либо антициклонической составляющих движения приповерхностных вод СЛО.

Усиление циклоничности сопровождается возрастанием расхода распресненных и холодных вод Арктики через канадские проливы с соответствующим повышением объемов поступающих из Атлантики соленых и теплых вод. Результатом же ослабления циклоничности движения водных масс в Арктике является сокращение выноса Арктических вод через канадские проливы с одновременным уменьшением притока соленых и теплых вод из Атлантики. При этом увеличивается поток Арктических вод через пролив Фрама.

Также было установлено, что даже небольшие изменения содержания пресной воды, развивающиеся на фоне «Большой соленостной аномалии» приводят к значительным отклонениям от климата термохалинной структуры в верхнем слое океана.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Кузин В.И., Платов Г.А., Голубева Е.Н. Влияние межгодовой изменчивости стока сибирских рек на перераспределение потоков пресной воды в Северном Ледовитом океане и в Северной Атлантике // Изв. РАН. Сер. ФАО. — 2010. — Т. 46, № 6. — С. 831–845.
- [2] Голубева Е. Н. Изучение роли температурно-соленостных аномалий в формировании режимов меридиональной циркуляции Мирового океана // СибЖВМ. — 2010. — Т. 13, № 3. — С. 155–167.
- [3] Голубева Е. Н. Моделирование циркуляции океана и его отклика на вариации атмосферной динамики // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физ.-мат. наук, Новосибирск, 2010. — 34 с.

Результаты данных исследований докладывались на международных конференциях: 14-th Workshop Arctic Ocean Model Intercomparison Project, WHOI, USA, October 2010, на Международной конференции по измерениям, моделированию и информационным системам «ENVIROMIS-2010», Томск, 5–11 июля 2010 г., на Международной научной конференции «Морские исследования полярных областей Земли в Международном полярном году 2007/08», Санкт-Петербург, ААНИИ, 2010.

5. Концепция природоохранного прогнозирования. Пененко В.В., зав. лаб., д.ф.-м.н., Penenko@sscc.ru, Цветова Е.А., внс, к.ф.-м.н., Tsvetova@ommgp.sccc.ru.

Сформулирована концепция природоохранного прогнозирования, основанная на совокупности решений прямых и обратных задач для оценок целевых функционалов, характеризующих качество атмосферы и водных объектов. Эти задачи рассматриваются для моделей динамики, переноса и трансформации загрязняющих примесей в атмосфере и водных объектах. Предполагается наличие неопределенностей в моделях и входных данных. Концепция базируется на вариационных принципах в формулировках со слабыми ограничениями. Принципиальными элементами являются способы оценки функций чувствительности и неопределенности, которые участвуют в алгоритмах решения обратных задач и, по существу, содержат информацию о степени адекватности результатов прогнозирования.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Пененко В.В. О концепции природоохранного прогнозирования // Оптика атмосферы и океана — 2010. — Т. 23, № 6. — С. 432–438.
- [2] Baklanov A., Penenko V., Machura A., Tsvetova E. et al. Environmental risk assessment and optimisation modelling: Methodological applications for Northern Eurasia // Geophysical Research Abstr. — 2010. — Vol. 12, EGU2010-13102-1, 201.
- [3] Penenko V.V., Tsvetova E.A. Variational methods of combined use of mathematical models and observational data to studying aerophysical and ecological processes in environment // Proc. 15th Int. Conf. on the Methods of Aerophysical Research. — Novosibirsk, 2010. — P. 1–10.

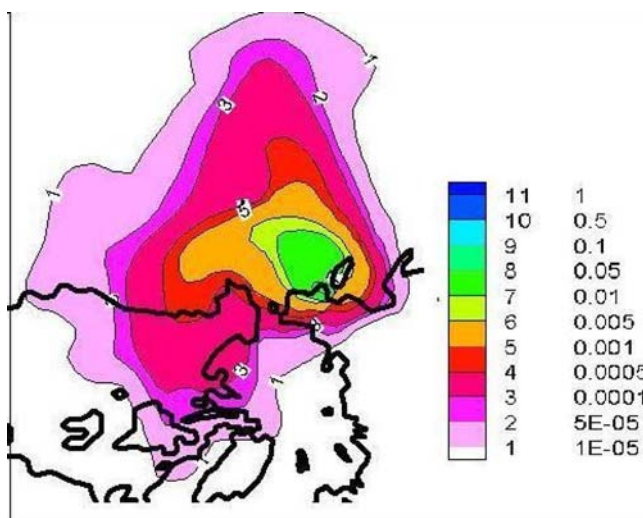


Рис. 1. Суммарное количество газо-аэрозольных загрязнений (отн. ед.), поступивших в атмосферу Северного полушария, на уровне 150 гПа в интервале времени 19.05–19.06.2001 результате извержения вулкана Шивелуч (Камчатка) 19–29.05.2001. Жирными линиями выделены контуры материков. Расчет выполнен с помощью глобальной 4D модели переноса примесей в атмосфере

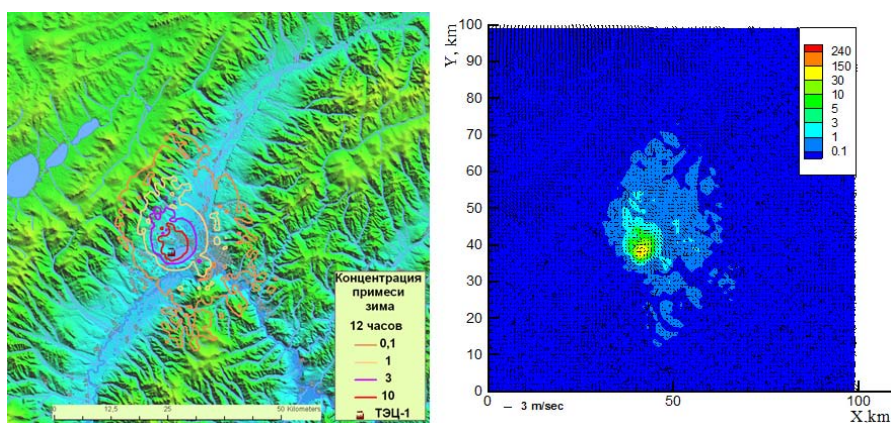


Рис. 2. Изолинии концентрации примеси от ТЭЦ-1 Чита (слева) и поле ветра (справа) на высоте 100 над поверхностью. Типичный зимний сценарий, 12 ч. местного времени

Результаты доложены на международных конференциях: Enviromis-2010 (Томск), на Генеральной Ассамблее Европейского геофизического Союза-2010 (Вена), ISMAR-2010 (Новосибирск) и на четырех Всероссийских конференциях.

6. Предложена новая математическая модель температурного поля цилиндрического источника тепла, размещенного в гидратосодержащем образце.

Лаевский Ю.М., зав. лаб., д.ф.-м.н., laev@labchem.sccc.ru, Калинин А.А., нс, к.ф.-м.н., alexander.a.kalinkin@gmail.com.

В основе модели лежит двухтемпературная гомогенизация с учетом фазового перехода «газогидрат–вода»: каждой точке среды приписывается две температуры: температура осадочной породы (каркаса) и температура двухфазной системы «газогидрат–вода», взаимодействие между которыми осуществляется по закону ньютоновского теплообмена. Для описания фазового перехода в системе «газогидрат–вода» предполагается использовать нелинейное условие Стефана в энтальпийной постановке. Коэффициент теплообмена является нелинейной функцией температуры системы «газогидрат–вода» — за

счет смачиваемости теплообмен в системе «каркас-вода» значительно выше, чем в системе «каркас-лед». Этот эффект приводит к значительным вычислительным трудностям, преодолеть которые позволило применение «неявной по теплообмену» разностной схемы. Описанный подход впервые позволил адекватно описать процесс плавления газогидрата с точки зрения сопоставления с экспериментальными данными.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Лаевский Ю.М., Калинин А.А. Двухтемпературная модель гидратосодержащей породы // Математическое моделирование. — 2010. — Т. 22, № 4. — С. 23–31.

Результаты данных исследований докладывались на VI международном конгрессе «ГеоСибирь-2010», Новосибирск; Всероссийской конференции «Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования», посвященной 85-летию академика Г.И. Марчука, Новосибирск.

7. Моделирование нелинейных волновых процессов в двухфазных парожидкостных средах. Ильин В.П., гнс, д.ф.-м.н., ilin@sscc.ru. Демидов Г.В., вед. инженер, к.ф.-м.н., Шмаков И.А., мнс.

Разработаны и исследованы алгоритмы моделирования нелинейных волновых процессов в двухфазных парожидкостных средах, допускающие устойчивое численное интегрирование на длительные временные интервалы для больших диапазонов приложенных внешних давлений.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Gasenko V.G., Il'in V.P., Nakoryakov V.E. Numerical analysis of the vapour bubble dynamics // J. Engineering Thermophysics. — 2010. — Vol. 19, № 4. — P. 92–99.

Результаты доложены на Всероссийской конференции «Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов решения задач математической физики», посвященной памяти К.И. Бабенко, Дюрсо.

Программа 1.3.2. «Параллельные и распределенные вычисления в задачах математического моделирования»

8. Алгоритм параллельной реализации асинхронных вероятностных клеточных автоматов. Бандман О.Л., гнс, д.т.н., bandman@ssd.sccc.ru, Калгин К.В., аспирант.

Предложен алгоритм параллельной реализации асинхронных вероятностных клеточных автоматов, полностью сохраняющий поведенческую стохастичность. Алгоритм испытывался на задаче моделирования гетерогенных химических реакций на каталитических наночастицах, нанесенных на металлическую подложку. Проведена серия вычислительных экспериментов по реализации предложенного алгоритма на суперкомпьютерах с общей и распределенной памятью, а также на графических ускорителях. Сравнительный анализ полученных результатов позволил выявить влияние различных свойств параллельных архитектур суперкомпьютеров на их производительность при моделировании асинхронными клеточными автоматами.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Bandman O. Cellular Automata Composition Techniques for Spatial Dynamics Simulation // Simulating Complex Systems by Cellular Automata. Understanding complex Systems / A.G. Hoekstra et al., eds. — Berlin: Springer-Verlag. — 2010. — P. 81–115.
- [2] Kalgin K.V. Parallel simulation of asynchronous cellular automata on different computer architectures // Bull. NCC. Ser. Comp. Sci. — 2010. — Iss. 30. — P. 15–26.

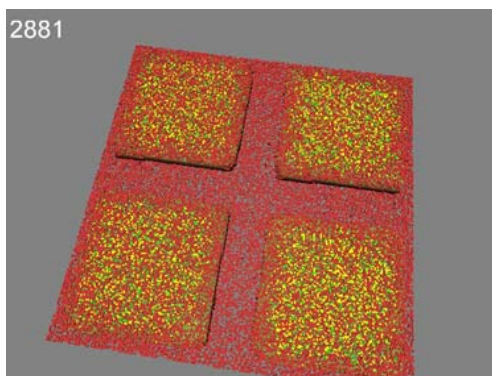


Рис. 3. Клеточно-автоматная модель поверхностных химических реакций на катализаторе (совместно с ИК СО РАН)

9. Программный пакет ChemPAK для подборки и оптимизации кинетических схем для исследования различных химических процессов. Черных И.Г., к.ф.-м.н., chernykh@ssd.sccc.ru.

Первым этапом исследования различных химических процессов является подборка и оптимизация кинетической схемы. Для этих целей был создан программный пакет ChemPAK. Для использования оптимизированной схемы химических реакций в пакете Fluent был создан модуль экспорта данных. На примере исследования процессов пиролиза легких углеводородов было проведено численное моделирование трехмерных газодинамических потоков в химических реакторах различной геометрии проточного типа с вводом энергии в виде излучения/нагревом газовой смеси через стенки реактора. Для реализации задач были разработаны алгоритмы и созданы два программных модуля, расширившие возможности пакета Ansys Fluent в области моделирования поглощения энергии излучения газовой смесью и моделирования теплоотвода от стенок реактора. С помощью созданных модулей стало возможно изучение процессов следующего типа. Реагирующую газовую смесь доводят до пороговой температуры старта реакций с помощью нагрева стенок реактора, а дальнейший нагрев происходит с помощью подачи лазерного излучения в реакционную зону химического реактора. Таким образом, можно точно регулировать температуру реакционной зоны, что позволяет исследовать происходящие химические и газодинамические процессы в химическом реакторе с высокой точностью.

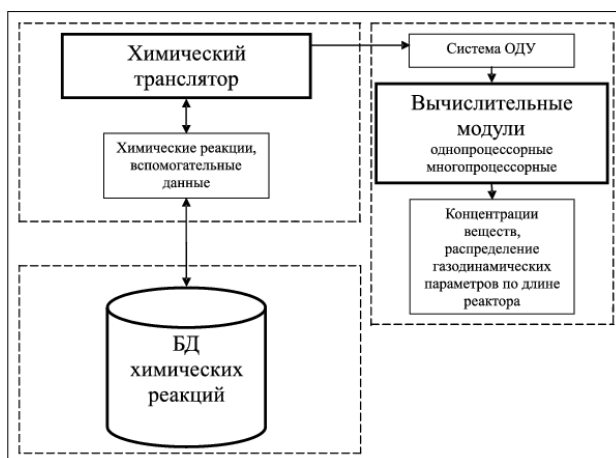


Рис. 4. Схема пакета

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Chernykh I.G., Mishchenko T.I., Snytnikov V.I., Snytnikov V.N. Computer simulation of chemical processes and fluid flows in chemical reactors // Lu Leung, Lu Mok ISCM II & EPMESC XII, Part Two, AIP 1233. — NY, 2010. — P. 1418–1422.

Результаты доложены на международных конференциях: XIX International Conference on Chemical Reactors «CHEMREACTOR-19», Austria; XV International conference on the methods of aerophysical research, Novosibirsk, Russia.

Регистрационные номера в ФАП СО РАН — PR10023, DB10020.

Приоритетное направление фундаментальных исследований РАН

1.4. Математическое моделирование в науке и технике

Программа СО РАН 1.4.1. Математическое моделирование в задачах геофизики, физики океана и атмосферы и охраны окружающей среды

10. Численное моделирование взаимодействия сейсмических волн с кавернозно-трещиноватыми коллекторами в трехмерно-неоднородных средах реалистичного строения Решетова Г.В., снс, к.ф.-м.н., kgv@nmsf.sccc.ru.

Предложен, обоснован и реализован конечно-разностный метод численного моделирования сейсмических волн в разномасштабных средах на основе применения сеток с локальным пространственно-временным измельчением. Созданное на его основе параллельное программное обеспечение дает уникальную возможность детального анализа процессов взаимодействия сейсмических волн с тонкой структурой пласта-коллектора и разработки качественно новых методов поиска и разведки месторождений нефти и газа за счет локализации зон повышенной трещиноватости и прогнозирования их флюидонасыщенности. Эта работа принимала участие в конкурсе по применению высокопроизводительных вычислений «Невозможное стало возможным: реальные приложения для НРС», организованным компанией Intel совместно с Российской корпорацией нанотехнологий («РОСНАНО») в 2010 г. и заняла 1 место.

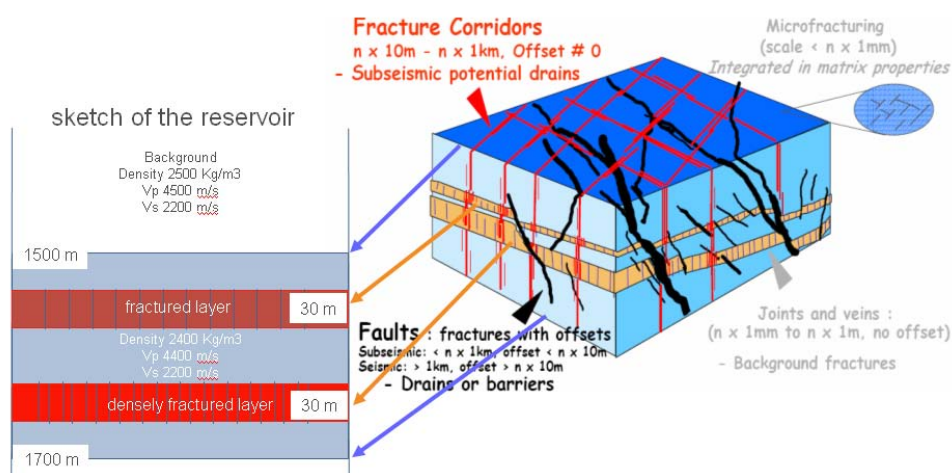


Рис. 5. Модель карбонатного резервуара с коридорами трещиноватости

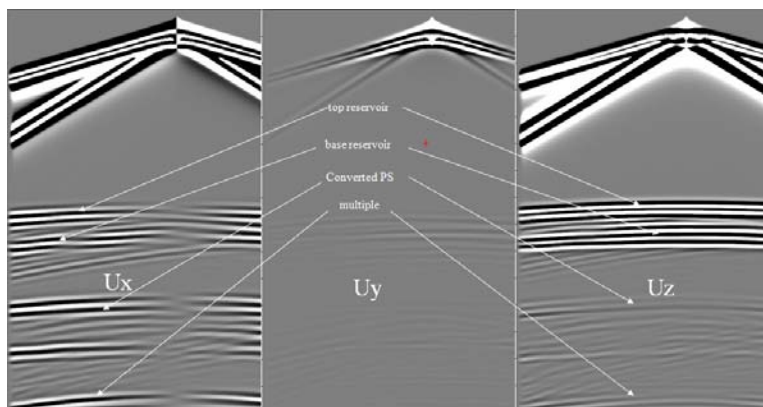


Рис. 6. Синтетические сейсмограммы, полученные численным моделированием на свободной поверхности

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Mikhailenko B.G., Reshetova G.V. Mathematical modeling of seismic and acousto-gravitational waves in a Heterogeneous earth-atmosphere model // J. Computational and Applied Mathematics. — 2010. — Vol. 234. — P. 1678–1684.
- [2] Pissarenko D.V., Reshetova G.V., Tcheverda V.A. 3D finite-difference synthetic acoustic log in cylindrical coordinates // Ibid. — P. 1766–1772.

Результаты доложены на международных конференциях: 72nd EAGE International Conference and Exhibition; EAGE International Conference and Exhibition, Saint Petersburg, 2010; State-of-the-art in parallel in scientific computing (PARA 2010), Univ. of Iceland, Reykjavik; SEG 2010 Annual Meeting, Denver; EAGE International Conference and Exhibition, KazGeo 2010, Kazakhstan, Almaty.

11. Web-энциклопедия по природным катастрофам. Гусяков В.К., зав. лаб., д.ф.-м.н., gvk@sscc.ru, Амелин И.И., мнс, twin-tour@yandex.ru, Ляпидевская З.А., вед. прогр., zliapid@ngs.ru, Зиновьев П.С., инженер, zps@omzg.sccc.ru.

В лаборатории ММВЦ ИВМиМГ СО РАН создана Web-энциклопедия по природным катастрофам (<http://tsun.sccc.ru/nh/>), которая включает в себя параметрические и описательные данные по основным видам природных катастроф, таких как землетрясения, вулканические извержения, цунами, опасные метеорологические явления, импактные воздействия из космоса. Основу энциклопедии составляют параметрические базы данных по наблюдениям катастрофических явлений, обладающие глобальным покрытием и охватывающие весь период имеющихся исторических и инструментальных данных. Создано web-приложение, предоставляющее пользователю набор определенных операций работы с данными: фильтрации, сортировки и группировки.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Gusiakov V., Abbott D., Bryant E., Masse W., Breger D. Mega Tsunami of the World Oceans: Chevron Dune Formation, Micro-Ejecta, and Rapid Climate Change as the Evidence of Recent Oceanic Bolide Impacts // Geophysical Hazards: Minimizing Risk, Maximizing Awareness / T. Beer, Ed. — Springer Science–Business Media V.B., 2010. — P. 197–229.
- [2] Gusiakov V.K., Lyapidevskaya Z.A. Expert database on the Earth impact structures // Protecting the Earth against collisions with asteroids and comet nuclei / Ed. A. Finkelstein, W. Huebner, V. Shor: Proc. int. conf. «Asteroid-Comet Hazard-2009». — Saint Petersburg: Nauka, 2010. — P. 228–232.
- [3] Gusiakov V.K. Relationship of tsunami intensity to source earthquake magnitude as retrieved from historical data // Pure and Applied Geophysics, 2010 (в печати).

Результаты доложены на международных конференциях: 6th Alexander von Humboldt International Conference «Climate Change, Natural Hazards, and Societies», EGU Topical Conference Series, Merida, Mexico, AGU 2010 Joint Assembly in Iguassu Falls, Brazil, August 8–13, 2010.

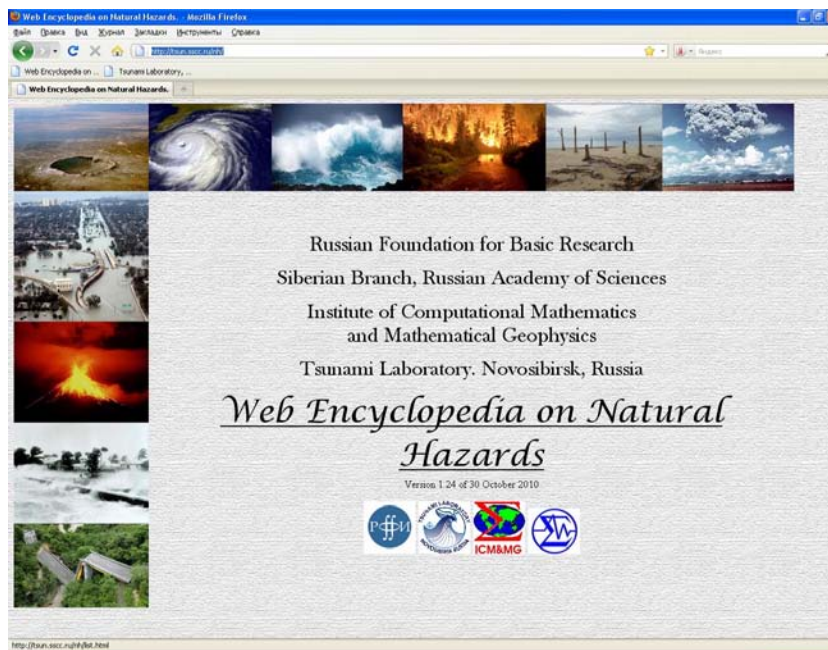


Рис. 7. Начальная страница Web-энциклопедии по природным катастрофам (<http://tsun.sccc.ru/nh/>)

12. Метод восстановления изображений трехмерной структуры макромолекул по проекциям в просвечивающей электронной микроскопии. Казанцев И.Г., снс, к.ф.-м.н., kigi@ooi.sccc.ru.

Модель формирования микрофотографий в просвечивающем электронном микроскопе (ПЭМ) имеет вид интегрального уравнения Фредгольма типа свертки, включающего основные физические параметры микроскопа в аппаратную (передаточную) функцию, в частности, параметры изменения фокусировки вдоль направления электронного луча, фазовые сдвиги, ухудшение контраста и другие.

В 2010 г. была завершена работа по исследованию трехмерной задачи и предложены вычислительные методы, компенсирующие искажения, вносимые передаточной функцией при условии, что ее параметры заранее определены. С помощью метода стационарной фазы обосновано аналитическое обращение рассматриваемого интегрального лучевого преобразования и получен вид компенсирующего частотного фильтра. Показана связь полученного обращения с известными формулами вычислительной томографии. Разработанный подход может быть отнесен к методам обратного проецирования с фильтрацией. В отличие от традиционно применяемых подходов эмпирической коррекции фокусировки микрофотографий, разработанный алгоритм содержит коррекцию как последовательность точно определенных математических операторов томографической реконструкции.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Kazantsev I.G., Herman G.T., Cernetic L. Backprojection-based reconstruction and correction for distance-dependent defocus in cryoelectron microscopy // Proc. IEEE Intern. Symposium on Biomedical Imaging (ISBI-2008), 2008. — P. 133–136.

- [2] Казанцев И.Г. Восстановление изображений трехмерной структуры макромолекул по проекциям в криоэлектронной микроскопии // Тез. докл. XXIII Российской конф. по электронной микроскопии. — Черноголовка, 2010. — С. 363.
- [3] Kazantsev I.G., Klukowska J., Herman G.T., Cernetic L. Fully Three-Dimensional Defocus-Gradient Corrected Backprojection in Cryoelectron Microscopy // Ultramicroscopy. — 2010. — P. 1128–1142.
- [4] Klukowska J., Herman G.T., Kazantsev I.G. Correction of distance-dependent blurring in projection data for fully three-dimensional electron microscopic reconstruction // Proc. IEEE Int. Symp. on Biomedical Imaging (ISBI 2010). — Rotterdam, 2010. — P. 1117–1120.

Результаты работы докладывались на XXIII Российской конференции по электронной микроскопии, Черноголовка Московская область, Россия.

13. Математическое моделирование вибросейсмического зондирования грязевого вулкана на основе полномасштабной 3D модели. Глинский Б.М., гнс, д.т.н., Караваев Д.А., аспирант, Ковалевский В.В., зав. лаб., д.т.н., Мартынов В.Н., снс, gbm@org.sccc.ru.

Разработана полномасштабная 3-D модель грязевого вулкана, учитывающая его геологическое строение, созданы параллельные программы расчета полного волнового поля при вибросейсмическом зондировании вулкана. Проведены численные эксперименты на вычислительных комплексах ССКЦ ИВМиМГ СО РАН (кластер НКС-30Т) по построению математических моделей строения верхней части грязевого вулкана и по изучению волнового поля для такого типа упругих сред, получены синтетические сейсмограммы для различных профилей наблюдения. Объяснены экспериментальные данные, когда на профиле, пересекающем вулкан гора Карабетова, над грязевой трубкой в сейсмограммах был обнаружен узкий спектральный пик, предположительно, обусловленный геометрическими характеристиками вулкана. На синтетических сейсмограммах 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 колебаний в центральном канале вулкана.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Глинский Б.М., Караваев Д.А., Ковалевский В.В., Мартынов В.Н. Численное моделирование и экспериментальные исследования грязевого вулкана «Гора Карабетова» вибросейсмическими методами // Вычислительные методы и программирование. — 2010. — Т. 11. — С. 95–104. — <http://num-meth.sccc.msu.ru/>.

Результаты данных исследований докладывались на международных конференциях: «Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2010), Уфа, 29 марта–2 апреля 2010 г.; «МОДЕЛИРОВАНИЕ-2010», Киев, 2010 г.; «ГЕОПЕРСПЕКТИВА-2010», Москва, 2010 г.

14. Обнаружение сканеров в IP-сетях методом последовательного статистического анализа. Бредихин С.В., зав. лаб., к.т.н., bred@nsc.ru, Костин В.И., аспирант, Щербакова Н.Г., снс.

Построена модель выявления аномального трафика, базирующаяся на статистических методах анализа экспериментальных данных. На основе модели разработан и реализован алгоритм оперативного обнаружения сетевых сканеров в ip-сетях, работающих вне исследуемого участка сети. Получены оценки эффективности алгоритма и исследованы его возможности, зависящие от выбора параметров. Результаты вычислений по разработанному алгоритму согласуются с результатами систем обнаружения вторжений

Snort и Bro в сети Интернет СО РАН, позволяют своевременно обнаруживать уязвимые сетевые устройства и принимать превентивные меры защиты.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Bredikhin S.V., Scherbakova N.G. Network scan detection statistical algorithms // International Conference «Mathematical and Informational Technologies». — Копоник, 2009.
- [2] Бредихин С.В., Костин В.И., Щербакова Н.Г. Обнаружение сканеров в IP-сетях методом последовательного статистического анализа // Вестник НГУ. Сер. Информационные технологии. — 2009. — С. 15–35.

15. Метод оценки обратной функции потерь Эрланга. Шахов В.В., нс, к.ф.-м.н., shakvov@rav.sccc.ru.

Разработан неасимптотический метод приближенного вычисления обратной функции потерь Эрланга, исследованы условия эффективного применения метода. С помощью нового метода решена проблема обеспечения пропорционального дифференцируемого контроля доступа (Proportional Differentiated Admission Control), предложены соответствующие формулы в аналитическом виде. Полученные результаты открывают путь к решению ряда других задач теории телетрафика, не решенных к настоящему моменту, прежде всего оптимизационных задач, требующих аналитического представления целевой функции.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

- [1] Родионов А.С., Шахов В.В. Анализ средств противодействия одному виду атак типа «отказ в обслуживании» // Вестник НГУ. Сер. Информатика. — 2008. — Т. 6, вып. 2. — С. 80–88.
- [2] Shakhov V.V. An efficient method for proportional differentiated admission control implementation // Lect. Notes Comput. Sci. — 2010. — Vol. 6235. — P. 91–97.
- [3] Shakhov V. Simple approximation for Erlang B formula // Proc. IEEE Intern. Conf. on Computational Technologies in Electrical and Electronics Engineering (SIBIRCON), 2010. — P. 200–202.

Лаборатория методов Монте–Карло

Зав. лабораторией чл.-корр. РАН Г.А. Михайлов

Важнейшие достижения

С помощью разработанных алгоритмов зависимых испытаний получен порядок $O(1/N)$ относительной погрешности оценок методом Монте–Карло решений стандартных тестовых задач для нелинейных кинетических уравнений Больцмана и Смолуховского.

Разработан специальный двухпараметрический весовой метод, который, с одной стороны, обладает повышенным быстродействием, как и метод мажорантной частоты, с другой — применим для случая неограниченной частоты парного столкновения и коэффициентов коагуляции. Доказана ограниченность дисперсий оценок «по столкновениям» и «по поглощениям» при использовании данного метода.

(к.ф.-м.н. С.В. Рогазинский, О.В. Блощицына)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.1.2. «Разработка методов Монте–Карло для решения задач математической физики, а также индустриальной и финансовой математики на суперкомпьютерах» (№ госрегистрации 01201002446)

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

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

(Исполнители — д.ф.-м.н. А.В. Войтишек, к.ф.-м.н. М.А. Марченко)

В 2010 году с помощью разработанных алгоритмов зависимых испытаний получен порядок $O(1/N)$ относительной погрешности оценок методом Монте–Карло решений стандартных тестовых задач для нелинейных кинетических уравнений Больцмана и Смолуховского. Построены весовые ценностные алгоритмы и проанализирована их эффективность на примере оценки концентрации мономеров, а также мономеров и димеров, в ансамбле частиц, эволюция которого описывается уравнением Колмогорова. Комбинация ценностного моделирования времени между столкновениями и «ценностного» выбора номера пары взаимодействующих частиц позволила существенно уменьшить трудоемкость оценок.

Разработана универсальная система параллельного выполнения программ статистического моделирования MONC-MPI, адаптированная к многопроцессорным кластерам ССКЦ КП СО РАН. Программа может быть использована пользователями ССКЦ КП СО РАН для запуска программ статистического моделирования, созданных на языках программирования C/C++ и Fortran 77/90/95. Для генерации независимых параллельных потоков псевдослучайных чисел используется 64-разрядная модификация 128-битного генератора псевдослучайных чисел. С использованием системы MONC-MPI проведена серия прецизионных расчетов для модельного пространственно неоднородного уравнения коагуляции с целью изучения зависимости детерминистской и статистической погрешностей оценок функционалов от параметров вычислительного алгоритма.

Для изучения автотранспортного потока, который описывается однородным уравнением типа Больцмана, и оценки его параметров рассматривается кинетическая модель со скачкообразными изменениями ускорений автомобилей. В рамках данного подхода, получено N -частичное уравнение Колмогорова, которое описывает эволюцию модельного ансамбля. Построение алгоритмов статистического моделирования автотранспортного

потока производится на основе интегральной формы N -частичного уравнения. Искомые параметры автотранспортного потока представляются в виде линейных функционалов от решения полученного интегрального уравнения, что дает возможность использовать метод мажорантной частоты и весовые модификации.

Исследована задача восстановления индикатрисы рассеяния атмосферы по наземным наблюдениям яркости неба в альмукантарате Солнца. Для решения этой задачи был разработан новый итерационный метод, представляющий собой комбинацию аддитивного и мультипликативного способов выделения однократного рассеянного излучения с учетом поляризации излучения. Ранее было дано аналитическое обоснование сходимости комбинированного метода при малой оптической толщине атмосферы и малом коэффициенте отражения от Земли. В 2010 г. проведено численное обоснование методов восстановления при условии, что оптические толщи среды и альбедо не являются малыми. Для решения этой задачи построен алгоритм вычисления матриц Якоби операторов перехода и проведены расчеты для различных параметров среды. Показано, что по определенному численно спектральному радиусу матрицы Якоби можно судить о сходимости метода не только для малых оптических толщин и альбедо.

Осуществлена минимизация среднеквадратической погрешности глобальной оценки метода Монте-Карло типа «гистограммы». При этом базовой является переходная плотность, минимизирующая взвешенную сумму дисперсий нескольких функционалов. Найдено достаточно простое приближение к асимптотическому варианту такой плотности.

Уточнена теория векторных алгоритмов метода Монте-Карло для решения систем интегральных уравнений. Построено двойственное представление дисперсии и на этой основе осуществлена мажорантная среднеквадратическая оптимизация глобальной оценки векторного решения типа гистограммы. Впервые детально сформулированы скалярные алгоритмы и дано сравнение векторных и скалярных оценок решения. На этой основе построен «ценностный» критерий конечности дисперсии векторной оценки.

Исследованы алгоритмы метода Монте-Карло для оценки параметров критичности процессов переноса частиц с размножением, т. е. фактически неоднородных ветвящихся процессов. В качестве основных параметров критичности рассмотрены эффективный коэффициент и временная постоянная размножения. Алгоритмы прямого моделирования «деревьев» траекторий рассмотрены как алгоритмы статистического моделирования итераций интегрального оператора, ядро которого равно субстохастической плотности перехода к новому поколению актов деления в соответствующем фазовом пространстве. На этой основе решены задачи построения практически эффективных статистических оценок параметров критичности (с учетом последовательности поколений различных номеров) и исследования соответствующей погрешности.

Результаты работ по грантам

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

Построена верхняя граница статистической погрешности метода прямого статистического моделирования для численного решения задач динамики разреженного газа. Для величин, входящих в выражения для доверительных интервалов, предложены практические рекомендации по их численной оценке одновременно с расчетом макропараметров течения.

Для изучения автотранспортного потока, который описывается однородным уравнением типа Больцмана, и оценки его параметров рассматривается кинетическая модель со скачкообразными изменениями ускорений автомобилей. В рамках данного подхода,

получено N -частичное уравнение Колмогорова, которое описывает эволюцию модельного ансамбля, что дает возможность использовать метод мажорантной частоты и весовые модификации.

Исследована задача восстановления индикатрисы рассеяния атмосферы по наземным наблюдениям яркости неба в альмукантарате Солнца. Был разработан новый итерационный метод, представляющий собой комбинацию аддитивного и мультипликативного способа выделения однократного рассеянного излучения с учетом поляризации излучения. Проведено численное обоснование методов восстановления при условии, что оптические толщи среды и альбеда не являются малыми. Показано, что по определенному численно спектральному радиусу матрицы Якоби можно судить о сходимости метода не только для малых оптических толщин и альбеда.

Исследованы алгоритмы метода Монте-Карло для оценки параметров критичности процессов переноса частиц с размножением, т.е. фактически неоднородных ветвящихся процессов. В качестве основных параметров критичности рассмотрены эффективный коэффициент и временная постоянная размножения. Алгоритмы прямого моделирования «деревьев» траекторий рассмотрены как алгоритмы статистического моделирования итераций интегрального оператора, ядро которого равно субстохастической плотности перехода к новому поколению актов деления в соответствующем фазовом пространстве. На этой основе решены задачи построения практически эффективных статистических оценок параметров критичности (с учетом последовательности поколений различных номеров) и исследования соответствующей погрешности.

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

Разработана универсальная система параллельного выполнения программ статистического моделирования MONC-MPI, адаптированная к многопроцессорным кластерам ССКЦ КП СО РАН. С использованием системы MONC-MPI проведена серия прецизионных расчетов для модельного пространственно неоднородного уравнения коагуляции с целью изучения зависимости детерминистской и статистической погрешностей оценок функционалов от параметров вычислительного алгоритма.

На основе реальных данных разработаны и численно реализованы стохастические модели совместных нестационарных негауссовских временных рядов различных метео-элементов (температура, ветер, относительная влажность и т.д.) с учетом суточной и сезонной нестационарности по одномерным распределениям и корреляциям. Проведенное ССКЦ тестирование показало приемлемое качество моделей.

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

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

С помощью разработанных алгоритмов зависимых испытаний получен порядок $O(1/N)$ относительной погрешности оценок методом Монте-Карло решений стандартных тестовых задач для нелинейных кинетических уравнений Больцмана и Смолуховского.

Построены весовые ценностные алгоритмы и проанализирована их эффективность на примере оценки концентрации мономеров, а также мономеров и димеров, в ансамбле

частиц, эволюция которого описывается уравнением Колмогорова. Комбинация ценностного моделирования времени между столкновениями и ценностного выбора номера пары взаимодействующих частиц позволила существенно уменьшить трудоемкость оценок.

Построена верхняя граница статистической погрешности метода прямого статистического моделирования для численного решения задач динамики разреженного газа. На основе центральной предельной теоремы для марковских процессов для оценок трех основных макропараметров течения (плотности, скорости и температуры) построены асимптотические доверительные интервалы погрешности, связанной с числом временных шагов. Для величин, входящих в выражения для доверительных интервалов, предложены практические рекомендации по их численной оценке одновременно с расчетом макропараметров течения. Разработанные подходы к построению доверительных интервалов протестированы на примере классической задачи о теплопередаче между двумя бесконечными параллельными пластинами.

Публикации

Центральные издания

- [1] Михайлов Г.А., Медведев И.Н. Среднеквадратическая оптимизация глобальных алгоритмов метода Монте-Карло // Докл. РАН. — 2010. — Т. 433, № 1. — С. 1–5.
- [2] Бреднихин С.А., Медведев И.Н., Михайлов Г.А. Оценка параметров критичности ветвящихся процессов методом Монте-Карло // Журн. вычисл. математики и мат. физики. — 2010. — Т. 49, № 2. — С. 21–31.
- [3] Плотников М.Ю., Шкарупа Е.В. Оценка статистической погрешности метода прямого статистического моделирования // Журн. вычисл. математики и мат. физики. — 2010. — Т. 50, № 2. — С. 1–10.
- [4] Михайлов Г.А., Медведев И.Н. Векторные оценки метода Монте-Карло: двойственные представления и оптимизация // СибЖВМ. — 2010. — Т. 13. — С. 423–438.
- [5] Михайлов Г.А., Трачева Н.В., Ухинов С.А. Оценка методом Монте-Карло параметров асимптотики помехи обратного рассеяния с учетом поляризации // Оптика атмосферы и океана. — 2010. — Т. 23, № 9. — С. 739–748.
- [6] Аверина Т.А., Михайлов Г.А. Алгоритмы точного и приближенного статистического моделирования пуассоновских ансамблей // Журн. вычисл. математики и мат. физики. — 2010. — Т. 50, № 6. — С. 1005–1016.
- [7] Михайлов Г.А., Аверина Т.А. Статистическое моделирование неоднородных случайных функций на основе пуассоновских точечных полей // Докл. РАН. — 2010. — Т. 434, № 1. — С. 29–32.

Зарубежные издания

- [1] Plotnikov M.Yu., Shkarupa E.V. Some approaches to error analysis and optimization of the DSMC method // Rus. J. Numer. Anal. and Math. Modell. — 2010. — Vol. 25, № 2. — P. 147–167.
- [2] Medvedev I.N., Mikhailov G.A. Mean-square optimization of Monte Carlo algorithms for estimation of the solution to an integral equation of the second kind // Rus. J. Numer. Anal. and Math. Modell. — 2010. — Vol. 25, № 4. — P. 323–333.

Прочие публикации

- [1] Бурмистров А.В., Коротченко М.А. Применение статистических методов для исследования кинетической модели автотранспортного потока // Тр. конф. молодых ученых. — Новосибирск, 2010. — С. 22–31.

Общее количество публикаций

Центральные издания	— 7
Зарубежные издания	— 2

Участие в конференциях и совещаниях

1. Конференция молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, Новосибирск, 27–29 апреля 2010. — 1 доклад (Коротченко М.А.).
2. 9-я Международная конференция по методам Монте-Карло и квази-Монте-Карло в научных вычислениях MSCQS-2010, Варшава, Польша, 15–20 августа 2010. — 4 доклада (Бурмистров А.В., Коротченко М.А., Рогазинский С.В., Михайлов Г.А., Медведев И.Н.).
3. Вторая молодежная международная научная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», посвященная памяти академика М.М. Лаврентьева, Академгородок, Новосибирск, 21–29 сентября 2010. — 1 пленарный доклад (Михайлов Г.А., Ухинов С.А.).
4. Всероссийская конференция «Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования», посвященная 85-летию академика Г.И. Марчука, Новосибирск, 10–11 июня 2010. — 1 пленарный доклад (Михайлов Г.А.).

Всего докладов	— 7
в т. ч. пленарных	— 2

Участие в оргкомитетах конференций

1. Михайлов Г.А. — член программного комитета II Молодежной международной научной школы-конференции «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач».
2. Михайлов Г.А. — член программного Всероссийская конференция «Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования».

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

1. Михайлов Г.А.	советник РАН,	чл.-корр. РАН
2. Марченко М.А.	уч. секретарь,	к.ф.-м.н.
2. Антюфеев В.С.	снс,	д.ф.-м.н.
3. Лотова Г.З.	снс,	к.ф.-м.н.
4. Рогазинский С.В.	снс,	к.ф.-м.н.
5. Ухинов С.А.	снс,	к.ф.-м.н.
6. Шкарупа Е.В.	снс,	к.ф.-м.н.
7. Коротченко М.А.	нс,	к.ф.-м.н.
8. Медведев И.Н.	нс,	к.ф.-м.н.
9. Трачева Н.В.	нс 0.25 ст.,	к.ф.-м.н.
10. Чимаева А.С.	мнс 0.7 ст.,	к.ф.-м.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 НГУ
Усов А.Г.	—	зам. декана НГУ
Лотова Г.З.	—	ст. преподаватель НГУ
Марченко М.А.	—	ст. преподаватель НГУ
Медведев И.Н.	—	ст. преподаватель НГУ

Руководство аспирантами

Блощицына О.В.	—	3 год, ИВМиМГ (Рогазинский С.В.)
Роженко С.А.	—	1 год, ИВМиМГ (Михайлов Г.А.)

Руководство студентами

Амбос В.Д.	—	4 курс, НГУ (Михайлов Г.А.)
------------	---	-----------------------------

Премии и награды

Блощицына О.В. — лауреат Общероссийского конкурса «Лучшие аспиранты РАН» 2010 г.

Лаборатория численного анализа стохастических дифференциальных уравнений

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

Важнейшие достижения

Построены алгоритмы точного и приближенного статистического моделирования неоднородного пуассоновского точечного поля со сложной для моделирования интенсивностью и исследована сравнительная трудоемкость этих алгоритмов. Для повышения эффективности построенных алгоритмов используется алгоритм моделирования последовательности испытаний в методе исключения по одному случайному числу. Сформулирован и обоснован многоэтапный вариант этого алгоритма. На этой основе уменьшена трудоемкость метода «максимального сечения».

(к.ф.-м.н. Т.А. Аверина)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.1.2. «Разработка методов Монте-Карло для решения задач математической физики, а также 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 суперкомпьютерах»

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

Исследованы вопросы зависимости точности алгоритмов численных решений СДУ от размера ансамбля моделируемых на суперкомпьютерах траекторий. Проблемы точности связаны с необходимостью оценки функционалов от решений СДУ с растущей дисперсией, сильной асимметрией распределений решений, неопределенностью времени выхода траекторий решений на границы заданных областей.

Исследована проблема численного анализа СДУ с осциллирующими решениями на суперкомпьютерах. Изучена зависимость математического ожидания и дисперсии численного решения СДУ от размера шага интегрирования обобщенного метода Эйлера.

Исследована математическая модель долгосрочных денежных потоков в виде суммы случайного числа случайных величин. Для частных случаев потоков в пенсионных фондах получены законы распределения прибылей/убытков на заданный срок в отдаленном будущем.

Построены два алгоритма численного статистического моделирования неоднородных пуассоновских точечных полей. Проведен сравнительный анализ трудоемкости этих алгоритмов. На основе специального пуассоновского пространственного разбиения построена модельная неоднородная кусочно-постоянная случайная функция с произвольным одномерным распределением и ковариационной функцией экспоненциального типа. Установлена слабая сходимость относительно метрики Скорохода–Прохорова аддитивной модификации этой функции, которая строится для безгранично делимого одномерного распределения.

Экономичный способ моделирования случайных величин, плотности распределения которых представляют собой взвешенные суммы (смеси) эффективно моделируемых плотностей, использует модифицированный метод суперпозиции, основанный на «двух-этапном» моделировании по одному и тому же значению случайного числа. Данная ме-

тодика сформулирована и обоснована в многоэтапном варианте и применена для моделирования неоднородных пуассоновских ансамблей с использованием последовательности «исключений» по одному случайному числу.

Построены алгоритмы точного и приближенного статистического моделирования неоднородного пуассоновского ансамбля в случае сложной для моделирования плотности и исследована сравнительная трудоемкость этих алгоритмов. Построена новая модификация метода «максимального сечения», в которой последовательность «исключений» определяется одним значением стандартного случайного числа, и поэтому является более экономичной.

Рассмотрена задача анализа нелинейных систем управления ансамблем траекторий с учетом случайного изменения структуры системы и два метода ее решения: метод статистического моделирования и спектральный метод. Разработанные методы и алгоритмы применены к задаче анализа системы стабилизации малого спутника.

Рассмотрены краевые задачи для эллиптических уравнений, в том числе с полиномиальной нелинейностью. Предложены новые алгоритмы случайного блуждания по сферам и в шарах для приближенного решения краевых задач с оценкой первых и вторых пространственных производных от решения. Для этого построено специальное вероятностное представление искомых величин с использованием центральной и нецентральной шаровых функций Грина.

Построен алгоритм прямого статистического моделирования автотранспортного потока для кинетической модели со скачкообразными изменениями ускорений автомобилей.

В области с подвижной границей разработан алгоритм оценки чувствительности решения параболического уравнения к параметрам, определяющим движение границы области. Алгоритм основан на численном решении СДУ и преобразовании пространства, отображающего область с подвижной границей в область, граница которой неподвижна.

Разработаны методы Монте-Карло для оценки статистических характеристик решений со случайными функциональными параметрами. Свойство скалярности полученных оценок позволило применить метод частичного осреднения условно независимых траекторий при построении статистических алгоритмов для расчета корреляционных характеристик решений. На основе теории восстановления получена асимптотическая оценка длин моделируемых траекторий случайных процессов для решения задач с заданной точностью. Предложены алгоритмы с обрывом «длинных» траекторий.

Научная новизна результатов и их значимость. Все основные результаты, полученные в 2010 году, являются новыми. Эти результаты соответствуют мировому уровню исследований в области численного решения краевых задач математической физики.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 08-01-00334 «Методы Монте-Карло высокой точности для решения краевых задач математической физики с использованием вероятностных представлений»

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

Разработаны и исследованы на точность и устойчивость новые весовые статистические алгоритмы оценки решений широкого класса краевых задач для эллиптических уравнений с одновременной оценкой параметрических производных от решения. Разработанные алгоритмы основаны на вероятностном представлении решений соответствующих краевых задач и используют процесс случайного блуждания по сферам и в шарах. Для учета слагаемых с полиномиальной нелинейностью в алгоритмах использованы ветвящиеся процессы.

Построены и исследованы скалярные статистические оценки для решений метагармонических уравнений с граничными условиями смешанного типа. Разработаны скалярные оценки статистических характеристик решений со случайными функциональными параметрами, учитывающими стохастичность воздействий и краевых условий. Для случая выхода спектрального параметра за границу области сходимости ряда Неймана путем итерации и аналитических продолжений резольвенты построены смещенные оценки решения уравнения Гельмгольца, основанные на «блужданиях по сферам» и «блужданиях по решетке». Исследованы особенности аналитических продолжений, получаемых с помощью различных конформных отображений областей сходимости ряда Неймана.

Разработаны новые методы для оценки производных по параметрам функционалов от диффузионного процесса, движущегося в области с поглощающей границей. Построены методы уменьшения дисперсии соответствующих статистических оценок.

Предложены новые алгоритмы статистического моделирования неоднородных пуассоновских ансамблей. При решении задачи анализа систем со случайной структурой построен малотрудоемкий статистический алгоритм, позволяющий решать данную задачу с высокой точностью. Проведено сравнение построенного алгоритма со спектральным методом решения систем со случайной структурой.

Построены параллельные алгоритмы и проведены исследования точности численного решения неустойчивых и осциллирующих стохастических дифференциальных уравнений обобщенным методом Эйлера на суперкомпьютере. Построены статистические алгоритмы для моделирования денежных потоков в пенсионных фондах.

Публикации

Центральные издания

- [1] Михайлов Г.А., Аверина Т.А. Статистическое моделирование неоднородных случайных функций на основе пуассоновских точечных полей // Докл. РАН. — 2010. — Т. 434, № 1. — С. 29–32.
- [2] Аверина Т.А. Новые алгоритмы статистического моделирования неоднородных пуассоновских ансамблей // Журн. вычисл. математики и мат. физики. — 2010. — Т. 50, № 1. — С. 16–23.
- [3] Аверина Т.А., Михайлов Г.А. Алгоритмы точного и приближенного статистического моделирования пуассоновских ансамблей // Журн. вычисл. математики и мат. физики. — 2010. — Т. 50, № 6. — С. 1005–1016.
- [4] Аверина Т.А., Рыбаков К.А. Анализ систем управления ансамблем траекторий с учетом случайного изменения структуры на примере системы стабилизации малого искусственного спутника // Электронный журнал Тр. МАИ. — 2010. — Вып. № 41.

Зарубежные издания

- [1] Burmistrov A.V. A statistical algorithm for estimation of derivatives of solutions to elliptic equations // Rus. J. Numer. Anal. and Math. Modell. — 2010. — Vol. 25, № 3. — P. 197–208.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Аверина Т.А. Статистическое моделирование пуассоновских ансамблей // Моделювання та інформаційні технології Матеріали міжнародної наукової конференції «Simulation-2010». — Київ, 2010. — С. 96–102.
- [2] Averina T.A. Monte Carlo simulation of inhomogeneous Poisson ensembles // Abstr. VII Int. Conf. «Numerical Methods and Applications». — Borovets, 2010. P. 5–6.
- [3] Аверина Т.А. Использование модифицированного метода максимального сечения для моделирования динамических систем с условной марковской структурой // Мат. III Междунар. конф. «Информационные и вычислительные технологии и системы» (ИКВТС-2010). — Улан-Удэ, 2010. — С. 3–5.

- [4] Аверина Т.А. Численный анализ систем управления со случайной структурой при распределенных переходах // V Междунар. симп. «Обобщенные постановки и решения задач управления». — Улан-Батор, 2010. — С. 6–9.
- [5] Аверина Т.А. Модифицированный алгоритм статистического моделирования динамических систем с условной марковской структурой // Тр. VII Всерос. конф. с междунар. участием ММ-2010. — Самара, 2010. — С. 10–12.

Прочие публикации

- [1] Бурмистров А.В., Коротченко М.А. Применение статистических методов для исследования кинетической модели автотранспортного потока // Тр. конф. молодых ученых. — Новосибирск, 2010. — С. 22–31.
- [2] Лукинов В.Л. Аналитическое продолжение статистических методов решения краевых задач для уравнений эллиптического типа // II Молодежная междунар. науч. школа-конф. «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», посв. памяти академика М.М. Лаврентьева. — <http://math.nsc.ru/conference/onz10/index.html>.
- [3] Burmistrov A., Korotchenko M., Rogasinsky S. Weighted Monte Carlo method applied to acceleration oriented traffic flow model // Program and Information Ninth Int. Conf. on Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods in Scientific Computing MCQMC-2010. — Warsaw, 2010. Conference. — P. 42.
- [4] Burmistrov A. Statistical algorithm for estimating the derivatives of the solution to the elliptic BVP // Ibid. — P. 43.

Сдано в печать

- [1] Артемьев С.С., Корнеев В.Д. Численное решение стохастических дифференциальных уравнений на суперкомпьютерах // СибЖВМ. 2011.
- [2] Артемьев С.С., Иванов А.А., Корнеев В.Д. Численный анализ стохастических осцилляторов на суперкомпьютерах // СибЖВМ. 2011.
- [3] 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.
- [4] Гусев С.А. Минимизация дисперсии оценки математического ожидания функционала диффузионного процесса на основе параметрического преобразования параболической краевой задачи // СибЖВМ. 2011.

Общее количество публикаций

Центральные издания	— 4
Зарубежные издания	— 1
Материалы междунар. конференций	— 5

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. 9-я Международная конференция по методам Монте-Карло и квази-Монте-Карло в научных вычислениях MCQMC-2010, Варшава, Польша, 15–20 августа 2010. — 1 доклад (Бурмистров А.В.).
- 2. Международная научная конференция «Simulation-2010», Киев, Украина, 12–14 мая 2010. — 1 доклад (Аверина Т.А.).
- 3. VII Международная конференция по численным методам и приложениям, Боровец, Болгария, 20–24 августа 2010. — 1 доклад (Аверина Т.А.).
- 4. III Международная конференция «Информационные и вычислительные технологии и системы» ИКВТС-2010, Улан-Удэ-оз. Байкал, 6–11 сентября 2010. — 1 доклад (Аверина Т.А.).

5. V Международный симпозиум «Обобщенные постановки и решения задач управления», Улан-Батор, Монголия, 13–17 сентября 2010. — 1 доклад (Аверина Т.А.).
6. VII Всероссийская конференция с международным участием ММ-2010, Самара, 3–6 июня 2010. — 1 доклад (Аверина Т.А.).
7. II Молодежная международная научная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», посвященная памяти академика М.М. Лаврентьева, Новосибирск, 21–29 сентября 2010. — 1 доклад (Лукинов В.Л.).

Всего докладов — 8

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

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

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 аспирантами

Гусельникова Е.Н. — 4 год, ИВМиМГ (С.С. Артемьев)

Руководство студентами

Ащепкова Ю.И.	—	6 курс ММФ НГУ (С.С. Артемьев)
Сермина А.В.	—	6 курс ММФ НГУ (С.С. Артемьев)
Хавроничева К.Е.	—	6 курс ММФ НГУ (С.С. Артемьев)
Смирнов Д.Д.	—	5 курс ММФ НГУ (С.С. Артемьев)
Векуа А.Б.	—	5 курс ММФ НГУ (С.С. Артемьев)
Иванов А.А.	—	5 курс ММФ НГУ (С.С. Артемьев)

Защита дипломов

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

Лаборатория стохастических задач

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

Важнейшие достижения

На основе реальных данных разработаны и верифицированы численные стохастические модели совместных гидрометеорологических процессов, основанные на использовании марковских цепей и специальных нелинейных преобразований векторных гауссовских процессов. Показано, что использование стационарных моделей позволяет строить важные для приложений нестационарные скалярные процессы с периодически меняющимися характеристиками. На основе разработанных моделей исследуются вероятностные свойства опасных метеорологических явлений (длительные понижения либо резкие перепады температуры воздуха, неблагоприятные сочетания метеорологических элементов и т.д.) с учетом периодической нестационарности процессов. При исследовании этих характеристик по реальным данным в условиях ограниченного объема выборки модельные оценки могут быть использованы в качестве дополнительной информации. Модели предназначены также для использования при интерпретации оценок последствий изменений климата. (д.ф.-м.н. В.А. Огородников)

Отчет по этапам НИР, завершнным в 2010 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.1.2. «Разработка методов Монте-Карло для решения задач математической физики, а также 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)

Разработан метод численного моделирования временных рядов сетевого трафика на основе нелинейных преобразований гауссовских случайных процессов. Анализируются фрактальные свойства как исходных, так и моделируемых временных рядов. Показано, что предлагаемый метод позволяет воспроизводить одномерные распределения, корреляции и фрактальные свойства исследуемых временных рядов. Предложен метод моделирования временных рядов сетевого трафика с учетом периодической зависимости от времени характеристик процесса.

Построены стохастические модели реальных дискретных процессов с конечным числом состояний, основанные на использовании марковских цепей и специальных нелинейных преобразований гауссовских процессов. Исследованы свойства и проведен сравнительный анализ процессов, построенных на основе этих подходов. Для марковских моделей различной связности получены выражения для распределений длительности серий из одинаковых состояний. Предложен способ построения марковских цепей с периодическими свойствами.

Построены численные стохастические модели совместных временных рядов различных метеорологических элементов, таких как температура воздуха, скорость ветра, относительная влажность и т.д., учитывающих одномерные распределения и матричные корреляционные функции реальных процессов. Для построения моделей используется приближение периодически коррелированных процессов, в соответствии с которым па-

параметры распределений являются периодические функции с суточным периодом. На основе этих моделей исследуются вероятностные свойства опасных метеорологических явлений (длительные понижения температуры воздуха, неблагоприятные сочетания метеорологических элементов, заморозки и т. д.).

На основе реальных данных разработаны и численно реализованы стохастические модели совместных нестационарных негауссовских временных рядов различных метео-элементов (температура, ветер, относительная влажность и т. д.) с учетом суточной и сезонной нестационарности по одномерным распределениям и корреляциям. Проведенное тестирование показало приемлемое качество моделей.

На основе метода условных распределений разработан устойчивый алгоритм численного моделирования однородных гауссовских полей на регулярных сетках большого размера. Алгоритм построен с учетом возможности его реализации на многопроцессорных вычислительных машинах. Исследованы некоторые свойства оценок корреляционных функций реальных квазипериодических процессов. Построены алгоритмы моделирования периодически коррелированных процессов на точечных потоках.

Выполнено численное статистическое моделирование переноса солнечного излучения в атмосферной облачности с учетом особенностей, вызванных поляризацией света. В проведенных вычислительных экспериментах определялись угловые распределения для поляризованного излучения рассеянного вниз и вверх различными типами жидко-капельных и кристаллических облаков. Методом Монте-Карло оценивались угловые распределения для параметров Стокса, степени поляризации и направления преимущественной поляризации. Перспективная цель исследований — разработка эффективных методов исследования фазового состава облаков, размеров и формы частиц облачного аэрозоля на основе характеристик рассеянного излучения.

Изучены численные модели бинарных случайных полей на основе пороговых преобразований гауссовских функций. Представлены результаты вычислительного эксперимента по оцениванию параметров моделей и имитации наблюдаемых полей. Исследуемые модели могут быть использованы для анализа и синтеза текстур, для имитации стохастической структуры атмосферной облачности, а также при решении других задач, где возникает проблема статистического анализа и построения моделей бинарных случайных полей.

Разработана новая методика статистической обработки пространственно-временных сигналов магнитно-резонансной томографии. Как показали результаты вычислительных экспериментов, разработанная методика является эффективной при достаточно высоком уровне шумов.

Разработан алгоритм статистического моделирования переноса солнечной радиации в анизотропной рассеивающей среде с учетом многократного рассеяния. Получены результаты вычислительного эксперимента для сред, состоящих из ледяных кристаллов, представляющих собой гексагональные цилиндры с различной ориентацией в пространстве. Локальные оптические характеристики анизотропной среды (индикатрисы и сечения рассеяния) вычислялись на основе геометрооптического подхода. Проведено сравнение радиационных свойств облачности для кристаллов с изотропной ориентацией в горизонтальной плоскости и в пространстве. На примере задачи аэрокосмического лазерного зондирования облачности изучено влияние ориентации кристаллов на нестационарный сигнал обратного рассеяния для случая однослойной кристаллической облачности и двухслойной облачности, когда кристаллическое облако находится на большой высоте над жидкокапельным облаком.

Построены новые алгоритмы оптимизации локальных оценок метода Монте-Карло для решения нестационарных задач лазерного зондирования природных сред. Для понижения трудоемкости алгоритмов предложена оптимизация локальных оценок путем интегрирования на основе дискретно-стохастической версии «выборки по важности»

в сочетании с вариантом метода «расщепления». Выполнена серия вычислительных экспериментов, иллюстрирующих эффективность предложенной оптимизации.

Разработан новый стохастический бессеточный метод решения краевых задач на основе рандомизации метода фундаментальных решений Купрадзе и разработанного нами ранее стохастического метода сингулярных разложений для матриц большой размерности. 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. Существенным достоинством метода является его способность рассчитывать все поле решений для всех известных граничных условий, и для любых краевых задач, для которых известно фундаментальное решение.

Для моделирования равновесной структуры, фазовых переходов и процессов диффузии в наночастице ионного соединения, заключенной в матрицу оксида, построена и исследована модель, в которой динамика данных процессов представлена как случайная марковская цепь элементарных событий (адсорбция, реакция, диффузия и т.п.) на сетке трехмерной области поры. Проведены исследования по применению алгоритма метода ПСМ, основанного на методе мажорантной частоты для оптимизации расчетной схемы метода Метрополиса нахождения термодинамически равновесных характеристик.

Все основные результаты, полученные в 2010 году, являются новыми. Эти результаты соответствуют мировому уровню исследований в области численного статистического моделирования для изучения процессов переноса излучения в стохастических рассеивающих и поглощающих средах.

Результаты работ по проектам РФФИ

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

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

Получены выражения для условно-оптимальных параметров рандомизированного итерационного метода решения «больших» систем линейных уравнений, получающихся при дискретизации интегрального уравнения Фредгольма второго рода. Уточнены полученные ранее результаты тестовых расчетов по изучению многоуровневого метода приближения интеграла, зависящего от параметра. Получено явное представление для корреляционного тензора случайного частично однородного поля смещений, являющегося решением третьей краевой задачи статической теории упругости в полупространстве со случайными данными на границе. На основе стохастической модели *Self Organizing Maps* (самоорганизующиеся карты) были разработаны новые методы построения движущихся структурированных адаптивных сеток в двумерном пространстве и «стационарных» структурированных сеток в трехмерном пространстве. Методы были реализованы в программном модуле *AITricks GeomRandom*, проведены соответствующие модельные эксперименты. Эти эксперименты показали, что качество итоговых адаптивных сеток сравнимо с качеством сеток, полученных традиционными дифференциальными методами (при этом предлагаемые дискретно-стохастические алгоритмы способны охватить более сложные физические области). Разработан «рекуррентный» подход для получения аналитических выражений для усредненных наиболее вероятных положений узлов адаптивной сетки в простейшем одномерном случае. Разработаны технологии конструирования моделируемых вероятностных плотностей. Эти технологии также использованы в программном модуле *AITricks GeomRandom*.

Проект РФФИ 08-01-00846-а «Разработка и применение весовых методов статистического моделирования в стохастических задачах теории переноса»
(Руководитель — д.ф.-м.н. Б.А. Каргин)

Разработаны алгоритмы численного стохастического моделирования векторных стационарных негауссовских рядов, которые позволяют воспроизводить изменение во времени совокупности непрерывных и дискретных оптикофизических и метеорологических величин, в частности, общей стохастической облачности. Для адекватного описания одномерных распределений используются их представления в виде смеси нормальных распределений, а также специальные пороговые преобразования гауссовских процессов. Модели ориентированы на применение при интерпретации результатов радиационного и климатического моделирования.

Разработан алгоритм статистического моделирования переноса солнечной радиации в анизотропной рассеивающей среде с учетом многократного рассеяния. Получены результаты вычислительного эксперимента для сред, состоящих из ледяных кристаллов, представляющих собой гексагональные цилиндры с различной ориентацией в пространстве. Локальные оптические характеристики анизотропной среды (индикатрисы и сечения рассеяния) вычислялись на основе геометрооптического подхода. Проведено сравнение радиационных свойств облачности для кристаллов с изотропной ориентацией в горизонтальной плоскости и в пространстве. На примере задачи аэрокосмического лазерного зондирования облачности изучено влияние ориентации кристаллов на нестационарный сигнал обратного рассеяния для случая однослойной кристаллической облачности и двухслойной облачности, когда кристаллическое облако находится на большой высоте над жидкокапельным облаком.

Проект РФФИ 08-05-00963-а «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)

Основные результаты получены в области моделирования сигналов лидарного зондирования для различных типов облачности, исследовании оптических свойств кристаллических облаков и особенностей переноса излучения в облачной атмосфере с учетом поляризации и взаимодействия с подстилающей поверхностью.

Проект РФФИ 09-01-120028-офи «Стохастическое моделирование и экспериментальное исследование процессов формирования новой фазы, роста кластеров и nanoостровковых структур на поверхности кристаллов, свойств дислокаций, образования и морфологии молекулярных и аэрозольных агрегатов»
(Руководитель — д.ф.-м.н. К.К. Сабельфельд)

В данном междисциплинарном проекте РФФИ мы развили методы стохастического моделирования для анализа дифракционных сигналов рентгеновского излучения на краевых и винтовых дислокациях, а также различных процессов формирования новой фазы типа критических зародышей, и роста нанопроводников и кластеров, других nanoостровковых структур на поверхности кристаллов. Работы проводились в тесном сотрудничестве с группами физиков-экспериментаторов из Института твердотельной электроники им. Пауля Друде (Берлин) и Института химической кинетики и горения СО РАН (Новосибирск). Развитый математический аппарат дал хорошее согласие с результатами экспериментов и открыл новые возможности анализа различных наноразмерных структур с помощью рентгеновской дифракции и фотolumинисценции.

Построенные новые стохастические алгоритмы позволяют моделировать системы очень высокой размерности, в частности, построенный метод спектрального разложения больших матриц позволил смоделировать случайные дислокации, краевые и винтовые, а также провести детальное численное исследование микротечений в пористой среде и транспорта субмикронных частиц.

Разработан стохастический метод решения обратных задач, основанный на ортогональном проектировании на случайные гиперплоскости и оптимальном выборе этих случайных многообразий. Метод использован для решения нелинейной системы уравнений Смолуховского и его частного случая — системы Беккера–Деринга. Трудность решения этой системы — в ее очень большой размерности — число диффундирующих адатомов и кластеров на поверхности кристаллической решетки в наших моделях достигает нескольких миллионов. Построенный метод решает такие задачи достаточно быстро и с высокой точностью, что выгодно отличает его от прямого монте-карловского алгоритма типа Метрополиса, традиционно применяющегося для моделирования процессов коагуляции. Сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными по образованию критических зародышей кластеров дало очень хорошее согласие.

Создан стохастический алгоритм моделирования течений в пористых средах и исследована задача о длинных корреляциях поля течений в пористой среде, которая описывается с помощью уравнения Дарси со случайным коэффициентом гидравлической проницаемости. Детальное моделирование поля течений и расчет статистических характеристик для эйлеровых и лагранжевых скоростей и поля концентраций примеси обнаружило наличие длинных корреляций и аномальную диффузию в тонких по вертикали и протяженных по горизонтали слоях.

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

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

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 новый рандомизированный метод построения сингулярных разложений для матриц большой размерности, на основе которого разработаны эффективные алгоритмы моделирования неоднородных случайных полей путем решения задачи на собственные значения для корреляционного оператора. 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 экспериментальными данными для различных типов кристаллов.

Исследована задача о длинных корреляциях поля течений в пористой среде, которая описывается с помощью уравнения Дарси со случайным коэффициентом гидравлической проницаемости. Детальное моделирование поля течений и расчет статистических характеристик для эйлеровых и лагранжевых скоростей и поля концентраций примеси

обнаружило наличие длинных корреляций и аномальную диффузию в тонких по вертикали и протяженных по горизонтали слоях.

Дано точное решение задачи о поведении упругого полупространства под воздействием случайных поверхностных сил различной структуры, включая белый шум и случайные поля с периодической корреляционной структурой, представляющей модель точечных дефектов на границе раздела кристаллов.

Построены приближенные формулы для вычисления средних от функционалов на решениях стохастических дифференциальных уравнений на основе вывода формул интегрирования, точных для функционалов полиномиального вида.

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)

См. в отчете лаб. численного моделирования сейсмических полей.

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

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

См. в отчете лаборатории методов Монте-Карло.

Публикации

Центральные издания

- [1] Prigarin S.M., Oppel U.G. Monte Carlo simulation of angular characteristics for polarized radiation in water-drop and crystal clouds // Оптика атмосферы и океана. — 2010. — Т. 23, № 4. — С. 243–247.
- [2] Огородников В.А., Пригарин С.М., Родионов А.С. Квазигауссовская модель сетевого трафика // Автоматика и телемеханика. — 2010. — № 3. — С. 117–130.
- [3] Бреднихин С.А., Медведев И.Н., Михайлов Г.А. Оценка параметров критичности ветвящихся процессов методом Монте-Карло // Журн. вычисл. математики и мат. физики. — 2010. — Т. 50, № 2. — С. 1–13.

Зарубежные издания

- [1] Vesala T., Kljun N., ..., Sabelfeld, K. et al. Modelling of Pollutants in Complex Environmental Systems. Volume II. — ILM Publications. — 2010. — 512 p.
- [2] Ogorodnikov V.A., Derenok K.V., Tolstykh U.I. Special numerical models of discrete random series // Rus. J. Numer. Anal. and Math. Modell. — 2010. — Vol. 25, № 4. — P. 359–373.
- [3] Shalimova I.A., Sabelfeld K.K. Elastic 3D half-space with correlated defects on the boundary // Physica A. — 2010. — Vol. 389, № 21. — P. 4436–4449.
- [4] Hahn K.R., Prigarin S.M., Rodenaker K., Hasan K.M. Denoising for diffusion tensor imaging with low signal to noise ratios: method and Monte Carlo validation // Int. J. Biomathematics and Biostatistics. — 2010. — Vol. 1, № 1. — P. 63–81.
- [5] Kurbanmuradov O., Sabelfeld K. Stochastic flow simulation and particle transport in a 2D layer of random porous medium // Transport in Porous Media. — 2010. — Vol. 85, № 2. — P. 347–373.
- [6] Kaganer V.M., Sabelfeld K.K. X-ray diffraction peaks from correlated dislocations: Monte Carlo study of the dislocation screening // Acta Crystallographica. — 2010. — Vol. A66. — P. 703–716.

- [7] Kaganer V.M., Sabelfeld K.K. Diffraction peaks from correlated dislocations // Zeitschrift fuer Kristallographie. — 2010. — Vol. 225. — P. 581–587.
- [8] Sabelfeld K. Stochastic simulation for solving random boundary value problems and some applications // Lect. Notes Comput. Sci. — 2010. Vol. 5910. — P. 26–39: Large-Scale Scientific Computing.
- [9] Egorov A., Sabelfeld K. Approximate formulae for expectations of functional of solutions to stochastic differential equations // Monte Carlo Methods and Applications. — 2010. — Vol. 16, № 2. — P. 95–127.
- [10] Prigarin S.M., Martin A., Winkler G. Simulation of binary random fields with Gaussian numerical models // Ibid. — P. 129–142.
- [11] Sabelfeld K., Loshina N. Stochastic iterative projection methods for large linear systems // Monte Carlo Methods and Applications. — 2010. — Vol. 16, № 3–4. — P. 343–359.
- [12] Kargin B.A., Kargin A.B., Lavrov M.V. Monte Carlo modeling in the problem of lidar remote sensing of the clouds from satellites // SPIE. — 2010. — Vol. 7827. — P. 7827OT-01–7827OT-13.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Kargin B.A., Kargin A.B., Lavrov M.V. Statistical modelling in problems of lidar remote sensing of crystal clouds from satellites // Proc. Fifth Int. Conf. ANMM-2010 «Analytical and numerical methods for modelling natural and social problems» / Ed. I.V. Boikov. — Penza, 2010. — P. 63–69.
- [2] Огородников В.А., Деренок К.В., Хлебникова Е.И. Численные стохастические модели совместных негауссовских рядов метеозаписей с учетом периодической зависимости параметров распределений от времени // Сб. мат. VI Междунар. науч. конгр. Гео-Сибирь-2010. — Новосибирск: Изд. СО РАН, 2010. — Т. 4, Ч. 1. — С. 13–17.

Прочие публикации

- [1] Булгакова Т.Е. Условная оптимизация одного итерационного алгоритма, связанного с рандомизацией «больших» матриц // Тр. конф. молодых ученых. — Новосибирск, 2010. — С. 11–21.

Сдано в печать

- [1] Куценогий К.П., Левыкин А.И., Куценогий П.К. Моделирование формирования спектра размеров аэрозольных частиц нано- и субмикронного размера // Химическая физика (в печати).
- [2] Sabelfeld K. Stochastic Algorithms in Linear Algebra — beyond the Markov Chains and von Neumann — Ulam Scheme // Large-Scale Scientific Computing: Lect. Notes Comput. Sci. — 2011. — Vol. 6646. — P. 14–28.
- [3] Sabelfeld K., Mozartova N. Sparsified Randomization Algorithms for low rank approximations and applications to integral equations and inhomogeneous random field simulation // Mathematics and Computers in Simulation (принято в печать).
- [4] Kaganer V.M., Sabelfeld K.K. Short range correlations of misfit dislocations in the X-ray diffraction // Physica Status Solidi. 2010 (принята в печать).
- [5] Войтишек А.В., Хмель Д.С. Аналитическое описание применения одномерной схемы Т. Кохонена для построения адаптивных сеток // СибЖВМ. — 2011. — Т. 14, № 2 (принята в печать).
- [6] Войтишек А.В., Бессмельцев М.В. Технологии построения моделируемых вероятностных плотностей // Вычислительные технологии. — 2011. — Т. 16, № 4 (принята в печать).
- [7] Бреднихин С.А., Каргин Б.А. Моделирование методом Монте-Карло радиационного переноса тепла в околозвездной среде // Вестник НГУ. Сер. математика, механика, информатика. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010 (принята в печать).
- [8] Каблукова Е.Г., Каргин Б.А. Оптимизация локальных оценок метода Монте-Карло для задач лазерного зондирования рассеивающих сред // Вычислительные технологии. — 2011.

- [9] Kargin B.A. Monte Carlo Modelling of Optical Radiation Propagation in Stochastic Scattering Media // Proc. of XY International Symposium on Antennas and Propagation. — Macao, 2010 (in press).

Общее количество публикаций

Центральные издания	—	3
Зарубежные издания	—	12
Материалы междунар. конференций	—	2

Участие в конференциях и совещаниях

1. Вторая молодежная международная научная школа-конференция, посвященная памяти академика М.М. Лаврентьева — 1 пленарный доклад (Сабельфельд К.К.).
2. Seventh International Conference on Numerical Methods and Applications, Borovets, Bulgaria, August 20–24, 2010. — 2 доклада (Сабельфельд К.К. (пленарный), Моцартова Н.С.).
3. 26th European Crystallographic Meeting, Darmstadt, 29 August–2 September, 2010. — 1 доклад (Сабельфельд К.К.).
4. European Powder Diffraction Conference EPDIC 12, Darmstadt, 27–30 August, 2010. — 1 доклад (Сабельфельд К.К.).
5. 10th Biennial Conference on High Resolution X-Ray Diffraction and Imaging, University of Warwick (UK), 20th–23rd September, 2010. — 1 доклад (Сабельфельд К.К.).
6. Deutsche Tagung fuer Forschung mit Synchrotronstrahlung, Neutronen, und Ionenstrahlen. Freie Universitaet Berlin, 24–26 Februar, 2010. — 1 доклад (Сабельфельд К.К.).
7. Международная конференция ENVIROMIS-2010, Томск, 2010. — 1 доклад (Огородников В.А.).
8. XVII Рабочая группа «Аэрозоли Сибири», Томск, 23–26 ноября 2010. — 2 доклада (Огородников В.А., Левыкин А.И.).
9. 6 Международный конгресс «ГеоСибирь-2010», Новосибирск, 19–23 апреля 2010. — 1 доклад (Огородников В.А.).
10. Конференция молодых ученых Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск, 27–29 апреля 2010. — 1 доклад (Булгакова Т.Е.).
11. International symposium SPIE Remote Sensing 2010, Toulouse, France, September, 2010. — 1 доклад (Каргин Б.А., Каргин А.Б., Лавров М.В.).
12. V Международная научно-техническая конференция «Аналитические и численные методы моделирования естественнонаучных и социальных проблем», Пенза, октябрь 2010. — 1 доклад (Каргин Б.А., Каргин А.Б., Лавров М.В.).

Всего докладов	—	14
в т. ч. пленарных	—	2

Участие в оргкомитетах конференций

1. А.В. Войтишек — член оргкомитета конференции молодых ученых ИВМиМГ СО РАН.
2. А.В. Войтишек — член программного комитета Международной конференции «Студент и научно-технический прогресс» (МНСК).
3. К.К. Сабельфельд — член программного комитета 7-й международной конференции по численным методам и приложениям (7th International conference on Numerical Methods and Applications).

4. К.К. Сабельфельд — член программного комитета Второй молодежной международной научной школы-конференции «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач».

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

1.	Каргин Б.А.	зав. лаб.,	д.ф.-м.н.
2.	Сабельфельд К.К.	гнс,	д.ф.-м.н.
3.	Огородников В.А.	гнс,	д.ф.-м.н.
4.	Войтишек А.В.	внс,	д.ф.-м.н.
5.	Пригарин С.М.	внс,	д.ф.-м.н.
6.	Левыкин А.И.	снс,	к.ф.-м.н.
7.	Шалимова И.А.	снс,	к.ф.-м.н.
8.	Ухинова О.С.	нс,	к.ф.-м.н.
9.	Каблукова Е.Г.	мнс	
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 НГУ
Левыкин А.И.	—	ст. преподаватель НГУ

Руководство аспирантами

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

Руководство студентами

Хмель Д.С.	—	5 курс ММФ НГУ (Войтишек А.В.)
Малицкая Н.С.	—	5 курс ММФ НГУ (Войтишек А.В.)
Шевелева О.С.	—	6 курс ММФ НГУ (Левыкин А.И.)
Митрофанов А.С.	—	5 курс ММФ НГУ (Левыкин А.И.)
Зарубин А.Г.	—	5 курс ММФ НГУ (Пригарин С.М.)
Че Н.К.	—	5 курс ММФ НГУ (Пригарин С.М.)
Базаров К.Б.	—	5 курс ММФ НГУ (Пригарин С.М.)
Литвенко К.В.	—	5 курс ММФ НГУ (Пригарин С.М.)

Ильина А.А.	—	6 курс ММФ НГУ (Огородников В.А.)
Каргаполова Н.А.	—	6 курс ММФ НГУ (Огородников В.А.)
Рожко Н.А.	—	5 курс ММФ НГУ (Огородников В.А.)
Пригарин А.С.	—	5 курс ММФ НГУ (Огородников В.А.)

Защиты дипломников

Константинов П.В.	—	магистрант (Пригарин С.М.)
Ильина А.А.	—	магистрант (Огородников В.А.)
Каргаполова Н.А.	—	магистрант (Огородников В.А.)
Хмель Д.С.	—	бакалавр (Войтишек А.В.)
Малицкая Н.С.	—	бакалавр (Войтишек А.В.)
Лавров М.В.	—	магистрант (Каргин Б.А.)
Зарубин А.Г.	—	бакалавр (Пригарин С.М.)
Че Н.К.	—	бакалавр (Пригарин С.М.)
Рожко Н.А.	—	специалист (Огородников В.А.)
Пригарин А.С.	—	бакалавр (Огородников В.А.)

Учебная и методическая литература

- [1] Войтишек А.В. Основы метода Монте-Карло. — Новосибирск: Изд-во НГУ, 2010.

Премии и награды

1. Ильина А.А. — диплом первой степени Международной конференции «Студент и научно-технический прогресс», Новосибирск, НГУ, апрель 2010 года.
2. Каргаполова Н.А. — диплом третьей степени Международной конференции «Студент и научно-технический прогресс», Новосибирск, НГУ, апрель 2010 года.
3. Хмель Д.С. — диплом третьей степени Международной конференции «Студент и научно-технический прогресс», Новосибирск, НГУ, апрель 2010 года.

Лаборатория вычислительной физики

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

Важнейшие достижения

Разработаны и исследованы алгоритмы моделирования нелинейных волновых процессов в двухфазных парожидкостных средах, допускающие устойчивое численное интегрирование на длительные временные интервалы для больших диапазонов приложенных внешних давлений.

(д.ф.-м.н. В.П. Ильин, к.ф.-м.н. Г.В. Демидов, И.А. Шмаков)

Отчет по этапам НИР, завершённым в 2010 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.2.2. «Разработка параллельных и распределённых компьютерных технологий для задач математического моделирования на основе кластерных супер-ЭВМ»

(№ 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 технологии распараллеливания и структуры данных для решения краевых задач на адаптивных квазиструктурированных сетках в двумерных (плоских или осесимметричных) областях со сложной конфигурацией границы. Адаптивность предложенной квазиструктурированной сетки достигается за счет ее модификации вблизи границы и за счет регулировки плотности узлов в подобластях.

Реализованы и исследованы параллельные алгоритмы для итерационного решения симметричных и несимметричных систем линейных алгебраических уравнений с разреженными матрицами высокого порядка, возникающими при сеточных аппроксимациях трехмерных задач теплопроводности.

Построены эффективные алгоритмы и программы для численного моделирования интенсивных пучков заряженных частиц с повышенной точностью, основанные на выделении прикатодной особенности. Предложен и реализован новый метод решения системы нелинейных уравнений, возникающих из аппроксимации условий для потенциала и его нормальных производных на границе сопряжения прикатодной и основной подобластей. Проведены численные эксперименты, показывающие высокую точность расчетов.

Разработаны концепция и технологии построения проблемно-независимой библиотеки сеточных генераторов для многомерных краевых задач со сложными конфигурациями расчетных областей с целью интеграция различных сеточных генераторов для широкого круга 2D и 3D приложений с удобными средствами управления, задания исходных данных и анализа построенной сетки. Предложена структура библиотеки, позволяющая автоматизировать работу с ней пользователям различного уровня подготовки.

Предложены модели движения парового пузырька в несжимаемой жидкостной ячейке, на границе которой мгновенно приложено внешнее давление. Разработаны алгоритмы решения данной модели на основе двухуровневого итерационного процесса для реализации неявных схем с конечно-объемной аппроксимацией краевой задачи на динамических сетках. Проведены результаты численных экспериментов по решению методических примеров и по моделированию характерных волновых процессов.

Проведено экспериментальное исследование эффективности применения конечно-элементных базисных функций различных порядков на тетраэдральных сетках при моделировании трехмерного электромагнитного поля в частотной области.

Проведено исследование методов неполной блочной факторизации для решения систем линейных алгебраических уравнений, возникающих при аппроксимации комплексного уравнения Гельмгольца.

Найдено точное значение векторного потенциала в проводящем осесимметричном теле, помещенном в соосное магнитное поле, меняющееся по времени по гармоническому закону, которое представляется в виде суммы одного из двух сходящихся рядов, где первый член одного ряда — векторный потенциал внешнего магнитного поля, а первый член другого ряда — векторный потенциал внешнего магнитного поля, экранированного сверхпроводящим телом.

Построено интегральное уравнение, определяющее соосное магнитное поле вблизи поверхности сверхпроводящего осесимметричного тела и скорость жидкости вблизи поверхности осесимметричного тела, помещенного соосно потоку идеальной жидкости.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ 08-01-00526 «Вычислительные методы и технологии для решения больших задач математической физики»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.П. Ильин)

Предложены (теоретически) и экспериментально исследованы итерационные методы в подпространствах Крылова для решения больших систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) с разреженными несимметричными матрицами, основанные на принципах А-ортогонализации типа Арнольди и Ланцоша: A-FOM, A-GMRES, A-QMR, A-BiCRStab, методы полусопряженных направлений и некоторые другие, использующие экономичные адаптивно определяемые параметризованные предобуславливатели. Разработаны концепция и первая версия библиотеки алгебраических процедур Krylov в рамках БСМ для решения широкого спектра СЛАУ, представляемых в международных сжатых форматах.

Разработаны общая структура и основные инструментальные компоненты системы геометрического и функционального моделирования (СГФМ) в рамках БСМ, реализуемой по принципу интеллектуального графического редактора для интерактивного задания и модификации геометрических и функциональных объектов описания математических постановок сложных многомерных начально-краевых задач. Разработаны принципы и некоторые программные компоненты библиотеки сеточных генераторов DELAUNEY для построения квазиструктурированных адаптивных сеток в многомерных областях со сложными кусочно-гладкими границами.

Создано математическое и программное обеспечение для решения широкого круга электрофизических задач: моделирование источника импульсного сильноточного электронного пучка в газовой среде, расчет гармонического электромагнитного поля в осесимметричном теле с конечной проводимостью, а также решение трехмерной системы уравнений Максвелла в частотной области, при наличии сред с контрастными материальными свойствами и смешанного типа граничных условий.

Разработаны и экспериментально исследованы монотонные устойчивые конечно-объемные схемы для моделирования нелинейных волновых процессов в двухфазной парожидкостной среде. Предложены и исследованы компактные конечно-объемные аппроксимации четвертого порядка точности для волновых уравнений различной размерности. Разработан пошаговый метод решения эволюционных уравнений на основе преобразований Лагерра.

Предложены, реализованы и исследованы новые параллельные итерационные алгоритмы в подпространствах Крылова для решения многомерных сеточных СЛАУ на основе применения экономичных многофронтальных предобуславливателей и декомпозиции областей в пространстве следов с параметрическими условиями сопряжения на внутренних границах подобластей.

Проект РФФИ № 10-01-90009-Бел-а «Вычислительные методы и технологии для решения больших задач математической физики»
(Руководитель — д.ф.-м.н. В.М. Свешников)

Предложены новые подходы к решению нелинейной задачи о нахождении подвижной плазменной границы. Они основаны на декомпозиции расчетной области на прикатодную и основную подобласти. Решение в прикатодной подобласти строится по антипараксиальным разложениям В.А. Сырового, а в основной подобласти находится численно. Сшивку решений предлагается осуществлять на основе решения нелинейного уравнения Пуанкаре–Стеклова, определенного на границе между подобластями. Разработан экономичный вариант метода спуска для решения данного уравнения, который требует решения всего одной вспомогательной задачи на каждом приближении.

Разработаны алгоритмы оптимизации на основе метода внутренних точек, учитывающие особенности задач синтеза электронно-оптических систем с плазменным эмиттером, поставленных белорусскими партнерами. Типичной функцией цели в таких задачах являются размеры электронного пучка на выходе и его ток. Задача минимизации функции цели решается при заданных нелинейных функциональных ограничениях, накладываемых на такие варьируемые параметры, как, например, геометрия электродов, потенциалы на них, положение кроссовера пучка и другие. На примере решения тестовой задачи об электронной пушке Пирса с известным аналитическим решением были отработаны методики решения данных задач.

Разработан новый вариант итерационного метода декомпозиции для решения краевых задач на квазиструктурированных сетках. При этом элементы интерфейсной матрицы не вычисляются, а используется лишь ее действие на вектор, заданный на интерфейсе. Разработана технология применения широкого спектра итерационных методов в подпространствах Крылова для решения СЛАУ на интерфейсе и созданы структуры данных, обеспечивающие эффективное проведение итерационного процесса.

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)

Разработан и исследован параллельный комбинированный (с применением прямых и итерационных процедур) метод решения СЛАУ, возникающих при аппроксимациях двумерных краевых задач теории потенциала на квазиструктурированных сетках, допускающих разделение переменных в подобластях. Для предложенных методов получены оценки вычислительной сложности, коммуникационных потерь и эффективности распараллеливания на многопроцессорных вычислительных системах (МВС) с распределенной памятью. Высокая производительность и масштабируемость программных реализаций алгоритмов демонстрируется результатами численных экспериментов на представительной серии методических задач. Показано, что предложенные подходы обобщаются на случай трехмерных краевых задач.

Предложен и исследован алгебраический метод декомпозиции областей, как с наложением, так и без наложения, использующий различные типы внутренних краевых условий (Дирихле, Неймана и третьего рода) на границах подобластей. Для данных алгоритмов проведены оценки скорости сходимости итераций, а также эффективности распараллеливания с учетом коммуникационных потерь. Выполнено экспериментальное исследование скорости сходимости двухуровневого итерационного алгоритма в зависимости от количества подобластей и соответствующих процессов, от количества узлов сетки и размерности решаемой СЛАУ, от величины перехлеста подобластей и вида используемого краевого условия сопряжения на смежных внутренних границах. Проведена апробация быстродействия численных методов на серии характерных трехмерных краевых задач, позволяющая сформулировать рекомендации по выбору счетных параметров.

Проект СО РАН № 1.3.4 «Вычислительные методы и технологии базовой системы математического моделирования (БСМ)»
(Руководитель — д.ф.-м.н. В.П. Ильин)

Создана вторая версия библиотеки Krylov для решения СЛАУ с разреженными матрицами большой размерности, представимых в международных сжатых форматах. Библиотека включает процедуры для решения симметричных и несимметричных, положительно определенных и знакоопределенных СЛАУ, основанные на предобусловленных итерационных методах в подпространствах Крылова: CGE, CRE, GMRESE, QMRE, BiCGE, BiCRE, BiCGStabE, BiCRStabE и некоторые другие. Алгоритмы используют или экономичную модификацию Айзенштата с адаптивным выбором внутреннего параметра, или определяемый пользователем предобуславливатель. Три библиотечные программы посланы в РОСПАТЕНТ на регистрацию (одно свидетельство уже получено). Библиотека проходит опытную эксплуатацию в ССКЦ СО РАН при авторском сопровождении.

Разработаны концепция и ряд оригинальных алгоритмов для библиотеки построения адаптивных квазиструктурированных сеток DELAUNEY, графического редактора GRED, обеспечивающего пользовательские диалоговые средства по заданию, модификации и контролю геометрических и функциональных данных, а также библиотеки конечно-объемных и конечно-элементных аппроксиматоров CHEBYSHEV, основанных на унифицированных и хорошо масштабируемых параллельных подходах с вычислением локальных матриц и сборкой глобальных СЛАУ для широкого круга многомерных задач математического моделирования.

Разработана версия пакета прикладных программ HELMHOLTZ для моделирования трехмерных электромагнитных полей в областях со сложными конфигурациями границ и контрастными материальными свойствами сред с типовыми физическими краевыми условиями и гармонической зависимостью от времени в широком диапазоне частот, на основе конечно-объемных и векторных конечно-элементных аппроксимаций различных порядков в смешанных векторных и скалярных постановках на неструктурированных сетках, а также блочно-предобусловленных специализированных итерационных алгоритмов в подпространствах Крылова.

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)

Созданы структуры данных и разработаны параллельные технологии проведения расчета потенциала электрического поля в задачах сильноточной электроники на ква-

зиструктурированных сетках, предложенных авторами проекта. Проведена реализация предложенных подходов. Введенные квазиструктурированные сетки дают существенную экономию вычислительных ресурсов (времени и требуемой памяти) при решении сложных практических задач с сильной неоднородностью и разномасштабностью по сравнению с расчетами на структурированных прямоугольных сетках. Решение линейной стационарной задачи, для которой разработаны параллельные технологии, требуется многократно при решении нелинейных задач сильноточной электроники, которые, в свою очередь, многократно решаются в задачах оптимизации. Поэтому некоторое усложнение алгоритмов и технологии распараллеливания, связанные с квазиструктурированными сетками, оправдано.

В составе графического интерфейса пакета ЭРА-DD разработаны средства автоматизации ввода исходных данных об интенсивном пучке заряженных частиц. Разработаны и реализованы алгоритмы расчета электрического поля, траекторий движения заряженных частиц и объемного заряда на квазиструктурированных сетках. Созданы структуры данных для расчета интенсивных пучков на таких сетках.

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)

В течение 2010 г. сотрудниками ИВМиМГ СО РАН проводились работы по интеграционному проекту ИП-59 Сибирского отделения РАН в трех основных направлениях. Первая часть включает создание новых моделей и алгоритмов, а также проведение численных экспериментов по изучению волновых процессов в парожидкостной среде для одномерной ячеистой модели в сферической системе координат. Дальнейшее развитие подходов реализовано в следующих направлениях: решение уравнения Навье–Стокса в паре, использование гамильтонова формализма для описания динамики границы пузырька, аппроксимация субстанциальной производной в уравнении теплопроводности методом обратных псевдохарактеристик на динамической лагранжевой сетке и др.

На основе моделирования исследуется динамика изменения радиуса пузырька, а также временные и пространственные распределения температуры и давления. Разработанное математическое и программное обеспечение допускает простое обобщение физической и вычислительной моделей для углубленного изучения влияния различных факторов на характеристики многофазных сред, в широком диапазоне изменения радиуса пузырька и приложенного внешнего давления.

Второе направление посвящено разработке и исследованию устойчивых методов повышенной точности для решения интегро-дифференциального уравнения Картевега-де-Вриза с экономичным рекуррентным вычислением интеграла Дюамеля, а также численному моделированию распространения волн в парожидкостной среде с учетом дисперсионных и диссипативных процессов.

Третья часть работы связана с построением вычислительных алгоритмов и технологий для моделирования многомерных нестационарных процессов на адаптивных неструктурированных криволинейных сетках при различных конфигурациях волн и деформациях пузырьков. В силу значительной ресурсоемкости данного класса задач, для их решения создаются параллельные алгоритмы высокой производительности для реализации на многопроцессорных и многоядерных вычислительных системах с общей и распределенной памятью.

Публикации

Центральные издания

- [1] Свешников В.М. Параллельные алгоритмы и технологии расчета интенсивных пучков заряженных частиц на многопроцессорных суперЭВМ // Прикладная физика. — 2010. — № 3. — С. 56–60.
- [2] Беляев Д.О., Козырев А.Н., Свешников В.М. Пакет прикладных программ ЭРА-DD для решения двумерных краевых задач на квазиструктурированных сетках // Вестн. НГУ. Сер. Информационные технологии. — 2010. — Т. 8, вып. 1. — С. 3–11.
- [3] Ильин В.П. Модели, алгоритмы и технологии решения задач электромагнетизма // Прикладная физика. — 2010. — № 4. — С. 13–21.
- [4] Ильин В.П. Что такое вычислительная наука? // Вестник РАН. — 2010. — Т. 80, № 4. — С. 329–336.
- [5] Ильин В.П. Экзапроблемы математического моделирования // Вестник ЮУрГУ. Сер. Математическое моделирование и программирование. — 2010. — № 35 (211), вып. 6. — С. 28–39.
- [6] Gasenko V.G., Il'in V.P., Nakoryakov V.E. Numerical analysis of the vapour bubble dynamics // J. Engineering Thermophysics. — 2010. — Vol. 19, № 4. — P. 92–99.
- [7] Скопин И.Н. Роль игры в методике обучения руководству проектной деятельностью // Наука и образование. — 2010. — № 1 (57). — С. 74–77.
- [8] Демидов Г.В., Мартынов В.Н. Пошаговый метод решения эволюционных задач с использованием функций Лаггера // СибЖВМ. — 2010. — Т. 13, № 4. — С. 413–422.

Зарубежные издания

- [1] Sveshnikov V. M. A construction of direct and iterative decomposition methods // J. Applied and Industrial Mathematics. — 2010. — Vol. 4, № 3. — P. 1–12.
- [2] Свешников В.М. Некоторые вопросы численного моделирования интенсивных пучков заряженных частиц // Вестн. Херсонского нац. техн. ун-та. — 2010. — Т. 3, вып. 39. — С. 425–429.
- [3] Скопин И.Н. Имитационное моделирование развивающихся систем с активными элементами // Там же. — С. 430–436.
- [4] Demidov G.V., Martynov V.N. A step-by-step method with Laguerre functions for solving time-dependent problems // Numerical Analysis and Applications. — 2010. — Vol. 3, № 4. — P. 336–343.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Свешников В.М. Параллельные технологии решения краевых задач на квазиструктурированных сетках // Научный сервис в сети Интернет: суперкомпьютерные центры и задачи: Тр. Междунар. суперкомпьютерной конф. Новороссийск, 20–25 сентября 2010 г. — М.: Изд-во МГУ, 2010. — С. 238–241.
- [2] Перевозкин Д.В., Панченко Н.В. Параллельные итерационные альтернирующие методы для решения трехмерного диффузионно-конвективного уравнения // Параллельные вычислительные технологии (ПАВТ'2010): Тр. междунар. науч. кон. (Уфа, 29 марта—2 апреля 2010 г.) [Электронный ресурс] — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ. — С. 584–590.

Прочие публикации

- [1] Ильин В.П., Свешников В.М. Delaunay:библиотека сеточных генераторов // Актуальные проблемы прикладной математики и механики: Тез. докл. Всерос. школы-конференции молодых исследователей и V Всерос. конф., посв. памяти акад. А.Ф. Сидорова. — Екатеринбург, 2010. — С. 40–41.
- [2] Ильин В.П., Ицкович Е.А. Моделирование волновых процессов в сферической парожидкостной ячейке // Тез. докл. Всерос. конф. «Теоретические основы и конструирование численных

алгоритмов решения задач математической физики», посв. памяти К.И. Бабенко. — М.: ИПМ РАН, 2010. — С. 39.

- [3] Бутюгин Д.С., Ильин В.П. Конечно-элементные решения различных порядков точности трехмерных задач электромагнетизма // Там же. — С. 16.
- [4] Горбенко Н.И. Метод неполной блочной факторизации для комплексного уравнения Гельмгольца // Там же. — С. 23.
- [5] Sveshnikov V. Numerical modeling of electron-optics systems with increased accuracy // Handbook Eight Int. Conf. on Charged Particle Optics. — Singapore, 2010. — P. 188.
- [6] Бутюгин Д.С. Базисные функции высоких порядков при решении смешанных задач электромагнетизма // Мат. XLVIII Междунар. науч. студ. конф. «Студент и научно-технический прогресс»: Математика. — Новосибирск, 2010. — С. 206.
- [7] Скопин И.Н. Иерархичность и моделирование развивающихся систем // Проблемы системной информатики: Сб. науч. тр. / Под ред. В.Н. Касьянова. — Новосибирск: Изд. Ин-т систем информатики, 2010. — С. 188–214.
- [8] Скопин И.Н. Иерархические отношения // Там же. — С. 215–240.
- [9] Ильин В.П. Об экзакпроблемах математического моделирования // CAD/CAM/CAE Observer. — 2010. — № 2 (54). — С. 85–92.

Патенты, базы данных, программы

- [1] Ильин В.П., Бутюгин Д.С., Петухов А.В. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2010610080 «Программа для решения системы линейных алгебраических уравнений предобусловленным методом сопряженных градиентов».
- [2] Ильин В.П., Бутюгин Д.С., Петухов А.В. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2010616214 «Программа PCR для решения системы линейных алгебраических уравнений предобусловленным методом сопряженных невязок».
- [3] Ильин В.П., Бутюгин Д.С., Петухов А.В. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2010616221 «Программа PGMRes для решения системы линейных алгебраических уравнений предобусловленным методом обобщенных минимальных невязок».

Общее количество публикаций

Центральные издания	— 8
Зарубежные издания	— 4
Материалы междунар. конференций	— 2
Программы	— 3

Участие в конференциях и совещаниях

1. Eight International Conference on Charged Particle Optics, Singapore, 12–16 July, 2010. — 1 доклад (Свешников В.М.).
2. International Conference Functional Materials and Nanotechnologies FMNT–2010, Riga, Latvia, 16–19 March, 2010. — 1 доклад (Свешников В.М.).
3. Международная конференция по математическому моделированию МКММ-2010, Херсон, Украина, 13–18 сентября 2010. — 2 доклада (Свешников В.М., Скопин И.Н.).
4. Международная суперкомпьютерная конференция «Научный сервис в сети Интернет: суперкомпьютерные центры и задачи», Новороссийск, Россия, 20–25 сентября 2010. — 1 доклад (Свешников В.М.).
5. Всероссийская школа-конференция молодых исследователей, в рамках V Всероссийской конференции «Актуальные проблемы прикладной математики и механики», посвященная памяти академика А.Ф. Сидорова, Абрау-Дюрсо, 14–18 сентября 2010. — 2 доклада (Ильин В.П., Свешников В.М.).
6. ХУІІІ Всероссийская конференция «Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов решения задач математической физики», посвященная памяти

- К.И. Бабенко, Абрау-Дюрсо, 14–18 сентября 2010. — 2 доклада (Ильин В.П., Бутюгин Д.С. Ицкович Е.А.).
7. Международная научная конференция «Параллельные вычислительные технологии 2010» ПаВТ-2010, Уфа, 29 марта–2 апреля 2010. — 2 доклада (Ильин В.П., Перевозкин Д.В.(2), Панченко Н.В.).
 8. Всероссийская молодежная научная конференция «Современные проблемы математики и механики», Томск, 13–15 октября 2010. — 2 доклада (Ильин В.П.).
 9. International conference «Recent problems in computational mathematics and mathematical modeling», Москва, 28–29 ноября 2010. — 1 доклад (Ильин В.П.).
 10. Всероссийская конференция «Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования», посвященная 85-летию академика Г.И. Марчука, Новосибирск, 10–11 июня 2010 г. — 1 доклад (Ильин В.П.).
 11. Научная школа-конференция памяти академика М.М. Лаврентьева, Новосибирск, 21–29 сентября 2010 г. — 2 доклада (Ильин В.П.).
 12. Международная конференция «Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования», Москва, 29–30 декабря 2010. — 1 доклад (Ильин В.П.).
 13. Международная конференция «Обратные задачи, моделирование и имитация IP&MS-2010», Турция, Анталия. 2010. — 1 доклад (Демидов Г.В.).
 14. Международная научная конференция «Моделирование-2010», Киев, 12–14 мая 2010. — 1 доклад (Савченко А.О.).

Всего докладов — 21

в т. ч. пленарных — 8

Участие в оргкомитетах

1. Свешников В.М. — член программного комитета Международной конференции по математическому моделированию МКММ-2010.
2. Ильин В.П. — член оргкомитета Международной научно-технической конференции «Аналитические и численные методы моделирования естественнонаучных и социальных проблем».
3. Ильин В.П. — член оргкомитета Международной научной конференции «Параллельные вычислительные технологии ПаВТ'2009».
4. Ильин В.П. — член оргкомитета Всероссийской конференции «Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования», посвященной 85-летию академика Г.И. Марчука.

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

1.	Свешников В.М.	зав. лаб.,	д.ф.-м.н.
2.	Ильин В.П.	гнс,	д.ф.-м.н.
3.	Гурьева Я.Л.	снс,	к.ф.-м.н.
4.	Савченко А.О.	снс,	к.ф.-м.н.
5.	Гололобова С.П.	нс 0.25 ст.,	к.т.н.
6.	Скопин И.Н.	нс 0.4 ст.	
7.	Петухов А.В.	мнс	
8.	Перевозкин Д.В.	мнс 0.25 ст.	
9.	Козырев А.Н.	мнс 0.25 ст.	
10.	Шмаков И.А.	мнс 0.25 ст.	

11. Демидов Г.В. — вед. инженер 0.5 ст., к.ф.-м.н.
12. Ицкович Е.А. — вед. программист
13. Бутюгин Д.С. — инженер 0.5 ст.
14. Тарасевич Л.М. — техник 1 кат.

Петухов А.В., Шмаков И.А., Перевозкин Д.В., Козырев А.Н. — 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

Руководство аспирантами

- Бессмельцев М.В. — 1 год, ИВМиМГ (В.П. Ильин)
Бутюгин Д.С. — 1 год, ИВМиМГ (В.П. Ильин)
Кандров Д.В. — 2 год, НГУ (И.Н. Скопин)

Защита дипломов

- Бутюгин Д.Н. — магистрант (В.П. Ильин)
Исаков А.А. — бакалавр (В.П. Ильин)
Еремеев И.М. — бакалавр (И.Н. Скопин)
Помелов С.В. — бакалавр (И.Н. Скопин)
Салмин А.И. — бакалавр (И.Н. Скопин)
Степанюк К. — бакалавр (И.Н. Скопин)

Руководство студентами

- Рыбдылов Б.Д. — 1 курс ММФ НГУ магистрант (В.М. Свешников)
Бровкина В.О. — 4 курс ММФ НГУ бакалавр (В.П. Ильин)
Рудюк Е.О. — 4 курс ММФ НГУ бакалавр (В.П. Ильин)
Пак Е.И. — 3 курс ММФ НГУ бакалавр (В.П. Ильин)
Панченко Н.В. — 2 курс ММФ НГУ магистрант (В.П. Ильин)
Исаков А.А. — 2 курс ММФ НГУ магистрант (В.П. Ильин)
Куртов Н.В. — 2 курс ФИТ НГУ магистрант (И.Н. Скопин)
Коняев Л. — 2 курс ФИТ НГУ магистрант (И.Н. Скопин)
Еремеев И.М. — 1 курс ММФ НГУ магистрант (И.Н. Скопин)
Помелов С.В. — 1 курс ММФ НГУ магистрант (И.Н. Скопин)
Степанюк К. — 1 курс ММФ НГУ магистрант (И.Н. Скопин)
Салмин А.И. — 1 курс ММФ НГУ магистрант (И.Н. Скопин)
Анисимова А.К. — 1 курс ФИТ НГУ магистрант (И.Н. Скопин)
Коденко Н.В. — 1 курс НГТУ магистрант (И.Н. Скопин)
Журко О.Ф. — 4 курс ММФ НГУ бакалавр (И.Н. Скопин)
Кульдин А.А. — 4 курс ФФ НГУ бакалавр (И.Н. Скопин)
Малюгин Д.С. — 4 курс ФФ НГУ бакалавр (И.Н. Скопин)

Лаборатория математических задач химии

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

Важнейшие достижения

Предложена новая математическая модель температурного поля цилиндрического источника тепла, размещенного в гидратосодержащем образце. В основе модели лежит двухтемпературная гомогенизация с учетом фазового перехода «газогидрат–вода»; каждой точке среды приписывается две температуры: температура осадочной породы (каркаса) и температура двухфазной системы «газогидрат–вода», взаимодействие между которыми осуществляется по закону ньютоновского теплообмена. Для описания фазового перехода в системе «газогидрат–вода» предлагается использовать нелинейное условие Стефана в энтальпийной постановке. Коэффициент теплообмена является нелинейной функцией температуры системы «газогидрат–вода» — за счет смачиваемости теплообмен в системе «каркас–вода» значительно выше, чем в системе «каркас–лед». Этот эффект приводит к значительным вычислительным трудностям, преодолеть которые позволило применение «неявной по теплообмену» разностной схемы. Описанный подход впервые позволил адекватно описать процесс плавления газогидрата с точки зрения сопоставления с экспериментальными данными.

(д.ф.-м.н. Ю.М. Лаевский, к.ф.-м.н. А.А. Калинин)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 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. «Экономичные численные методы решения стационарных и нестационарных задач тепломассопереноса и фильтрации двухфазной жидкости для многопроцессорных ЭВМ»

(Руководитель — д.ф.-м.н. Ю.М. Лаевский)

В 2010 г. были получены следующие результаты:

1. Предложена новая формулировка задачи и разработаны численные методы для определения поля давления и суммарной скорости фильтрации при наличии нагнетательных и эксплуатационных скважин. В частности Предложена новая формулировка задачи о скважинах с интегральными краевыми условиями для стационарного уравнения диффузии. В рамках смешанного метода конечных элементов построена сеточная аппроксимация задачи, изучены ее свойства. Данная модель явилась эвристической основой для развития модели фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости при наличии нагнетательных и эксплуатационных скважин.

2. Проведен численный анализ различных явных разностных схем сквозного счета для уравнения Баклея–Леверетта с разрывными решениями. Показано, что сеточное решение схемы Лакса–Вендроффа приближает разрывное неустойчивое решение уравнения Баклея–Леверетта при не слишком больших числах Куранта (порядка 0.6). Далее, были проведены эксперименты со схемой уголок и схемой Кабаре. Обнаружилось, что в области заведомой неустойчивости (число Куранта порядка 2) численное решение не разбалтывается, а выходит на одну из волн разряжения.

3. Разработаны новые разностные схемы для задачи о теплопереносе в газогидратах в рамках двухтемпературной модели. Было проведено исследование двухтемпературной

модели теплопереноса в газогидратах с переменным коэффициентом теплообмена. Предполагалось, что интенсивность теплообмена между пористой средой и газогидратом резко увеличивается при фазовом переходе. В связи с этим была разработана явно-неявная разностная схема с «неявностью по теплообмену».

4. Численно исследованы режимы стабилизации и пульсации фильтрационного горения газов с использованием полунеявных разностных схем. Проведена большая экспериментальная работа по изучению численных моделей процесса стабилизации фронта фильтрационного горения газа в неоднородной пористой среде. Обнаружен диапазон параметров, при котором стабилизация носит временный характер. Численно исследована модель фильтрационного горения газа в режиме низких скоростей при малых расходах горючего. Обнаружен диапазон параметров, при которых реализуется пульсационный режим горения.

5. Разработана трехмерная численная модель тепловой конвекции в верхней мантии Земли, основанная на системе уравнений первого порядка для определения теплового потока и температуры. Разработанная модель использовалась при моделировании термохронологии постколлизийного этапа Енисейского кряжа.

6. Проведены работы по кластерной реализации алгоритмов линейной алгебры, основанных на аддитивном методе Шварца. Разработана первая кластерная версия переобусловленного метода сопряженных градиентов с переобусловливателем типа аддитивного метода Шварца. Речь идет о блочном представлении матрицы с наложением блоков и их обращением процедурой PARDISO (прямой метод) из интеловской библиотеки MKL. В качестве тестовой базы использовались сеточные аппроксимации двумерного и трехмерного уравнения Пуассона и системы из коллекции Университета Флориды. Также проводились работы по тестированию известного параллельного пакета Spike и сравнению результатов с результатами собственного продукта.

7. Проведено исследование метода сферических гармоник с использованием модифицированной системы сферических функций. Найден специфический вариант сферических функций, имеющий существенные преимущества перед общеупотребительными сферическими функциями. Это позволяет существенно упростить тождественные операции в задачах, где зависящее от сферических координат решение ищется в виде разложения по сферическим функциям.

8. Разработан алгоритм поиска наилучших (в некотором смысле) кубатурных формул для сферы, инвариантных относительно группы вращений диэдра с инверсией D_{6h} .

Результаты работ по проектам РФФИ

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

На основе смешанной формулировки разработана трехмерная математическая модель тепловой конвекции в терминах «тепловой поток–температура». Разработанная модель использовалась при моделировании термохронологии постколлизийного этапа Енисейского кряжа.

Предложена новая формулировка задачи о скважинах с интегральными краевыми условиями для стационарного уравнения диффузии. В рамках смешанного метода конечных элементов построена сеточная аппроксимация задачи, изучены ее свойства.

Было проведено исследование двухтемпературной модели теплопереноса в газогидратах с переменным коэффициентом теплообмена. Предполагалось, что интенсивность теплообмена между пористой средой и газогидратом резко увеличивается при фазовом переходе.

Проведена большая экспериментальная работа по изучению численных моделей процесса стабилизации фронта фильтрационного горения газа в неоднородной пористой среде. Обнаружен диапазон параметров, при котором стабилизация носит временный характер. Численно исследована модель фильтрационного горения газа в режиме низких скоростей при малых расходах горючего. Обнаружен диапазон параметров, при которых реализуется пульсационный режим горения.

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

Предложен специфический вариант сферических функций, имеющий существенные преимущества перед общеупотребительными сферическими функциями. Это позволяет существенно упростить тождественные операции в задачах, где зависящее от сферических координат решение ищется в виде разложения по сферическим функциям. Приведен подробный список тождеств для сопутствующих присоединенных функций Лежандра. На конкретном примере проиллюстрировано применение сферических функций в предложенном варианте.

Построена новая квадратурная формула на основе нестандартного базиса из тригонометрических функций. Эта квадратура сопоставима по точности с квадратурной формулой Гаусса, ориентирована на общий с ней класс функций, но не имеет ничего общего с квадратурой для периодических функций, основанной тоже на тригонометрии. Для практического применения вычислены узлы и коэффициенты искомой квадратурной формулы до 20-го порядка.

Разработан алгоритм поиска наилучших кубатурных формул для сферы, инвариантных относительно группы вращений диэдра с инверсией D_{6h} . Проведены расчеты по этому алгоритму с целью определить параметры всех наилучших кубатурных формул данной группы симметрии до 23-го порядка точности n . При этом для $n = 3, 5, 7, 9, 11$ найдены точные значения параметров соответствующих кубатурных формул, а для $n = 13, 15, \dots, 23$ — приближенные.

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)

Завершена разработка параллельной кластерной трехмерной вычислительной модели фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости с учетом капиллярного давления и силы тяжести.

Завершена работа по теоретическому анализу задачи о скважинах для многомерного уравнения диффузии, и полученные результаты использованы в модели фильтрации.

Получены новые численные результаты для явных схем Лакса–Вендроффа и Кабаре в применении к уравнению Баклея–Левретта.

Характеристика первого результата основана на описании, изложенном в отчете за прошлый год. В 2010 г. была завершена разработка кластерной версии всей программы моделирования двухфазной фильтрации в трехмерном случае на кластере НКС-160. При этом комплекс включает модели скважин, о чем речь пойдет ниже. Как и ранее, получены зависимости производительности от числа процессоров при различных размерностях задачи. Результаты измерений производительности и масштабируемости

практически совпадает с результатами прошлого года — производительность улучшается пропорционально количеству процессоров с коэффициентом 0.8. Важной частью работ отчетного года является переход на кластер НКС-30Т ССКЦ ИВМиМГ СО РАН, в основе которого находится 128 4-х ядерных процессора Intel Xeon E5450, 3.0 ГГц (512 ядер). Следует отметить, что данный кластер постоянно модернизируется с целью увеличения общей производительности, что создает некоторые организационные неудобства при реализации проекта. Для данного кластера весьма перспективным представляется гибридное программирование, когда осуществляется комбинация вычислений на общей памяти (OpenMP) и на распределенной памяти (MPI). Процесс реализации вычислений на распределенной памяти для двумерного случая кратко описан в отчете прошлого года.

Также в рамках первого пункта результатов проводились работы по тестированию известных параллельных пакетов по решению СЛАУ (Spike, pARMS) и разработке собственного продукта, в основе первой версии которого лежит переобусловленный метод сопряженных градиентов с переобусловливателем типа аддитивного метода Шварца. Речь идет о блочном представлении матрицы с наложением блоков и их обращением процедурой PARDISO (прямой метод) из интеловской библиотеки MKL. В качестве тестовой базы использовались сеточные аппроксимации двумерного и трехмерного уравнений Пуассона и системы из известной коллекции Университета Флориды. При этом размерности векторов (для уравнения Пуассона) доводились до сотен миллионов. Детали по сравнительному анализу известных пакетов и по собственной разработке готовятся к публикации.

Второй результат касается исследования задачи о скважинах при заданных дебетах. Теоретические основы исследования были изложены в отчете прошлого года. Отметим, что основная идея исследования — рассмотреть задачу со скважинами в смешанной формулировке — была реализована в обсуждавшемся выше комплексе программ. При этом внесена «сглаживающая» модификация, позволяющая избежать сильных осцилляций.

Третий результат — продолжение исследований разностных схем для одномерной модели Баклея–Леверетта. В этом случае уравнение для насыщенности может описывать разрывные решения типа ударных волн, и на передний край выходит вопрос о монотонной аппроксимации фронта насыщенности. Данному вопросу посвящено огромное количество публикаций. В отчетном году нами проведено исследование схемы Лакса–Вендроффа. Еще в 70-х годах прошлого века хорошо был известен следующий факт: сеточное решение схемы Лакса–Вендроффа приближает разрывное неустойчивое решение уравнения Баклея–Леверетта. Но нигде в литературе доказательство этого факта не встречалось. В рамках данного проекта в 2010 г. было получено численное доказательство этого явления, т. е. вычисления на разные моменты времени воспроизвели полную картину: имеется волна разряжения, распространяющаяся с постоянной скоростью. При этом наблюдается интересная картина: схема выбирает неустойчивое решение в зависимости от числа Куранта. При варьировании шагов сетки (но с постоянным числом Куранта) воспроизводится одно и то же решение. Далее, были проведены эксперименты со схемой уголок и схемой Кабаре. Обнаружилось, что в области заведомой неустойчивости (число Куранта порядка 2) численное решение не разбалтывается, а выходит на одну из волн разряжения. Часть из описанных результатов докладывалась на конференции молодых ученых ИВМиМГ СО РАН в апреле 2010 года.

Проект ОМН РАН 3.3.3 «Новое поколение параллельных алгоритмов на примере решения задач фильтрации жидкости и фильтрационного горения»
(Руководитель — д.ф.-м.н. Ю.М. Лаевский)

Работы по данному проекту во многом пересекаются с работами по проекту Президиума РАН. В этой связи только перечислим основные результаты 2010 года:

Предложена новая формулировка задачи о скважинах с интегральными краевыми условиями для стационарного уравнения диффузии. Смешанным методом конечных элементов построена сеточная аппроксимация задачи, изучены ее свойства. Результаты применены в трехмерной параллельной модели двухфазной фильтрации.

Проведена большая экспериментальная работа по изучению численных моделей стабилизации фильтрационного горения газа в неоднородной пористой среде. Обнаружен диапазон параметров, при котором стабилизация носит временный характер. Численно исследована модель фильтрационного горения газа в режиме низких скоростей при малых расходах горючего. Обнаружен диапазон параметров, при которых реализуется пульсационный режим горения.

Хоздоговор НИР 2/10 с Институтом нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН по теме «Развитие двухтемпературной математической модели теплового поля источника тепла, помещенного в гидратсодержащую породу»
(Отв. исполнитель — д.ф.-м.н. Ю.М. Лаевский)

Продолжена разработка математической модели температурного поля цилиндрического источника тепла, размещенного в гидратсодержащем образце. Напомним, что ранее нами была предложена модель гетерогенной среды «осадочная порода (в дальнейшем каркас)–газогидрат–вода». В основе модели лежит двухтемпературная гомогенизация с учетом фазового перехода «газогидрат–вода». Каждой точке среды приписывается две температуры (каркаса и системы «гидрат–вода»), взаимодействие между которыми осуществляется по закону ньютоновского теплообмена. Для описания фазового перехода в системе «гидрат–вода» предлагается использовать нелинейное условие Стефана в энтальпийной постановке. В основу вычислительного алгоритма положена аппроксимация по методу конечных элементов. Проведены численные эксперименты с применением явных вычислительных схем. В отчетном году выполнены исследования по разработке полунявных схем, проведены предварительные расчеты по новым алгоритмам и сравнение их результатов с расчетами по явной схеме, продолжены сравнения результатов расчетов с физическим экспериментом. Одним из основных факторов, влияющих на ограничение шага по времени, является значение интенсивность теплообмена между фазами, причем при увеличении этого параметра максимально возможный шаг по времени в явной разностной схеме уменьшается обратно пропорционально. В связи с этим был разработан «неявный по теплообмену» метод. Применение такого метода не позволило существенно повысить производительность расчетов по сравнению с явной схемой. Тем не менее, была успешно решена задача с переменным коэффициентом теплообмена — за счет смазываемости теплообмен в системе «каркас–вода» значительно выше, чем в системе «лед–вода».

Публикации

Центральные издания

- [1] Лаевский Ю.М. Задача о скважинах для стационарного уравнения диффузии // СибЖВМ. — 2010. — Т. 13, № 2. — С. 123–142.
- [2] Лаевский Ю.М., Попов П.Е., Калинин А.А. Моделирование фильтрации двухфазной жидкости смешанным методом конечных элементов // Математическое моделирование. — 2010. — Т. 22, № 3. — С. 74–90.
- [3] Лаевский Ю.М., Калинин А.А. Двухтемпературная модель гидратсодержащей породы // Математическое моделирование. — 2010. — Т. 22, № 4. — С. 23–31.
- [4] Смелов В.В., Попов А.С. Аналог квадратуры Гаусса, реализованный на специфическом тригонометрическом базисе // СибЖВМ. — 2010. — Т. 13, № 4. — С. 439–450.

Зарубежные издания

- [1] Smelov V.V. A variant of spherical functions and its advantages // *Rus. J. Numer. Anal. Math. Modell.* — 2010. — Vol. 25, № 2. — P. 187–196.
- [2] Laevsky Yu.M. A problem with wells for the steady diffusion equation // *Numer. Anal. and Appl.* — 2010. — Vol. 3, № 2. — P. 101–117.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Аюнов Д.Е., Калинин А.А. Результаты двухтемпературного моделирования процесса нагревания гидратосодержащих пород игольчатым зондом // Тр. 6 Междунар. конгр. «ГеоСибирь-2010». — Новосибирск, 2010. — С. 140–143.

Прочие издания

- [1] Голубева Л.А. Использование XML технологий для геометрического моделирования. Информационные и математические технологии в науке и управлении // Тр. XV Байкальской Всерос. конф. «Информационные и математические технологии в науке и управлении». — Иркутск: Изд. ИСЭМ СО РАН, 2010. — Ч. III. — С. 48–52.
- [2] Воронин К.В. Численное моделирование процессов теплопереноса в приложении к некоторым задачам геологии // Тр. конф. молодых ученых. — Новосибирск, 2010. — С. 45–56.
- [3] Кандрюкова Т.А. Об одном свойстве схемы Лакса–Вендроффа // Там же. — С. 57–64.
- [4] Щербаков В.Н. Явные и неявные схемы моделирования термического разложения газогидратов // Там же. — С. 122–135.

Общее количество публикаций

Центральные издания	— 4
Зарубежные издания	— 2
Материалы междунар. конференций	— 1
	—

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. Всероссийская конференция «Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования», посвященная 85-летию академика Г.И. Марчука, Новосибирск, 10–11 июня 2010. — 1 пленарный доклад (Лаевский Ю.М.).
- 2. Международная конференция «Лаврентьевские чтения по математике, механике и физике», Новосибирск, 23–27 августа 2010. — 1 доклад (Лаевский Ю.М.).
- 3. XV Байкальская Всероссийская конференция «Информационные и математические технологии в науке и управлении», Иркутск, 1–10 июля 2010. — 1 доклад (Голубева Л.А.).
- 4. 6 Международный конгресс «ГеоСибирь-2010», Новосибирск, 19–23 апреля 2010. — 1 доклад (Калинин А.А.).
- 5. Конференция молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, Новосибирск, 27–29 апреля 2010. — 3 доклада (Воронин К.В., Кандрюкова Т.А., Щербаков В.Н.) — 3 доклада.

Всего докладов — 7

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

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

Калинкин А.А., Зоткевич А.А. — молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Лаевский Ю.М.	—	профессор НГУ
Голубева Л.А.	—	доцент НГУ
Калинкин А.А.	—	ст. преподаватель НГУ
Зоткевич А.А.	—	ассистент НГУ
Литвиненко С.А.	—	ассистент НГУ

Руководство студентами

Воронин К.	—	1к/м ММФ НГУ (Ю.М. Лаевский)
Гармаев Б.	—	5 курс ММФ НГУ (Ю.М. Лаевский)
Горячих А.	—	1 к/м ММФ НГУ (Ю.М. Лаевский)
Градов Б.	—	5 курс ММФ НГУ (Ю.М. Лаевский)
Кандрюкова Т.	—	5 курс ММФ НГУ (Ю.М. Лаевский)
Щербаков В.	—	1к/м ММФ НГУ (А.А. Калинкин)
Рябова М.	—	4курс ММФ НГУ (А.А. Калинкин)
Яровенко А.	—	4 курс ММФ НГУ (А.А. Калинкин)

Лаборатория математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере

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

Важнейшие достижения

На основе численного моделирования совместной модели океана и льда региона Северного Ледовитого океана и Северной Атлантики изучено влияние межгодовой изменчивости стока сибирских рек на характер распределения и распространения пресной воды в данном регионе. В ходе численных экспериментов сравнивались результаты моделирования с использованием данных наблюдений о стоке наиболее значимых рек Сибири: Оби, Енисея и Лены с результатами использования среднеклиматической годовой изменчивости стока этих рек. Сравнение показало, что, несмотря на малость межгодовой изменчивости стока по отношению к расходам вод в масштабах океана, ее влияние может достигать значительных объемов. Это влияние проявляется в усилении либо циклонической, либо антициклонической составляющих движения приповерхностных вод Северного Ледовитого океана. Усиление циклоничности сопровождается возрастанием расхода распресненных и холодных вод Арктики через канадские проливы с соответствующим повышением объемов поступающих из Атлантики соленых и теплых вод. Результатом же ослабления циклоничности движения водных масс в Арктике является сокращение выноса Арктических вод через канадские проливы с одновременным уменьшением притока соленых и теплых вод из Атлантики. При этом увеличивается поток Арктических вод через пролив Фрама.

Также было установлено, что даже небольшие изменения содержания пресной воды, развивающиеся на фоне «Большой соленостной аномалии» приводят к значительным отклонениям от климата термохалинной структуры в верхнем слое океана.

(д.ф.-м.н. В.И. Кузин, к.ф.-м.н. Е.Н. Голубева, к.ф.-м.н. Платов Г.А.)

Отчет по этапам НИР, завершнным в 2010 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.В. Пененко, д.ф.-м.н. В.И. Кузин)

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

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.И. Кузин)

Разработана крупномасштабная численная модель динамики Мирового океана с включением Северного Ледовитого океана в расчетную область. На основе численного моделирования с использованием модели циркуляции Мирового океана восстановлена структура глобальной циркуляции вод на 1000-летнем периоде. Под действием климатического распределения вынуждающих сил на поверхности океана численная модель воспроизводит основные черты ветровой и термохалинной глобальной крупномасштабной циркуляции вод. Проведено исследование чувствительности глобальной циркуляции к присутствию температурно-соленостных аномалий на поверхности океана на временных интервалах 100-летнего периода.

Численные эксперименты показали, что изменчивость глобальной меридиональной циркуляции океана может определяться термохалинными условиями на поверхности

океана в полярных районах Северной Атлантики, однако общая картина «глобального конвейера» остается устойчивой. Распределение вод субполярного круговорота приводит к сокращению интенсивности образования Северо-Атлантической глубинной воды, что сопровождается замедлением меж океанского обмена вод. Аномалии температуры и солености, способствующие повышению конвективной активности Северной Атлантики, усиливают глобальный обмен вод Мирового океана. Сделан вывод, что интенсивность меридиональной циркуляции вод бассейна сопровождается интенсификацией горизонтального обращения вод в субтропических циркуляционных системах. Установлено, что основной процесс бароклинного приспособления глобального океана к изменению мощности формирования глубинных вод в полярных широтах Северной Атлантики происходит в модели в течение первых 50 лет.

Рассмотрена способность численных моделей перемещать аномально плотные придонные воды из районов их формирования на шельфе в глубинные районы. Для правильного учета процессов пополнения запасов глубинных вод океана необходимы либо подробное разрешение в численной модели, либо эффективная параметризация. Предложены две подобные параметризации. Первая основана на усилении бокового диффузионного обмена в случае наличия склоновой неустойчивости. Вторая связана с процедурой, обеспечивающей подтекание плотных вод под менее плотные вдоль шельфового склона. Показано, что численная модель при использовании процедуры метода вытеснения имеет менее выраженный тренд к уменьшению общего объема глубинных вод.

На основе модели Северного Ледовитого океана и Северной Атлантики рассмотрена модельная задача о выносе растворенного метана в Арктический океан со стоком сибирских рек. Для параметризации переноса метана, поступающего в океан благодаря речному стоку на боковой границе Арктического бассейна, задавались высокие значения концентрации растворенного метана в дельтах рек (Лена, Яна, Индигирка, Колыма, Енисей, Обь). В результате численного моделирования воспроизведены процессы накопления и устойчивость по времени высоких концентраций растворенного метана в проливе Дмитрия Лаптева, известные на основе данных наблюдения. Показано, что сток реки Лены может вносить весомый вклад в формирование аномально высоких концентраций метана в воде в этом регионе.

Для проведения совместного численного анализа данных наблюдений и процессов распространения полидисперсных аэрозолей в атмосфере разработаны и усовершенствованы модели оценивания параметров источников, характеристик дисперсного состава и реконструкции полей выпадений аэрозольных примесей. С учетом дополнительных ограничений на области проведения измерений предложены алгоритмы численной оптимизации сети наблюдений в зонах длительного действия точечных, линейных и площадных источников. Построенные модели, в отличие от монодисперсного случая, позволяют существенно расширить пространственные масштабы реконструкции полей загрязнения.

На основе этих моделей проведена численная интерпретация полученных в 2010 г. данных натурных наблюдений загрязнения снегового покрова в окрестностях ряда городов юга Западной Сибири, промышленных площадок, ТЭЦ, коксохимических и металлургических заводов, автомагистралей. На данных маршрутных наблюдений выполнено оценивание полей выпадений полидисперсных примесей в окрестностях Новосибирского электродного завода (НЭЗ), ТЭЦ-5 (Новосибирск), ТЭЦ-3 (Барнаул), ООО «Коксохим» (Заринск Алтайского края).

Апробация предложенных моделей реконструкции для рассматриваемых источников показала вполне удовлетворительное согласие с данными экспериментальных исследований загрязнения снегового покрова полиароматическими углеводородами (ПАУ), пылью, ионным составом. В результате на сравнительно небольших расстояниях от труб образовались зоны очень высокого аэрозольного загрязнения различными компонентами примеси, что указывает на опасность проживания и ведения какой-либо деятельности в

этих областях. Существенную роль здесь играет процесс вымывания золы ТЭЦ ледяной крупой. Следует отметить, что до сих пор эти процессы не учитываются в стандартных расчетных методиках.

Разработана комплексная гидродинамико-статистическая модель, используемая как инструмент гидродинамической интерпретации параметров качества атмосферы. Модель предназначена для диагноза и прогноза распространения загрязняющих примесей в городах, промышленных районах, а также при аварийных выбросах дымовых аэрозолей, связанных с лесными и городскими пожарами. Проведены расчеты концентраций формальдегида в Томске.

Получила дальнейшее развитие климатическая модель для Сибирского региона с высоким пространственным разрешением. Модель создана на базе климатических моделей ИВМиМГ СО РАН и ИВМ РАН, позволяет не только более детально описывать процессы в свободной атмосфере, но и на более высоком качественном уровне учитывать процессы взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью. С помощью методики сценарного моделирования на основе данных реанализа восстановлена пространственно-временная структура климатических характеристик Сибири.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 08-05-00708 «Изучение изменчивости гидрофизических характеристик в системе Северный Ледовитый океан–Северная Атлантика на основе численного моделирования»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.И. Кузин)

На основе численных экспериментов исследовано распространение пресных вод от Сибирских рек в Арктический бассейн и Северную Атлантику. Показано, что в период отрицательной фазы Северо-Атлантического Колебания (САК) в соответствии с антициклонической циркуляцией вод в Канадском бассейне происходит образование обширной линзы пониженной солености, что соответствует накоплению пресной воды, поступающей из рек. В последующий период положительной фазы САК, способствующей развитию циклонического движения вод, происходит сброс накопленного запаса пресной воды в северную Атлантику через проливы Канадского архипелага и пролив Фрама.

На основе численного моделирования изучено влияние межгодовой изменчивости стока сибирских рек на характер распределения и распространения пресной воды в данном регионе. В ходе численных экспериментов сравнивались результаты моделирования с использованием данных наблюдений о стоке наиболее значимых рек Сибири: Оби, Енисея и Лены с результатами использования среднеклиматической годовой изменчивости стока этих рек. Сравнение показало, что, несмотря на малость межгодовой изменчивости стока по отношению к расходам вод в масштабах океана, ее влияние может достигать значительных объемов. Это влияние, с одной стороны, проявляется в усилении либо циклонической, либо антициклонической составляющих движения приповерхностных вод Северного Ледовитого океана, в результате чего происходит перераспределение потоков пресной воды из Арктики между проливом Фрама и проливами Канадского Архипелага. С другой стороны, незначительные изменения в направлении распространения пресных вод усиливаются в процессе их продвижения в Северной Атлантике в рамках субполярного круговорота благодаря их меньшему или большему вовлечению в процессы вертикального перемешивания. В результате этого аномалии пресной воды сохраняются на значительном удалении от речных устьев, например в районе Азорских островов.

В зависимости от режимов циркуляции воспроизведены траектории распространения тихоокеанских вод в Арктическом бассейне и их взаимное расположение с североатлантическими водами. Показано, что в период антициклонической циркуляции (отрицатель-

ная фаза САК) тихоокеанские воды проникают достаточно далеко на запад. В период циклонической циркуляции (положительная фаза САК) они смещаются на восток в зону Канадского бассейна. Атлантические воды также смещаются дальше на восток.

Проект РФФИ № 08-05-00457 «Оценка обратных связей растительности, гидрологии поверхности Северной Евразии и климата Арктики на основе совместной модели океан–атмосфера–растительность–почва в условиях глобальных изменений климата»
(Руководитель — д.ф.-м.н. В.Н. Крупчатников)

Моделирование осуществлялось при помощи глобальной модели климатической системы промежуточной сложности (Fraedrich et al., 2005). В рамках исследования были построены два ансамбля численных экспериментов. Первый ансамбль построен для ситуации, когда количество снега в октябре на территории Сибири аномально велико, а второй ансамбль — аномально мало, как по глубине, так и по площади. Построенные ансамбли дают возможность оценить степень влияния аномалии площади и толщины снежного покрова территории Сибири в октябре на приповерхностную температуру зимних месяцев.

Показано, что наиболее сильное влияние глубина и площадь снежного покрова территории Сибири в октябре оказывают на декабрьскую приповерхностную температуру, о чем свидетельствуют величины индексов корреляции между указанными параметрами. Выявлено, что изменение глубины снежного покрова территории Сибири особенно сильно влияет на приповерхностную температуру зимних месяцев в условиях экстремально большой величины снежного покрова, а влияние изменения площади снежного покрова наиболее сильно проявляется в условиях экстремально малой величины снежного покрова. Построенные поля корреляций показали, что географическое положение областей, соответствующих высоким значениям корреляций, совпадает с областями статистической значимости возмущений, вносимых при построении ансамблей в величину снежного покрова. Предложен правдоподобный механизм, посредством которого осуществляется влияние изменения величины снежного покрова на приповерхностную температуру зимних месяцев.

Проект РФФИ офи_ц № 09-05-13526 «Исследование изменений климата Сибири на базе региональной климатической модели с высоким пространственным разрешением»
(Руководитель — д.ф.-м.н. А.А. Фоменко)

Математическое моделирование текущего климата осуществлялось на основе данных реанализа (NCEP/NCAR Reanalysis Project at the NOAA-CIRES Climate Diagnostics) за 1948–2009 годы. В частности, основное внимание уделялось воспроизведению гидрологических характеристик, таких как осадки и речной сток. Использование региональной модели с разрешением $1/3$ градуса, покрывающей всю Сибирь, позволяет воспроизводить недостающие гидрометеорологические характеристики. Количество расчетных узлов по горизонтали составляет 324×122 . При этом с учетом использования полуневяной условно-устойчивой схемы интегрирования с шагом по времени 1 мин достигается возможность на расчет одного модельного года затрачивать 3 сут процессорного времени на многопроцессорном вычислительном комплексе на базе ALTIX 4700, включающем в себя 52 двухъядерных процессора с пиковой производительностью 0.7 ТФлопс в рамках технологии параллельного программирования OpenMP ARB (Architecture Review Board).

С помощью методики сценарного моделирования на основе данных реанализа восстановлена пространственно-временная структура климатических характеристик Сибири.

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

Проект СО РАН № 16.4. «Развитие моделей и методов оптимального мониторинга загрязнения территорий Сибири в зонах катастрофического действия природных и техногенных площадных источников» Программы Президиума РАН № 16
(Руководитель — д.ф.-м.н. В.Ф. Рапута)

В конце зимнего сезона 2009 г. были проведены мониторинговые и химико-аналитические исследования загрязнения снегового покрова полиароматическими углеводородами, тяжелыми металлами, макрокомпонентами в окрестностях двух крупных автомагистралей Новосибирска: Советского шоссе и ул. Большевистской. Маршруты пробоотбора располагались в поперечных к трассам направлениях. Удаления точек отбора проб от них достигали 150 м. Из результатов численного моделирования вытекает, что дисперсный состав выпадающих частиц является весьма разнородным, включающим как достаточно крупные частицы, так и относительно мелкие, которые могут переноситься на большие расстояния. Следует отметить высокую степень загрязнения снегового покрова в окрестностях исследуемых магистралей ПАУ, включая бенз(а)пирен, что представляет значительную опасность для здоровья людей, находящихся в зоне их влияния.

Разработана малопараметрическая модель анализа данных наблюдений регионального загрязнения территорий мгновенными выбросами в пограничный слой атмосферы разнородных аэрозольных примесей от объемных источников. Проведена апробация предложенной модели реконструкции на данных наблюдений 1957 и 1997 гг. в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа. Показана возможность эффективного использования полученных зависимостей в прогнозных целях и при проведении мониторинговых исследований в этом районе.

Проект СО РАН № 20.2 «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 создана система вложенных моделей для детального изучения циркуляции Северного Ледовитого океана и шельфовых процессов.

Особое внимание в численных экспериментах уделялось моделированию изменений ледового покрова Северного Ледовитого океана (Арктического бассейна). Этот акцент связан с тем, что изменения ледового покрова существенно меняют характеристики взаимодействия атмосферы и океана, влияя тем самым на климат Арктики и Сибири. В течение последних десятилетий по данным наблюдений и результатам расчетов происходит постоянное сокращение ледового покрова, составляющее в среднем на 2.7% за десятилетие.

Проведены исследования по моделированию 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 в районах шельфа Баренцева и Карского морей. На основе анализа тенденций по результатам численной модели установлено, что долгий период атмосферного воздействия с преобладанием циклонической циркуляции приводит к уменьшению объема глубинных вод Северного Ледовитого океана, а преобладание циклонического типа к его восстановлению.

**Проект СО РАН № 1.3.6 «Комплексные математические модели климата
Сибирского региона»**
(Руководитель — д.ф.-м.н. В.И. Кузин)

Разработана региональная климатическая модель динамики атмосферы для Сибирского региона с высоким разрешением. При построении модели основное внимание уделялось корректности построения условий на подстилающей поверхности на территории Сибири. К разработанной модели адаптирован блок, описывающий сток сибирских рек на основе резервуарной модели, учитывающей присутствие болотных систем Западной Сибири.

Модель адаптирована к многопроцессорному высокопроизводительному вычислительному комплексу на базе серверов ALTIX 4700, включающему в себя 52 двухъядерных процессора с пиковой производительностью 0.7 ТФлопс. Объем памяти в размере 14 ТБ позволяет рассчитывать, производить и хранить необходимое количество информации.

На основе модели общей циркуляции атмосферы исследована динамическая реакция атмосферной циркуляции к сезонному термическому воздействию на поверхности в Сибирском регионе, связанному с аномалиями снежного покрова. Проведены численные эксперименты, направленные на изучение глобального и регионального климата и его чувствительности к изменению радиационного баланса, связанного с изменением солнечной инсоляции.

На основе численного моделирования совместной модели океана и льда региона Северного Ледовитого океана и Северной Атлантики изучено влияние межгодовой изменчивости стока сибирских рек на характер распределения и распространения пресной воды в данном регионе.

**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)

Роль речного стока является важным фактором, влияющим на процессы переноса пресной воды в Арктическом океане. Основной вклад здесь у великих сибирских рек, которые дают около 80% всего объема воды. Наибольший сток имеют реки Енисей, Лена, Обь.

Разработанная в рамках проекта модель климатического речного стока является линейной резервуарной моделью. Модель составлена из линейных резервуаров в ячейках сетки. В каждой ячейке производится учет процентного содержания болот и озер, в частности, учет Большого Васюганского болота в Обь-Иртышском бассейне. По модели проведены расчеты климатического речного стока Оби.

**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)

С целью оценки регионального воздействия на окружающую среду и определения интегральных характеристик выбросов вредных примесей с территорий крупных городов юга Западной Сибири в зимнем сезоне 2009 г. были проведены маршрутные снегосъемки в окрестностях Новосибирска, Кемерово, Барнаула, Томска. Маршрутные отборы снеговых проб в окрестностях данных городов были в основном приурочены к северо-восточному сектору, в котором наблюдаются максимальные выпадения аэрозоль-

ных примесей в зимнее время. Удаления точек отбора проб от территорий рассматриваемых городов достигали 40–50 км.

На данных наблюдений загрязнения снегового покрова в конце зимнего сезона 2009 г. в окрестностях постов Росгидромета для указанных выше городов проведен сравнительный анализ с данными загрязнения атмосферного воздуха пылью, бенз(а)пиреном, сажей, окислами серы и азота. На основании сопряженных исследований загрязнителей в атмосферном воздухе и снеговом покрове Новосибирска выявлены качественные и количественные взаимосвязи между концентрациями сажи в атмосферном воздухе и бенз(а)пирена и суммы ПАУ в снеговом покрове, а так же между газами (SO_2 , NO , NO_2) и соответствующими анионами в этих сопредельных средах. Предложенный подход существенно расширяет возможности количественной интерпретации получаемой экспериментальной информации и увеличения числа контролируемых компонентов примеси.

Проведены экспедиционные исследования и численный анализ данных наблюдений регионального загрязнения снегового покрова изотопами урана (^{238}U , ^{234}U) в окрестностях Сибирского химического комбината (Томск-7). С использованием методов численного моделирования показано существование на территории комбината источников выбросов этих изотопов.

Публикации

Центральные издания

- [1] Голубева Е. Н. Изучение роли температурно-соленостных аномалий в формировании режимов меридиональной циркуляции Мирового океана // СибЖВМ. — 2010. — Т. 13, № 3. — С. 155–167.
- [2] Коковкин В.В., Рапута В.Ф., Морозов С.В. Модели и методы контроля аэрозольных выпадений примеси в окрестности автомагистрали // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2009. — № ОВ17. — С. 97–102 (не вошла в отчет 2009 г.).
- [3] Рапута В.Ф. Реконструкция полей выпадений крупнодисперсных примесей от высотных аэрозольных источников // Там же. — С. 316–320 (не вошла в отчет 2009 г.).
- [4] Ярославцева Т.В., Рапута В.Ф. Оценивание полей атмосферного переноса примесей от площадного источника // Там же. — С. 22–27 (не вошла в отчет 2009 г.).
- [5] Кузин В.И., Платов Г.А., Голубева Е.Н. Влияние межгодовой изменчивости стока сибирских рек на перераспределение потоков пресной воды в Северном Ледовитом океане и в Северной Атлантике // Изв. РАН. Сер. ФАО. — 2010. — Т. 46, № 6. — С. 831–845.
- [6] Мартынова Ю.В., Крупчатников В.Н. Исследование чувствительности температуры поверхности в Евразии в зимний период к аномалиям снежного покрова. Роль стратосферы // Там же. — С. 1–13.
- [7] Кузин В.И., Кравченко В.В. Применение неконформных конечных элементов для решения задач диффузии-адвекции // СибЖВМ. — 2010. — Т. 13, № 1. — С. 51–65.
- [8] Рапута В.Ф., Коковкин В.В., Морозов С.В. Экспериментальные исследования и численный анализ процессов загрязнения снегового покрова в окрестностях крупной автомагистрали г. Новосибирска // Химия в интересах устойчивого развития. — 2010. — Т. 18, № 1. — С. 63–70.
- [9] Рапута В.Ф., Коковкин В.В., Девятова А.Ю. Сравнительная оценка состояния длительного загрязнения атмосферы и снегового покрова г. Новосибирска на сети стационарных постов Гидрометеослужбы // Оптика атмосферы и океана. — 2010. — Т. 23, № 6. — С. 499–504.
- [10] 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. 493–498.

Зарубежные издания

- [1] Borovko I., Krupchatnikov V. The influence of the stratosphere polar vortex dynamics upon a low troposphere thermal stratification // Bull. NCC. Ser. Num. Model. in Atmosph. etc. — 2010. — Iss. 12. — P. 1–7.
- [2] Kuzin V.I., Kravtchenko V.V. Application of mixed finite element method for solving 2D nonlinear vorticity equation // Ibid. — P. 9–17.
- [3] Malakhova V.V. Modeling of methane flows in the atmosphere resulting from seabed fluid discharge // Ibid. — P. 19–28.
- [4] Raputa V.F. Reconstruction of fields of poly-disperse impurities falls from high aerosol sources // Ibid. — P. 29–37.
- [5] Yaroslavtseva T.V., Raputa V.F. Assessment of fields of poly-disperse pollutants concentration in the vicinity of a distributed source // Ibid. — P. 39–46.
- [6] Yusupova D.F. Advantage of using QUICKEST scheme for the approximation of the transport operator in the equations of motion in the ocean circulation model // Ibid. — P. 47–60.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Kuzin V.I., Rho Y.J., Lobanov A.S. Analysis and Modeling of the Tropical and North Pacific SST Variations // Proc. 5-th PEACE/CREAM-AP International Ocean Workshop. — Korea, 2010. — P. 13–22.
- [2] Кравченко В.В. Численная методика решения двумерного нелинейного уравнения вихря на основе смешанных конечных элементов // Сб. мат. VI Междунар. науч. конгр. «Гео-Сибирь-2010». — Новосибирск: Изд. СГГА, 2010. — Т. 4, ч. 1. — С. 111–115.
- [3] Коковкин В.В., Рапута В.Ф., Девятова А.Ю., Чирков В.А., Казьмин О.Е. Анализ состояния длительного загрязнения атмосферы и снежного покрова г. Новосибирска // Там же. — С. 171–175.
- [4] Малахова В.В. Численное моделирование зоны стабильности поддонных метангидратов в период ледниково-межледникового цикла // Там же. — С. 116–120.
- [5] Рапута В.Ф., Коковкин В.В., Артамонова С.Ю. и др. Состояние загрязнения и динамика показателей здоровья населения в окрестностях Новосибирского оловокомбината // Там же. — С. 121–125.
- [6] Ярославцева Т.В., Рапута В.Ф. Численная реконструкция полей выпадений вулканического пепла // Там же. — С. 27–31.
- [7] Рапута В.Ф., Писарева Л.Ф., Одинцова И.Н., Воробьев В.А. Анализ данных наблюдений длительного радиоактивного загрязнения и онкозаболеваемости населения поселков Томской области в зоне регионального влияния выбросов Сибирского химического комбината // Мат. V Междунар. науч.-практ. конф. «Медицинские и экологические эффекты ионизирующего излучения». — Томск: ООО «Графика», 2010. — С. 50–51.
- [8] Рапута В.Ф. Реконструкция полей радиоактивного загрязнения территорий от ядерных взрывов и аварий // Там же. — С. 146–147.

Прочие издания

- [1] Голубева Е. Н. Моделирование циркуляции океана и его отклика на вариации атмосферной динамики: Автореф. дис. ... докт. физ.-мат. наук. — Новосибирск, 2010. — 34 с.
- [2] Коковкин В.В., Рапута В.Ф., Морозов С.В. Оценивание полей аэрозольных выпадений примесей в окрестности крупной автомагистрали // Мат. VII Всерос. симп. «Контроль окружающей среды и климата «КОСК-2010»». — Томск: Аграф-Пресс, 2010. — С. 336–338.
- [3] Малахова В.В. Метангидраты как возможный источник метана в период ледниково-межледникового цикла // Там же. — С. 255–256.

- [4] Малахова В.В., Голубева Е.Н. роль речного стока в увеличении концентрации растворенного метана в водах Арктического бассейна // Там же. — С. 190–191.
- [5] Рапута В.Ф., Таловская А.В., Коковкин В.В., Язиков Е.Г. Анализ данных наблюдений длительного загрязнения территорий Томской области аэрозольными выбросами Томска и Северска // Там же. — С. 130–132.
- [6] Леженин А.А., Мальбахов В.М., Селегей Т.С., Шлычков В.А. Исследование режимов формирования высоких концентраций формальдегида в городах Сибири // Математическое и физическое моделирование опасных природных явлений и техногенных катастроф: Мат. Всерос. конф. с участием зарубежных ученых. — Томск: Изд-во Том. ун-та, 2010. — С. 78.
- [7] Михайлюта С.В., Леженин А.А., Тасейко О.В. и др. Мониторинг, моделирование и управление качеством окружающей природной среды в зонах действия предприятий нефтегазовой отрасли // Там же. — С. 85.
- [8] Опенко Т.Г., Рапута В.Ф., Шевчук Е.И. Злокачественные новообразования на территориях Новосибирской области с высоким уровнем атмосферного загрязнения // Сб. мат. II съезда терапевтов Сибири и Дальнего Востока. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. — С. 94–95.

Сдано в печать

- [1] Малахова В.В. Метангидраты как возможный источник метана в период ледниково-межледникового цикла // Оптика атмосферы и океана. — 2011. — Том 22, № 1 (принята в печать).
- [2] Платов Г.А. Численное моделирование формирования глубинных вод Северного Ледовитого океана. Ч. I: Идеализированные тесты // Известия РАН. Сер. ФАО. — 2011. — № 2 (принята в печать).
- [3] Платов Г. А. Численное моделирование формирования глубинных вод Северного Ледовитого океана. Ч. II: Результаты регионального и глобального моделирования // Там же.

Общее количество публикаций

Центральные издания	— 10
Зарубежные издания	— 6
Материалы международных конференций	— 8

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. European Geosciences Union General Assembly 2010, Vienna, Austria, May 2010. — 2 доклада (Платов Г.А., Кузин В.И., Малахова В.В., Голубева Е.Н.).
- 2. 5-th PEACE/CREAM — AP International Ocean Workshop, Korea, 11–12 September, 2010. — 1 доклад (Кузин В.И., Лобанов А.С.).
- 3. 14-th Workshop Arctic Ocean Model Intercomparison Project, WHOI, USA, Woods Hole, 19–22 October, 2010. — 3 доклада (Голубева Е.Н., Платов Г.А., Кузин В.И., Малахова В.В.).
- 4. Международный научный конгресс «ГЕО-Сибирь-2010», Новосибирск, 20–24 апреля 2010. — 9 докладов (Фоменко А.А., Рапута В.Ф., Малахова В.В., Голубева Е.Н., Леженин А.А., Мальбахов В.М., Кравченко В.В., Боровко И.В., Юсупова Д.Ф.).
- 5. V Международная научно-практическая конференция «Медицинские и экологические эффекты ионизирующего излучения», Томск, 13–14 апреля 2010. — 2 доклада (Рапута В.Ф.).
- 6. II Международная конференция «Геоинформатика: технологии, научные проекты», Барнаул, 20–25 сентября 2010. — 5 докладов (Рапута В.Ф., Леженин А.А., Мальбахов В.М.).
- 7. Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам «ENVIROMIS-2010», Томск, 5–11 июля 2010. — 9 докладов, в т. ч. 1 пленар-

- ный (Кузин В.И., Голубева Е.Н., Платов Г.А., Малахова В.В., Рапута В.Ф., Боровко И.В., Крупчатников В.Н.).
8. Международная научная конференция «Морские исследования полярных областей Земли в Международном полярном году 2007/08», Санкт-Петербург, ААНИИ, 2010. — 1 доклад (Голубева Е.Н.).
 9. IPY Oslo Science Conference, 2010. — 1 доклад (Голубева Е.Н.).
 10. Российская конференция, посвященная 85-летию академика Г.И. Марчука «Актуальные проблемы вычислительной и прикладной математики», Новосибирск, 10–11 июня 2010. — 1 пленарный доклад (Кузин В.И., Крупчатников В.Н., Фоменко А.А., Голубева Е.Н., Платов Г.А.).
 11. VII Всероссийский симпозиум «Контроль окружающей среды и климата» (КОСК-2010), Томск, 5–7 июля 2010. — 6 докладов (Рапута В.Ф., Малахова В.В., Голубева Е.Н.).
 12. 17-я Рабочая группа «Аэрозоли Сибири», Томск, 23–26 ноября 2010. — 8 докладов (Рапута В.Ф., Малахова В.В., Голубева Е.Н.).
 13. Всероссийская конференция с участием зарубежных ученых «Математическое и физическое моделирование опасных природных явлений и техногенных катастроф», Томск, 18–20 октября 2010. — 2 доклада (Леженин А.А., Мальбахов В.М.).
 14. Всероссийская конференция «Аналитическая хроматография и капиллярный электрофорез», Краснодар, 2010. — 1 доклад (Рапута В.Ф.).
 15. Съезд аналитиков России «Аналитическая химия — новые методы и возможности», Москва, 2010. — 1 доклад (Рапута В.Ф.).
 16. II съезд терапевтов Сибири и Дальнего Востока, Новосибирск, 2010. — 2 доклада (Рапута В.Ф.).
 17. Заседание Экспертного совета по темам раздела «Метеорология» (Конкурс РФФИ «ОФИ-Ц» 2009), Москва, 15 апреля 2010. — 1 доклад (Фоменко А.А.).
 18. Конференция молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, 27–29 апреля 2010. — 1 доклад (Юсупова Д.Ф.).

Всего докладов — 56

в т.ч. пленарных — 2

Кадровый состав лаборатории (на 31.12.2010 г.)

1.	Кузин В.И.	зав. лаб.,	д.ф.-м.н.
2.	Мальбахов В.М.	внс,	д.ф.-м.н.
3.	Рапута В.Ф.	внс,	д.ф.-м.н.
4.	Фоменко А.А.	внс,	д.ф.-м.н.
5.	Голубева Е.Н.	снс,	к.ф.-м.н.
6.	Крылова А.И.	снс 0.2 ст.,	к.ф.-м.н.
7.	Платов Г.А.	снс,	к.ф.-м.н.
8.	Леженин А.А.	снс	
9.	Малахова В.В.	нс,	к.ф.-м.н.
10.	Боровко И.В.	мнс	
11.	Кравченко В.В.	мнс	
12.	Лобанов А.Н.	мнс	
13.	Юсупова Д.Ф.	мнс 0.25 ст.	
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

Долгих А.А. — 2 год, ИВМиМГ (В.И. Кузин)
Голкова Н.В. — 3 год, ИВМиМГ (Е.Н. Голубева)

Защита диссертаций

Была защищена докторская диссертация Голубевой Е.Н. на тему «Моделирование циркуляции океана и его отклика на вариации атмосферной динамики».

Лаборатория математического моделирования гидротермодинамических процессов в природной среде

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

Важнейшие достижения

Сформулирована концепция природоохранного прогнозирования, основанная на совокупности решений прямых и обратных задач для оценок целевых функционалов, характеризующих качество атмосферы и водных объектов. Эти задачи рассматриваются для моделей динамики, переноса и трансформации загрязняющих примесей в атмосфере и водных объектах. Предполагается наличие неопределенностей в моделях и входных данных. Концепция базируется на вариационных принципах в формулировках со слабыми ограничениями. Принципиальными элементами являются способы оценки функций чувствительности и неопределенности, которые участвуют в алгоритмах решения обратных задач и, по существу, содержат информацию о степени адекватности результатов прогнозирования.

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

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 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)

В части создания методики решения прямых и обратных задач для моделей окружающей среды на базе вариационных принципов, начата разработка методов совместного анализа функций чувствительности, наблюдаемости и неопределенности и их использование в организации адаптивных стратегий мониторинга.

Теоретически исследован и реализован численный алгоритм метода проекции градиента для решения обратной коэффициентной задачи определения температуропроводности слоистой среды по данным измерений температуры и потока тепла на её поверхности. Алгоритм построен с применением сопряженных уравнений.

С целью изучения структуры ночного атмосферного пограничного слоя выполнены численные эксперименты по воспроизведению результатов измерений в аэродинамической трубе (Ohya Y., Nakamura R., Uchida T. Intermittent Bursting of Turbulence in a Stable Boundary Layer with Low-Level-Jet. Boundary Layer Meteorology, 2008, Vol. 128, p. 349-363). Расчеты выполнены на модели атмосферного пограничного слоя, в которой использована специальная модель турбулентности. Анализ результатов моделирования показал, что предложенная модель качественно описывает результаты измерений.

Выполнены серии сценарных расчетов по тематике исследований. В частности, на базе новой версии глобальной модели процессов распространения газо-аэрозольных примесей выполнены сценарные расчеты по моделированию распространения вулканических выбросов в результате извержения вулкана Шивелуч 19–21.05.2001г.

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)

Разработан вариационный метод для оперативной оценки изменений качества атмосферы в регионах-рецепторах от источников, попадающих в области риска/уязвимости, идентифицируемых в режиме обратного моделирования по целевым функционалам. Метод предназначен для решения задач природоохранного прогнозирования и проектирования. Он основан на вариационных принципах и методах теории чувствительности для оценок функционалов качества атмосферы. Рассчитываемые функции чувствительности дают количественные оценки вклада каждого источника в суммарный целевой функционал.

Продолжен цикл исследований по оценке экологических рисков для регионов-рецепторов в различных природно-географических зонах Сибири с учетом изменчивости климатических условий. В частности, выполнены серии сценарных расчетов по моделированию мезоклиматов и распространения примесей в условиях сложного рельефа Читино-Ингодинской впадины в Восточной Сибири. Проведено сравнение характеристик мезоклиматов для зимнего и летнего сезонов. В зависимости от структуры атмосферных циркуляций исследованы механизмы проветривания и накопления примесей для типичных погодных условий.

Программа Президиума РАН № 20.10 «Исследование разномасштабных гидрофизических процессов и их изменчивости, как основных факторов тепло- и массопереноса в экосистеме озера Байкал» (совм. с ИГиЛ, ЛИИ, ИДСТУ)

(Отв. исполнитель — к.ф.-м.н. Е.А. Цветова)

Для воспроизведения процессов, приводящих к появлению кольцевых структур на льду Байкала, было выполнено математическое моделирование с применением 3D негидростатической модели с высоким пространственным разрешением. При постановке численных экспериментов воспроизводилась ситуация генерации локального апвеллинга за счет всплывания газовых гидратов. В результате экспериментов с различными параметризациями физических процессов удалось воспроизвести некоторые особенности явления — заглубление изотермических поверхностей и генерацию антициклонического течения, которое способствует разрушению ледового покрова. Результаты численных экспериментов также позволяют предположить, что подъем газа может быть одним из термодинамических механизмов, запускающих глубокую конвекцию и обновление глубинных вод Байкала. Опускание вод происходит в виде интрузий.

Проект СО РАН № 3.1 «Методы численного моделирования в технологии прогнозирования изменений в окружающей среде»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.В. Пененко)

Исследованы вычислительные аспекты применения вариационных принципов с использованием аппарата локальных и глобальных сопряженных задач для построения численных моделей динамики атмосферы и переноса примесей.

Разработаны алгоритмы построения дискретно-аналитических аппроксимаций для уравнений конвекции-турбулентного обмена в атмосфере и водных объектах, обеспечивающие точный учет краевых условий первого, второго и третьего рода в трехмерных

областях со сложными границами. В рамках методов расщепления и декомпозиции построенные численные схемы являются точными по пространственным переменным вдоль координатных линий на сеточных областях с неравномерным разбиением. Они обладают свойствами монотонности, транспортности и устойчивости при описании разномасштабных процессов при изменении параметров моделей в широких диапазонах.

Усовершенствован комплекс базовых моделей природоохранного прогнозирования путем использования новых алгоритмов и численных схем. Построена численная модель мезоклиматов и переноса примесей в области сложного рельефа Читино-Ингодинской впадины в Восточной Сибири.

Публикации

Центральные издания

- [1] Пененко В.В. О концепции природоохранного прогнозирования // Оптика атмосферы и океана — 2010. — Т. 23, № 6. — С. 432–438.
- [2] Пененко А.В. О решении обратной коэффициентной задачи теплопроводности методом проекции градиента // Сибирские электронные математические известия. — 2010. — Т. 7. — С. 178–199. — <http://semr.math.nsc.ru>.
- [3] Курбацкий А.Ф., Курбацкая Л.И. Структура поля ветра в устойчиво стратифицированном пограничном слое над шероховатой поверхностью // Изв. РАН. Сер. ФАО. — 2010. — Т. 46, № 2. — С. 187–196.
- [4] Курбацкий А.Ф., Курбацкая Л.И. Моделирование устойчивого пограничного слоя со струей низкого уровня // Прикладная механика и техническая физика. — 2010. — Т. 51, № 5. — С. 42–51.

Материалы зарубежных конференций и совещаний

- [1] Penenko V.V., Tsvetova E.A. Variational methods of combined use of mathematical models and observational data to studying aerophysical and ecological processes in environment // Proc. 15th Int. Conf. on the Methods of Aerophysical Research. — Novosibirsk, 2010. — 10 p.
- [2] Юдин М.С. Моделирование влияния орографии на движение атмосферных фронтов // Сб. мат. VI Междунар. науч. конгр. «Гео-Сибирь-2010». — Новосибирск: Изд. СГГА, 2010. — Т. 4, ч. 2. — С. 23–26.
- [3] Kurbatskaya L.I., Kurbatskii A.F. Parameterization of Turbulent Fluxes of a Momentum and Heat in the Atmosphere Boundary Layer // Там же. — С. 154–158.
- [4] Kurbatskiy A.F., Kurbatskaya L.I. Modeling and Simulation of Momentum and Heat Transfer in the Stratified Environmental Flows over Rough Surface: Study with Nonlocal Turbulence Model // Сб. полных текстов избр. докл. Междунар. конф. «Потоки и структуры в жидкостях: физика геосфер-2009». — М., 2010. — С. 228–233.
- [5] Цветова Е.А. Моделирование термического режима и циркуляции вод в озере Байкал с учетом изменчивости атмосферных воздействий // Мат. третьей Всерос. конф. с междунар. участием «Фундаментальные проблемы вод и водных ресурсов». — Барнаул, 2010. — С. 285–288.
- [6] Курбацкий А.Ф., Курбацкая Л.И. Эффективность вертикального турбулентного перемешивания в устойчиво стратифицированных течениях // Там же. — С. 158–161.

Прочие публикации

- [1] Пененко В.В. Задачи экологического прогнозирования и мониторинга с оценками неопределенности // Мат. XXXVIII конф. «Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования». Ростов-на-Дону: Изд. СКНЦ ВШ, 2010. — С. 68–72.

- [2] Цветова Е.А. Сезонная изменчивость динамики и термического режима озера Байкал // Там же. — С. 87–91.
- [3] Пененко А.В. Вариационный алгоритм локализации точечных источников примеси в атмосфере // Там же. — С. 63–67.

Общее количество публикаций

Центральные издания	— 4
Материалы международных конференций	— 6

Участие в конференциях и совещаниях

1. Генеральная ассамблея Европейского геофизического союза EGU-2010, Вена. — 1 приглашенный доклад (Пененко В.В., Цветова Е.А., Пененко А.В.).
2. Euromech Fluid Mechanics Conference-8 (EFMC-8), Германия, Bad Reichenhall, 2010. — 1 доклад (Курбацкая Л.И.).
3. Международный научный конгресс «ГЕО-Сибирь-2010», Новосибирск, 2010. — 2 доклада (Курбацкая Л.И., Юдин М.С.).
4. Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам «ENVIROMIS-2010», Томск, 5–11 июля 2010. — 7 докладов (2 приглашенных, Пененко В.В., Цветова Е.А., Пененко А.В., Курбацкая Л.И., Пьянова Э.А., Юдин М.С.).
5. International Conference on the Methods of Aerophysical Research, Novosibirsk, Russia, 01–06 November, 2010. — 2 доклада (Пененко В.В., Цветова Е.А., Курбацкая Л.И.).
6. Российская конференция, посвященная 85-летию академика Г.И. Марчука «Актуальные проблемы вычислительной и прикладной математики», Новосибирск, 10–11 июня 2010. — 1 приглашенный доклад (Пененко В.В.).
7. VII Всероссийский симпозиум «Контроль окружающей среды и климата» (КОСК-2010), Томск, 5–7 июля 2010. — 1 доклад (Пененко В.В., Цветова Е.А.).
8. 17-я Рабочая группа «Аэрозоли Сибири», Томск, 23–26 ноября 2010 г. — 6 докладов, (Пененко В.В. (приглашенный), Цветова Е.А., Пененко А.В., Курбацкая Л.И., Пьянова Э.А., Юдин М.С.).
9. V Всероссийская конференция «Актуальные проблемы прикладной математики и механики посвященная памяти академика А.Ф. Сидорова, Абрау-Дюрсо, 13–18 сентября 2010. — 4 доклада, (Пененко В.В. (приглашенный), Пененко А.В., Цветова Е.А., Пьянова Э.А.).
10. XXXVIII всероссийская конференция «Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования» Абрау-Дюрсо, 6–11 сентября 2010. — 4 доклада (Пененко В.В., Пененко А.В., Цветова Е.А., Пьянова Э.А.).
11. Фундаментальные проблемы вод и водных ресурсов, Третья Всероссийская конференция с международным участием, Барнаул, 24–28 августа 2010. — 2 доклада (Цветова Е.А., Курбацкая Л.И.).
12. Международная конференция «Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования», Москва, 2010. — 1 приглашенный доклад (Пененко В.В.).
13. II Молодежная международная научная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», посвященная памяти академика

М.М. Лаврентьева, Новосибирск, 2010. — 2 доклада (Пененко В.В. (приглашенный), Пененко А.В.).

14. XLVIII международная научная студенческая конференция «Студент и научно-технический прогресс», Новосибирск, 2010. — 1 доклад (Пененко А.В.).
15. Пятая Верецагинская Байкальская конференция, 16 объединенный семинар по проблемам изучения региональных осадений из атмосферы, Иркутск, 2010. — 2 доклада (Пененко В.В., Цветова Е.А.).

Всего докладов	—	37
в т.ч. пленарных и приглашенных	—	8

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

1. Пененко В.В. — член программного комитета рабочей группы «Аэрозоли Сибири».
2. Пененко В.В. — член оргкомитета Конференции молодых ученых ИВМиМГ.
3. Пененко В.В. — член программного комитета Международной конференции ENVIRONMIS 2010.
4. Пененко В.В. — член программного комитета Второй молодежной международной научной школы-конференции «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск.
5. Пененко А.В. — член оргкомитета Второй молодежной международной научной школы-конференции «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач».

Международные научные связи

1. Сотрудничество с КазГеоКосмос (Казахстан, Алматы).
2. Сотрудничество с Казахским национальным университетом (КазНУ) имени аль-Фараби (Алматы).
3. Сотрудничество с Danish Meteorological Institute, Copenhagen, Denmark.

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

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

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

Педагогическая деятельность

Пененко В.В. — профессор НГУ,
Пененко А.В. — ст. преподаватель НГУ

Защита дипломов

Сидоров Д.Ю. — бакалавр НГУ (Пененко В.В.)

Руководство студентами

Кутненко А.Н. — 4 курс НГУ (Пененко В.В.)

Карелина Ю.А. — 4 курс НГУ (Пененко В.В.)

Гришкина К.Е. — 4 курс НГУ (Пененко В.В.)

Защита диссертаций

Пененко А.В., к.ф.-м.н. по специальности 05.13.18, научный руководитель: проф., д.ф.-м.н. Кабанихин С.И.

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

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 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 трехмерных динамических задач теории упругости построен новый класс неявных разностных схем, обладающих высокой степенью параллелизма. В их числе — разностные схемы, степень параллелизма у которых та же, что и для обычных явных схем.

Для задачи теории упругости в приближении теории пластин разработан экономичный параллелизуемый алгоритм, основанный на замене типа краевого условия. Реализация алгоритма требует решения последовательности задач о прогибе пластины с краевым условием шарнирного опирания, заданным на всей границе. Каждая из таких задач эквивалентна двукратному обращению дискретного аналога оператора Лапласа с условиями Дирихле.

Разработан и программно реализован фрагментированный алгоритм попеременно-треугольного метода для численного решения уравнения Ламе. Показана принципиальная возможность применения фрагментированного алгоритма для уменьшения времени расчетов при использовании многоядерных процессоров с общей памятью. Исследована зависимость ускорения от различных факторов.

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)

Разработан многоуровневый переобуславливающий оператор для эффективного решения краевых задач с использованием сгущающихся сеток.

Трудоемкость задачи выбора параметра сглаживающего сплайна по критерию невязки определяется числом итераций в итерационном процессе решения нелинейного уравнения $\phi(\alpha) = \varepsilon$, где $\phi(\alpha)$ — норма невязки сглаживающего сплайна, построенного по параметру сглаживания α , а ε — требуемое значение невязки (среднеквадратичной ошибки) сплайн-аппроксимации. На основе приближения функции невязки рядами по степеням оператора невязки построен алгоритм, обеспечивающий любую заданную скорость сходимости итерационного процесса. Написана программа адаптивного выбора скорости сходимости итерационного процесса. Проводятся численные эксперименты по выбору управляющих параметров, минимизирующих общую трудоемкость.

Первоначальное предположение о возможности создания единой математической модели для взаимодействия линейно поляризованного света как с границей двух различно ориентированных двуосных кристаллов, так и с границей изотропная среда–металл, в результате проведенных исследований оказалась неверным, поскольку при отражении от металлических поверхностей свет характеризуется эллиптической поляризацией. В связи с этим основные исследования были направлены на разработку модели поведения

линейно поляризованного света на границе двух различно ориентированных двuosных кристаллов. Разработан алгоритм и выполнена программная реализация, проведены численные эксперименты. Начата работа по созданию комплекса тестов для верификации аналогичных алгоритмов.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 09-07-00237 «Разработка алгоритмов физически корректной визуализации сцен с двuosными 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, двuosных 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.sccc.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 трехмерных динамических задач теории упругости построен новый класс неявных разностных схем, обладающих высокой степенью параллелизма. В их числе — разностные схемы, степень параллелизма у которых та же, что и для обычных явных схем. Даже сама возможность существования неявных схем с подобной степенью параллелизма до сих пор представлялась весьма проблематичной.

Для динамических задач распространения упругих волн разработаны экономичные параллелизуемые алгоритмы, основанные на преобразованиях Лагерра. Это позволяет обеспечить асимптотическую устойчивость в динамических задачах.

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 разработан экономичный параллелизуемый алгоритм, основанный на замене типа краевого условия. Реализация алгоритма требует решения последовательности задач о прогибе пластины с краевым условием шарнирного опирания, заданным на всей границе. Каждая из таких задач эквивалентна двукратному обращению дискретного аналога оператора Лапласа с условиями Дирихле.

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)

См. отчет Лаборатория численного моделирования сейсмических полей.

Публикации

Центральные издания

- [1] Коновалов А.Н. Сопряженно-согласованные аппроксимации и экономичные дискретные реализации для динамической задачи линейной теории упругости // Дифф. уравнения. — 2010. — Т. 46, № 7. — С. 1004–1010.

Зарубежные издания

- [1] Rozhenko A.I. A new method for finding the optimal smoothing parameter for the abstract smoothing spline // J. Approx. Theory. — 2010. — Vol. 162. — P. 1117–1127. — doi:10.1016/j.jat.2009.08.002.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Дебелов В.А., Козлов Д.С. Верификация алгоритмов фотореалистического рендеринга кристаллов // Тр. XX Междунар. конф. по компьютерной графике и зрению Графикон-2010. — Ст.-Петербург: Изд. СПбГУ ИТМО. — С. 238–245.

Прочие публикации

- [1] Matsokin A.M., Nepomnyaschikh S.V. Domain Decomposition Preconditioning for Well Models for Reservoir Problems. — Uni Linz, Austria, 2009. — 21 p. — (NuMa Preprint 2009-05).
- [2] Сорокин С.Б. Переобусловливание при численном решении бигармонического уравнения // Тез. докл. V Всерос. конф. памяти акад. А.Ф. Сидорова. — Абрау-Дюрсо, 2010. — С. 76–77.
- [3] Козлов Д.С. Особенности реализации модуля расчета взаимодействия луча с границей двух полупрозрачных сред // Технологии Microsoft в теории и практике программирования: Тр. VII Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. — Томск: Изд. Томск. политехн. ун-та, 2010. — С. 55–56.
- [4] Козлов Д.С. Верификация расчета фотореалистического изображения кристалла кальцита // Тр. конф. молодых ученых. — Новосибирск, 2010. — С. 72–82.
- [5] Козлов Д.С. Модуль расчета взаимодействия луча с границей двух полупрозрачных сред // Мат. XLVIII Междунар. науч. студ. конф. «Студент и научно-технический прогресс». — Новосибирск: Изд-во НГУ, 2010. — С. 13.
- [6] Басканов А.С. Расчет отраженного и преломленных лучей при падении луча на одноосный кристалл // Там же. — С. 12.

Сдано в печать

- [1] Коновалов А.Н. Экономичные дискретные реализации для динамической задачи линейной теории упругости // Дифф. уравнения. — 2011. — Т. 47, № 7.
- [2] Сорокин С.Б. Переобусловливание при численном решении задачи Дирихле для бигармонического уравнения // СибЖВМ. — 2011. — № 2.
- [3] Matsokin A.M., Mishev I.D., Nepomnyaschikh S.V. Domain Decomposition Methods for Parabolic Problems with Jumps in the coefficients // Numer. Linear Algebra Appl. (submitted).

Общее количество публикаций

Центральные издания	— 1
Зарубежные издания	— 1
Материалы конференций	— 1

Участие в конференциях и совещаниях

1. Всероссийская конференция «Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования», посвященная 85-летию академика Г.И. Марчука, Новосибирск, 10–11 июня 2010. — 1 доклад (Коновалов А.Н.).
2. Вторая молодежная международная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск, 21–29 сентября 2010. — 1 доклад (Коновалов А.Н.).
3. 8-я Всероссийская конференция «Сеточные методы для краевых задач и приложения», Казань, 30 сентября–5 октября 2010. — 1 доклад (Коновалов А.Н.).
4. 9-я Всероссийская молодежная школа-конференция «Лобачевские чтения-2010», Казань, 1–6 сентября 2010. — 1 доклад (Коновалов А.Н.).
5. V Всероссийская конференция памяти академика А.Ф. Сидорова, Абрау-Дюрсо, 13–18 сентября 2010. — 1 доклад (Сорокин С.Б.).
6. Domain Decomposition Methods for Problems with Jumps in the Coefficients, Workshop ExxonMobil, Houston, USA, June 8–10, 2010. — 1 доклад (Мацокин А.М., С.В. Непомнящих).
7. Международная конференция «Теория приближений», Санкт-Петербург, 3–8 мая 2010. — 1 доклад (Роженко А.И.).
8. XX Международная конференция по компьютерной графике и машинному зрению Графикон-2010, Санкт-Петербург, 20–24 сентября 2010. — 1 доклад (Дебелов В.А., Козлов Д.С.).
9. VII Всероссийская научно-практическая конференция-конкурс «Технологии Microsoft в теории и практике программирования». Томск, 23–24 марта 2010. — 1 доклад (Козлов Д.С.).
10. VII Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 23–24 марта 2010. — 1 доклад (Козлов Д.С.).
11. XLVIII Международная научная студенческая конференция «Студент и научно-технический прогресс», Новосибирск, 10–14 апреля 2010. — 2 доклада (Козлов Д.С.).

Всего докладов — 12

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

1. Коновалов А.Н. — член Международного программного комитета Второй молодежной международной научной школы-конференции памяти академика М.М. Лаврентьева «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск, 21–29 сентября 2010 г.
2. Коновалов А.Н. — член оргкомитета Восьмой всероссийской конференции «Сеточные методы для краевых задач и приложения», посвященной 80-летию со дня рождения А.Д. Ляшко, Казань, 30 сентября–5 октября 2010 г.
3. Дебелов В.А. — член программного комитета Международной конференции «Computer Graphics, Visualization, Computer Vision and Image Processing 2010», Freiburg, Germany, 27–29 July, 2010. <http://www.cgv-conf.org/2010/committees.asp>.
4. Дебелов В.А. — член программного комитета Международной конференции-интервал 18-th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision WSCG-2010, Pilsen, Czech Republic, February 1–4, 2010. http://wscg.zcu.cz/WSCG2010/Papers_2010/!_2010_J_WSCG-2010_1-3.pdf.
5. Дебелов В.А. — член программного комитета 20-й Международной конференции по компьютерной графике и зрению Графикон-2010. <http://gc2010.graphicon.ru/ru/ipc>.

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

1. Мацокин А.М.	зав. лаб.,	д.ф.-м.н.
2. Коновалов А.Н.	гнс,	д.ф.-м.н., академик РАН
3. Дебелов В.А.	внс,	д.т.н.
4. Непомнящих С.В.	внс,	д.ф.-м.н.
5. Роженко А.И.	внс,	д.ф.-м.н.
6. Сорокин С.Б.	внс,	д.ф.-м.н.
7. Шустов Г.В.	снс	
8. Бреднихина А.Ю.	мнс 0.5 ст.,	к.т.н.
9. Хорсова Г.Е.	вед. прогр.	
10. Горский Н.М.	вед. прогр. 0.5 ст.,	к.ф.-м.н.

Бреднихина А.Ю. — молодой научный сотрудник.

Редакция СибЖВМ

1. Васильева Л.Ф.	снс, к.ф.-м.н.
2. Козорезова Н.Е.	вед. программист
3. Минакова Л.А.	вед. программист
4. Шелестова Н.И.	вед. редактор

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

Трегубов И.А.	—	НГУ, 3 год (Коновалов А.Н.)
Козлов Д.С.	—	НГУ, 3 год (Дебелов В.А.)

Премии и награды

Козлов Д.С. — лауреат молодежного конкурса научных работ ИВМиМГ СО РАН.

Лаборатория математических задач геофизики

Зав. лабораторией д.ф.-м.н. С.И. Кабанихин

Важнейшие достижения

Построен алгоритм нахождения сингулярных чисел в обратной задаче определения источников возбуждения волн по волновому полю, измеренному на части поверхности исследуемой среды. При помощи специального интегрального преобразования по горизонтальным переменным, обратная задача сведена к системе линейных алгебраических уравнений, для которой удается явным образом построить оператор обратной задачи. Это позволило вычислить последовательность сингулярных чисел и на этой основе построить алгоритм регуляризации обратной задачи, основанный на методе С.К. Годунова. Алгоритм позволяет учитывать априорную информацию и строить наилучшее для заданной точности измерений приближенное решение обратной задачи.

Продолжено исследование электромагнитного поля Земли. Результатом исследования явилось обнаружение в наблюдаемых Мировой сетью обсерваторий электромагнитных полях несилловых электромагнитных полей. Предложено их использование в геофизической практике. Результаты изложены в монографии, вышедшей в 2010 г.

Исследован процесс возбуждения магнитоупругих SH-волн в полубесконечной идеально проводящей пористой среде, имеющей поверхностный слой. Показано, что внешняя постоянная магнитного поля может вызвать такие волны даже там, где они отсутствуют в идеально пористом случае. Другими словами, если проводящий слой и проводящее полупространство однородно упругие, но электромагнитные свойства отличны ($\mu \frac{\gamma_1 \tilde{\sigma}_s}{\sigma} > \mu \frac{\gamma_1 \sigma_s}{\sigma}$, σ и σ_s — проводимости пористого тела и упругой матрицы соответственно, μ — магнитная проницаемость, волной отмечены электромагнитные характеристики в полупространстве), то в этом случае существуют магнитоупругие SH волны.

Получено соотношение о среднем для уравнений статики упруго-пористого тела. А именно, получены соотношения для вектора смещений упругого пористого тела и порового давления. Знания этих величин достаточно для определений области дилатансии в задачах прогноза землетрясений.

Численно решена линейная двумерная динамическая задача для пористых сред, насыщенных жидкостью. За основу взята линеаризованная модель В.Н. Доровского, в которой среда описывается тремя упругими параметрами. Для решения задачи использовался явный разностный метод второго порядка точности. Также использован метод RML (полностью согласованного поглощающего слоя). Проведена серия тестовых численных расчетов для пробной модели среды.

Найдена и систематически исследована группа Ли преобразований шестимерного пространства, являющаяся расширением группы конформных преобразований трехмерного пространства, а также группой эквивалентности трехмерного уравнения эйконала и других классических уравнений математической физики. Найдены в явном виде дифференциальные инварианты и операторы инвариантного дифференцирования этой группы и установлена их определенная связь с ортами Френе векторных линий произвольного гладкого трехмерного векторного потенциального поля.

На этой основе получен ряд новых формул векторного анализа в виде векторных и скалярных дифференциальных тождеств, связывающих модуль и направление произвольного гладкого векторного поля в двумерном и трехмерном случаях.

В дифференциальной геометрии произвольных плоских кривых обнаружено существование соленоидального векторного поля, выражаемого через кривизны и орты Френе кривых, т. е. открыт закон сохранения в дифференциальной геометрии плоских кривых. Аналогичные результаты получены для пространственных кривых.

Открыто существование законов сохранения, найденных в явном виде, для поля времен (решения уравнения эйконала в изотропной неоднородной среде) в кинематической задаче сейсмологии (геометрической оптики).

Найдены новые законы сохранения и другие дифференциальные соотношения для движения идеальной жидкости (для гидродинамических уравнений Эйлера) и для электрического и магнитного поля (для уравнений Максвелла).

Проведено планирование сейсмических сетей Кемеровской области. Результаты доложены на конференции в Барнауле и опубликованы в ВНСС.

С целью записи данных непосредственно в электронную память с расширением .WAV и исключения применения ноутбуков на борту обслуживающего судна выполнена доработка регистрирующего блока к высокоразрешающему геопрофилографу.

Проведены натурные исследования на Телецком озере вблизи хребта С. Лепневой с использованием мотолодки «Прогресс», в которую загружался геопрофилограф, регистрирующий блок с двумя гидрофонами, GPS (GARMIN VISTA CX) и эхолот (HUMMINBIRD 717).

С использованием программы Global Mapper и результатов эхолотирования озера в 2009–2010 годах, была построена крупномасштабная карта подводного хребта С. Лепневой.

Совместно с отделом наукоемкого программирования группы компаний «Информап», агентством «Warmert India» и сотрудниками лаборатории математического моделирования волн цунами ИВМиМГ было проведено тестовое моделирование события цунами на основе исторических данных от 26 декабря 2004 г. в 200 километровой пилотной области Индии (между городами Кудалор до Нагапатинам). Был проведен сравнительный анализ результатов модели с собранными наблюдаемыми данными. В работе использовался трехмерный интерактивный программный комплекс Imp.ITRIS (Integrated tsunami research system), в разработке которого принимали активное участие сотрудники лаборатории математических задач геофизики.

Совместно с отделом наукоемкого программирования группы компаний «Информап», агентством «Warmert» создана программная реализация методов прогнозирования последствий землетрясений.

Совместно с отделом наукоемкого программирования группы компаний «Информап» разработана методика и ее программная реализация по заданию многоточечного источника начального возмущения события цунами на основе публикуемых параметров тектонического сдвига.

(д.ф.-м.н. С.И. Кабанихин)

Отчет по этапам НИР, завершающимся в 2010 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 — д.ф.-м.н. С.И. Кабанихин)

Построены алгоритмы численного решения обратных задач акустики и электродинамики, основанные на оптимизационном методе с привлечением на каждом шаге итерационного процесса дополнительной информации об искомом решении. Получены оценки скорости сходимости.

Обнаружены в наблюдаемых Мировой сетью обсерваторий электромагнитных полях несиловые электромагнитные поля. Предложено их использование в геофизической практике.

Открыто существование законов сохранения, найденных в явном виде, для поля времен (решения уравнения эйконала в изотропной неоднородной среде) в кинематической задаче сейсмики (геометрической оптики).

Результаты работ по проектам РФФИ

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

Построен и обоснован алгоритм 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.

Проект № 09-01-00746-а «Создание и обоснование прямых и итерационных численных методов решения обратных задач»
(Руководитель — д.ф.-м.н. Кабанихин С.И.)

Построен алгоритм численного решения задачи определения проводимости среды для квазистационарного приближения системы уравнений Максвелла. Алгоритм основан на методе Ньютона–Канторовича с регуляризацией на каждом шаге итерационного процесса. Построен алгоритм определения граничных условий на недоступных границах, основанный на методе итераций Ландвебера.

Проект № 10-01-06829-моб_г «Организация и проведение второй международной молодежной школы-конференции «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач»
(Руководитель — д.ф.-м.н. Кабанихин С.И.)

На конференции было прочитано 64 лекции и 30 секционных докладов. В качестве слушателей в работе различных секций приняли участие более трехсот молодых ученых и сотрудников Сибирского отделения РАН. Тематика школы-конференции отличалась многообразием приложений. В то же время были представлены практически все направления общей теории обратных и некорректных задач. В рамках школы-конференции был проведен вечер памяти академика М.М. Лаврентьева.

Тезисы докладов школы-конференции опубликованы в электронном виде и находятся на сайте Института математики имени С.Л. Соболева СО РАН: <http://math.nsc.ru/conference/onz10/thesis/abstracts.pdf>. Сборник трудов готовится к печати в Сибирских электронных математических известиях (СЭМИ), ИМ СО РАН.

Проект № 10-01-08003-з «Участие с приглашенным докладом в международной конференции IP-TA 2010 Inverse Problems: Developments in Theory and Applications (Обратные задачи: развитие теории и приложений)»
(Руководитель — д.ф.-м.н. Кабанихин С.И.)

С.И. Кабанихин принял участие в работе международной конференции IP-TA 2010 Inverse Problems: Developments in Theory and Applications (Обратные задачи: развитие теории и приложений), Польша, Варшава, Международный математический Центр

Банаха, 8–13 февраля 2010 года и выступил с приглашенным докладом «Численные методы решения обратных задач».

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

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 2010 г. разработан алгоритм и создана программа для численного моделирования распространения сейсмических волн в двумерно неоднородных, пористых, насыщенных жидкостью средах. С целью тестирования разработанного алгоритма была проведена серия тестовых численных расчетов для пробной модели среды.

ИП № 40 Президиума РАН Раздел «Обратные и некорректные задачи»
(Руководитель — академик РАН С.К. Годунов, отв. исполнитель — д.ф.-м.н. С.И. Кабанихин)

Построены новые алгоритмы регуляризации обратных и некорректных задач акустики, термоакустики и электродинамики, основанные на приеме, предложенном С.К. Годуновым. Алгоритмы позволяют использовать априорную информацию о решении непосредственно в виде дополнительных уравнений.

Междисциплинарный проект № 6 Президиума СО РАН.

Раздел 4. «Теоретические основы принципиально новой технологии зондирования в нефтегазовых скважинах с использованием субнаносекундных электромагнитных импульсов»
(Отв. исполнитель — д.ф.-м.н. С.И. Кабанихин)

Разработан численный метод решения прямой и обратной задачи электродинамики в субнаносекундном диапазоне. Метод решения прямой задачи основан на комбинации метода конечных разностей с привлечением на отдельных этапах метода конечных элементов. Метод решения обратной задачи основан на использовании гиперболичности системы Максвелла на ранней стадии.

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

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

Публикации

Монографии

- [1] Аксенов В.В. Электромагнитное поле Земли. (3-е издание, переработанное и дополненное). — Новосибирск: Издательство СО РАН, 2010. — 268 с.

Центральные издания

- [1] Методы активной сейсмологии в задачах мониторинга глубинного строения Земли / Б.Г. Михайленко, Б.М. Глинский, Х.Х. Имомназаров, В.В. Ковалевский, Л.Е. Собисевич, А.Л. Собисевич, М.С. Хайретдинов // Экстремальные природные явления и катастрофы / Отв. ред. А.О. Глико; отв. сост. А.Л. Собисевич. Т. 1: Оценка и пути снижения негативных последствий экстремальных природных явлений. — М.: Изд. ИФЗ РАН, 2010. — С. 89–130.
- [2] Алексеев А.С., Глинский Б.М., Имомназаров Х.Х., Ковалевский В.В., Хайретдинов М.С. и др. Методы решения прямых и обратных задач сейсмологии, электромагнетизма и экспериментальные исследования в проблемах изучения геодинамических процессов в коре и верхней мантии земли. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. — 405 с.
- [3] Жабборов Н.М., Имомназаров Х.Х. Теорема о среднем для неоднородной системы пористоупругости // J. Siberian Federal University, Maths&Physics. — 2009. — Vol. 2(4). — С. 394–400.
- [4] Имомназаров Х.Х., Сорокин К.Э. Численное решение линейной двумерной динамической задачи для пористых сред // J. Siberian Federal University, Maths&Physics. — 2010. — Vol. 3(2). — С. 256–261.
- [5] Имомназаров Х.Х., Имомназаров Ш.Х. Магнитоупругие поверхностные волны типа Лява в пористой среде // Докл. РАН. — 2010. — Т. 432, № 6. — С. 755–756.
- [6] Меграбов А.Г. Дифференциальные тождества, связывающие модуль и направление векторного поля, и гидродинамические уравнения Эйлера // Докл. РАН. — 2010. — Т. 433, № 3. — С. 309–313.
- [7] Меграбов А.Г. Некоторые дифференциальные тождества и их приложения к уравнению эйконала // Докл. РАН. — 2010. — Т. 432, № 4. — С. 461–465.
- [8] Дядьков П.Г., Кучай О.А., Михеева А.В., Романенко Ю.М. Стадии подготовки Алтайского землетрясения 27.09.2003, $M_w=7.3$, и связанные с ними изменения состояния сейсмогенной среды // Физическая мезомеханика. — 2010. — Вып. 6. — С. 78–82.
- [9] Эпов М.И., Миронов В.Л., Музалевский К.В., Кабанихин С.И. Применение метода дискретных источников для расчета полей СШП импульсного электромагнитного дипольного зонда в средах нефтегазового коллектора // Изв. вузов. Физика. — 2010. — № 9/3. — С. 257–262.

Зарубежные издания

- [1] Alekseev A.S., Tsibulchik G.M., Kovalevsky V.V., Belonosov A.S. The basis of the theory of active geophysical (multidisciplinary) monitoring. Conception of «source» and «surface» dilatant zones // Active Geophysical Monitoring. — Cambell: Elsevier Science, 2010. — Vol.40. — P. 55–71.
- [2] Megrabov A.G. Differential Identities Relating the Modulus and Direction of a Vector Field and Euler's Hydrodynamic Equations // Doklady Mathematics. — 2010. — Vol. 82, № 1. — P. 625–629.
- [3] Megrabov A.G. Some Differential Identities and Their Applications to the Eikonal Equation // Ibid. — P. 638–642.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Лужецкий В.Г. Сейсмопрофилирование хребта С. Лепневой в Телецом озере // Сб. матер. междунар. науч. конгр. Гео-Сибирь-2010. — Новосибирск: Изд. СГГА, 2010. — Т. 2. — С. 85–89.

- [2] Luzhetskyy V. Deposits of the gas hydrates on Lakes Baikal and Teletskoye found by geophysical method of CSP // Abstr. 10-th Intern. Conf. on Gas in Marine Sediments. — Listviynka, 2010. — P. 123–124.
- [3] Kabanikhin S.I., Numerical Methods of Solving Inverse Hyperbolic Problems // Intern. Conf. on Inverse Problems, April 25–29, 2010, Wuhan, China. — P. 13–15.
- [4] Кабанихин С.И., Шишленин М.А., Акустическое зондирование методами линеаризации и обращением волнового поля // Сибирские электронные математические известия, 2010: Тр. первой междунар. молодежной школы-конф. «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач». — 2010. — Ч. I. — С. 199–206.
- [5] Романов В.Г., Кабанихин С.И., Шишленин М.А., Исследование математической модели электромагнитного зонда в осесимметричной скважине // Там же. — С. 307–321.
- [6] Кабанихин С.И., Черемисин А.Н., Шишленин М.А., Задача определения обводненности и дебита в пласте // Там же. — С. 361–380.
- [7] Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи (О первой международной молодежной школе-конференции «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач») // Там же. — С. 404–421.
- [8] Меграбов А.Г. Дифференциальные тождества, связывающие и разделяющие модуль и направление векторного поля // Поиск математических закономерностей Мироздания: физические идеи, подходы, концепции. Коллективная монография / Под ред. М.М. Лаврентьева. — (Избр. тр. VII Сиб. междисциплинарной конф. «Математические проблемы физики пространства-времени сложных систем (ФПВ-2008)», посв. 100-летию доклада Г. Минковского «Пространство и время». — Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2010. — С. 155–190.

Прочие издания

- [1] Михеева А.В. Обзор каталога импактных структур Земли и анализ его закономерностей // Тез. II Междунар. конф. «Геоинформатика: технологии, научные проекты». — Барнаул, 2010. — С. 70.
- [2] Омельченко О.К., Еманов А.Ф. Планирование сейсмических сетей Кемеровской области // Там же. — С. 76.
- [3] Khairtdinov M.S., Omelchenko O.K., Voskoboinikova G.M. Invers problems in hierarchic monitoring networks // Abstr. fifth Int. Con. «Inverse Problems: Modeling and Simulation». — Antalya, 2010. — P. 55.
- [4] Kabanikhin S.I. Numerical analysis of inverse problems of Geophysics // Ibid. — P. 6.
- [5] Kabanikhin S.I., Kabanikhina I.G. Classification of inverse problems // Ibid. — P. 171.
- [6] Kabanikhin S.I. Shishlenin M.A., Time domain Wave Inversion in Geophysics // The Second Int. Workshop on Computational Inverse Problems and Applications. — Beijing, 2010. — P. 52.
- [7] Kabanikhin S.I. Numerical analysis of inverse problems. Workshop «Inverse Problems: Developments in Theory and Applications» (invited talk). — Варшава, 2010. — P. 11.
- [8] Колчанов Н.А., Подколотный Н.Л. Компьютерная биология // III Междунар. форум по нанотехнологиям. — М., 2010. — С. 112.
- [9] Bogomolov A.G., Podkolodny N.L., Rubtsov N.B. Computer support system development for biological research in microscopy // VII Междунар. конф. по биоинформатике регуляции и структуры геномов и системной биологии (Bioinformatics of Genome Regulation and Structure\Systems Biology — BGRS\SB-2010). — Новосибирск, 2010. — С. 48.
- [10] Иванисенко В.А., Деменков П.С., Иванисенко Т.В., Подколотный Н.Л. ANDCell and ANDNanobiotech: Accosiative network discovery system for automated analysis in systems biology and nanobiotechnology // Там же. — С. 118.
- [11] Иванисенко В.А., Подколотный Н.Л., Деменков П.С. и др. The nanobiotechnology database // Там же. — С. 228.
- [12] Podkolodny N.L., Ignatyeva E.V., Rasskazov D.A. et al. Computer system for analysis of mechanisms of transcription regulation in eukaryotes // Там же. — С. 229.

- [13] Дядьков П.Г., Михеева А.В. Геоинформационно-экспертные методы анализа сейсмологических данных // Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения (УКИ-10): Тр. конф. — М., 2010. — С. 184–185.
- [14] Подколотный Н.Л., Игнатъева Е.В., Рассказов Д.А. и др. Интегрированная система для информационной поддержки исследования механизмов регуляции транскрипции // Тр. 12-й Всерос. науч. конф. «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» — RCDL'2010. — Казань, 2010. — С. 69–76.
- [15] Дергачев А.А., Еманов А.Ф., Омелченко О.К., Филина А.Г. Планирование и анализ зональной сейсмической сети Кемеровской области // Кузбасс-2: Сб. статей. Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала) Mining Informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). — 2009. — № ОВ17. — М.: «Горная книга». — Р. 262–270 (не вошла в отчет 2009 г.).
- [16] Хайретдинов М.С., Омелченко О.К., Воскобойникова Г.М., Седухина Г.Ф. Структурный анализ сейсмических волновых полей в зонах разрушения горных // Там же. — С. 329–333.
- [17] Маринин И.В., Елецкий С.В., Чесноков В.В. Использование IMP.ITRIS для предварительного и оперативного исследования цунами и оценки их последствий // Кузбасс-3: Сб. статей. Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала) Mining Informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). — 2009. — № ОВ18. — М.: «Горная книга». — С. 181–185 (не вошла в отчет 2009 г.).
- [18] Маринин И.В., Елецкий С.В., Чесноков В.В. Использование IMP.ITRIS для предварительного и оперативного исследования землетрясений и оценки их последствий // Там же. — С. 186–190.

Сдано в печать

- [1] Kabanikhin S.I., Shishlenin M.A. Numerical algorithm for two-dimensional inverse acoustic problem based on Gel'fand-Levitan-Krein equation // J. Inverse and Ill-Posed Problems. — 2010. — Vol. 18, iss. 8.
- [2] Kabanikhin S.I. Inverse and Ill-Posed Problems // J. Inverse and Ill-Posed Problems. — 2010. — Vol. 18, iss. 9.
- [3] Imomnazarov Kh.Kh., Zhabborov N.M. Theorem about a spherical mean for a poroelastic static system // Bull. NCC. Ser. Mathematical Modeling in Geophysics. — 2010. — Iss. 13. — P. 45–50.
- [4] Imomnazarov Kh.Kh. About one form of the dynamic equation of porous media in terms of velocities, stresses and pressure // Ibid. — P. 41–44.
- [5] Dyadkov P.G., Mikheeva A.V. The EEDB—Expert Earthquake Database for Seismic-Geodynamic Research // Ibid. — P. 15–30.
- [6] Mikheeva A.V. General laws of spatial-temporal distribution of the Earth's impact structures // Ibid. —
- [7] Emanov A.F., Omelchenko O.K. Planning seismic networks in the Kemerovo region // Ibid. — P. 31–40.

Патенты

- [1] Иванисенко В.А., Деменков П.С., Иванисенко Т.В., Подколотный Н.Л., Хлебодарова Т.М., Игнатъева Е.В., Ананько Е.А., Подколотная О.А., Колчанов Н.А. База данных нанобиоматериалов (НАНОБИОБАЗА) / Nanobiomaterial database (NANOBIOBASE) — авторское свидетельство № 2009620541. 2010.
- [2] Иванисенко В.А., Деменков П.С., Иванисенко Т.В., Подколотный Н.Л., Хлебодарова Т.М., Игнатъева Е.В., Ананько Е.А., Подколотная О.А., Колчанов Н.А. База данных нанобиотехнологий (НАНОБИОТЕХБАЗЕ) / Nanobiotechnology database (NANOBIOTECHBASE) — авторское свидетельство № 2009620542. 2010.

Общее количество публикаций

Монографии	— 1
Центральные издания	— 8
Зарубежные издания	— 2.5
Материалы международных конференций	— 8
Патенты	— 2

Участие в конференциях и совещаниях

1. «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения» (УКИ-10), Москва, 2010. — 1 доклад (Михеева А.В.).
2. II Международная конференция «Геоинформатика: технологии, научные проекты», Барнаул, 20–25 сентября 2010. — 2 доклада (Михеева А.В., Омельченко О.К.).
3. II Молодежная международная научная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», посвященная памяти академика М.М. Лаврентьева, Новосибирск, 21–29 сентября 2010. — 1 доклад (Имомназаров Х.Х.).
4. Workshop «Inverse Problems: Developments in Theory and Applications», Польша, Варшава, 9.02.–12.02.2010. — 1 приглашенный доклад (Кабанихин С.И.).
5. International Conference on Inverse Problems, Китай, Wuhan, 25.04–29.04.2010. — 1 приглашенный доклад (Кабанихин С.И.).
6. The 5-th International Conference «Inverse Problems: Modeling and Simulation, Турция, Анталия, 24.05–29.05.2010. — 2 доклада (Кабанихин С.И., Омельченко О.К.).
7. The Second International Workshop on Computational Inverse Problems and Applications, Китай, Пекин, 11.07–17.07.2010. — 1 приглашенный доклад (Кабанихин С.И.).
8. Всероссийская конференция «Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования», посвященная 85-летию академика Г.И. Марчука, Новосибирск, 10–11 июня 2010. — 1 доклад (Кабанихин С.И.).
9. Вторая молодежная международная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск, 21.09–29.09.2010. — 2 пленарных доклада (Кабанихин С.И.).
10. Международный научный конгресс «ГЕО-Сибирь-2010», Новосибирск. — 1 доклад (Лужецкий В.Г.).
11. 10-th International Conference on Gas in Marine Sediments, Listviynka, 6–12 September, 2010. — 1 доклад (Лужецкий В.Г.).
12. VII Всероссийский симпозиум «Контроль окружающей среды и климата», Томск, 5–7 июля 2010. — 1 доклад (Лужецкий В.Г.).
13. Пятая Верещагинская байкальская конференция, Иркутск, 4–9 октября 2010. — 2 доклада (Лужецкий В.Г.).
14. III Международный форум по нанотехнологиям, Rusnanotech-2010, Москва, 1–3 ноября 2010. — 1 доклад (Подколотный Н.Л.).
15. 12-я Всероссийская научная конференция «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» – RCDL'2010, Казань, 21–24 мая 2010. — 1 доклад (Подколотный Н.Л.).
16. Второй Симпозиум «Онтологическое моделирование: состояние и направления исследований и применения», Казань, 19–20 мая 2010. — 1 доклад (Подколотный Н.Л.).
17. II Молодежная международная научная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск, 21–29 сентября 2010. — 2 доклада (Подколотный Н.Л.).

18. VII Международная конференция по биоинформатике регуляции и структуры геномов и системной биологии (Bioinformatics of Genome Regulation and Structure\Systems Biology–BGRS\SB-2010), Новосибирск, 20–27 июня 2010. — 1 доклад (Подколотный Н.Л.).

Всего докладов — 24
в т.ч. пленарных — 5

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

1.	Кабанихин С.И.	зав.лаб.,	д.ф.-м.н.
2.	Аксенов В.В.	гнс,	д.ф.-м.н.
3.	Имомназаров Х.Х.	внс,	д.ф.-м.н.
4.	Меграбов А.Г.	внс,	д.ф.-м.н.
5.	Белоносов А.С.	снс,	к.ф.-м.н.
6.	Белоносова А.В.	снс 0.75 ст.,	к.ф.-м.н.
7.	Лужецкий В.Г.	снс 0.5 ст.,	к.т.н.
8.	Омельченко О.К.	снс,	к.ф.-м.н.
9.	Подколотный Н.Л.	снс,	к.ф.-м.н.
10.	Виноградов С.П.	нс 0.5 ст.	
11.	Михеева А.В.	мнс	
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.	Никольников Е.И.	вед. инженер	
17.	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
Подколотный 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

Алябушев А.А.	—	2 год, ИВМиМГ (Меграбов А.Г.)
Гребенюк Е.С.	—	1 год, ИВМиМГ (Меграбов А.Г.)
Мясников В.Н.	—	1 год, ИВМиМГ (Меграбов А.Г.)
Коробов П.В.	—	2 год, ИВМиМГ (Имомназаров Х.Х.)
Сорокин К.Э.	—	2 год, ИВМиМГ (Имомназаров Х.Х.)
Рудниченко К.А.	—	3 год, ИВМиМГ (Омельченко О.К.)

Защиты дипломников

Воронов Д.А.	—	бакалавр ММФ (Кабанихин С.И.)
Новиков Н.С.	—	бакалавр ММФ (Кабанихин С.И.)

Руководство студентами

Джарова С.А.	— 6 курс, ММФ (Кабанихин С.И.)
Абеева А.А.	— 6 курс, ММФ (Кабанихин С.И.)
Серикбол М.С.	— 6 курс, ММФ (Кабанихин С.И.)
Мамыров А.О.	— 6 курс, ММФ (Кабанихин С.И.)
Воронов Д.А.	— 5 курс, ММФ (Кабанихин С.И.)
Новиков Н.С.	— 5 курс, ММФ (Кабанихин С.И.)
Криворотько О.И.	— 5 курс, ММФ (Кабанихин С.И.)

Лаборатория численного моделирования сейсмических полей

Зав лабораторией академик РАН Б.Г. Михайленко

Важнейшие достижения

Предложен, обоснован и реализован конечно-разностный метод численного моделирования сейсмических волн в разномасштабных средах на основе применения сеток с локальным пространственно-временным измельчением. Созданное на его основе параллельное программное обеспечение дает уникальную возможность детального анализа процессов взаимодействия сейсмических волн с тонкой структурой пласта-коллектора и разработки качественно новых методов поиска и разведки месторождений нефти и газа за счет локации зон повышенной трещиноватости и прогнозирования их флюидонасыщенности. Эта работа принимала участие в конкурсе по применению высокопроизводительных вычислений «Невозможное стало возможным: реальные приложения для НРС», организованным компанией Intel совместно с Российской корпорацией нанотехнологий («РОСНАНО») в 2010 г. и заняла 1 место.
(к.ф.-м.н. Г.В. Решетова)

Отчет по этапам НИР, завершаенным в 2010 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 сложных природных и технических систем»
(Руководитель — академик РАН Б.Г. Михайленко)

Создано программное обеспечение, для определения атрибутов сети микротрещин в геологической среде. Рассмотрены двумерные модели как для идеально-упругих, так и для вязкоупругих сред. Проведено конечно-разностное моделирование с помощью измельчения сеток.

Создан метод аналитического моделирования для сложно построенных сред 2.5D геометрии. На основе этого метода созданы алгоритмы точного расчета отдельных типов волн.

Разработан высокоточный метод решения динамических задач, основанный на комплексировании преобразования Фурье, конечно-разностного метода и преобразования Лагерра по времени на основе пошаговой модификации, суть которой 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.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 07-05-00538 «Изучение проявления скоплений неоднородностей субсейсмического масштаба в волновых сейсмических полях»
(Руководитель — к.ф.-м.н. Г.В. Решетова)

Предложен, обоснован и реализован конечно-разностный метод численного моделирования сейсмических волн в разномасштабных средах на основе применения сеток с локальным пространственно-временным измельчением. Созданное на его основе параллельное программное обеспечение дает уникальную возможность детального анализа процессов взаимодействия сейсмических волн с тонкой структурой пласта-коллектора и разработки качественно новых методов поиска и разведки месторождений нефти и газа.

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)

В качестве основы для построения теоретических сейсмограмм в реальных геофизических средах разработан полностью консервативный экономичный конечно-разностный параллелизуемый алгоритм. Проведены вычислительные эксперименты по различным способам реализации параллельных вычислений.

Для трехмерных динамических задач теории упругости построен новый класс неявных разностных схем, обладающих высокой степенью параллелизма. В их числе — разностные схемы, степень параллелизма у которых та же, что и для обычных явных схем. Даже сама возможность существования неявных схем с подобной степенью параллелизма до сих пор представлялась весьма проблематичной.

Для динамических задач распространения упругих волн разработаны экономичные параллелизуемые алгоритмы, основанные на преобразованиях Лагерра. Это позволяет обеспечить асимптотическую устойчивость в динамических задачах

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

В соответствии с планом работ по проекту в 2010 г. разработан алгоритм и создана программа для численного моделирования распространения сейсмических волн в двумерно неоднородных, пористых, насыщенных жидкостью средах. В отличие от известной и широко распространенной линейной модели пористой среды Френкеля–Био в данной реализации использована линеаризация нелинейной математической модели для пористых сред предложенная в 1989 году В.Н. Доровским. Особенность данной модели заключается в том, что упругие параметры пористой среды взаимно-однозначно связаны с скоростями распространения упругих волн в пористой среде. Данный подход позволяет проводить численное моделирование, имея в распоряжении данные о скоростном строении пористой среды.

ИП 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 — к.ф.-м.н. И.В. Суродина)

Подготовлены программы (созданы и оттестированы) по двумерному моделированию МТЗ для случая Е и Н поляризации. Проведены расчеты по п. Бельтир.

Проект РАН № 2.2. «Разработка новых численных моделей сложных многомерных геофизических и атмосферно-физических процессов»

(Руководители — академик РАН Б.Г. Михайленко, д.т.н. Б.А. Каргин)

Проведена серия полномасштабных вычислительных экспериментов для исследования структуры волнового поля, получаемого при проведении полевых экспериментов на грязевом вулкане «Гора Карabetова». Полученные результаты объясняют ряд явлений наблюдаемых при экспериментах.

Построены численные стохастические модели неоднородных трехмерных гидрометеорологических полей, в которых учитывается зависимость корреляций от вертикальной координаты. Разработаны алгоритмы стохастического восполнения однородных и изотропных случайных полей дискретного аргумента. Построены стохастические модели временных рядов температуры с учетом сезонной и суточной нестационарности. На основе алгоритма моделирования стационарных векторных процессов авторегрессии построен алгоритм моделирования периодически коррелированного случайного процесса дискретного аргумента. Разработана математическая модель переноса излучения в атмосферной облачности с оптической анизотропией относительно зенитного угла падающего излучения. Разработан алгоритм статистического моделирования переноса солнечной радиации в анизотропной рассеивающей среде с учетом многократного рассеяния. Разработаны алгоритмы и программное обеспечение для статистического моделирования прямых задач лазерного аэрокосмического зондирования кристаллических облаков

Государственный контракт № 14.740.11.0350 с Минобрнауки России (2010–2012 гг.)
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»

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

Предложен новый метод оценки влияния мелкомасштабных флуктуаций параметров на средние значения физических величин (скорость фильтрации, плотность тока, напряженности электрического и магнитного полей и т. д.), если параметры среды имеют флуктуации многих масштабов и о них известна, лишь статистическая информация. Исследуемые параметры и физические поля разделяются на две компоненты: мелкомасштабную и крупномасштабную по отношению к некоторому разделительному масштабу. Затем выводятся уравнения движения только для плавных компонент полей, которые зависят от конкретных деталей задачи. Эффективные коэффициенты в этих уравнениях учитывают влияние мелкомасштабной случайной компоненты. Для эффективных параметров получены дифференциальные уравнения от разделительного масштаба. В рамках этого подхода получены оценки влияния мелкомасштабных неоднородностей на средние значения электромагнитных полей для квазистационарных уравнений Максвелла, при условии, что масштаб самых крупных неоднородностей много меньше размеров скин-слоя.

Публикации

Центральные издания

- [1] Алексеев А.С., Глинский Б.М., Фатьянов А.Г. и др. Методы решения прямых и обратных задач сейсмологии, электромагнетизма и экспериментальные исследования в проблемах изучения геодинамических процессов в коре и верхней мантии Земли. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. — 405 с.
- [2] Михайленко Б.Г., Глинский Б.М., Имомназаров Х.Х., Ковалевский В.В., Собисевич Л.Е., Собисевич А.Л., Хайретдинов М.С. Методы активной сейсмологии в задачах мониторинга глубинного строения Земли. Экстремальные природные явления и катастрофы. Т. 1: Оценка и пути снижения негативных последствий экстремальных природных явлений / Отв. ред. А.О. Глико; отв. сост. А.Л. Собисевич. — М.: ИФЗ РАН, 2010. — С. 89–130.
- [3] Демидов Г.В., Мартынов В.Н. Пошаговый метод решения эволюционных задач с использованием функций Лагерра // СибЖВМ. — 2010. — Т. 13, № 4. — С. 413–422.
- [4] Глинский Б.М., Караваев Д.А., Ковалевский В.В., Мартынов В.Н. Численное моделирование и экспериментальные исследования грязевого вулкана «Гора Карабетова» вибросейсмическими методами // Вычислительные методы и программирование. — 2010. — Т. 11. — С. 95–104.
- [5] Фатьянов А.Г. Аналитическое моделирование сейсмических волновых полей и волновой метод подавления кратных волн. // Технологии сейсморазведки. — 2010. — № 2. — С. 16–22.
- [6] Фатьянов А.Г. Волновой метод подавления кратных волн, не требующий знания глубинно-скоростной модели среды // Докл. РАН. — 2010. — Т. 435, № 3. — С. 390–393.
- [7] Кремер И.А., Урев М.В. Решение методом конечных элементов регуляризированной задачи для стационарного магнитного поля в неоднородной проводящей среде // СибЖВМ. — 2010. — Т. 13, № 1. — С. 33–49.
- [8] Fatyanov A.G., Terekhov A.V. High-performance modeling acoustic and elastic waves using the Parallel Dichotomy Algorithm // J. Computational Physics. — 2010. — С. 1–13.

Зарубежные издания

- [1] Mikhailenko B.G., Reshetova G.V. Mathematical modeling of seismic and acousto-gravitational waves in a Heterogeneous earth-atmosphere model // J. Computational and Applied Mathematics. — 2010. — Vol. 234. — P. 1678–1684.
- [2] Pissarenko D.V., Reshetova G.V., Tcheverda V.A. 3D finite-difference synthetic acoustic log in cylindrical coordinates // Ibid. — P. 1766–1772.
- [3] Soboleva O.N., Kurochkina E. P., Flow through Anisotropic Porous Medium with Multiscale Log-Normal Conductivity // J. Porous Media. — 2010. — Vol. 13, Iss. 2. — P. 171–182.
- [4] Глинский Б.М., Караваев Д.А., Мартынов В.Н., Хайретдинов М.С. Численное моделирование распространения упругих волн в кавернозных средах // Вестник НЯЦ РК. — 2010. — Вып. 3 (43). — С. 96–100.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Lys E., Lisitsa V., Reshetova G. Finite-difference simulation of sonic log for viscoelastic anisotropic media // Proc. 72-nd EAGE Int. Conf. and Exhibition. — Barselona, 2010. — P364. — P. 1–5.
- [2] Lisitsa V., Lys E., Reshetova G. Numerical simulation of sonic logging in 3D anisotropic elastic media with attenuation // Proc. EAGE Int. Conf. and Exhibition. — Saint Petersburg, 2010. — B48. — P. 1–5.
- [3] Lisitsa V., Lys E., Pissarenko D., Reshetova G., Tcheverda V. Parallel algorithm for finite-difference simulation of acoustic logging: 3D parallel numerical method for wavefield simulation // Proc. State-of the-art in parallel in scientific computing (PARA 2010), Univ. of Iceland. — Reykjavik, 2010. — P. 1–4.

- [4] Lisitsa V., Lys E., Pissarenko D., Reshetova G., Tcheverda V. Accurate numerical simulation of sonic logging in arbitrary anisotropic viscoel // 80-th SEG Annual Meeting. — Denver, 2010. — P. 2911–2915.
- [5] Kostin V, Lisitsa V., Reshetova G. Simulation of seismic waves propagation in multiscale media // Ibid. — P. 1–4.
- [6] V.A. Cheverda, V.V. Lisitsa, G.V. Reshetova, V.A. Pozdniakov. Generation of scattered waves by cavernous/fractured reservoirs // EAGE Int. Conf. and Exhibition, KazGeo2010. — Almaty, 2010. — B007. — P. 1–5.
- [7] Soboleva O.N., Kurochkina E. P., Effective Coefficients of Quasi-Steady Maxwell's Equations with Multiscale Isotropic Random Conductivity // Proc. Fifth Int. Conf. Multiscale Materials Modeling MMM2010 / Ed. P. Gumbsch. — Freiburg, 2000. — P. 328–331.
- [8] Глинский Б.М., Караваев Д.А., Ковалевский В.В., Мартынов В.Н. Численное моделирование и экспериментальные исследования грязевого вулкана «Гора Карабетова» вибросейсмическими методами // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2010): Тр. междунар. науч. конф. — Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2010. — С. 121–132.
- [9] Глинский Б.М., Караваев Д.А., Ковалевский В.В., Мартынов В.Н. Моделирование сейсмических полей в грязевулканических структурах на параллельных вычислительных комплексах // Мат. междунар. науч. конф. «МОДЕЛИРОВАНИЕ-2010». — Киев, 2010. — Т. 2. — С. 238–246.

Общее количество публикаций

Центральные издания	— 7
Зарубежные издания	— 4
Материалы международных конференций	— 9

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. 72nd EAGE International Conference and Exhibition, Spain, Barselona, 14–17 June 2010. — 1 доклад (Решетова Г.В.).
- 2. EAGE International Conference and Exhibition, Saint Petersburg, 5–8 April, 2010. — 2 доклада (Решетова Г.В.)
- 3. State-of the-art in parallel in scientific computing (PARA 2010), Univ. of Iceland, Reykjavik, June 6–9, 2010. — 2 доклада (Решетова Г.В.).
- 4. SEG 2010 Annual Meeting, Denver, USA, October 18–20, 2010. — 1 доклад (Решетова Г.В.).
- 5. Вторая молодежная международная научная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск, Академгородок, 21–27 сентября 2010. — 1 доклад (Михайленко Б.Г., Решетова Г.В.).
- 6. EAGE International Conference and Exhibition, KazGeo2010, Kazakhstan, Almaty, 15–17 November, 2010. — 1 доклад (Решетова Г.В.).
- 7. International Conference on Inverse Problems, China, Wuhan, 26–29 April 2010. — 1 доклад (Решетова Г.В.).
- 8. International Conference on Highly Oscillatory Problems, Cambridge, UK, September 13–15, 2010. — 1 доклад (Решетова Г.В.).
- 9. 14th International Workshop on Seismic Anisotropy, Perth, Western Australia, April 12–16, 2010. — 1 доклад (Решетова Г.В.).
- 10. International Conference on Inverse problems, Hong-Kong, December, 13–17, 2010. — 1 доклад (Решетова Г.В.).

11. Международная конференция «Обратные задачи, моделирование и имитация» IP&MS-2010, Анталия, Турция, 24–29 мая 2010. — 2 доклада (Михайленко Б.Г., Мартынов В.Н., Фатьянов Г.А.).
12. Конференция недропользователей ООО «Роснефть»: разработка технологии локализации кавернозно-трещиноватых коллекторов, Красноярск, 15–17 июля 2010. — 1 доклад (Фатьянов Г.А.).
13. Международная конференция «Геомодель-2010», Геленджик, 13–17 сентября 2010. — 1 доклад (Фатьянов Г.А.).
14. Международная сейсмологическая школа. Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных, Владикавказ, 4–8 октября 2010. — 1 доклад (Фатьянов Г.А.).
15. Fifth International Conference Multiscale Materials Modeling MMM2010, Freiburg, Germany, October 4–8, 2010. — 1 доклад (Соболева О.Н.).
16. Международная научная конференция «МОДЕЛИРОВАНИЕ-2010», Киев, 12–14 мая 2010. — 1 доклад (Мартынов В.Н.).
17. Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2010), Уфа, 29 марта–2 апреля 2010. — 1 доклад (Мартынов В.Н.).

Всего докладов — 20

Участие в программных и организационных комитетах конференций

1. Михайленко Б.Г. — член программного комитета Международной конференции «Обратные задачи, моделирование и имитация, IP&MS-2010».
2. Михайленко Б.Г. — член программного комитета второй молодежной международной научной школы-конференции «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач».
3. Михайленко Б.Г. — член программного комитета шестой азиатской международной школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем», Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск, 15–25 августа 2010 г.

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

1.	Михайленко Б.Г.	директор,	академик РАН
2.	Урев М.В.	внс,	д.ф.-м.н.
3.	Фатьянов А.Г.	внс,	д.ф.-м.н.
4.	Алексеев А.А.	снс,	к.ф.-м.н.
5.	Мартынов В.Н.	снс	
6.	Мастрюков А.Ф.	снс,	к.ф.-м.н.
7.	Решетова Г.В.	снс,	к.ф.-м.н.
8.	Соболева О.Н.	снс,	д.ф.-м.н.
9.	Суродина И.В.	снс,	к.ф.-м.н.
10.	Михайлов А.А.	нс,	к.ф.-м.н.
11.	Куликов А.И.	вед. программист	
12.	Чимаева Е.В.	вед. программист	
13.	Гулина М.А.	инженер 1 кат. 0.5 ст.	

Педагогическая деятельность

- Михайленко Б.Г. — Зав. кафедрой «Математические методы в геофизике» НГУ
- Куликов А.И. — Зав. каф. информационных технологий, член ученого совета ВКИ НГУ, руководитель специализации «Компьютерная графика» на факультете ИТ НГУ
- Соболева О.Н. — доцент НГТУ
- Урев М.В. — доцент НГУ

Руководство аспирантами

- Ворожейкин П.С. — 3 год, НГУ (Урев М.В.)

Премии и награды

Решетова Г.В. — «Невозможное стало возможным: реальные приложения для НРС», организованным компанией Intel совместно с Российской корпорацией нанотехнологий («РОСНАНО»), 1 место.

Лаборатория математического моделирования волн цунами

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

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 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 3. «Развитие методов оценки долгосрочного цунами риска (цунамирайонирования побережья), создание карты цунамирайонирования Дальневосточного побережья РФ»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.К. Гусяков)

Задание на 2010 год: Создание численных моделей разрушительных цунами, происшедших в последнее десятилетие вблизи берегов России и в регионах Тихого и Индийского океанов. Изучение влияния батиметрии на параметры волн цунами при их распространении над неровным дном.

На основе численных моделей разрушительных цунами, происшедших в последнее десятилетие вблизи берегов России и в регионах Тихого и Индийского океанов, изучены особенности процессов генерации и распространения волн в зонах субдукции, где происходит основная масса цунамигенных землетрясений. Изучено влияние батиметрии на параметры волн цунами при их распространении над неровным дном, в частности, проведена оценка влияния длины шага расчётной сетки на результаты расчётов кинематики и динамики волн цунами. Разработан и верифицирован алгоритм восстановления исходной формы волны цунами в источнике с учетом реальной батиметрии дна океана. Проведен анализ существующих методик получения расчетных оценок повторяемости высот цунами на побережье. На основе собранного каталога наблюдений цунами в Дальневосточном регионе РФ получены оценки повторяемости цунамигенных землетрясений в основных цунамигенных зонах (Курило-Камчатский глубоководный желоб, Японское море, Охотское море). На основе анализа карт исторической сейсмичности построена общая сеймотектоническая схема Дальневосточного региона, определены основные зоны возникновения цунамигенных землетрясений. Совместно с ИВТ СО РАН создана численная модель Чилийского цунами 27 февраля 2010 года, проведены расчеты его распространения по всей акватории Тихого океана. Создана новая версия системы картографической поддержки GIMTool (Geographic Interactive Mapping Tool) для визуализации данных наблюдений по природным катастрофам.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 08-07-00105 «Web-энциклопедия по природным катастрофам»

(Руководитель — д.ф.-м.н. В.К. Гусяков)

В результате выполнения проекта создана Web-энциклопедия по природным катастрофам (<http://tsun.sscc.ru/nh/>), которая включает в себя параметрические и описательные данные по основным видам природных катастроф, таких как землетрясения, вулканические извержения, цунами, опасные метеорологические явления, импактные воздействия из космоса. Основу энциклопедии составляют параметрические базы данных по наблюдениям цунами, землетрясений, вулканических извержений и импактных структур, обладающие глобальным покрытием и охватывающие весь период имеющихся

исторических и инструментальных наблюдений. На основе разработанных форматов произведено конвертирование разнородной измерительной и описательной информации в параметрические каталоги по основным видам природных катастроф. Созданные каталоги конвертированы в базы данных, построенные на основе СУБД Access, к которым обеспечен доступ удаленных пользователей с помощью специализированного web-интерфейса, разработанного на основе скриптового языка PHP. Создано web-приложение, предоставляющее пользователю набор определенных операций работы с данными: фильтрации, сортировки и группировки.

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)

В течение второго года выполнения проекта проводилось пополнение каталога цунамигенных землетрясений Дальневосточного региона РФ, уточнение их магнитуд (за инструментальный период) и получение оценок повторяемостей землетрясений различной магнитуды, а также дополнение каталога наблюденных высот цунами и уточнение на этой основе оценок итоговой интенсивности исторических цунами в регионе по шкале Соловьева–Имамуры. Особое внимание было уделено периоду с 1958 г., когда в регионе начала функционировать Служба оперативного прогноза цунами. Для различных магнитудных порогов получено ожидаемое соотношение оправдавшихся, пропущенных и ложных тревог. Завершено составление общей сеймотектонической схемы Дальневосточного региона, основанной на генерализации мест возникновения цунамигенных землетрясений и типизации их механизмов очагов.

Публикации

Центральные издания

- [1] Амелин И.И., Волкова Н.Н., Жирнов А.А. и др. Нижний концентрационный предел фильтрационного горения углерода // Химическая физика. — 2010. — Т. 29, № 3. — С. 76–82.
- [2] Москаленский Е.Д. О нахождении фронта волны, описываемой двумерным уравнением эйконала, для случая, когда скорость в среде зависит от одной пространственной координаты // СиБЖВМ. — 2009. — Т. 13, № 1. — С. 67–73.
- [3] Фридман А.М., Альперович Л.С., Шемер Л., Пустильник Л., Штивельман Д., Марчук Ан.Г., Либерзон Д. О подавлении волны цунами подводными барьерами // Усп. физ. наук. — 2010. — Т. 180, № 8. — С. 843–850.

Зарубежные издания

- [1] Gusiakov V., Abbott D., Bryant E., Masse W., Breger D. Mega Tsunami of the World Oceans: Chevron Dune Formation, Micro-Ejecta, and Rapid Climate Change as the Evidence of Recent Oceanic Bolide Impacts // Geophysical Hazards: Minimizing Risk, Maximizing Awareness / T. Beer, Ed. — Netherlands: Springer Science–Business Media V.B., 2010. — P. 197–229.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Gusiakov V.K., Lyapidevskaya Z.A. Expert database on the Earth impact structures // Protecting the Earth Against Collisions with Asteroids and Comet Nuclei / Ed. A. Finkelstein, W. Huebner, V. Shor: Proc. int. conf. «Asteroid-Comet Hazard-2009». — Saint Petersburg: Nauka, 2010. — P. 228–232.

- [2] Marchuk An.G., Simonov K.V., Peretokin S.A. Detection of Possible Impact Structures at the Bottom of the Ocean by Gravimetric and Magnetometric Data Processing // Ibid.— P. 206–210.

Прочие издания

- [1] Бейзель С.А., Гусяков В.К., Чубаров Л.Б. Численное исследование проявлений удаленных цунами у Дальневосточного побережья России // Тр. X Всерос. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидродинамики». — Санкт-Петербург: Наука, 2010. — С. 250–253.
- [2] Марчук Ан.Г., Максимов В.В., Нуднер И.С. Лабораторное и численное моделирование резонансного режима генерации цунами подводным оползнем // Там же. — С. 244–247.
- [3] Зиновьев П.С., Гусяков В.К., Ляпидевская З.А. Геофизические базы данных по природным катастрофам // Тез. докл. V Сахалинской молодежной науч. школы «Природные катастрофы: изучение, мониторинг, прогноз». — Южно-Сахалинск: изд. ИМГиГ ДВО РАН, 2010. — С. 100–101.
- [4] Амелин И.И., Гусяков В.К. Оценка вероятности катастрофических событий в результате падений метеоритов // Там же. — С. 83–85.
- [5] Кашкин В.Б., Перетокин С.А., Марчук Ан.Г., Симонов К.В. Перспективы обработки изображений при дистанционном зондировании Земли на параллельных вычислительных устройствах по алгоритмам сингулярного спектрального анализа и вейвлет-преобразования // Тр. 7 межрегион. школы-семинара «Распределенные и кластерные вычисления». — Красноярск: Изд. ИВМ СО РАН, 2010. — С. 29–32.
- [6] Марчук Ан.Г. Цели и технические средства измерений уровня океана // Тр. Всерос. науч.-техн. конф. «Наука. Промышленность. Оборона». — Новосибирск, 2010. — С. 381–385.

Сдано в печать

- [1] Гусяков В.К. Магнитудно-географический критерий прогнозирования цунами: анализ практики применения за 1958–2009 гг. // Сейсмические приборы, 2010 (в печати).
- [2] Gusiakov V.K. Relationship of tsunami intensity to source earthquake magnitude as retrieved from historical data // Pure and Applied Geophysics, 2010.
- [3] Шейнкман В.С., Плюсин В.М., Иванов Е.Н., Китов А.Д., Амелин И.И. Нивально-гляциальные явления в горах Прибайкалья в свете новых данных и новых подходов // Лед и снег, 2011.
- [4] Lyapidevskaya Z.A., Gusiakov V.K. Catalog and database on the Earth impact structures // Bulletin NCC, 2010, Iss. 13.
- [5] Marchuk An.G. A new method for determination of a wave-ray trace based on tsunami isochrone // Bulletin NCC, 2010, Iss. 13.
- [6] Voronina T.A. Inverse algorithm for recovering of tsunami source using truncated SVD // Bulletin NCC, 2010, Iss. 13.
- [7] Marchuk An.G. Directivity of tsunami generated by subduction zone sources // Bulletin NCC, 2010, Iss. 13.
- [8] Marchuk An.G., Moskalensky E.D. Some analytical (exact) solutions for tsunami wave rays and front // Bulletin NCC, 2010, Iss. 13.

Общее количество публикаций

Центральные издания	— 3
Зарубежные издания	— 1
Материалы междунар. конференций	— 2

Участие в конференциях и совещаниях

1. 6th Alexander von Humboldt International Conference «Climate Change, Natural Hazards, and Societies», EGU Topical Conference Series, Merida, Mexico, 14–19 March 2010. — 1 доклад (Гусяков В.К.).
2. Всероссийская научно-техническая конференция «Наука. Промышленность. Оборона», Новосибирск, 21–23 апреля 2010. — 1 доклад (Марчук Ан.Г.).
3. X Всероссийская конференция «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики», Санкт-Петербург, 25–27 мая 2010г. — 2 доклада (Гусяков В.К., Марчук Ан.Г.).
4. The Fifth International Conference «Inverse Problems: Modeling and Simulation» (IPMS 2010), Antalya, Turkey, May 24–29, 2010. — 1 доклад (Воронина Т.А.).
5. V Сахалинская молодежная научная школа «Природные катастрофы: изучение, мониторинг, прогноз», Южно-Сахалинск, 8–11 июня 2010. — 3 доклада (Гусяков В.К., Зиновьев П.С., Амелин И.И.).
6. The AGU 2010 Joint Assembly in Iguassu Falls, Brazil, August 8–13, 2010. — 2 доклада (Гусяков В.К.).
7. Вторая международная конференция «Геоинформатика: технологии, научные проекты», Барнаул, 20–25 сентября 2010. — 2 доклада (Гусяков В.К., Ляпидевская З.А., Амелин И.И.).
8. Седьмая межрегиональная школа-семинар «Распределенные и кластерные вычисления», Красноярск, ИВМ СО РАН, 10–14 октября 2010. — 1 доклад (Марчук Ан.Г.).
9. Вторая молодежная международная научная школа-конференция памяти академика М.М. Лаврентьева «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск, 21–29 сентября 2010. — 3 доклада (Гусяков В.К., Марчук Ан.Г., Воронина Т.А.).

Всего докладов — 16

в т.ч. приглашенных — 1

Участие в оргкомитетах конференций

Гусяков В.К., Марчук Ан.Г. были членами оргкомитета Второй молодежной международной научной школы-конференции памяти академика М.М. Лаврентьева «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач».

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 ЮНЕСКО (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.sccc.ru/hiwg>).

Кадровый состав лаборатории (на 31.12.2010 г.)

1.	Гусяков В.К.	зав. лаб.,	д.ф.-м.н.
2.	Марчук Ан.Г.	внс,	д.ф.-м.н.
3.	Воронина Т.А.	снс,	к.ф.-м.н.
4.	Сергеев В.А.	нс	
5.	Амелин И.И.	мнс	
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

Лаборатория геофизической информатики

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

Важнейшие достижения

Разработана полномасштабная математическая 3D модель грязевого вулкана, учитывающая его геологическое строение, созданы параллельные программы расчета полного волнового поля при вибросейсмическом зондировании вулкана. Проведены численные эксперименты на вычислительных комплексах ССКЦ ИВМиМГ СО РАН (кластер НКС-30Т) по построению математических моделей строения верхней части грязевого вулкана и по изучению волнового поля для такого типа упругих сред, получены синтетические сейсмограммы для различных профилей наблюдения. Объяснены экспериментальные данные, когда на профиле, пересекающем вулкан гора Карabetова, над грязевой трубкой в сейсмограммах был обнаружен узкий спектральный пик, предположительно, обусловленный геометрическими характеристиками вулкана. На синтетических сейсмограммах 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 колебаний в центральном канале вулкана.
(д.т.н. Б.М. Глинский, д.т.н. В.В. Ковалевский, Д.А. Караваев, В.Н. Мартынов)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.4.13. «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-вулканопасных зон. Численное моделирование, создание программно-алгоритмических средств обработки данных и проведение экспериментальных вибросейсмических исследований в сейсмо-вулканопасных зонах
Разработка информационно-аналитических систем в области активной сейсмологии»
(Руководитель — д.т.н. В.В. Ковалевский)

Выполнено математическое моделирование распространения упругих волн в трехмерной модели среды, учитывающей геологическое строение грязевых вулканов. Для этого разработана полномасштабная 3D модель грязевого вулкана, алгоритмы и комплексы параллельных программ для проведения расчетов в трехмерных моделях упругих сред. 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 координатной оси Z . Весь обмен информацией реализован через интерфейс MPI с помощью блокирующих операций получения и передачи данных. На основе созданных программ проведены численные эксперименты на вычислительных комплексах ССКЦ ИВМиМГ СО РАН (кластер НКС-30Т) по построению математических моделей строения верхней части грязевого вулкана и по изучению волнового поля для такого типа упругих сред. Проведено численное моделирование распространения упругих волн для различных трехмерных моделей упругих сред.

Впервые проведены экспериментальные работы 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. В проведенных экспериментальных работах с подземной сейсмической группой отрабатывались методические аспекты ведения расчетов с использованием полученных записей с целью определения характеристик микросейсмических шумов в штольне БНЛ ИЯИ РАН, их суточных вариаций, проявлений техногенных шумов, связанных с работой подземного комплекса БНЛ ИЯИ РАН, а также характера региональной сейсмической активности в районе магматического очага вулкана Эльбрус. 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.

Проведена обработка вибросейсмических данных полевых экспериментальных работ по вибросейсмическому просвечиванию разломных зон хребта Хамавр-Дабаун (юго-восток Байкала) с применением преобразования Гильберта для определения текущих амплитудных и частотных характеристик вибрационных сейсмограмм. На профилях Мантуриха, Еловка, Хурамша выявлены эффекты влияния разломных структур на амплитуды основных типов волн и на общую структуру сейсмограмм, а также в зонах разломов определена изменчивость временных и энергетических параметров поперечных и продольных волн.

Разработаны концепции создания информационно-аналитических систем и научной информационной системы по тематике активной сейсмологии, геофизических исследований с вибрационными источниками, изучения сейсмичности вулканических зон. В рамках предложенной концепции были разработаны информационно-аналитические системы «Вибросейсмическое просвечивание Земли» и «Землетрясения Камчатки», размещенные в настоящее время на сервере <http://opg.sssc.ru>. Системы обеспечивают пользователей многопараметрическим поисковым, вычислительно-аналитическим и ГИС сервисами для интерактивного доступа к данным вибросейсмических экспериментов и данным сейсмического мониторинга Камчатки соответственно. Концептуальные основы, заложенные при разработке этих информационно-аналитических систем, позволяют создавать аналогичные системы управления экспериментальными данными в любой предметной области.

Разрабатываемая на основе веб 2.0 НИС «Активная сейсмология» предназначена для интеграции вычислительных и информационных ресурсов по активной сейсмологии и смежным областям науки. Тематика НИС «Активная сейсмология» охватывает все основные этапы научных исследований: эксперимент, вычислительные алгоритмы обработки полевых экспериментальных данных, моделирование, публикацию результатов и их обсуждение. В качестве программной платформы НИС используется современная система управления содержимым сайта (CMS — Content Management System) Joomla. Программная платформа входящей в состав НИС информационно-вычислительной системы разработана в ЛГИ в соответствии с современной концепцией облачной обработки данных (cloud computing). Согласно этой концепции хранение и обработка данных производится на стороне сервера, пользователи формируют запросы на поиск и анализ данных, готовый результат получают в режиме on-line с помощью стандартного web-браузера.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 09-07-12075-офи-м «Проведение теоретических и экспериментальных исследований в интересах создания комплекса современных высокоразрешающих вибрационных геотехнологий активного мониторинга геодинамических процессов в Земной коре»

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

В соответствии с основными целями проекта разработана вычислительная технология в виде построителей численных моделей неоднородностей, параллельных программ и средств визуализации для моделирования распространения упругих волн в 3D и 2D упругих средах. Проведены численные расчеты по обнаружению тестовых неоднородностей грязевых вулканов, скрытых подземных полостей (каверн). Все численные расчеты проведены с использованием разработанной параллельной программы на кластере НКС-30Т Суперкомпьютерного центра СО РАН; проведены экспериментальные работы в Алтае-Саянском регионе и Краснодарском крае с целью отработки технологии пространственной регистрации и накопления наноуровневых вибросейсмических колебаний с амплитудой колебательной скорости вплоть до долей нМ/с и изучения особенностей волновых полей и методов их количественного учета в зонах разрушения однородной среды; оценены закономерности затухания сейсмических волн от вибраторов ЦВ-100, ЦВ-40 на дальностях до 400 км по данным российско-японского и собственных экспериментов; разработана и испытана методика детального инженерно-сейсмологического обследования зданий и сооружений стоячими волнами на основе использования микросейсмических колебаний. На основе использования свойства когерентности поля стоячих волн разработана технология обследования сооружений, включающая в себя выбор системы наблюдений, алгоритмы и программы обработки данных, методику интерпретации. На основе выполнения комплекса исследований по проекту разработаны предложения по построению высокоразрешающих вибрационных геотехнологий активного мониторинга геодинамических процессов в Земной коре.

(Исполнители от ИВМиМГ СО РАН — д.т.н. Б.М. Глинский, д.т.н. В.В. Ковалевский, В.Н. Мартынов, В.А. Макаров, Г.Ф. Седухина, Г.М. Воскобойникова, Ю.И. Родионов, Д.А. Караваев, А.А. Якименко, от ИНГГ СО РАН — д.т.н. В.И. Юшин, от ГС СОРАН — д.т.н. А.Ф. Еманов, от ИМ СО РАН — д.ф.-м.н. А.В. Кельманов)

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)

Разработана концепция построения геоинформационной системы оценивания экологического риска, основанная на возможности оценивания сейсмических и акустических эффектов геоэкологического воздействия массовых карьерных взрывов на окружающую социальную инфраструктуру. Для реализации концепции авторами предлагается экологически безопасный подход, основанный на применении сейсмических вибраторов в качестве источников, имитирующих взрывы, но обладающих намного меньшей мощностью в сравнении ними. По теме проекта разработаны алгоритмы и пакет программ для многопроцессорных суперЭВМ, предназначенные для проведения численных расчетов, моделирующих условия распространения сейсмических и акустических волн для неоднородной модели «Земля–Атмосфера» по отношению к различным типам источников: источник типа «центра давления», источник типа «вертикальная сила». На первом

этапе было проведено моделирование простых моделей однородного упругого полупространства, граничащего с моделью атмосферы, в которой скорость звука постоянна, а плотность экспоненциально падает с высотой для разных типов и положений источника. Выполнены эксперименты по одновременной регистрации сейсмических и акустических волн от вибратора ЦВ-40 с помощью круговой расстановки датчиков и сейсмостанций с радиусом 6 км. Разработано программное обеспечение, позволяющее обрабатывать сейсмические и акустические колебания от вибрационных источников и взрывов. С его помощью выполнена обработка данных экспериментов с вибратором и карьерными взрывами (карьер Моховский Кемеровской обл.).

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

Проект РФФИ № 09-07-00100 «Интерактивная компьютерная система проектирования и сопровождения одномерных фильтров взвешенных порядковых статистик»

(Руководитель — В.И. Знак)

Разработан метод и соответствующие машинные процедуры трансформации временных последовательностей в двумерные изображения.

Разработана методика кластерного анализа периодических сигналов для целей оценки их временных параметров и характеристик; соответствующие процедуры внедрены в компьютерную систему, их эффективность проверена на моделях и реальных вибросейсмических записях полевых экспедиций.

В части развития интерфейса системы расширены средства интерактивного общения пользователя с системой.

Разработана модификация ряда процедур взвешенной порядковой фильтрации, ориентированная на вынесенную обработку в условиях Веб технологий, которая внедрена А.П. Григорюком на сайте лаборатории <http://org.sssc.ru/db>.

(Исполнители — А. П. Григорюк, Л.П. Брагинская)

Проект РФФИ № 09-07-00515 «Развитие Интернет-ресурса для поддержки исследований в области активной сейсмологии»

(Руководитель — Л.П. Брагинская)

Был разработан и размещен на web-сервере Лаборатории геофизической информатики (<http://org.sssc.ru>) информационный Интернет-ресурс по активной сейсмологии. Произведена тонкая настройка внутренних и встраиваемых внешних модулей ресурса. Идет администрирование, включающее присвоение статуса пользователям. Более 50 пользователей имеют статус «Автор».

Создан и наполняется тематический библиографический справочник (более 200 позиций).

В базу данных и файловый архив ИВС «Вибросейсмическое просвечивание Земли» введена информация, полученная в ходе экспериментов «Карabetова гора» (номер в базе данных 081) и «Байкал» (номер в базе данных 091). Вводятся данные, полученные в ходе экспериментов 2010 г (Мониторинг вулкана Эльбрус).

Разработан вычислительный модуль для анализа данных «Ранговый фильтр». Доработаны web-формы для ввода поисковых запросов и усовершенствован пользовательский интерфейс.

(Исполнители — А.П. Григорюк, С.В. Кратов)

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)

Исходя из геологической модели грязевого вулкана, сформулирована математическая модель. Это пятислойная среда 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. Численное моделирование проводилось на кластере НКС-30Т ССКЦ ИВМиМГ СО РАН по методике, описанной в отчете за 2009 г. Для численных расчетов использовалась MPI программа. 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.

Проведена обработка данных вибросейсмического просвечивания грязевого вулкана гора Карабетова. Профильные вибросейсмические зондирования позволили прояснить основные структурные особенности вулканической постройки вулкана горы Карабетова. На профиле вне вулкана уверенно выделяется отраженная волна с двойным вертикальным временем пробега 400–420 мс, которая хорошо совпадает с теоретическим годографом отраженной волны с эффективной скоростью 1710–1770 м/с от границы, глубина залегания которой приблизительно составляет 350 м. На комбинированном профиле пересекающем вулкан на вертикальном времени 430–450 мс наблюдается отраженная волна, времена пробега которой хорошо аппроксимируются теоретическим годографом отраженной волны со скоростью 2200–2700 м/с. Увеличение эффективных скоростей связано с воздыманием отражающей границы. Эта картина характеризует выклинивание на поверхность верхнего пласта антиклинальной структуры вулкана. Результаты обработки методом ОГТ сейсмограмм позволили выделить границы пластов антиклинальной структуры вулкана на встречных направлениях профиля, пересекающего вулкан.

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)

Математическое моделирование волновых полей в задачах вибросейсмического мониторинга районов со сложным рельефом было ориентировано на разработку параллельных алгоритмов на основе конечно-разностного метода и создания комплекса программ для численного моделирования распространения упругих волн в трехмерных моделях упругих сред, включая среды с криволинейной свободной поверхностью. Были созданы программы задания параметров и распространения упругих волн в 2D и 3D моделях упругих сред. Проведена обработка вибросейсмических данных полевых экспериментальных работ по вибросейсмическому просвечиванию и мониторингу разломных зон хребта Хамавр-Дабаи (район Южно-Байкальского вибросейсмического полигона). При обработке вибрационных сейсмограмм для выделения основных типов волн впервые применялось преобразование Гильберта для определения текущих амплитудных и частотных характеристик сейсмограмм. Применение преобразования Гильберта к вибрационным сейсмограммам на профилях Мантуриха, Еловка, Хурамша, позволило выявить эффекты влияния разломных структур на амплитуды основных типов волн и на общую структуру сейсмограмм. На сейсмограммах с преобразованием Гильберта хорошо выделяется резкое изменение положения максимума волны Р в первых вступлениях при

пересечении профиля разломом. Также видно проявление волн S на X , Y , Z компоненте в различных частях профиля. Преобразование Гильберта, примененное при анализе вибрационных сейсмограмм на профилях, позволяет отслеживать изменчивость временных и энергетических параметров P и S волн в зонах разломов.

Совместный ИП СО РАН № 133 «Разработка междисциплинарных 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)

Выполнены теоретические исследования по математическому моделированию распространения упругих волн в трехмерных моделях сред, геометрия которых характерна для геологического строения грязевых вулканов. На основе разработанного метода, создана программа безартефактного моделирования сейсмических волновых полей в средах 2.5D геометрии, которая позволяет исследовать резонансные явления в слоистых структурах, с локализованными в них неоднородностями. Проведена обработка вибросейсмических данных полевых экспериментальных работ по вибросейсмическому просвечиванию разломных зон хребта Хамамп-Дабами и начата подготовка базы данных и обработка многолетних рядов вибросейсмического мониторинга Байкальской рифтовой зоны. Проведены экспериментальные работы 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, до расстояний 12–20 км (район вулкана Эльбрус) и регистрация слабых землетрясений в регионе на расстоянии 50–100 км. Впервые от совместной работы 2-х 40-тонных вибраторов на 700-километровом профиле ЗДВ (от Томмота до Хандыги) получены вибрационные записи, близкие к взрывным (с весом зарядов 5–6 тонн гранулолита в озерах и карьерах), с одними и теми же временами вступления при близких путях пробега на расстояниях в 250–400 км, что, безусловно, является выдающимся достижением, открывающим широкие перспективы работ в ГСЗ и активной сейсмологии. Поставлен эксперимент по исследованию наведенной акустической эмиссии в рыхлой среде, вызванной низкочастотными сейсмическими колебаниями. Выполнен анализ акустического фона до и после мощного вибросейсмического воздействия. Выполнена модификация компьютерной программы SETOM, реализующей алгоритм сейсмиемиссионной томографии, предусмотрена возможность обработки данных пассивных сейсмических измерений для вертикально-неоднородной скоростной модели среды. Предложена и апробирована на экспериментальном материале методика учета векового хода и его исключения из результатов тектономагнитных наблюдений с использованием модели главного магнитного поля IGRF-11.

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 взаимных корреляционных характеристик временных рядов различных параметров кернов осадков во временной и спектральной области. По степени взаимной корреляции выделено 3 группы элементов: 1-я группа — элементы K, Fe, Ni, Rb, Y, Zr, Nb с корреляцией 0.85–0.95 и дисперсией 0.02–0.06; 2-я группа — Ti, V, Cr, Zn, Ga, La, Th, Ca с корреляцией 0.75–0.85 и дисперсией 0.02–0.06; 3-я группа —

Mn, Cu, As, Sr, Mo, Pb, U с корреляцией 0.35–0.65 и дисперсией 0.07–0.16. Проведен сравнительный анализ временных рядов характеристик для различных кернов из одного района, где данные тестировались t-тестом, результаты которого подтверждают гипотезу о неслучайности изменений матожиданий в выборках элементов из двух кернов. Выполнен сравнительный анализ спектральных характеристик временных рядов в керне и метеорологических данных.

Публикации

Центральные издания

- [1] Михайленко Б.Г., Глинский Б.М., Имомназаров Х.Х., Ковалевский В.В., Собисевич Л.Е., Собисевич А.Л., Хайретдинов М.С. Методы активной сейсмологии в задачах мониторинга глубинного строения Земли. Экстремальные природные явления и катастрофы. Т. 1: Оценка и пути снижения негативных последствий экстремальных природных явлений / Отв. ред. А.О. Глико; отв. сост. А.Л. Собисевич. — М.: ИФЗ РАН, 2010. — С. 89–130.
- [2] Ковалевский В.В. 1.6. Оценка чувствительности метода активного мониторинга с гармоническими сигналами // Методы решения прямых и обратных задач сейсмологии, электромагнетизма и экспериментальные исследования в проблемах изучения геодинамических процессов в коре и верхней мантии Земли. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. — С. 42–50.
- [3] Алексеев А.С., Ковалевский В.В., Чичинин И.С. 2.1. Вибрационное зондирование коры и мантии Земли, принципы построения и моделирования мощных вибрационных источников // Там же. — С. 135–150.
- [4] Глинский Б.М., Хайретдинов М.С. 2.7. Анализ структурных изменений сейсмических волновых полей в неоднородных средах грязевых вулканов и тектонических разломов // Там же. — С. 201–310.
- [5] Глинский Б.М., Караваев Д.А., Ковалевский В.В., Мартынов В.Н. Численное моделирование и экспериментальные исследования грязевого вулкана «Гора Карабетова» вибросейсмическими методами // Вычислительные методы и программирование. — 2010. — Т. 11. — С. 95–104. — <http://num-meth.srcc.msu.ru/>.
- [6] Авроров С.А., Хайретдинов М.С. Распределенная обработка данных в иерархических системах и сетях // Научный вестник НГТУ. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. — № 2. — С. 3–12.

Зарубежные издания

- [1] Alekseev A.S., Tsibulchik G.M., Kovalevsky V.V., Belonosov A.S. The basis of the theory of active geophysical (multidisciplinary) monitoring. Conception of «source» and «surface» dilatant zones // Active Geophysical Monitoring. — Cambell: Elsevier Science, 2010. — Vol.40. — P. 55–71.
- [2] Alekseev A.S., Glinsky B.M., Kovalevsky V.V., Khairatdinov M.S. Active vibromonitoring: experimental systems and fieldwork results // Ibid. — P. 105–119.
- [3] Voskoboynikova G.M., Khairatdinov M.S. The nonlinear Processes in active monitoring // Ibid. — P. 279–295.
- [4] Глинский Б.М., Ковалевский В.В., Хайретдинов М.С. Оценивание геоэкологических эффектов от карьерных взрывов с использованием вибрационных источников // Вестник НЯЦ РК. — 2010. — Вып. 3 (43). — С. 125–129.
- [5] Хайретдинов М.С., Воскобойникова Г.М., Седухина Г.Ф. Информационная технология сейсмолокации импульсных источников // Там же. — С. 32–39.
- [6] Глинский Б.М., Караваев Д.А., Мартынов В.Н., Хайретдинов М.С. Численное моделирование распространения упругих волн в кавернозных средах // Там же. — С. 96–100.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Znak V. On some peculiarities of cluster analysis of periodic signals // Proc. the 7th Int. Conf. on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2010).— Funchal, Madeira, 2010.— Vol. 1.— P. 226–229.
- [2] Khairtdinov M.S., Voskoboynikova G.M., Seduhina G.F. Distributed Processing of Signals in Seismic Monitoring Networks. // Proc. IASTED Int. Conf. on Automation, Control, and Information Technology (ACIT 2010).— Novosibirsk, 2010.— P. 211–217.
- [3] Grigoruk A.P., Znak V.I. Network Processing of Vibroseismic Data using the WOS Filters // Ibid.— P. 5–8.
- [4] Khairtdinov M.S., Avrorov S.A. Computational technology in seismic monitoring system. // Proc. 2010 IEEE Region 8 Intern.l Conf. on Computational Technologies in Electrical and Electronics Engineering (SIBIRCON-2010).— Irkutsk, 2010.— С. 86–90.
- [5] Глинский Б.М., Караваев Д.А., Ковалевский В.В., Мартынов В.Н. Численное моделирование и экспериментальные исследования грязевого вулкана «Гора Карабетова» вибросейсмическими методами // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2010): Тр. междунар. науч. конф.— Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2010.— С. 121–132.
- [6] Глинский Б.М., Караваев Д.А., Ковалевский В.В., Мартынов В.Н. Моделирование сейсмических полей в грязевулканических структурах на параллельных вычислительных комплексах // Мат. междунар. науч. конф. «МОДЕЛИРОВАНИЕ-2010».— Киев, 2010.— Т. 2.— С. 238–246.
- [7] Ефимов С.А. Математическое моделирование процесса формирования синтетической сейсмограммы вибросейсмического эксперимента // Там же.— С. 35–41.
- [8] Глинский Б.М., Ковалевский В.В., Хайретдинов М.С. Экспериментальные исследования грязевого вулкана «Гора Карабетова» вибросейсмическими методами // Тр. VI Междунар. конгр. «ГЕО-Сибирь-2010».— Новосибирск: Изд. СГГА, 2010.— Т. 4.— С. 139–143.
- [9] Ефимов С.А. Способ повышения качества сейсмограммы при исследовании структуры земли вибросейсмическими методами // Там же.— С. 117–123.
- [10] Григорюк А.П., Брагинская Л.П. Интеграция информационных ресурсов по активному вибросейсмическому мониторингу // Там же.— С. 93–96.
- [11] Караваев Д.А. Моделирование сейсмических полей в 3D неоднородных упругих средах на параллельных вычислительных комплексах // «ГЕОПЕРСПЕКТИВА-2010».— М., 2010.— С. 146–148.

Прочие издания

- [1] Glinsky B.M., Karavaev D.A., Kovalevsky V.V., Martynov V.N. Numerical modeling of the wave fields in the mud volcano structures on parallel computing complexes // Abstr. 5th Int. Conf. «Inverse Problems: Modeling and Simulation».— Antalya, 2010.— P. 54–55.
- [2] Khairtdinov M.S., Omelchenko O.K., Voskoboynikova G.M. Inverse problems in hierarchic monitoring networks // Ibid.— P. 55–56.
- [3] Хайретдинов М.С., Коданев В.П. Исследования возможностей построения донных станций для сейсмоакустической ретрансляции // Мат. Всерос. науч.-техн. конф. «Научное и техническое обеспечение исследований и освоения шельфа Северного Ледовитого океана».— Новосибирск, 2010.— С. 187–193.
- [4] Григорюк А.П., Брагинская Л.П. Научная информационная система «Активная сейсмология» // Тр. XII-й Всерос. конф. «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» — RCDL'2010.— Казань, 2010.— С. 540–544.
- [5] Григорюк А.П., Брагинская Л.П. Управление данными экспериментов с использованием современных web-технологий // Мат. XIII Рос. конф. с международным участием «Распределенные информационно-вычислительные ресурсы» (DICR'2010).— Новосибирск, 2010.— <http://conf.nsc.ru/reportview/30949>.

Сдано в печать

- [1] Khairtdinov M.S., Glinsky B.M., Karavaev D.A., Martynov V.N., Yakimenko A.A. Algorithms and methods for the numerical simulation of seismic wave fields in the cavernous zones // Bull. NCC. Ser. Math. Model. in Geoph.
- [2] Khairtdinov M.S., Avrorov S.A., Livenets A.A. A computational technology in seismic monitoring // Ibid.
- [3] Znak V. Computer system for support of processing of periodic signals, of their analysis, and visual control of results // Мат. 10-й междунар. конф. «Распознавание образов и анализ изображений: новые информационные технологии». — Санкт-Петербург, 2010.
- [4] Григорюк А.П., Брагинская Л.П. Виртуальная рабочая среда для научных исследований в области активной сейсмологии // Сб. мат. III Междунар. конф. «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы» (ИКВТС'2010), Улан-Удэ, оз. Байкал, 6–11 сентября 2010 г.

Общее количество публикаций

Центральные издания	—	3.5
Зарубежные издания	—	4
Материалы международных конференций	—	11

Участие в международных конференциях и совещаниях

1. The 5th Int. Conference «Inverse Problems: Modeling and Simulation», Antalya, Turkey, May 24–29, 2010. — 2 доклада (Глинский Б.М., Караваев Д.А., Ковалевский В.В., Хайретдинов М.С., Воскобойникова Г.М.).
2. The 7th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2010), Funchal, Madeira, Portugal, June 15–18, 2010. — 1 доклад (Знак В.И.).
3. EGU-2010, European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria, 2–7 May, 2010. — 2 доклада (Глинский Б.М., Караваев Д.А., Ковалевский В.В.).
4. The IASTED Int. Conferences on Automation, Control, and Information Technology (ACIT 2010), Novosibirsk, 15–18 June 2010. — 2 доклада (Хайретдинов М.С., Воскобойникова Г.М., Седухина Г.Ф., Григорюк А.П., Знак В.И.).
5. IEEE Region 8 International Conference on Computational Technologies in Electrical and Electronics Engineering (SIBIRCON-2010), Irkutsk, Listvyanka, July 11–15, 2010. — 1 доклад (Хайретдинов М.С., Авров С.А.).
6. VI-я международная конференция «Мониторинг ядерных испытаний и их последствий», Курчатов, Казахстан, 9–13 августа 2010. — 3 доклада (Глинский Б.М. (2), Ковалевский В.В., Хайретдинов М.С. (3), Караваев Д.А., Воскобойникова Г.М., Седухина Г.Ф.).
7. Всероссийская научная конференция «Природные процессы, геодинамика, сейсмо-тектоника и современный вулканизм Северного Кавказа», Приэльбрусье, 21–30 марта 2010. — 2 доклада (Глинский Б.М., Ковалевский В.В., М.С. Хайретдинов.).
8. 10-я международная конференция «Распознавание образов и анализ изображений: новые информационные технологии», Санкт-Петербург, 5–12 декабря 2010. — 1 доклад (Знак В.И.).
9. Международная научная конференция «Параллельные вычислительные технологии» (ПаВТ'2010), Уфа, 29 марта–2 апреля 2010. — 1 доклад (Глинский Б.М., Караваев Д.А., Ковалевский В.В.).
10. Международная научная конференция «МОДЕЛИРОВАНИЕ-2010», Киев, Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины, 16–18 мая 2010. — 2 доклада (Глинский Б.М., Караваев Д.А., Ковалевский В.В., Ефимов С.А.).

11. VI Международная научная конференция «ГЕО-Сибирь-2010», Новосибирск, 22–24 апреля 2010. — 2 доклада (Ефимов С.А., Григорюк А.П., Брагинская Л.П.).
12. Международная научная конференция «ГЕОПЕРСПЕКТИВА-2010», Москва, 2010. — 1 доклад (Караваев Д.А.).
13. XIII Российская конференция с международным участием «Распределенные информационно-вычислительные ресурсы» (DICR'2010), 30 ноября–3 декабря 2010. — 1 доклад (Григорюк А.П., Брагинская Л.П.).
14. III Международная конференция «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы» (ИКВТС'2010), Улан-Удэ, оз. Байкал, 6–11 сентября 2010. — 2 доклада (Григорюк А.П., Брагинская Л.П., Хайретдинов М.С.).

Всего докладов — 23

Участие в оргкомитетах конференций

1. Глинский Б.М. — член оргкомитета VI международной конференции «Мониторинг ядерных испытаний и их последствий».
2. Знак В.И. — член программного комитета Международной конференции «Automation, Control, and Information Technology (ACIT 2010)».
3. Хайретдинов М.С. — член программного комитета II международной молодежной школы-конференции памяти академика М.М. Лаврентьева «Теория и численные методы решения обратных задач», Новосибирск, Академгородок, 21–29 сентября 2010.
4. Хайретдинов М.С. — председатель секции «Information system and image processing» Международной конференции «SIBIRCON 2010».
5. Хайретдинов М.С. — председатель секции «Distributed processing and database technology» Международной конференции «Automation, Control, and Information Technology (ACIT 2010)».
6. Хайретдинов М.С. — сопредседатель секции 2 VI международной конференции «Мониторинг ядерных испытаний и их последствий».

Участие в выставках

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

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

1.	Ковалевский В.В.	и.о. зав.лаб.,	д.т.н.
2.	Глинский Б.М.	и.о. гнс,	д.т.н.
3.	Хайретдинов М.С.	гнс,	д.т.н.
4.	Пушной Б.М.	внс 0.5 ст.,	к.т.н.
5.	Знак В.И.	снс 0.5 ст.,	к.т.н.
6.	Родионов Ю.И.	снс 0.25 ст.,	к.т.н.
7.	Григорюк А.П.	нс	
8.	Ефимов С.А.	нс 0.5 ст.	
9.	Кайсина Н.В.	нс 0.5 ст.	
10.	Седухина Г.Ф.	нс	
11.	Воскобойникова Г.М.	мнс	
12.	Борисов В.В.	вед. инженер	
13.	Коркина И.Н.	вед. инженер	

14. Макаров В.А. — вед. инженер-электроник
15. Брагинская Л.П. — вед. программист 1 кат.
16. Авроров С.А. — инженер 1 кат.
17. Караваев Д.А. — инженер 1 кат.

Воскобойникова Г.М. — молодой научный сотрудник.

Педагогическая деятельность

- | | | |
|---------------------|---|-------------------------------|
| Глинский Б.М. | — | зав. кафедрой, профессор НГУ |
| Хайретдинов М.С. | — | зав. кафедрой, профессор НГТУ |
| Воскобойникова Г.М. | — | ассистент НГТУ |
| Седухина Г.Ф. | — | ассистент НГТУ |

Руководство аспирантами

- | | | |
|---------------|---|--------------------------------|
| Караваев Д.А. | — | ИВМиМГ, 3 год (Глинский Б.М.) |
| Якименко А. | — | НГТУ, 1 год (Хайретдинов М.С.) |
| Ливинец А. | — | НГТУ, 1 год (Хайретдинов М.С.) |
| Юркевич А. | — | НГТУ, 1 год (Хайретдинов М.С.) |

Защита дипломов

- | | | |
|--------------|---|-------------------------------------|
| Анищик О. | — | бакалавр, НГУ (Глинский Б.М.) |
| Гордиенко Д. | — | специалист, НГУ (Глинский Б.М.) |
| Якименко А. | — | магистрант, НГТУ (Хайретдинов М.С.) |
| Ливинец А. | — | магистрант, НГТУ (Хайретдинов М.С.) |
| Репина А. | — | магистрант, НГТУ (Хайретдинов М.С.) |
| Юркевич А. | — | магистрант, НГТУ (Хайретдинов М.С.) |

Защита диссертаций

Авроров С.А. — защита кандидатской диссертации «Разработка и исследование методов и программ геоакустической локации мобильными сейсмическими группами» (23 декабря 2010 года; Диссертационный совет Д 219.005.02 при ГОУ ВПО «Сибирский государственный университет»; специальность 05.13.17 — теоретические основы информатики; научный руководитель — М.С. Хайретдинов).

Руководство студентами

- | | | |
|---------------|---|--------------------------------|
| Скоморохов Е. | — | 6 курс НГТУ (Хайретдинов М.С.) |
| Титов П. | — | 4 курс НГУ (Глинский Б.М.) |
| Гольдин М. | — | 4 курс НГУ (Глинский Б.М.) |
| Сапетина А. | — | 3 курс НГУ (Глинский Б.М.) |

Лаборатория обработки изображений

Зав. лабораторией д.т.н. В.П. Пяткин

Важнейшие достижения

Разработан метод восстановления изображений трехмерной структуры макромолекул по проекциям в просвечивающей электронной микроскопии.
(к.ф.-м.н. И.Г. Казанцев)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.4.1.3. «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)

Выбор методов и средств разработки технологии семантической организации пространственных баз данных; создание распределенных технологий решения задач обработки данных ДЗЗ на удаленной суперЭВМ; разработка технологии моделирования работы радиометров (типа МСУ-ГС); реализация быстрого метода вычисления центральных сечений многомерных изображений; исследование оптимальных параметров итерационного алгоритма восстановления внутренней структуры грязевого вулкана; изучение современных математических моделей случайных полей; разработка и исследование математической модели динамического рельефа; разработка иерархического алгоритма кластеризации на основе анализа многомерной гистограммы; создание распределенной технологии решения задачи кластеризации методом К-средних.

Для реализации распределенной пространственной базы данных природных явлений выбрана типичная архитектура сенсорной сети «клиент–сервер–шлюз–сенсор». Модуль-сенсор включает один или несколько датчиков и производит измерения параметров среды, их частичную обработку и связь с внешним миром. Блок связи с модулем-сенсором (шлюз) обеспечивает цифровую радиосвязь и управление сенсорами, сохранение и предоставление данных сенсоров по запросу «клиентов» и «сервера». Сервер эксперимента собирает данные с одного или нескольких шлюзов, обеспечивает формирование семантики данных и выдает данные по запросу с рабочих мест исследователей. Рабочее место исследователя (клиент) обеспечивает управление системой, отображение, частичную обработку (семантики в том числе) и сохранение экспериментальных данных для детальной обработки. На языке RDF разработан сетевой XML-протокол взаимодействия модулей сети. Для реализации Web-семантической компоненты комплекса — модулей системы построения трансляторов пользовательских метаязыков семантической организации гео-данных — выбрана библиотека Microsoft XML Parser, содержащая функции семантического и синтаксического анализа. Для моделирования целевой архитектуры в локальную вычислительную сеть лаборатории добавлены точки беспроводного доступа Wi-Fi.

Получил дальнейшее развитие созданный в Лаборатории технологический каркас разработки высокопроизводительных технологий обработки данных ДЗЗ на удаленной суперЭВМ SSCCIP. В 2010 г. в систему были погружены технологии решения на удаленной многопроцессорной ЭВМ задач поиска кольцевых структур на космоснимках, расчета текстурных признаков изображений по модели SAR, геометрической привязки космоснимков к цифровой карте, кластеризации методом К-средних. Разработанные технологии делают привлечение к обработке данных удаленной суперЭВМ прозрачным для оператора и обеспечивают, кроме собственно расчетов, графический интерфейс конфигурирования вычислительного задания (выбор исходных и результирующих изображений, задание параметров обработки) и визуализацию результатов вычислений. Также усовершенствовано ядро системы SSCCIP, которое теперь обеспечивает одновременное выполнение нескольких вычислительных заданий, а также вычислительная компонента системы, параллельная библиотека ParImProLib, в которую введен новый способ представления изображений «полная копия на каждом процессоре».

В программном комплексе PlanetaMonitoring, предназначенном для обработки информации с низкоорбитальных и геостационарных спутников Земли, усовершенствованы существующие и разработаны новые программные модули, предназначенные для формирования картографической информации, а также билинейной и бикубической интерполяции значений пикселей при масштабировании изображения. Комплекс рекомендуется для внедрения в практику научной и производственной деятельности центров приема и обработки спутниковых данных; в настоящее время он внедрен в НИЦ «Планета» и ЗапСибРЦПОД.

Разработан новый мощный непараметрический статистический критерий для задачи трех выборок. Критерий предназначен для проверки гипотезы однородности «все случайные величины трех выборок имеют одну и ту же непрерывную функцию распределения вероятностей» против альтернативной гипотезы «случайные величины второй выборки, полученные со второй (центральной) области, стохастически больше случайных величин как первой выборки, так и третьей». Еще в 1951 г. Уитни для проверки этой гипотезы предложил непараметрический статистический критерий, основанный на паре непараметрических статистик типа Манна–Уитни. Этот критерий до настоящего времени оставался наилучшим. Новый разработанный критерий основан на других (новых) статистиках; он значительно менее трудоемок критерия Уитни и мощнее его. Критерий может использоваться при разработке непараметрических алгоритмов обнаружения появления протяженных аномальных областей в последовательности зашумленных изображений. Начаты работы по программной реализации алгоритмов данного типа.

Проведены сравнительные численные эксперименты вычисления центральных сечений многомерного куба традиционным комбинаторным полным перебором точек пересечения сечений и граней куба и по разработанному аналитическому конструктивному методу. Идея метода в приложении к четырехмерному сферическому преобразованию Радона на группе вращений $SO(3)$ с теоретическим обоснованием опубликована сотрудником Лаборатории И.Г. Казанцевым в 2009 г. Задача вычисления сечений четырех- и шестимерных кубов возникает при дискретизации сферического преобразования Радона и в дальнейшем использовании итерационных подходов для его обращения. Были проведены сравнения быстродействия алгоритмов при вычислении сечений многомерных кубов размерности от 3 до 2000. Обнаружено, что вычислительные затраты традиционного метода зависят от размерности куба как пятая степень, а нового метода — как вторая степень. Так, например, новый метод строит сечение для 100-мерного куба за 0,01 секунды, а метод перебора — за 100 с.

Разрабатывались подходы, позволяющие использовать данные магнитно-резонансной томографии при реконструкции данных эмиссионной томографии (получение пространственного распределения радиофармпрепарата в головном мозге человека). Для переда-

чи в эмиссионное изображение границ между тканями применялись байесовские методы, использующие в качестве энергетической функции для априорной информации меры хаотичности информации (взаимная энтропия, совместная информация) и случайные поля Маркова. Благодаря разработанной процедуре автоматической оценки функции распределения вероятности совместной информации и взаимной энтропии удалось уменьшить ошибку реконструкции на 15% при сохранении уровня шума. Также был разработан основанный на марковских полях метод учета границ на анатомическом изображении в эмиссионной задаче. Метод обеспечивает получение более четких границ и естественного сглаживания участков одного класса на реконструированном изображении. На модельных данных данная процедура позволила уменьшить ошибку реконструкции на 20% и уровень шума на 10%. Кроме того, данный подход позволяет избежать вычислительно-затратных задач сегментации анатомического изображения.

В биомедицинских исследованиях и фармацевтических технологиях для создания лекарственных препаратов одной из важных проблем является задача восстановления и визуализации внутренней структуры макромолекул вирусов (размером в десятки нанометров) по множеству проекционных данных — микрофотографий, полученных с помощью криоэлектронной микроскопии. Модель формирования микрофотографий в просвечивающем электронном микроскопе (ПЭМ) имеет вид интегрального уравнения Фредгольма типа свертки, включающего основные физические параметры микроскопа в аппаратную (передаточную) функцию, в частности, параметры изменения фокусировки вдоль направления электронного луча, фазовые сдвиги, ухудшение контраста и другие. С помощью метода стационарной фазы обосновано аналитическое обращение рассматриваемого интегрального лучевого преобразования и получен вид компенсирующего частотного фильтра. Показана связь полученного обращения с известными формулами вычислительной томографии. Разработанный подход может быть отнесен к методам обратного проецирования с фильтрацией. В отличие от традиционно применяемых подходов эмпирической коррекции фокусировки микрофотографий, разработанный алгоритм содержит коррекцию как последовательность точно определенных математических операторов томографической реконструкции. Известно, что проекционные данные, получаемые в просвечивающем электронном микроскопе, сильно зашумлены (отношение сигнал-шум менее 1). Для учета и подавления шума применена регуляризация с выбором сглаживающего параметра по методу Тихонова.

Практическая значимость работы заключается в том, что предложенный алгоритм допускает применение быстрого преобразования Фурье и может быть применен для обработки экспериментальных данных в задачах просвечивающей электронной микроскопии с большим числом проекций (до нескольких десятков тысяч).

При построении масштабируемой модели рельефа одной из задач, требующих своего решения, является минимизация площади поверхности рельефа. Поскольку фрагменты поверхности должны удовлетворять уравнению Пуассона, не имеющего в настоящее время аналитического решения, разрабатываются алгоритмы конструктивной минимизации поверхности. В общем случае, задача оказывается трудно разрешимой. Однако некоторые частные постановки позволяют доказать сходимость некоторых из разработанных ранее алгоритмов. Таким образом, рассматривается задача о деформации тела, сохраняющая его объем (массу), с целью получения формы, имеющей минимальную поверхность. Данная постановка более общая, чем задача построения рельефа, в частности, за счет топологически более сложных исходных форм. К числу разработанных ранее алгоритмов минимизации относится алгоритм, минимизирующий периметр формы среза, т.е. задача о минимизации площади, сводится к последовательной минимизации линейных размеров. Показано, что если минимизированные формы параллельных срезов центрировать относительно центра масс исходной фигуры, то алгоритм минимизации сходится. Сформулирована математическая постановка задачи о минимизации поверхности дефор-

мируемого тела. Выделены варианты алгоритмов минимизации поверхности. Доказана сходимость процесса ортогональной минимизации в привязке к центру тяжести тела.

Создана новая версия иерархического гистограммного кластерного алгоритма, предложенного ранее, выстраивающего последовательность кластерных распределений, лучших в смысле разделимости кластеров по заданной мере. Идея новой версии состоит в выборе такой конфигурации кластеров по уровням иерархии, которая обеспечивает лучшую среднюю изолированность всей системе кластеров. Новый иерархический кластерный алгоритм позволяет автоматически выбирать детальность классификации для разных областей многоспектральных данных в зависимости от разделимости кластеров, существенно сократив их число. Предложен и реализован новый алгоритм объединения последовательности узких, ложных кластеров, возникающих на границах текстур изображения. Алгоритм обеспечивает установление границ между объединенными кластерами в областях наиболее низкой плотности векторов. Созданные кластерные алгоритмы и их аналоги, работающие с текстурными признакам Харалика и модели SAR, вошли в программный комплекс «Автоматическая классификация изображения по спектральным и текстурным признакам», реализованный в среде Microsoft Visual C++. При разработке программы использовался механизм многодокументного интерфейса MDI, который позволяет работать одновременно с несколькими изображениями, каждое из которых связано со своим окном.

Продолжалось администрирование лабораторного Web-сервера <http://loi.sccc.ru>. Проведена реконфигурация сервера, защищающая его от несанкционированного доступа и вирусных атак. На сервере поддерживался Web-сайт проекта РФФИ № 10-07-00131, в реализации которого принимали участие сотрудники лаборатории. Обновлено Web-страница «База данных мониторинга окружающей среды» <http://loi.sccc.ru/lab/RFFI10/RU/database.htm>.

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)

Обоснованы программные и технические средства семантической организации пространственной базы данных; разработана структура управления сенсорной сетью окружающей среды Web-семантической пространственной базы данных. Разработаны распределенные высокопроизводительные технологии решения задач обработки и интерпретации данных ДЗЗ (поиска кольцевых структур, расчета текстурных признаков по модели SAR, геометрической привязки космоснимков к цифровой карте, кластеризации методом К-средних) на удаленной многопроцессорной ЭВМ. Разработаны новые непараметрические статистические алгоритмы обнаружения протяженных аномалий или объектов на зашумленных изображениях. Исследованы оптимальные параметры сходимости итерационного алгоритма Чиммино на разномасштабных адаптивных сетках дискретизации изображений; получен реконструирующий фильтр для снятия дефокусировки в микроскопии в условиях большого числа проекций; разработаны новые подходы к использованию анатомических данных магнитно-резонансной томографии в задаче эмиссионной томографии. Разработана и исследована математическая модель динамического рельефа, обеспечивающая непрерывную деформацию поверхности рельефа при перемещении опорных точек. Разработан и реализован иерархический гистограммный кластерный алгоритм, оптимизирующий среднюю разделимость кластеров

при выборе системы сеток квантования различной детальности в разных областях векторного пространства признаков; предложена версия данного алгоритма с выбором системы сеток для заданной точности разделения кластеров. Создан Web-сайт проекта <http://loi.sssc.ru/lab/RFFI10/RU/main10.htm>. Подготовлен отчет по этапу 2010 г.

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

Проект в рамках хоздоговора с Научно-исследовательским центром «Планета» (Москва) по теме: «Доработка и испытания (на имитационных данных и информации зарубежных ИК-зондировщиков) базового ПО быстрого моделирования и валидации данных ИКФС-2 в условиях отсутствия облачности»
(Руководитель — д.т.н. В.П. Пяткин)

Выполнены работы по развитию программного комплекса на основе точной модели 4A/OP для высокоточного моделирования измерений спектра уходящего инфракрасного излучения в условиях отсутствия облачности и анализа полученных результатов: комплекс испытан на имитационных данных и информации ИК-зондировщика IASI (использовано несколько аподизирующих функций и обновленная спектроскопическая база данных); выполнена адаптация комплекса к различным атмосферным базам данных (TIGR2000, профили М. Matricardi, «стандартные» модели заказчика); реализована возможность моделирования измерений ИКФС-2 и расчета якобианов для подмножества выделенных каналов; создан интерфейс для проведения радиационных расчетов с использованием данных из баз Гидрометцентра России.

Выполнены работы по созданию и тестированию программного обеспечения ускоренных радиационных расчетов для моделирования результатов измерений бортовой аппаратуры ИКФС-2 КА «МЕТЕОР-М» № 2: Unix-библиотека ускоренных радиационных расчетов RTTOV 9.1 перенесена в среду MS Windows и адаптирована для быстрого моделирования результатов измерений ИКФС-2 КА «МЕТЕОР-М» № 2 с помощью обучающих вычислений по прямой модели 4A/OP на представительном наборе атмосферных профилей М. Matricardi; разработана Фортран-программа, выполняющая расчет требуемых модельных характеристик по входным значениям условий наблюдений с использованием адаптированной версии RTTOV 9.1; разработана консольная программная оболочка, обеспечивающая доступ к функциям адаптации, моделирования, сравнения с точными расчетами и тестирования системы.

Публикации

Центральные издания

- [1] Асмус В.В., Бучнев А.А., Пяткин В.П. Кластерный анализ данных дистанционного зондирования Земли // Автометрия. — 2010. — Т. 46, № 2. — С. 58–66.
- [2] Гетлинг А.В., Бучнев А.А. О структуре поля конвективных скоростей в фотосфере Солнца // Астрономический журнал. — 2010. — Т. 87, № 3. — С. 286–292.
- [3] Сидорова В.С. Алгоритм кластеризации текстурных данных дистанционного зондирования // Автометрия. — 2010. — Т. 46, № 5. — С. 43–52.
- [4] Сидорова В.С. Иерархический кластерный алгоритм для данных дистанционного зондирования // Вестн. Бурятского гос. ун-та. Вып. Математика и информатика. — 2010. — № 9. — С. 125–130.

Зарубежные издания

- [1] Asmus V.V., Buchnev A.A., Pyatkin V.P. Cluster analysis of Earth remote sensing data // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. — 2010. — Vol. 46, № 2. — P. 149–155.

- [2] Getling A.V., Buchnev A.A. The structure of the convective-velocity field in the solar photosphere // *Astronomy Reports*. — 2010. — Vol. 54, № 3. — P. 254–259.
- [3] Sidorova V.S. Algorithm for clustering remote sensing texture data // *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing*. — 2010. — Vol. 46, № 5. — P. 33–42.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Asmus V.V., Krovotynsev V.A., Pyatkin V.P. Space Monitoring of the Arctic and Antarctic Ice Fields // *Proc. Int. Workshop Early warning and crises/disaster and emergency management*. — Novosibirsk, 2010. — P. 44–49.
- [2] Бучнев А.А., Пяткин В.П. Спутниковый мониторинг водных поверхностей и ледяных полей // *Тр. VI Междунар. и науч. конгр. «ГЕО-Сибирь-2010»*. — Новосибирск, 2010. — Т. 4, ч. 1. — С. 76–81.
- [3] Калантаев П.А., Пяткин В.П. Web-семантическая сенсорная сеть мониторинга окружающей среды // *Там же*. — С. 97–100.
- [4] Сидорова В.С. Иерархический кластерный алгоритм для анализа лесных ландшафтов на аэроснимке // *Там же*. — С. 18–23.
- [5] Асмус В.В., Пяткин В.П. Технологии космического мониторинга ледяного покрова Арктики // *Тр. XXXVII Междунар. конф. и дискуссионного научного клуба «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе, IT+SE'10»*. — Приложение к журналу «Открытое образование». — Ялта–Гурзуф, 2010. — С. 232–233.
- [6] Pyatkin V.P., Salov G.I. An object appearance detection in a sequence of noisy images using stochastic approximation // *Proc. IASTED Int. Conf. on in co-operation with the Russian Academy of Sciences «Automation, Control, and Information Technology (ACIT 2010)»*. — Novosibirsk, 2010. — P. 1–4.
- [7] Sidorova V.S. Automatization of forest recognition on aerial images // *Ibid.* — P. 50–53.
- [8] Калантаев П.А., Пяткин В.П. Сенсорная сеть природных явлений в технологии Web-семантических баз данных // *Тез. II Междунар. конф. «Геоинформатика: технологии, научные проекты»*. — Барнаул, 2010. — С. 51–52.
- [9] Asmus V.V., Krovotynsev V.A., Pyatkin V.P. Space monitoring of ice conditions in Earth polar regions // *10-th Int. Conf. on Pattern Recognition and Image Analysis: New Information Technologies (PRIA-10-2010)*. — St. Petersburg, 2010. — Vol. 1. — P. 13–19.
- [10] Pyatkin V.P., Salov G.I. Detection of object appearance in a sequence of noisy images using learning in Hilbert Space // *Ibid.* — P. 317–320.
- [11] Sidorova V.S. Histogram hierarchical cluster algorithm for remote sensing data // *Ibid.* — P. 333–336.
- [12] Buchnev A.A., Pyatkin V.P. Pattern Recognition in Satellite Monitoring of the Water and Ice Surfaces // *Ibid.* — Vol. 2. — P. 143–146.
- [13] Rusin E.V. A technology for high-performance image processing on multicomputer // *Ibid.* — P. 49–51.
- [14] Klukowska J., Herman G.T., Kazantsev I.G. Correction of distance-dependent blurring in projection data for fully three-dimensional electron microscopic reconstruction // *Proc. IEEE Int. Symp. on Biomedical Imaging (ISBI 2010)*. — Rotterdam, 2010. — P. 1117–1120.
- [15] Ким П.А. Минимизация поверхности деформируемого тела // *Междунар. конф. «Математическое, вычислительное и информационное обеспечение технологических процессов и систем» в рамках симпозиума «Образование, наука и производство: проблемы, достижения и перспективы»*, посв. 55-летию Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та. — Комсомольск-на-Амуре, 2010. — С. 12–14.
- [16] Kazantsev D., Pedemonte S., Bousse A. et al. ET Bayesian Reconstruction using Automatic Bandwidth Selection for Joint Entropy Optimization // *Proc. IEEE Nuclear Science Symp. and Medical Imaging Conf.* — Knoxville, 2010. — CDROM – M18–299.

- [17] Pedemonte S., Cardoso M. J., Bousse A., Panagiotou C., Kazantsev D. et al. Class Conditional Entropic Prior for MRI Enhanced CPECT Reconstruction // Ibid. — CDROM — M18–294.
- [18] Bousse A., Pedemonte S., Kazantsev D. et al. Weighted MRI-based Bowsher Priors for SPECT Brain Image Reconstruction // Ibid. — CDROM — M19–295.

Прочие издания

- [1] Ким П.А. Пробный курс робототехники // III Всерос. науч.-практ. конф. «Информационные технологии в системе экономической безопасности России и ее регионов». — Казань, 2010. — С. 31–34.
- [2] Ким П.А. Методические рекомендации к курсу «Управление техническими устройствами» // Всерос. науч.-практ. конф., посв. Году учителя и 75-летию НГПУ «Технологическое образование и устойчивое развитие региона». — Новосибирск, 2010. — С. 19–21.
- [3] Казанцев И.Г. Восстановление изображений трехмерной структуры макромолекул по проекциям в криоэлектронной микроскопии // Тез. докл. XXIII Российской конф. по электронной микроскопии. — Черноголовка, 2010. — С. 363.
- [4] Сидорова В.С. Автоматизация распознавания лесных ландшафтов по данным дистанционного зондирования // Тр. науч.-практ. конф. «Инновации РАН-2010». — Казань, 2010. — С. 120–124.
- [5] Сидорова В.С. Автоматический иерархический алгоритм кластеризации данных дистанционного зондирования // Тр. IX науч. конф. по тематической картографии «Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных». — Иркутск, 2010. — С. 156–159.

Общее количество публикаций

Центральные издания	— 4
Зарубежные издания	— 4
Материалы междунар. конференций	— 18

Участие в конференциях и совещаниях

1. Международная конференция «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе, IT+SE'2010», Украина, Крым, Ялта-Гурзуф, 20–30 мая 2010. — 1 доклад (Пяткин В.П.).
2. Международный научный конгресс «ГЕО-Сибирь-2010», Новосибирск, Россия, 19–29 апреля 2010. — 4 доклада (Бучнев А.А. (пленарный), Калантаев П.А., Ким П.А., Сидорова В.С.).
3. International Workshop on Early warning and crises/disaster and emergency management, Novosibirsk, 28–29 April, 2010. — 1 доклад (Пяткин В.П.).
4. Всероссийская конференция «Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования», посвященная 85-летию академика Г.И. Марчука, Новосибирск, 10–11 июня 2010. — 1 пленарный доклад (Пяткин В.П.).
5. International Conference «Automation, Control, and Information Technology (ACIT 2010)», Novosibirsk, 15–18 June 2010. — 2 доклада (Салов Г.И., Сидорова В.С.).
6. Вторая молодежная международная научная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», посвященная памяти академика М.М. Лаврентьева, Новосибирск, 21–29 сентября 2010. — 1 пленарный доклад (Пяткин В.П.).

7. II Международная конференция «Геоинформатика: технологии, научные проекты», Барнаул, 20–25 сентября 2010. — 1 доклад (Калантаев П.А.).
8. 10th International Conference Pattern Recognition and Image Analysis: New Information Technologies (PRIA-10-2010), St. Petersburg, 5–12 December 2010. — 5 докладов (Пяткин В.П. (пленарный), Бучнев А.А., Русин Е.В., Салов Г.И., Сидорова В.С.).
9. IEEE International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI 2010), Rotterdam, Netherlands, April 14–17, 2010. — 1 доклад (Казанцев И.Г.).
10. XXIII Российская конференция по электронной микроскопии, Черноголовка, Московская область, 31 мая–4 июня 2010. — 1 доклад (Казанцев И.Г.).
11. Международная конференция «Математическое, вычислительное и информационное обеспечение технологических процессов и систем» в рамках симпозиума «Образование, наука и производство: проблемы, достижения и перспективы», посвященного 55-летию Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета, Комсомольск-на-Амуре, 2010. — 1 доклад (Ким П.А.).
12. Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная Году учителя и 75-летию НГПУ «Технологическое образование и устойчивое развитие региона», Новосибирск, 31 мая–4 июня 2010. — 1 доклад (Ким П.А.).
13. IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, Knoxville, Tennessee, USA, November 1–6, 2010. — 3 доклада (Казанцев Д.И.).

Всего докладов — 23
в т.ч. пленарных — 4

Участие в оргкомитетах конференций

1. Пяткин В.П. — руководитель секции Международного конгресса «ГЕО-Сибирь-2010».
2. Пяткин В.П. — член программного комитета Международной конференции «Automation, Control, and Information Technology (ACIT 2010)».
3. Пяткин В.П. — член оргкомитета Международного симпозиума «Early warning and crises/disaster and emergency management».
4. Пяткин В.П. — член программного комитета Второй молодежной международной научной школы-конференции «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач».
5. Пяткин В.П. — член программного комитета 10-ой Международной конференции «Pattern Recognition and Image Analysis: New Information Technologies (PRIA-10-2010)».

Международные научные связи

Командировка в университетский Колледж Лондона в Компьютерный Центр Обработки Медицинских Изображений, Ноябрь 2009–Август 2010 (Казанцев Д.И.).

Участие в Международной конференции «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе, IT+SE'2010», 20–30 мая 2010, Украина, Крым, Ялта-Гурзуф (Пяткин В.П.).

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

1.	Пяткин В.П.	гнс, зав. лаб,	д.т.н.
2.	Бучнев А.А.	снс,	к.т.н.
3.	Казанцев И.Г.	снс,	к.ф.-м.н.
4.	Калантаев П.А.	снс,	к.т.н.
5.	Ким П.А.	снс 0.85 ст.,	к.ф.-м.н.
6.	Салов Г.И.	снс 0.9 ст.,	к.т.н.
7.	Казанцев Д.И.	нс 0.25 ст.,	к.ф.-м.н.
8.	Русин Е.В.	нс,	к.т.н.
9.	Сидорова В.С.	нс 0.75 ст.	
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

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 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 3. «Исследование и разработка математического аппарата и программной среды для решения задач анализа и синтеза систем информатики»

(Руководитель — к.т.н. Г.И. Забиняко)

Продолжена разработка последовательных и параллельных методов гибридно-эволюционного синтеза алгоритмов и моделей и за отчетный период получены следующие результаты: (1) разработаны и исследованы темплейты для представления алгоритмов работы со списками и числовыми последовательностями, получены оценки эффективности синтезируемых алгоритмов, (2) разработаны методы линейного представления функций и операций и их интерпретации для рассматриваемых эволюционных алгоритмов и (3) исследовано влияние характеристик темплейтов, таких как степень специализации темплейта и количество неопределенных операторов в нем, на свойства синтезируемых алгоритмов.

Продолжена разработка и исследование различных способов распараллеливания эволюционных алгоритмов с позиции их эффективности и ускорения. Новая параллельная реализация эволюционного алгоритма оптимизации стратегий биржевой торговли была выполнена для нового семейства графических процессоров Fermi на видеокарте NVIDIA GeForce 470 GTX (содержащей 448 элементарных процессоров) в системе программирования CUDA. Предложенный подход позволил получить время решения данной задачи на этой системе, равное времени решения на кластерной системе из 170 одноядерных процессоров INTEL с частотой 2.66 ГГц, при существенно меньшем соотношении стоимость/производительность, что показывает отличную распараллеливаемость гибридно-эволюционных алгоритмов и целесообразность их практического применения на системе из графических процессоров. (к.т.н. О.Г. Монахов)

Рассмотрена проблема построения и оптимизации структур сетей связи параллельных вычислительных систем (ВС), моделируемых параметрически описываемыми регулярными графами. В качестве моделей сетей связи ВС исследован класс мультипликативных циркулянтных 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.

Подготовлена программа анализа структурных характеристик циркулянтных сетей, предназначенная для определения структурных характеристик циркулянтных сетей (графов), задаваемых с помощью компактного параметрического описания: числа вершин и множества образующих. Программа определяет следующие структурные характеристики: диаметр и средний диаметр заданной сети, нижнюю границу диаметра и среднего диаметра и величину отклонения от этих характеристик данной сети, распределение вершин по ярусам в заданной сети. Программа основана на новом эвристическом методе определения структурных характеристик циркулянтных сетей, который

значительно сокращает время определения данных характеристик и величину требуемой памяти, что позволяет анализировать циркулянтные сети с числом вершин до 110 миллионов и степенью вершин до 34. (к.т.н. Э.А. Монахова)

В календарном планировании сложных комплексов работ нескладируемые ресурсы полагаются постоянными величинами, что не всегда согласуется с практикой организационного управления. Определение нескладируемых ресурсов как ненакапливаемых (типа «мощность»), не использование которых приводит к их потере, не полностью отражает их специфику. Формализация перераспределения нескладируемых ресурсов связана с отображением в моделях условий их использования. Предложены постановка и алгоритм задачи построения расписания работ, учитывающие возможность перераспределения ресурсов, минимизирующего дисбаланс ресурсов при заданных директивных сроках завершения проектов. Построение расписаний с перераспределением нескладируемых ресурсов позволяет уменьшить несбалансированность календарных планов в сравнении с задачами с заранее заданными объемами ресурсов. По трудоемкости и по методам решения задача календарного планирования с перераспределением ресурсов аналогична задаче с заранее заданными оценками ресурсов. Формализованы условия задачи календарного планирования проектов в виде целочисленной линейной модели. (к.э.н. О.А. Ляхов)

Продолжены работы по улучшению численной устойчивости вычислительного процесса в задачах оптимизации с линейными ограничениями, заданными разреженными матрицами. В 2010 г. был сделан ряд добавлений и изменений в пакете программ квадратичного программирования (КП). Алгоритм решения задач КП построен на базе алгоритма MINOS, разработанного Муртафом и Сондерсом для решения больших нелинейных задач с линейными ограничениями с использованием технологии приведенного градиента. В схему алгоритма MINOS добавлены эвристические процедуры, позволяющие повысить численную устойчивость вычислительного процесса и увеличить скорость решения задачи.

Кроме того в пакете программ КП заменена одна из основных и сложных процедур пакета — процедура перепостроения матриц, обратных базисным. В старой версии процедуры была использована модификация алгоритма Хеллермана–Рарика, в которой обеспечение устойчивости достигается с помощью громоздких и трудоемких процедур. В новом варианте процедуры номера ведущих элементов определяются заранее как результат решения задачи назначения, в которой возможен один из двух критериев оптимизации: максимум произведения модулей элементов из трансверсали или критерий трансверсали «узкого места». Затем в целях экономии памяти, занимаемой мультипликативным представлением U^{-1} и L^{-1} факторов, с помощью симметричных перестановок устанавливается очередность использования назначенных ведущих элементов. Поиск симметричных перестановок осуществляется с помощью пакета METIS. Численные испытания дали хорошие результаты по надежности и быстродействию.

В отчетном году продолжено внедрение программного обеспечения в практику оптимизационных расчетов в Институте экономики и организации промышленного производства СО РАН. (к.т.н. Г.И. Забияко, Е.А. Котельников)

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 08-01-00857 «Разработка методов эволюционного синтеза алгоритмов на основе темплейтов»

(Руководитель — к.т.н. О.Г. Монахов)

Разработаны и исследованы эволюционные методы автоматического синтеза рекурсивных алгоритмов, получены оценки эффективности синтезируемых алгоритмов. Проведено исследование влияния характеристик темплейтов рекурсивных функций на свойства синтезируемых алгоритмов при использовании различных параметров для алгоритмов эволюционного синтеза.

Публикации

Центральные издания

- [1] Котельников Е.А. Применение приведенного градиента в квадратичном программировании // *СибЖВМ*. 2010. — Т. 13, № 1. — С. 23–31.
- [2] Ляхов О.А. Модель календарного планирования проектов с перераспределением нескладированных ресурсов // *Вестн. Бурятского гос. ун-та. Вып. Математика и информатика*. — 2010. — № 9. — С. 119–124.
- [3] Монахова Э.А. Мультипликативные циркулянтные сети // *Дискретный анализ и исследование операций*. — 2010. — Т. 17, № 5. — С. 56–66.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Анисимов А.В. О некоторых исследованиях в области применения гиперсетей для решения транспортных задач // *Мат. VI Азиатской школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем»*. — Алматы, 2010. — С. 25–29.
- [2] Ляхов О.А. Целочисленная линейная модель задачи календарного планирования проектов с перерывами работ // *Там же*. — С. 250–257.
- [3] Монахов О.Г. Распараллеливание эволюционного алгоритма оптимизации финансовых стратегий для реализации на графических процессорах // *Мат. десятой Междунар. конф. «Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах» (НРС2010)*. — Пермь, 2010. — С. 253–256.
- [4] Монахов О.Г. Параллельные вычисления при оптимизации стратегий биржевой торговли // *Тр. IV Междунар. конф. «Параллельные вычисления и задачи управления» (РАСО-2010)*. — М., 2010. — С. 212–224.

Патенты, базы данных, программы

- [1] Забияко Г.И., Котельников Е.А. Свидетельство об официальной регистрации программ на ЭВМ № 2010615206 «Пакет программ квадратичного программирования» («ППКП»). — М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2010.
- [2] Монахов О.Г. Свидетельство об официальной регистрации программ на ЭВМ № 2010618170 «Программа эволюционного поиска математических описаний недоопределенных функций на основе шаблонов». — М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2010.
- [3] Монахова Э.А. Свидетельство об официальной регистрации программ на ЭВМ № 2010618171 «Программа анализа структурных характеристик циркулянтных сетей». — М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2010.

Прочие публикации

- [1] Монахов О.Г. Автоматический синтез рекурсивных алгоритмов на основе методов эволюционного моделирования и темплейтов // Мат. XV Байкальской Всерос. конф. «Информационные и математические технологии в науке и управлении». — Иркутск, 2010. — С. 136–142.

Сдано в печать

- [1] Забияко Г.И. О применении алгоритмов назначения для перепостроения обратных матриц // Сиб. журн. индустр. математики. 2011.
- [2] Монахова Э.А. Об одном экстремальном семействе циркулянтных сетей // Дискретный анализ и исследование операций. 2011.

Общее количество публикаций

Центральные издания	—	3
Материалы междунар. конференций	—	4
Патенты	—	3

Участие в конференциях и совещаниях

1. VI Азиатская школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем», республика Казахстан, Усть-Каменогорск, 15–25 августа 2010. — 2 доклада (Анисимов А.В., Ляхов О.А.).
2. Десятая Международная конференция «Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах» (НРС2010), Пермь, 1–3 ноября 2010. — 1 доклад (Монахов О.Г.).
3. XV Байкальская Всероссийская конференция «Информационные и математические технологии в науке и управлении», Иркутск, 1–8 июля 2010. — 1 доклад (Монахов О.Г.).
4. IV Международная конференция «Параллельные вычисления и задачи управления» (РАСО-2010), Москва, 26–28 октября 2010. — 1 доклад (Монахов О.Г.).

Всего докладов — 5

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

1. Забияко 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.	мнс	
7. Марусина О.А.	техник	

Анисимов А.В. — молодой научный сотрудник.

Лаборатория прикладных систем

Зав. лабораторией к.т.н. С.В. Бредихин

Важнейшие достижения

Обнаружение сканеров в IP-сетях методом последовательного статистического анализа. Построена модель выявления аномального трафика, базирующаяся на статистических методах анализа экспериментальных данных. На основе модели разработан и реализован алгоритм оперативного обнаружения сетевых сканеров в ip-сетях, работающих вне исследуемого участка сети. Получены оценки эффективности алгоритма и исследованы его возможности, зависящие от выбора параметров. Результаты вычислений по разработанному алгоритму согласуются с результатами систем обнаружения вторжений Snort и Bro в сети Интернет СО РАН, позволяют своевременно обнаруживать уязвимые сетевые устройства и принимать превентивные меры защиты.

(к.т.н. С.В. Бредихин, В.И. Костин, Н.Г. Щербакова)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 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 — д.ф.-м.н. В.К. Попков)

По проекту проводились следующие научные работы: исследование взаимозависимости структурных и качественных характеристик транспортных и инфокоммуникационных сетей; мониторинг и анализ распределенных информационно-вычислительных сетей; разработка новых методов анализа структурных характеристик и синтеза оптимальных структур современных сетей.

Изучалась модель рынка процессорного времени в многопроцессорной системе, где процессоры различаются скоростью и эксплуатационными затратами. Каждый пользователь имеет задание, объем и бюджет которого известны, и функцию полезности, которая линейно зависит от величины выполненной части задания за распределенный период. Доказано, что при сделанных предположениях равновесное распределение времени работы процессоров между заданиями и цены равновесия можно получить из решения некоторой задачи линейного программирования.

Велись работы по идентификации P2P приложений на основе информации транспортного уровня. Рассматривались методы анализа трафика ip-сетей, позволяющие находить в его составе трафик, характерный для P2P приложений. Проведен анализ работ по классификации трафика, основанных на эмпирических наблюдениях за поведением хостов и особенностями P2P приложений, проявляющихся на транспортном уровне.

Разработан и реализован алгоритм классификации трафика, основанный на пассивном анализе ip-поток с использованием эмпирических наблюдений. Алгоритм апробирован на реальных данных — «сырой» ip-трафик, собранный с некоторого участка сети Интернет СО РАН, преобразуется в ip-поток на основании пятерки параметров $\langle \text{src_ip}, \text{src_port}, \text{dst_ip}, \text{dst_port}, \text{protocol} \rangle$, таймаут 64 с, максимальный интервал сбора — 30 мин. Размер одного анализируемого массива составляет ~ 1.2 Гб.

При работе над задачей анализа трафика был выполнен сбор данных по внешнему трафику ИВМиМГ СО РАН, а также статистический и содержательный анализ данных. Была получена информация о структуре трафика и о распределении потребителей и источников трафика внутри сети института, информация о наборе и распределении используемых портов и протоколах, применяемых для взаимодействия с сетью Интернет установлением зависимости между протоколами и используемыми ими портами.

В рамках работ по развитию теории гиперсетей и разработке методов анализа и оптимизации транспортных и инфокоммуникационных систем продолжалось развитие теории S-гиперсетей. Были рассмотрены следующие задачи анализа и оптимизации для транспортных систем мегаполиса.

1. Моделирование транспортных потоков:

- математические модели потоков основных транспортных единиц внутри города;
- анализ транспортных потоков;
- распределение различных городских транспортных подсистем;
- классификация, моделирование и оптимизация транспортных развязок.

2. Модели передвижения пассажиров и товаров по городу:

- математические модели пассажиропотоков на городском транспорте;
- анализ и оптимизация маршрутов на городском и личном транспорте;
- математические модели грузопотоков и их оптимизация;
- организация транспортных потоков для обеспечения событийных переездов.

3. Управление транспортными системами:

- управление потоками путем расстановки разметок и развязок;
- управление потоками посредством светофоров и других сигнальных средств;
- алгоритмы маршрутизации транспортных единиц;
- мониторинг движения транспорта и пешеходов.

Также решалась актуальная задача управления светофорами на перекрестках любой конфигурации. В ходе решения описанных задач было показано, что в рамках теории S-гиперсетей можно строить адекватные модели для решения различных задач для систем сетевой структуры.

Рассматривалась задача многоадресной надежной передачи данных в беспроводной широкополосной сети. Задача решалась построением дерева маршрутов для широкополосной передачи сообщения с использованием подтверждений доставки на каждом шаге. Была обобщена формула среднего числа попыток передать пакет (ранее формула была выведена только для $k = 2$). Для поиска в ориентированном графе дерева рассылки минимальной стоимости был модифицирован алгоритм Гуха и предложен алгоритм рекластеризации.

Исследовалась задача моделирования основных этапов транспортировки при решении транспортных задач.

1. Моделирование поездки предсказывает число поездок, происходящих в данной зоне или предназначенных для специфической зоны анализа трафика.
2. Выбор места назначения. Разработка «таблицы поездок» — это матрица, которая отображает число поездок, идущих от каждой начальной зоны и до других зон.
3. Выбор способа. В то время как зональный анализ обмена распределения поездки приводит к ряду таблиц, анализ выбора способа позволяет разработчику модели определять, какой режим транспортировки будет использоваться.
4. Выбор маршрута. Назначение маршрута, выбор маршрута, или назначение трафика касаются выбора маршрутов между начальной и конечной вершиной в сетях транспортировки.

Исследовались вопросы создания и работы сетевой информационно-вычислительной системы (СИБС). Было предложено использование распределенных вычислений, в частности GRID, что хорошо согласуется с принципами организации территориально разнесенных виртуальных коллективов в рамках СИБС. В качестве промежуточного ПО для организации математического моделирования в рамках СИБС предлагается использовать свободный программный комплекс BOINC.

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 2010 г. в рамках работы по проекту решались задачи моделирования и анализа работы информационных систем нового поколения.

Продолжалась работа по вопросам применения методов математического и имитационного моделирования для анализа живучести существующих и перспективных интегральных информационных сетей при разрушающих воздействиях различного характера. Для решения задач моделирования разрушающих воздействий на сеть использовалась модель на основе нестационарной иерархической и стационарной гиперсетей. В качестве показателя живучести рассматривалась величина максимального потока в сети в условиях воздействий, выявлялись характерные, соответствующие данному воздействию, изменения параметров потока в сети. Исследовалась структурная характеристика, связанная с устойчивостью диаметра гиперсети, при воздействиях различного типа.

Была продолжена работа по задаче расстановки устройств мониторинга в информационной сети. В качестве модели сети рассматривался объект гиперсеть. Исследовался случай, когда известно, что существует оптимальное покрытие всех ребер, состоящее из k ветвей, т. е. известна мощность множества, покрывающего все потоки, но неизвестны элементы этого множества. Решалась задача поиска подмножества ветвей (мощности k), которое покрывает как можно больше ребер. Разработаны эвристические алгоритмы. Было доказано, что найденное с помощью этих алгоритмов множество ветвей покрывает не менее чем $(1 - ((k - 1)/k)k)$ ребер. Переходя к пределу при k , стремящемуся к бесконечности, получена оценка: найденное множество покрывает не менее чем $(1 - 1/e)$ элементов, что приблизительно равно 0.632 от требуемого числа всех покрываемых элементов.

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)

В рамках работы по проекту создан и начал функционировать информационный узел Фонда алгоритмов и программ с доступом в Интернет-сеть ННЦ СО РАН. Реализована и действует WEB-ориентированная информационная система в виде комплекса из интернет-портала «ФАП СО РАН», информационного хранилища корпоративного репозитория СПО СО РАН и демонстрационного сервера. На демонстрационном сервере

ре представлены наиболее значимые пакеты программ из рекомендуемого репозитория СПО. Обеспечивается текущая поддержка «зеркала» официального репозитория Ubuntu Linux с доступом через портал ФАП СО РАН. Настроена поддержка двух новых версий корпоративного дистрибутива СО РАН: на основе Ubuntu Linux 10.04 LTS и 10.10. Для каждой из этих систем был создан единый DVD образ, служащий для демонстрации возможностей системы и для ее установки. Для популяризации и обеспечения упрощенной схемы инсталляции ПО данной платформы у пользователей создан DVD образ (настроенного образа операционной системы) с режимами live-DVD и install-DVD.

Публикации

Центральные издания

- [1] Блукке В.П., Попков В.К. Исследование имитационной модели живучести интегральной информационной сети // Электросвязь. — 2010. — № 11. — С. 52–56.
- [2] Бредихин С.В., Хуторецкий А.Б. Равновесные распределения процессорного времени при линейных функциях полезности // Сиб. журн. индустр. математики. — 2010. — Т. XIII, № 2(42). — С. 46–53.
- [3] Пискунов С.В., Кратов С.В., Остапкевич М.Б., Веселов А.В. Использование сборочной технологии для построения пользовательских интерфейсов сетевой информационно-вычислительной системы // Проблемы информатики. — 2010. — № 4. — С. 41–48.
- [4] Попков В.К. Применение теории S-гиперсетей для моделирования систем сетевой структуры // Там же. — С. 17–45.
- [5] Попков В.К., Токтошов Г.Ы. Методологические вопросы оптимизации инженерных сетей на неоднородной территории // Изв. Томского политехн. ун-та. Управление, вычислительная техника и информатика. — 2010. — Т. 317, № 5. — С. 40–44.
- [6] Попков В.К., Токтошов Г.Ы. Гиперсетевая технология оптимизации инженерных сетей в горной или пересеченной местности // Вестн. Бурятского гос. ун-та. Сер. Математика и информатика. — 2010. — Вып. 9. — С. 276–282.
- [7] Попков В.К., Токтошов Г.Ы. Об одной задаче синтеза сетей электросвязи в горных условиях // Проблемы информатики. — 2009. — № 4. — С. 15–32 (не вошло в отчет 2009 г.).
- [8] Попков В. К., Блукке В. П., Дворкин А. Б. Модели анализа устойчивости и живучести информационных сетей // Там же. — С. 63–78 (не вошло в отчет 2009 г.).
- [9] Соколова О. Д., Юргенсон А. Н. Задача оптимального размещения устройств анализа информационных потоков в сетях // Проблемы информатики. — 2010. — № 2. — С. 33–42.

Зарубежные издания

- [1] Sokolova O., Podkorytov D., Rodionov A., Yurgenson A. Using Agent-Oriented Simulation System AGNES for Evaluation of Sensor Networks // Lect. Notes in Comput. Sci. — 2010. — Vol. 6235. — P. 247–250

Материалы международных конференций

- [1] Бредихин С.В., Хуторецкий А.Б., Белов А.С. Обобщенный аукцион Викри для распределения процессорного времени в многопроцессорной системе // Тр. 4-й междунар. конф. «Распределенные вычисления и Грид-технологии в науке и образовании». — Дубна: Изд. ОИЯИ, Д-11-2010-140, 2010. — С. 438–442.
- [2] Веселов А.В., Кратов С.В., Остапкевич М.Б., Пискунов С.В. Об усовершенствовании сборочной технологии построения сетевой информационно-вычислительной системы поддержки инновационной деятельности // Тр. Междунар. суперкомпьютерной конф. «Научный сервис в сети Интернет: суперкомпьютерные центры и задачи». — М.: Изд-во МГУ, 2010. — С. 506–508.

- [3] Костюкова Н.И. Система Принятия Решений в области медицинской диагностики и выбора оптимальных решений по технологии Data Mining // Мат. XXXVII Междунар. конф. «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе» IT+SE'10. Майская сессия. — Ялта-Гурзуф, 2010. — С. 145–147.
- [4] Костюкова Н.И. Технология Data Mining в задачах исследования сетевого трафика // Там же. — С. 148–149.
- [5] Костюкова Н.И. Создание автоматизированной системы анализа технологии добычи данных для обнаружения сетевого вторжения // Там же. — С. 149–151.
- [6] Костюкова Н.И. Принятие решений в условиях риска // Материалы XXXVII Международной конференции «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе» IT+SE'10. Осенняя сессия. — Ялта-Гурзуф, 2010. — С. 46–47.
- [7] Piskunov S. V., Kratov S. V., Veselov A. V., Ostapkevich M. B. Using of assembly technology for the construction of users interfaces in network informational computational system // Proc Int. Forum on Strategic Technology 2010, Section TA-3-C: Design. — Ulsan, 2010. — P. 188–192.
- [8] Соколова Е.С., Юргенсон А.Н. О некоторых моделях для решения задач поиска покрывающих множеств // Мат. 3-й Междунар. конф. «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы». — Улан-Удэ, 2010. — С. 156–159.
- [9] Кратов С. В., Бухтияров И. В. О разработке технологической и демонстрационной площадок свободного ПО // Мат. VI Азиатской Междунар. школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем». — Алматы, 2010. — С. 229–234.
- [10] Омарова Г.А. Моделирование поездки – первый этап процесса прогнозирования интенсивности автопотока // Там же. — С. 311–316.
- [11] Щербакова Н.Г. Идентификация Р2Р приложений на основе информации транспортного уровня // Там же. — С. 427–437.
- [12] Юргенсон А.Н. Задача оптимальной расстановки систем мониторинга потоков с учетом их стоимости // Там же. — С. 444–451.
- [13] Поллер Б.В., Попков В.К., Поллер А.Б. О системе управления преобразователем солнечной энергии с использованием люминофорных устройств // Там же. — С. 336–341.

Прочие публикации

- [1] Костюкова Н.И., Кудинов А.Е. Математические модели лечения с учетом эффективности // Альманах современной науки и образования. — 2010. — № 3(34), ч 1. — С. 17–21.
- [2] Костюкова Н.И., Кудинов А.Е. Автоматизация научных исследований в области медицины с применением технологии Data Mining // Там же. — С. 22–24.
- [3] Костюкова Н.И., Залевский А.А., Москвин Н.В. Разработка системы поддержки принятия решений // Альманах современной науки и образования. — 2010. — № 5(36). — С. 59–60.
- [4] Костюкова Н.И. Применение технологии Data Mining для решения задач оптимизации проектирования сложных технических систем // Там же. — С. 60–61.
- [5] Костюкова Н.И. Создание новой информационной технологии в среде C++, JAVA на базе вычисления группы, допускаемой дифференциальными уравнениями // Альманах современной науки и образования. — 2010. — № 7(38). — С. 59–61.
- [6] Попков В.К. О проблемах подготовки и закрепления высококвалифицированных кадров на предприятиях отраслей «Связь» и «Информатика» // Инфосфера. — 2010. — № 45. — С. 17–19.
- [7] Попков В.К. Теория S-гиперсетей и ее применение в задачах оптимизации систем сетевой структуры // Мат. Рос. конф. «Дискретная оптимизация и исследование операций». — Новосибирск, 2010. — С. 49–53.
- [8] Попков В.К., Прохорова Н.И., Чижиков М.В. О методах расчета потоковых моделей сетей и возможности их эффективного изучения // Мат. Росс. НТК «Информатика и проблемы телекоммуникаций». — Новосибирск: Изд. СибГУТИ, 2010. — Т.1. — С. 143–144.

- [9] Костин В.И. Идентификация р2р трафика на транспортном уровне методом кластеризации данных // Тр. конф. молодых ученых. — Новосибирск, 2010. — С. 65–71.

Сдано в печать

- [1] Попков В.К. О моделировании городских транспортных систем гиперсетями // Автоматика и телемеханика 2010, Тематический выпуск.
- [2] Попков В.К., Калимолдаев М.Н., Джусупов А.А. О некоторых проблемах развития дистанционного образования в Сибири и Казахстане // Инфосфера, 2010, № 48. (в печати).

Общее количество публикаций

Центральные издания	—	9
Зарубежные издания	—	1
Материалы междунар. конференций	—	13

Участие в конференциях и совещаниях

1. Международная конференция «Распределенные вычисления и Грид-технологии в науке и образовании», Дубна, ОИЯИ, 28 июня–3 июля 2010—1 доклад (Бредихин С.В.).
2. International Symposium «Generalized Statement and Solutions of Control Problems», Ulanbator, Mongolia, 13–17 сентября 2010. — 1 пленарный доклад (Попков В.К.).
3. Multiple Access Communications: Third International Workshop, MACOM 2010, Barcelona, Spain, September 13–14, 2010. — 1 доклад (Соколова О.Д., Юргенсон А.Н.).
4. International Forum on Strategic Technology, Ulsan, Korea, 13–15 October, 2010. — 1 доклад (Кратов С.В.).
5. III Международная конференция «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы», Улан-Удэ, 6–11 сентября 2010. — 1 пленарный доклад (Попков В.К.).
6. Международная научно-практическая конференция «Интеллектуальные информационно-телекоммуникационные системы для подвижных и труднодоступных объектов», Томск, 23–25 сентября 2010. — 2 доклада, 1 пленарный (Зыбарев Ю.М., Соколова О.Д.).
7. Международная суперкомпьютерная конференция «Научный сервис в сети Интернет: суперкомпьютерные центры и задачи», Новороссийск, 20–25 сентября 2010. — 1 доклад (Кратов С.В.).
8. XXXVII Международная конференция Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе IT+SE'10, Майская сессия, Украина, Крым, Ялта–Гурзуф, 2010. — 3 доклада (Костюкова Н.И.).
9. XXXVII Международная конференция «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе» IT+SE'10, Осенняя сессия, Украина, Крым, Ялта–Гурзуф, 2010. — 1 доклад (Костюкова Н.И.).
10. Шестая Азиатская международная школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем», Усть-Каменогорск, Казахстан, 15–25 августа 2010. — 8 докладов, 2 пленарных (Кратов С.В., Омарова Г.А., Попков В.К., Попков Г.В., Соколова О.Д., Щербакова Н.Г., Юргенсон А.Н.).
11. XVII Всероссийская научно-методическая конференция «Телематика 2010», Санкт-Петербург, 22–24 июня 2010. — 1 доклад (Зыбарев Ю.М.).
12. Российская научно-техническая конференция «Информатика и проблемы телекоммуникаций», Новосибирск, 27–28 апреля 2010. — 1 доклад (Попков В.К.).
13. Российская конференция «Дискретная оптимизация и исследование операций», Новосибирск–Алтай, 27 июня–3 июля 2010. — 1 пленарный доклад (Попков В.К.).

14. Семинар молодых ученых в рамках III Международной конференции «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы», Улан-Удэ, 6–11 сентября 2010. — 1 доклад (Юргенсон А.Н.).

Всего докладов — 24
в т.ч. пленарных — 6

Участие в программных и организационных комитетах конференций

1. Попков В.К. — председатель Программного комитета, Соколова О.Д. — ученый секретарь Программного комитета, Попков Г.В., Юргенсон А. Н. — члены Оргкомитета VI Азиатской международной школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем».
2. Попков В.К. — член Программного комитета Российской конференции «Дискретная оптимизация и исследование операций».
3. Попков В.К. — член Программного комитета III международной конференции «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы».

Проведение международных конференций

VI Азиатская международная школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем», Усть-Каменогорск, Казахстан, 15–25 августа 2010 г.

Всего участников: 130 из России, Казахстана, Киргизии, Узбекистана, Украины, Франции.

Международные научные связи

Проводятся плановые работы в рамках международного научного сотрудничества лаборатории Прикладных систем с научными организациями:

1. Монгольским государственным университетом, Улан-Батор.
2. Институтом математики НАН Киргизии, Бишкек.
3. НИИ «Алгоритм-Инжиниринг» АН РУз, Ташкент.
4. Институтом проблем информатики и управления» КН МОН РК, Алматы.
5. Институтом математики Академии наук Белоруссии, Минск.

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

1.	Бредихин С.В.	зав. лаб.,	к.т.н.
2.	Попков В.К.	гнс,	д.ф.-м.н.
3.	Зыбарев Ю.М.	зам. директора,	к.т.н.
4.	Костюкова Н.И.	снс,	к.ф.-м.н.
5.	Щербакова Н.Г.	снс	
6.	Омарова Г.А.	нс,	к.ф.-м.н.
7.	Попков Г.В.	нс,	к.т.н.
8.	Соколова О.Д.	нс,	к.т.н.
9.	Юргенсон А.Н.	нс,	к.ф.-м.н.
10.	Кратов С.В.	мнс	
11.	Ляпунов В.М.	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

Костин В.Н.	—	3 год, ИВМиМГ (Бредихин С.В.)
Сидоренко Е.С.	—	1 год, ИВМиМГ (Попков В.К.)
Ситников А.В.	—	1 год, ИВМиМГ (Попков В.К.)
Кальянов О.В.	—	2 год, ИВМиМГ (Зыбарев Ю.М.)
Бухтияров И.В.	—	2 год, ИВМиМГ (Зыбарев Ю.М.)
Кудинов А.Е.	—	2 год, ИВМиМГ (Костюкова Н.И.)
Залевский А. А.	—	1 год, ИВМиМГ (Костюкова Н.И.)
Москвин Н.В.	—	1 год, ИВМиМГ (Костюкова Н.И.)
Цыденова Ю.В.	—	3 год, СибГУТИ (Попков В.К.)
Поллер А.Б.	—	3 год, СибГУТИ (Попков В.К.)
Макшанова Л. М.	—	4 год, СибГУТИ (Попков В.К.)
Падалко Ю.Г.	—	1 год, СибГУТИ (Попков В.К.)
Анисимов А.А.	—	2 год, СибГУТИ (Попков В.К.)

Защита дипломов

Ситников А. В.	—	магистрант ММФ НГУ(Попков В.К.)
----------------	---	---------------------------------

Премии и награды

1. Костин В.И. — диплом II степени молодежного конкурса научных работ ИВМиМГ.
2. Бухтияров И.В. — диплом III степени молодежного конкурса научных работ ИВМиМГ.
3. Соколова О.Д. — диплом II степени на Международной научно-практической конференции «Интеллектуальные информационно-телекоммуникационные системы для подвижных и труднодоступных объектов».

Лаборатория математического моделирования динамических процессов в информационных сетях

Зав. лабораторией д.т.н. А.С. Родионов

Важнейшие достижения

Предложен эффективный метод вычисления обратной функции потерь Эрланга с заданной точностью. Исследованы условия, когда функцию потерь из В-формулы Эрланга можно приблизить такой рациональной функцией, для которой обратная функция получена в явном виде. Разработаны рекомендации по применению метода. С помощью нового метода решена проблема обеспечения пропорционального дифференцируемого контроля доступа (Proportional Differentiated Admission Control) в мультисервисных сетях. В предыдущей реализации указанного механизма использовались предположения неограниченности ресурсов сети и специального поведения предложенной нагрузки системы, которые не являются реализуемыми на практике. Решение, полученное с использованием предложенного метода, свободно от данных предположений. Полученные результаты открывают путь к решению ряда других задач теории телетрафика, не решенных к настоящему моменту.

(к.ф.-м.н. В.В. Шахов)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 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)

Рассмотрена задача эффективного кодирования источников информации, энтропия которых имеет малое значение. Предложен новый эффективный метод кодирования низкоэнтропийных источников с неизвестной статистикой. Данный метод позволяет не только достигать любой наперед заданной избыточности, но и обладает небольшим объемом памяти и небольшим средним временем кодирования и декодирования.

Рассмотрена задача сжатия изображений без потерь качества. Предложен двухэтапный алгоритм кодирования длин серий, позволяющий эффективно сжимать искусственные изображения. Проведено экспериментальное сравнение данного алгоритма с известными стандартами сжатия полутонных изображений.

Начато исследование теоретических и функциональных характеристик систем множественного доступа с чередующимся разделением каналов (IDMA) и сравнение их с характеристиками других систем множественного доступа (CDMA, FDMA, TDMA и др.)

(к.ф.-м.н. М.П. Бакулина)

Разработан эффективный механизм распределения ресурсов распределенной информационно-вычислительной системы (РИВС), обеспечивающий пропорциональный дифференцируемый контроль доступа. В его основе лежит новый не асимптотический метод вычисления обратной функции потерь Эрланга с заданной точностью. Исследованы условия пригодности метода. В предыдущей реализации пропорционального дифференцируемого контроля доступа (Salles, R.M., Barria, J.A. Proportional Differentiated

Admission Control. IEEE Commun. Lett. 8, 2004, pp. 320–322) использовались предположения неограниченности ресурсов РИВС и специального поведения предложенной нагрузки системы, которые не являются реализуемыми на практике. Разработанный подход свободен от указанных предположений, для распределения ресурсов предложены формулы в аналитическом виде, таким образом, полученные результаты позволяют эффективно реализовать пропорциональный дифференцируемый контроль доступа в практических приложениях. В частности, результаты могут быть использованы для оптимизации ценообразования в беспроводных мультисервисных сетях. Исследованы задачи минимизации ресурсов РИВС для обеспечения заданного качества доступа и оптимизации качества обслуживания при ограниченных ресурсах РИВС, разработаны соответствующие модели и методы. (к.ф.-м.н. В.В. Шахов)

Получены точные выражения некоторых характеристик надежности сетей с равно ненадежными элементами для некоторых классов регулярных структур. Разработан метод вычисления вероятности связности заданного подмножества вершин случайного графа при ограничении на длину связующих цепей (ограничение на диаметр графа сети). Доказана оптимальность некоторых способов укладки вторичной древовидной либо циклической сети в первичную, также древовидную либо циклическую, для случая произвольного выбора узлов первичной сети для размещения узлов вторичной (узел первичной сети вмещает не более одного узла вторичной). Оптимизация проводилась по критерию минимума вероятности отсутствия связи между произвольной парой узлов вторичной сети при заданной вероятности отказа каналов первичной сети. (д.т.н. А.С. Родионов, к.ф.-м.н. Д.А. Мигов)

Разработана имитационная модель сенсорной беспроводной сети для исследования алгоритмов доставки сообщений. Модель выполнена в агентно-ориентированной технологии с применением пакета распределенного моделирования систем с дискретными событиями AGNES. Продолжаются работы по специализации названного пакета на отказоустойчивое моделирование мультикластерных вычислительных систем. (Д.И. Подкорытов, д.т.н. А.С. Родионов, к.т.н. Ю.В. Метляев, Д.В. Винс)

Решались перечислительные задачи для множеств конечных последовательностей серийной структуры: получены алгоритмы пересчета и нумерации для множеств ориентированных серийных последовательностей с ограниченным сверху приращением высот соседних серий; решена задача кодирования и декодирования сигнала, квантованного по равномерной шкале дискретных уровней; получено решение задачи кодирования блоков двоичных последовательностей без использования стыкующих символов (в блоках длины внутренних серий удовлетворяют заданным ограничениям, тогда как граничные блоки могут быть и меньше нижней границы заданного ограничивающего интервала). (к.ф.-м.н. В.А. Амелькин)

Продолжается работа по исследованию нечетких моделей сетей. На примере задачи определения надежности связности пары узлов проведено сравнение интервальных и точечных оценок неопределенности существования хотя бы одного связующего маршрута. (д.т.н. А.С. Родионов)

Проведен сравнительный анализ двух широко известных библиотек генераторов псевдослучайных чисел от компаний Intel и Microsoft. В качестве основного критерия сравнения выбрана производительность генераторов. Предложены рекомендации по использованию библиотек. (к.ф.-м.н. В.В. Шахов)

Проведена актуализация базы данных «Публикации научных сотрудников института» (добавление 449 записей за 2009 г.). В плане модернизации АИС «Кадры института» с использованием СУБД ACCESS разработаны: готовый к эксплуатации комплекс программ, включающий в себя следующие разделы:

- Личные карточки работников (9 задач).
- Справочники (4 задачи).
- Справки и анализ (6 задач).

Реализовано 15 запросов для формирования и заполнения рабочих таблиц АИС. Выполнено описание алгоритмов задач и разработана инструкция по эксплуатации комплекса программ. (В.В. Моисеенко)

Продолжаются работы по сбору и ретроспективному анализу внешнего трафика ИВМиМГ СО РАН. Разработана база данных ТРАФИК, предназначенная для исследования процессов передачи данных в сети института и создания имитационных моделей для оптимизации компьютерной сети института.

База данных представляет собой совокупность таблиц, содержащих журнал трафика за каждый месяц года начиная с 2006 года. Данные отбираются и хранятся как таблицы MySQL на сервере института под управлением ОС UBUNTU. Разработан интерфейс базы данных, реализован ряд новых запросов, связанных с выявлением характерного поведения хостов. (к.э.н. Г.И. Карпачев).

Начаты работы по созданию библиотеки алгоритмов и программ поддержки разработки и применения «биологических» (генетических, клонирования, муравьиной колонии, и т.д.). Построен алгоритм поиска наилучшего решения по объединению существующих сетей в условиях ограничения на длину связующих маршрутов. (К.А. Нечунаева, д.т.н. А.С. Родионов)

Публикации

Центральные издания

- [1] Амелькин В.А. Алгоритмы нумерации однопереходных серийных последовательностей // СибЖВМ. — 2010. — Т. 13, № 4. — С. 361–373.
- [2] Бакулина М.П. Универсальный эффективный метод кодирования источников с малой энтропией // Вестн. Бурятского гос. ун-та. — 2010. — Вып. 9. — С. 88–94.
- [3] Метляев Ю.В. История вычислительной техники в ВЦ СО АН СССР. 1. Техника и технология // Проблемы информатики. — 2010. — № 4. — С. 76–88.
- [4] Мигов Д.А. Формулы для быстрого расчета вероятности связности подмножества вершин в графах небольшой размерности // Проблемы информатики. — 2010. — № 2. — С. 10–17.
- [5] Нечунаева К.А. Оптимальное по показателям связности объединение сетей в условиях структурных и стоимостных ограничений // Там же. — С. 18–26.
- [6] Шахов В.В. Обзор и сравнительный анализ библиотек генераторов псевдослучайных чисел // Там же. — С. 66–75.
- [7] Манаков А.Л., Моисеенко В.В. Имитационное моделирование функциональной системы для оценки качества технического обслуживания и ремонта парков транспортно-технологических машин // Проблемы информатики. — 2010. — № 3. — С. 36–42.
- [8] Огородников В.А., Пригарин С.М., Родионов А.С. Квазигауссовская модель сетевого трафика // Автоматика и телемеханика. — 2010. — № 3. — С. 117–130.

Зарубежные издания

- [1] Amelkin V.A. Algorithms for enumeration of single-transition serial sequences // Numerical Analysis and Applications. — 2010. — Vol. 3, № 4. — P. 295–305.
- [2] Podkorytov D., Rodionov A., Sokolova O., Yurgenson A. Using Agent-Oriented Simulation System AGNES for Evaluation of Sensor Networks // Lect. Notes Comput. Sci. — 2010. — Vol. 6235. — P. 247–250.

- [3] Shakhov V.V. An efficient method for proportional differentiated admission control implementation // Lect. Notes Comput. Sci. — 2010. — Vol. 6235/2010. — P. 91–97.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Бакулина М.П. Универсальное кодирование источников с малой энтропией // Тр. XII междунар. науч.-техн. конф. «Информационно-вычислительные технологии и их приложения». — Пенза, 2010. — С. 6–8.
- [2] Бакулина М.П. Системы множественного доступа с чередующимся разделением каналов // Мат. междунар. науч.-техн. конф. «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения INTERMATIC-2010». — М., 2010. — Т. 3. — С. 64–66.
- [3] Мигов Д.А. Расчет вероятности связности сети с ограничением на диаметр с применением точек сочленения // Мат. 3-й междунар. конф. «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы (ИКВТС-2010)». — Улан-Удэ: Изд. БГУ, 2010. — С. 204–207.
- [4] Соколова Е.С., Юргенсон А.Н. О некоторых моделях для решения задач поиска покрывающих множеств // Там же. — С. 156–159.
- [5] Мигов Д.А. Методы расчета надежности сетей, основанные на использовании сечений специального вида // Мат. семинара молодых ученых в рамках 3-й междунар. конф. «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы (ИКВТС-2010)». — Улан-Удэ, Изд. ВСГАКИ, 2010. — С. 112–115.
- [6] Мигов Д.А. Точный расчет надежности сети с применением формул для быстрого расчета вероятности связности графов малой размерности // Proc. V Int. Symposium «Generalized statements and solutions of control problems-2010». — Ulaanbaatar, 2010. — P. 135–140.
- [7] Нечунаева К.А. Расчет и оптимизация показателей связности сети в условиях структурных и стоимостных ограничений // Тр. 1-й междунар. студ. науч.-практ. конф. «Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания». — Новосибирск, 2010. — С. 233–238.
- [8] Родионов А.С., Подкорытов Д.И. Моделирование DDoS атак в отказоустойчивой мультиагентной среде имитационного моделирования AGNES // Проблемы безопасности и противодействия терроризму: Мат. конф. МГУ 29–30 октября 2009 г. — М.: МЦНМО, 2010. — Т. 2. — С. 216–223 (не вошло в отчет 2009 г.).
- [9] Shakhov V.V. Simple approximation for Erlang B formula // IEEE International Conference on Computational Technologies in Electrical and Electronics Engineering (SIBIRCON-2010). — Irkutsk, 2010. — P. 200–202.
- [10] Родионов А.С. Случайные графы в моделировании: генерация // Тр. междунар. научной школы для молодежи «Микроэлектронные информационно-управляющие системы и комплексы». — Зеленоград, 2010. — С. 10–14.
- [11] Мигов Д.А. Метод расчета вероятности связности двух узлов сети с ограничением на диаметр с применением точек сочленения // Мат. 6-й Азиатской Международной школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем». — Алматы, 2010. — С. 258–264.
- [12] Бакулина М. П. Эффективный метод сжатия изображений без потерь качества // Там же. — С. 88–94.
- [13] Нечунаева К.А. Обзор искусственных биологических алгоритмов для решения задач оптимизации в сетях // Там же. — С. 305–310.

Прочие издания

- [1] Гонцова А.В., Родионов А.С. Проблемы параллельного исполнения моделей, представленных графами событий // Тез. докл. 8-й Росс. конф. «Новые информационные технологии в исследовании сложных структур». — Томск: Изд-во НТЛ, 2010. — С. 10.
- [2] Родионов А.С., Подкорытов Д.И. Агентно-ориентированная среда моделирования сетевых систем AGNES // Там же. — С. 24.

- [3] Мигов Д.А. Расчет вероятности связности сети с ограничением на диаметр с применением точек сочленения // Там же. — С. 39.
- [4] Шахов В.В. О некоторых задачах обеспечения качества обслуживания в мультисервисных сетях // Там же. — С. 45.
- [5] Бакулина М.П. Универсальный эффективный метод кодирования Марковских источников с малой энтропией // Там же. — С. 78.
- [6] Мигов Д.А. Точный расчет вероятности связности двух узлов сети с ограничением на диаметр с применением точек сочленения // Тр. конф. молодых ученых. — Новосибирск: ИВМиМГ СО РАН, 2010. — С. 83–90.
- [7] Нечунаева К.А. Оптимальное по показателям связности объединение сетей в условиях структурных и стоимостных ограничений // Там же. — С. 91–98.
- [8] Соколова Е.С. О некоторых задачах передачи информации // Тезисы докладов XLVIII Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс». — Новосибирск, 2010. — С. 254.

Сдано в печать

- [1] Родионов А.С. К вопросу ускорения расчета коэффициентов полинома надежности случайного графа // Автоматика и телемеханика. — 2011. — № 4.
- [2] Амелькин В.А. Решения перечислительных задач однопереходных серийных последовательностей с ограниченным сверху приращением высот соседних серий // СибЖВМ. — 2011. — Т. 14, № 2.

Общее количество публикаций

Центральные издания	—	8
Зарубежные издания	—	3
Материалы международных конференций	—	13

Участие в конференциях и совещаниях

- 1. 3rd International Workshop on Multiple Access Communications, Барселона, Испания, 13–14 сентября 2010. — 2 доклада (Родионов А.С., Подкорытов Д.И., Шахов В.В.).
- 2. Всероссийская конференция «Математика и безопасность информационных технологий (МаБИТ-2010)», Москва, 11–13 ноября 2010. — 1 доклад (Родионов А.С., Подкорытов Д.И.).
- 3. Международная научная школа для молодежи «Микроэлектронные информационно-управляющие системы и комплексы», Зеленоград, 26–30 октября 2010. — 1 пленарный доклад (Родионов А.С.).
- 4. IEEE International Conference on Computational Technologies in Electrical and Electronics Engineering (SIBIRCON-2010), Иркутск, 11–15 июля 2010. — 1 доклад (Шахов В.В.).
- 5. 6-я Азиатская международная школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем», Усть-Каменогорск, Казахстан, 15–25 августа 2010. — 3 доклада (Бакулина М.П., Мигов Д.А., Нечунаева К.А.).
- 6. 8-я Российская конференция «Новые информационные технологии в исследовании сложных структур», Томск, 5–8 октября 2010. — 5 докладов (Бакулина М.П., Гонцова А.В., Мигов Д.А., Подкорытов Д.И., Родионов А.С., Шахов В.В.).

7. Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Красноярск, 26–29 октября 2010. — 1 доклад (Бакулина М.П.).
8. XII Международная научно-техническая конференция «Информационно-вычислительные технологии и их приложения», Пенза, 21–27 июня 2010. — 1 доклад (Бакулина М.П.).
9. Международная научно-техническая конференция «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения INTERMATIC-2010», Москва, 23–27 ноября 2010. — 1 доклад (Бакулина М.П.).
10. Конференция молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, Новосибирск, 20–22 апреля 2010. — 2 доклад (Мигов Д.А., Нечунаева К.А.).
11. 3-я международная конференция «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы (ИКВТС-2010)», Улан-Удэ–Байкал, 6–11 сентября 2010. — 1 доклад (Мигов Д.А.).
12. Семинар молодых ученых в рамках 3-й международной конференции «Инфокоммуникационные и вычислительные технологии и системы (ИКВТС-2010)», Улан-Удэ–Байкал, 6–11 сентября 2010. — 2 доклада (Мигов Д.А., Соколова Е.С.).
13. V Int. Symposium «Generalized statements and solutions of control problems (GSSCP-2010)», Улан-Батор, Монголия, 13–17 сентября 2010. — 1 доклад (Мигов Д.А.).
14. XLVIII Международная научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс», Новосибирск, 10–14 апреля 2010. — 1 доклад (Соколова Е.С.).
15. Международная научно-практическая конференция «Интеллектуальные информационно-телекоммуникационные системы для подвижных и труднодоступных объектов», Томск, 23–25 сентября 2010. — 1 доклад (Соколова Е.С.).

Всего докладов — 24

В т.ч. пленарных — 1

Участие в программных и организационных комитетах конференций

1. Родионов А.С. — член программного комитета Международной конференции ICCSA 2010, Фукуока, Япония, 23.03–26.03 2010.
2. Родионов А.С. — член программного комитета Международной научной школы для молодежи «Микроэлектронные информационно-управляющие системы и комплексы».
3. Родионов А.С. — член программного комитета Шестой азиатской международной школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем».
4. Родионов А.С. — член программного комитета 4-й конференции International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, Сувон, Республика Корея, 14–15 января 2010.
5. Родионов А.С. — председатель оргкомитета конференции Молодых ученых ИВМиМГ СО РАН.
6. Шахов В.В. — член программного комитета Международной конференции «IEEE Region 8 International Conference on Computational Technologies in Electrical and Electronics Engineering (SIBIRCON 2010)».
7. Шахов В.В. — член программного комитета Международных конференций: (Joint Conferences) «The 2nd International Conference on Internet (ICONI 2010)», «The 5th Asia Pacific International Conference on Information Science and Technology (APIC-IST 2010)», Филиппины, 16–20 декабря 2010.

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

- | | | | |
|----|----------------|----------------------|-----------|
| 1. | Родионов А.С. | зав. лаб. | д.т.н. |
| 2. | Амелькин В.А. | снс 0.9 ст., | к.ф.-м.н. |
| 3. | Бакулина М.П. | нс 0.9 ст., | к.ф.-м.н. |
| 4. | Карпачев Г.И. | нс, | к.э.н. |
| 5. | Метляев Ю.В. | нс 0.5 ст., | к.т.н. |
| 6. | Мигов Д.А. | нс, | к.ф.-м.н. |
| 7. | Моисеенко В.В. | нс 0.9 ст. | |
| 8. | Шахов В.В. | нс, | к.ф.-м.н. |
| 9. | Капустина Г.А. | вед. инженер 0.5 ст. | |

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

- | | | |
|-----------------|---|---|
| Подкорытов Д.И. | — | 3 год, ИВМиМГ (Родионов А.С.) |
| Винс Д.В. | — | 2 год, ИВМиМГ (Родионов А.С. совместно с Глинским Б.М.) |
| Королев Е.С. | — | 2 год, ИВМиМГ (Родионов А.С.) |
| Нечунаева К.А. | — | 2 год, ИВМиМГ (Родионов А.С.) |
| Васенин Т.А. | — | 2 год, НГУ (Родионов А.С.) |
| Гонцова А.В. | — | 2 год, СибГУТИ (Родионов А.С.) |
| Соколова Е.С. | — | 2 год, ИВМиМГ (Шахов В.В.) |

Защита дипломов

- | | | |
|-----------------|---|------------------------------|
| Вельдяксов В.Н. | — | бакалавр НГУ (Родионов А.С.) |
| Матвеев А.С. | — | бакалавр НГУ (Родионов А.С.) |

Лаборатория синтеза параллельных программ

Зав. лабораторией д.т.н. В.Э. Малышкин

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 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 супер-ЭВМ»

(№ 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)

Исследования и экспериментальная разработка перспективных систем параллельного программирования и приложений, основанных на структурном методе автоматического конструирования параллельных программ, находится в русле мировых тенденций, обусловленных все более широким распространением параллельных вычислителей, их применением в науке и производстве. Разработки направлены на уменьшение трудоемкости разработки параллельных программ, на решение задачи создания систем параллельного программирования высокого уровня для разных приложений.

Разработана интерфейсная подсистема для комплекса системного программного обеспечения NumGRID, позволяющая в едином стиле и в рамках единого командного языка формировать задания для различных кластеров, включенных в пул оборудования NumGRID. Использование интерфейсной подсистемы позволяет не изучать все особенности и ограничения интерфейсных подсистем разных кластеров как формировать задания, так и отправлять их на счет и отслеживать ход их исполнения.

Пользователь NumGRID, действуя со своего рабочего компьютера с помощью терминалов, реализующих протокол SSH, загружает на кластеры, входящие в объединение, код программ, собирает программы на каждом из кластеров, запускает шлюзы, запускает свою задачу, отслеживает завершение задачи, сохраняет результаты. Графический пользовательский интерфейс NumGRID сосредоточивает все средства управления в рамках одного клиентского приложения, позволяя автоматизировать указанные выше действия, сохранять параметры объединения кластеров и запуска задач и повторно использовать сохраненные параметры для последующих запусков.

Разработаны алгоритмы пакетированной передачи сообщений на уровне реализации MPI в NumGRID для реализации библиотечных MPI подпрограмм; алгоритмы маршрутизации сообщений с учетом топологии сети связи между объединяемыми кластерами; алгоритмы, позволяющие отправлять сообщения, предназначенные нескольким адресатам, одним экземпляром до места разветвления сети; алгоритмы реализации неблокирующих коммуникационных функций MPI в NumGRID. Перечисленные алгоритмы реализованы в прототипе системы NumGRID. Разработаны алгоритмы и реализованы библиотечные функции поддержки абстракции коммуникатора по стандарту MPI-1.1. Разработаны алгоритмы для реализации в NumGRID операций коллективного взаимодействия по стандарту MPI-1.1.

Проведены эксперименты по объединению кластеров Сибирского суперкомпьютерного центра СО РАН и Новосибирского государственного университета на примере комплекса программ М.А. Марченко (ИВМиМГ СО РАН) для численного моделирования

физических явлений методом Монте-Карло и программы С.Е. Киреева (ИВМиМГ СО РАН) для решения волнового уравнения с помощью двухслойной явной схемы. Показано, что в зависимости от способа распределения вычислений между кластерами меняется эффективность работы приложений, а также что использование дополнительных процессоров из другого кластера позволяет уменьшать время выполнения приложения при определенных конфигурациях запуска. В частности, на задаче решения волнового уравнения достигается эффективность 90% на 40 процессорных ядрах относительно производительности программы на 8 ядрах, и 65% на 96 ядрах. На задаче генерации случайных чисел достигается эффективность 92% на 24 ядрах и 109% на 88 ядрах.

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)

Разработаны фрагментированные версии численных алгоритмов и реализующие их программы, проведен анализ их исполнения. Разработаны базовые системные алгоритмы создания библиотеки параллельных численных подпрограмм.

Разработан язык для платформенно-независимого представления фрагментированных численных алгоритмов и транслятор с него, а также трансляции описаний алгоритмов для разных архитектур. Разработаны две исполнительные системы для выполнения фрагментированных алгоритмов на мультикомпьютерах.

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 — чл.-корр. Г.А. Михайлов, д.т.н. В.Э. Малышкин)

1. Разработан модифицированный язык описания фрагментированных подпрограмм с учетом опыта его эксплуатации.
2. Разработан пилотный вариант run time системы для мультикомпьютеров, включающий алгоритмы и программы для формирования начального распределения ресурсов, для конструирования динамической балансировки загрузки ресурсов мультикомпьютера и организации обменов на фоне счета для минимизации общего времени счета программ.
3. Созданы фрагментированные версии алгоритмов некоторых матрично-векторных операций библиотек BLAS и LAPACK. В качестве фрагментов кода использованы оптимизированные последовательные подпрограммы из различных реализаций этих библиотек.
4. Создан фрагментированный алгоритм моделирования протопланетного диска в самосогласованном гравитационном поле методом частиц-в-ячейках мультикомпьютеров.

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)

Разработаны фрагментированные версии численных алгоритмов и реализующих их параллельных подпрограмм для включения в библиотеку параллельных подпрограмм.

Разработана экспериментальная методика фрагментации численных алгоритмов, проведено тестирование и анализ качества исполнения фрагментированных подпрограмм.

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)

Начато наполнение библиотеки параллельных численных подпрограмм и изучение их технологических свойств.

Предварительный состав библиотеки:

- Операции библиотеки BLAS.
- Подмножество операций BLAS с разреженными векторами и матрицами.
- Подмножество операций BLAS повышенной точности.
- Подмножество операций LAPACK (LU, QR).
- Решатель задач методом Monte-Carlo.

Дополнительные средства:

- Средства реализации вычислений с помощью явных схем.
- Операция копирования фрагментированных массивов.
- Операция редукции (стандартные и задаваемые пользователем операции).

Публикации

Центральные издания

- [1] Терехов А.В., Тимофеев И.В., Лотов К.В. Двумерная численная модель плазмы для изучения процессов пучково-плазменного взаимодействия // Вестн. НГУ. Сер. Физика. — 2010. — Т. 5, № 2. — С. 85–97.
- [2] Медведев Ю.Г. Моделирование движения поршня в газовой среде клеточным автоматом // Прикладная дискретная математика. — 2010. — № 4. — С. 100–108.

Зарубежные издания

- [1] Medvedev Yu. Automata noise in diffusion cellular automata models // Bull. NCC Ser. Comp. Sci. — 2010. — Iss. 30. — P. 43–52.
- [2] Veselov A.V., Ostapkevich M.B., Piskunov S.V. Ontology-oriented approach to the construction of user interfaces for informational computational system for the support of innovative activity // Ibid. — P. 81–88.
- [3] Ostapkevich, M. On selection of data structures for use in WinALT simulating system // Ibid. — P. 71–80.
- [4] Terekhov A. Parallel dichotomy algorithm for solving tridiagonal system of linear equations with multiple right-hand sides // Parallel Comput. — 2010. — Vol. 36, Iss. 8. — P. 423–438.
- [5] Timofeev I.V., Terekhov A.V. Simulations of turbulent plasma heating by powerful electron beams // Phys. Plasmas. — 2010. — Vol. 17. — P. 083111.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Malyshev V., Perepelkin V. Optimization of Parallel Execution of Numerical Programs in LuNA Fragmented Programming System. NumGRID // Lect. Notes in Comput. Sci. — 2010. — Vol. 6083. — P. 1–10: Proc. Intern. Conf. on Methods and Tools of Parallel Programming Multicomputers (MTPP-2010).

- [2] Gorodnichev M., Kireev S., Malyshkin V. Optimization of Inter-cluster Communications in the NumGRID // Ibid. — P. 78–85.
- [3] Medvedev Yu. Multi-particle Cellular-Automata Models for Diffusion Simulation // Ibid. — P. 204–211.
- [4] Веселов А.В., Кратов С.В., Остапкевич М.Б., Пискунов С.В. Об усовершенствовании сборочной технологии построения сетевой информационно-вычислительной системы поддержки инновационной деятельности // Тр. междунар. конф. «Научный сервис в сети Интернет». — Абрау-Дюрсо, 2010. — С. 506–508.
- [5] Арыков С. Б. Асинхронное программирование численных задач // Тр. междунар. науч. конф. «Параллельные вычислительные технологии» (ПаВТ'2010). — Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2010. — С. 28–39.
- [6] Piskunov S. V., Kratov S. V., Veselov A. V., Ostapkevich M. B. Using of assembly technology for the construction of users interfaces in network informational computational system // Proc Int. Forum on Strategic Technology 2010, Section TA-3-C: Design. — Ulsan, 2010. — P. 188–192.
- [7] Остапкевич М.Б., Пискунов С.В. Параллельное выполнение моделей мелкозернистых алгоритмов и структур в сетевой информационно-вычислительной среде // Мат. 6-й Азиатской Международной школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем». — Алматы, 2010. — С. 317–322.

Прочие издания

- [1] Малышкин В.Э. Особенности исполнения фрагментированных программ // Мат. Пятой Сиб. конф. по параллельным и высокопроизводительным вычислениям / Под ред. проф. А.В. Старченко. — Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2010. — С. 6–9.
- [2] Щукин Г.А. Runtime-система FP RTS управления исполнением фрагментированных программ на мультикомпьютере // Там же. — С. 162–166.
- [3] Киреев С.Е. Параллельная реализация на суперЭВМ модели гравитирующей газопылевой системы // Там же. — С. 51–55.
- [4] Перепелкин В.А. Представление алгоритмов в технологии фрагментированного программирования // Там же. — С. 149–153.
- [5] Ларин В.В. Задание управления во фрагментированных программах сетями Петри и проверка корректности управления // Там же. — С. 157–161.
- [6] Киреев С.Е. Параллельный код для моделирования астрофизических двухфазных систем // Тез. докл. Всеросс. конф. молодых ученых «Неравновесные процессы в сплошных средах». — Пермь, 2009. — С. 46 (Публикация не вошла в отчет 2009).
- [7] Киреев С.Е. Фрагментированные численные алгоритмы для библиотеки параллельных подпрограмм // Тез. докл. XI Всеросс. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. — Новосибирск, 2010. — С. 26–27.
- [8] Перепелкин В.А. Разработка подсистемы запуска фрагментированных программ из прикладных MPI-программ // Там же. — С. 65.
- [9] Дубовик А.С. Статический анализ фрагментированных программ: выделение групп // Там же. — С. 76–77.
- [10] Сороковой А.А. Алгоритм распределения вычислительных ресурсов мультикомпьютера для исполнения фрагментированных программ // Там же. — С. 78–79.
- [11] Щукин Г.А. Методы оптимизации исполнения фрагментированных программ в runtime-системе FP RTS // Там же. — С. 75–76.
- [12] Медведев Ю.Г. Многочастичные клеточно-автоматные модели диффузионного процесса // Тез. докл. Восьмой Росс. конф. с междунар. участием «Новые информационные технологии в исследовании сложных структур». — Томск: НТЛ, 2010. — С. 20.

- [13] Шукин Г.А. Runtime-система FP RTS управления исполнением фрагментированных программ на мультимпьютере // Труды конф. молодых ученых. — Новосибирск, 2010. — С. 136–145.

Общее количество публикаций

Центральные издания	— 2
Зарубежные издания	— 5
Материалы международных конференций	— 7

Проведение лабораторией международной конференции

Intern. Conf. on Methods and Tools of Parallel Programming Multicomputers, (MTPP-2010). Vladivostok, Russia, May 16-19, 2010.

Участие в конференциях и совещаниях

1. Девятая международная конференция по методологии, средствам и технике разработки программного обеспечения, SoMeT 2010, Йокогама, Япония, 28 сентября–1 октября 2010. — 1 доклад (Малышкин В.Э.).
2. Международная конференция Applied Computer Science (ACS'10), Япония, Мориока, 4–8 октября 2010. — 1 доклад (Малышкин В.Э.).
3. Международная конференция PACO'10 (Параллельные вычисления и задачи управления), Москва, Институт проблем управления РАН, 26–28 октября 2010. — 1 доклад (Малышкин В.Э.).
4. Международная конференция RAFSS-2010, «Regional Annual Fundamental Science Symposium», 8–9 June 2010. — 1 доклад (Малышкин В.Э.).
5. International Conference on Methods and Tools of Parallel Programming Multicomputers (MTPP-2010), Vladivostok, Russia. — 3 доклада (Малышкин В.Э., Киреев С.Е., Медведев Ю.Г. Перепелкин В.А.).
6. International Forum on Strategic Technology (IFOST 2010), Ulsan, Korea, October 13–15, 2010. — 1 доклад (Остапкевич М.Б.).
7. Международная конференция «Научный сервис в сети Интернет», Абрау-Дюрсо, Россия, 20–25 сентября 2010. — 1 доклад (Остапкевич М.Б.).
8. 6-th Asian International Workshop on Optimization Problems of Complex Systems, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, 15–25, Aug., 2010. — 1 доклад (Остапкевич М.Б.).
9. Международная научная конференция «Параллельные вычислительные технологии» (ПаВТ'2010), Челябинск, 2010. — 1 доклад (Арыков С.Б.).
10. Пятая Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям, Томск, 2010. — 5 докладов (Малышкин В.Э., Киреев С.Е., Перепелкин В.А., Шукин Г.А., Ларин В.В.).
11. XI Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Новосибирск, 2010. — 5 докладов (Киреев С.Е., Перепелкин В.А., Шукин Г.А., Дубовик А.С., Сороковой А.А.).
12. Восьмая Российская конференция с международным участием «Новые информационные технологии в исследовании сложных структур», Томск, 1–4 октября 2010. — 1 доклад (Медведев Ю.Г.).
13. Конференция молодых ученых ИВМиМГ, апрель 2010. — 1 доклад (Шукин Г.А.).

Всего докладов — 23

Участие в оргкомитетах конференций

1. Малышкин В.Э. — член Программного комитета 9th International Conference on New Software Methodologies, Tools, and Techniques (SOMET_10).
2. Малышкин В.Э. — член Программного комитета International Conference on High Performance Computing & Simulation (HPCS 2010), June 28–July 2, 2010 Le CENTRE DE CONGRÈS de CAEN Caen, France.
3. Малышкин В.Э. — член Программного комитета V Международной конференции «Параллельные вычисления и задачи управления» (PACO'2010).
4. Малышкин В.Э. — член Научного комитета EATIS 2010 - 5th Conference of the Euro-American Association on Telematics and Information Systems.
5. Малышкин В.Э. — председатель Программного комитета Second Russian-Taiwan Symposium «Methods and Tools of Parallel Programming Multicomputers» (MTPP 2010).

Международные научные связи

1. В.Э. Малышкин — приглашенный профессор в университете Айзу (Япония).
2. В.Э. Малышкин — приглашенный редактор Журнала Future Generation.
3. В.Э. Малышкин — приглашенный профессор в Технологическом университете (Малайзия).

Совместно с Chung Hua Университетом, Тайвань, проведен российско-тайваньский симпозиум по «Методам и средствам параллельного программирования мультикомпьютеров», Владивосток, 16–19 мая 2010 г. Труды симпозиума изданы в Lecture Notes in Computer Science, Vol. 6083, Springer Verlag, Germany.

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

1. Малышкин В.Э.	зав. лаб.,	д.т.н.
2. Корнеев В.Д.	снс 0.8 ст.,	к.ф.-м.н.
3. Киреев С.Е.	нс	
4. Медведев Ю.Г.	нс,	к.т.н.
5. Арыков С.Б.	мнс 0.5 ст.	
6. Остапкевич М.Б.	мнс	
7. Перепелкин В.А.	мнс	
8. Черных И.Г.	мнс,	к.ф.-м.н.

Арыков С.Б., Черных И.Г., 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

Терехов А.В. — 3 год, ИВМиМГ (Малышкин В.Э.)
Перепелкин В.А. — 3 год, ИВМиМГ (Малышкин В.Э.)
Чаяок К.Г. — 2 год, ИВМиМГ (Малышкин В.Э.)
Щукин Г.А. — 2 год, НГТУ (Малышкин В.Э.)

Руководство студентами

Дубовик А.С. — 5 курс НГТУ (Малышкин В.Э.)
Сороковой А.А. — 5 курс НГТУ (Малышкин В.Э.)
Гранкин В.И. — 5 курс НГУ (Малышкин В.Э.)

Защиты кандидатских диссертаций

1. Арыков С.Б. Разработка языка и системы фрагментированного параллельного программирования задач численного моделирования (17 декабря 2010 г.).
2. Терехов А.В. Параллельный алгоритм дихотомии для решения трехдиагональных систем линейных алгебраических уравнений и его приложение к задачам геофизики физики плазмы (21 декабря 2010 г.).

Лаборатория параллельных алгоритмов и структур

Зав. лабораторией к.т.н. С.В. Пискунов

Важнейшее достижение

Предложен алгоритм параллельной реализации асинхронных вероятностных клеточных автоматов, полностью сохраняющий поведенческую стохастичность. Алгоритм испытывался на задаче моделирования гетерогенных химических реакций на каталитических наночастицах, нанесенных на металлическую подложку. Проведена серия вычислительных экспериментов по реализации предложенного алгоритма на суперкомпьютерах с общей и распределенной памятью, а также на графических ускорителях. Сравнительный анализ полученных результатов позволил выявить влияние различных свойств параллельных архитектур суперкомпьютеров на их производительность при моделировании асинхронными клеточными автоматами.

(д.т.н. О.Л. Бандман, К.В. Калгин)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 году в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.(1.3.2.) «Параллельные и распределенные вычисления в задачах математического моделирования»

1.3.2.1. «Параллельные и Грид-технологии реализации задач математического моделирования на супер-ЭВМ»

(№ 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)

Основным резервом повышения производительности вычислительных устройств является увеличение степени распараллеливания процессов обработки информации вплоть до элементарных операций (уровень мелкозернистого параллелизма). В связи с этим актуальными являются разработка и исследование методов и средств мелкозернистого параллелизма в математическом моделировании нелинейных динамических систем и создание средств построения, анализа и оптимизации мелкозернистых алгоритмов для числовой и нечисловой обработки информации, а также накопления мелкозернистых моделей для композиционных построений более сложных моделей.

Разработана клеточно-автоматная модель процесса образования кумулятивной струи из порошковой смеси с учетом химических реакций между частицами порошка. Предложен метод оптимизации процедуры построения правил переходов для многочастичной модели газа струи. Разработаны программы визуализации струи для частиц каждого вещества. Достигнуто качественное соответствие модели физического явления.

Разработаны две клеточно-автоматные модели гетерогенных каталитических реакций окисления монооксида углерода:

- 1) на поверхности палладия,
- 2) на частицах палладия, нанесенных на металлическую подложку.

Для обоих случаев разработаны параллельные реализации. Для первого случая параллельные реализации на 128 процессорах позволили получить бифуркационную диаграмму реакции. Для второго случая были проведены сравнительные исследования из-

вестных и оригинальных методов распараллеливания асинхронного клеточного автомата на многопроцессорных системах с разной архитектурой.

На основе разработанной в 2009 г. вероятностной асинхронной клеточно-автоматной модели процесса формирования покрытия на мишени при обработке ее кумулятивной струей проведено компьютерное моделирование конкретного случая, когда вольфрамовая мишень обрабатывается струей из углеродистого порошка. Результаты моделирования сравнивались с результатами дифрактограмм, полученных в реальных физических экспериментах в Институте гидродинамики СО РАН.

2.1.3. Разработка библиотеки имитационных моделей информационных и физических процессов и размещение их на сайте winalt.sccc.ru.

Выполнялась разработка библиотеки имитационных моделей информационных и физических процессов. Назначение библиотеки — предоставить модели в качестве прототипов для построения собственных моделей заинтересованным пользователем. Предложен рубрикатор, содержащий разделы: классические клеточные автоматы, арифметические устройства, искусственная жизнь, ассоциативные структуры, клеточные нейронные сети, однородные структуры, многослойные конвейеры, физические модели, другие модели. Данный рубрикатор используется для представления моделей на сайте <http://winalt.sccc.ru/>. Это представление стандартизовано. Оно разделено на разделы, перемещение между которыми осуществляется с помощью навигации. Типичное описание содержит три раздела: описание теоретического основания для построения модели (как правило, мелкозернистого алгоритма), собственно описание модели, обязательно включающее описание всех объектов данных модели, описание функционирования модели, и, наконец, раздел «скачать модель», позволяющий пользователю перенести WinALT-проект модели на свой компьютер и запустить модель в работу, если на его компьютере установлена система имитационного моделирования мелкозернистых алгоритмов и структур WinALT. Программная реализация библиотеки выполнена с использованием собственных средств системы WinALT и средств генерации и управления контентом. Имитационная модель в компьютере состоит из описания на языке HTML и архива файлов с исходными текстами моделирующих программ, графических объектов модели и полотен для их показа.

Построена версия языка STAR, позволяющая решать задачи на графах, в которых могут изменяться веса ребер. Построен ассоциативный алгоритм для нахождения вторых кратчайших путей от выделенной вершины до всех остальных вершин ориентированного взвешенного графа. Показано, что алгоритм выполняется на STAR-машине с трудоемкостью $O(r \log n)$, где r — число дуг исходного графа, которые не принадлежат дереву кратчайших путей с корнем в выделенной вершине, n — число вершин исходного графа.

Результаты работ по проектам РФФИ

РФФИ № 08-07-00229а «Виртуальный музей «Наследие основателя отечественной кибернетики и программирования Алексея Андреевича Ляпунова»
(Руководитель — д.т.н. Фет Я.И.)

В результате проведенного анализа и обработки коллекции репринтов (оттисков), которая хранится в Новосибирском отделении архива А.А. Ляпунова, были отобраны для демонстрации в Виртуальном музее 270 репринтов. В настоящее время все они введены в базу данных портала музеев НГУ по адресу: <http://mmc1.nsu.ru/museumlyapunov/> («Музей А.А. Ляпунова»/Фонды/Репринты).

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)

Выполнено наращивание вычислительной мощности ССКЦ. Объединение основных вычислительных ресурсов ССКЦ и Центра «Биоинформационных технологий» на базе ИЦиГ СО РАН с пиковой производительностью 16 ТФлоп/с.

Усовершенствована сборочная технология построения пользовательских интерфейсов сетевой информационно-вычислительной системы (ИВС). Она включает как традиционные способы построения внешних модулей, основанные на собственной библиотеке ИВС и заемных модулях, так и способ, базирующийся на моделиориентированном (на основе онтологий) подходе к построению приложений. Web-интерфейс, построенный по онтологии доступа к ресурсам ССКЦ, содержит подокна: а) загрузки архива с исходными кодами программы моделирования, б) компиляции загруженной программы моделирования, в) просмотра списка загруженных и скомпилированных программ моделирования, г) создания модели, д) просмотра списка моделей, е) создания задания с указанием количества требуемых процессоров, шаблона имен выходных файлов и ключей запуска программы, ж) просмотра состояния заданий, з) просмотра результатов моделирования с возможностью обсуждения и загрузки выходного файла.

Для эффективного использования ресурсов высокопроизводительных вычислительных комплексов (в том числе ресурсов ССКЦ СО РАН) при выполнении математического моделирования выполнены работы по расширению возможностей новой версии системы NumGRID, позволяющей объединить разнородные вычислительные ресурсы для решения задач большого размера. Пользовательский интерфейс NumGRID сосредоточивает все средства управления задачами и ресурсами в рамках одного клиентского приложения.

Сформирован дистрибутивный пакет для базовой минимальной версии ИВС. В частности, он включает в себя системную часть ПО ИВС, интерпретатор языка сборки, CMS для организации Web интерфейса и документацию разработчика.

Проект СО РАН 14.6. «Разработка и исследование клеточно-автоматных моделей нелинейной пространственной динамики»
(Руководитель — д.т.н. О.Л. Бандман)

Было проведено исследование эффективности реализаций существующих параллельных алгоритмов моделирования асинхронными клеточными автоматами (аналог кинетического метода Монте-Карло) на различных параллельных архитектурах современных вычислительных систем. В отличие от КА синхронного типа эффективное распараллеливание асинхронных КА является сложной проблемой из-за необходимости пересылок каждого изменения состояний клеток на границах доменов в соседние процессоры. Известные алгоритмы распараллеливания асинхронных КА-моделей не удовлетворяют требованиям современных задач и не учитывают того факта, что эффективность параллельного вычисления существенно зависит от архитектурных особенностей многопроцессорной системы. Для задач клеточно-автоматного моделирования химических процессов это особенно важно, так как получение реальных результатов требует очень больших вычислительных затрат. Кроме того, из-за стохастического и нелинейного характера моделируемых явлений, задача может быть решена только путем выполнения большого количества вычислительных экспериментов. Конкретным примером для проведения экспериментов послужила реакция окисления монооксида углерода на палладие-

вых наночастицах, нанесенных на металлическую подложку. Выбор задачи определился тем фактом, что она составляет предмет исследования Института катализа СО РАН с нашим участием.

Были исследованы вычислительные характеристики параллельных реализаций вероятностных КА асинхронного типа, основанные на «блочно-синхронной» аппроксимации асинхронного КА. Введенная в режим работы синхронность ограничивает независимость операций в вычислительном процессе. Какое влияние оказывает это ограничение на эволюцию КА до сих пор никто не исследовал. При исследовании КА-модели реакции окисления моноокси углерода на поверхности палладия разница эволюций качественно не была заметна. Задача состоит в количественной оценке этой разницы. Для решения этой задачи тестировались варианты блочно-синхронных параллельных реализаций, различающиеся степенью синхронизации. Полученные при параллельной реализации данные позволили построить бифуркационную диаграмму реакции, определяющую область параметров реагентов, при которых происходит колебательный процесс.

Разработан метод параллельной композиции асинхронных клеточных автоматов для построения модели процессов формирования устойчивых структур. Решалась задача построения самоорганизующихся систем асинхронных КА, моделирующих процессы формирования устойчивых структур. Задачу предложено решить путем использования параллельной композиции нескольких КА, которая предполагает, что каждый КА обрабатывает своей собственный клеточный массив, но использует в качестве аргументов в функциях перехода состояния клеток всех компонентных КА.

Проведено исследование КА-моделей самоорганизации на триангуляционных клеточных массивах. Были сформулированы особенности КА-моделирования на триангуляции, главные из которых состоят в следующем: 1) треугольные клетки могут иметь разную форму и размеры, 2) триангуляционный массив не может быть замкнут в тор. С учетом выявленных особенностей разработана система моделирования, с помощью которой проводились следующие тестовые эксперименты: 1) построены два варианта КА-диффузии в однородном и неоднородном плоских клеточных массивах и показано экспериментально, что их эволюции совпадают с соответствующими КА на квадратной решетке; 2) построены КА-модели распространяющегося фронта и КА-модели агрегации, ограниченной диффузией, на криволинейной триангуляционной поверхности. Качественная оценка КА-модели показала соответствие с ожидаемой эволюцией.

ИП СО РАН № 32 «Динамика структурно-фазовых состояний и фундаментальные основы синтеза нанокмппозитов в кумулятивных потоках»

(Координатор — д.ф.-м.н. В.К. Кедринский, отв. исполнитель — д.т.н. О.Л. Бандман)

ИВМиМГ участвует в проекте в разделе «Теоретическое изучение и компьютерное моделирование физико-химических превращений при высокоэнергетическом взаимодействии частиц».

На основе разработанной в 2009 г. вероятностной асинхронной КА-модели процесса формирования покрытия на мишени при обработке ее кумулятивной струей, проведено компьютерное моделирование конкретного случая, когда вольфрамовая мишень обрабатывается струей из углеродистого порошка. Выбор этого случая определился наличием результатов обработки дифрактограмм, полученных от куска вольфрамовой пластины, обработанной углеродсодержащей кумулятивной струей, которые показывают образование двух нанокристаллических карбидных фаз: β -WC (46,89%) и α -W₂C (20,16%) при максимальной скорости струи у мишени ≈ 2000 м.с⁻¹ и максимальной температуре ≈ 1600 °С. Поскольку эти данные близки к получаемым ранее, они были приняты в качестве эталона для оценки результатов моделирования в процессе отладки модели. Разработанная версия алгоритма моделирования включает в себя имитацию процессов адсорбции,

химических реакций, выделения тепла, деформации поверхности мишени и диффузии частиц на ее поверхности. Результаты моделирования выводятся в виде: 1) количества получаемых карбидов и оставшегося вольфрама, и 2) распределения этих веществ по поверхности мишени и по слоям покрытия. Результаты моделирования сравнивались с результатами дифрактограмм, полученных в реальных физических экспериментах в ИГ СО РАН.

Публикации

Монографии

- [1] Bandman O. Cellular Automata Composition Techniques for Spatial Dynamics Simulation // *Simulating Complex Systems by Cellular Automata. Understanding complex Systems* / A.G.oekstra et al., eds.—Berlin: Springer-Verlag, 2010.—P. 81–115.
- [2] Фет Я.И. Вспоминая Акселя Ивановича Берга / (редактор-составитель).—Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2010.—167 с.

Центральные издания

- [1] Бандман О.Л. Клеточно-автоматный метод исследования свойств пористых сред // *СибЖВМ*.—2010.—Т. 13, № 1.—С. 1–13.
- [2] Бандман О.Л., Громилов С.А., Кинеловский С.А. Кумулятивный синтез: клеточно-автоматная модель процесса образования покрытия, наносимого на мишень с помощью кумулятивного потока частиц // *Прикладная дискретная математика*.—2010.—№ 3(9).—С. 111–122.
- [3] Бандман О.Л. Метод построения клеточно-автоматных моделей процессов формирования устойчивых структур // *Прикладная дискретная математика*.—2010.—№ 4.—С. 91–99.
- [4] Маркова В.П. Клеточно-автоматное моделирование в двумерных волновых процессах в неоднородной среде // *Динамика сплошной среды*.—2010.—№ 126.—С. 107–112.

Зарубежные издания

- [1] Markova V., Sharifulina A. Using Kinetic Cellular Automata for Modeling CO Oxidation Over Pd(110) Surface // *Bull. NCC. Ser. Comp. Sci.*—2010.—Iss. 30.—P. 27–43.
- [2] Veselov A.V., Ostapkevich M.B., Piskunov S.V. Ontology-oriented approach to the construction of user interfaces for informational computational system for the support of innovative activity // *Ibid.*—P. 81–88.
- [3] Nepomniaschaya A.S. Parallel Implementation of the Ramalingam Incremental Algorithm for Dynamic Updating the Shortest-paths Subgraph // *Ibid.*—P. 53–69.
- [4] Evseev A.A. Cellular automata simulation on surface triangulation for diffusion processes // *Ibid.*—P. 1–14.
- [5] Kalgin K.V. Parallel simulation of asynchronous cellular automata on different computer architectures // *Ibid.*—P. 15–26.
- [6] Nepomniaschaya A.S. Basic Associative Parallel Algorithms for Vertical Processing Systems // *Bull. NCC. Ser. Comp. Sci.*—2009.—Iss. 29.—P. 63–77 (Статья не вошла в отчет 2009).
- [7] Nepomniaschaya A.S. Parallel Implementation of Relational Algebra Operations on a Multi-Comparand Associative Machine // *Computing and Informatics*.—2010.—Vol. 29, № 3.—P. 467–487.
- [8] Bandman O. Using cellular automata for porous media simulation // *J. Supercomputing* (эл. вариант).—DOI 10.1007/s11227-010-0391-5.—06.02.2010.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Nepomniaschaya A.S. Multi-Comparand Associative Machine and its Application to Relational Algebra Operations. // Proc. of the 8-th Intern. Conference on Programming. — Problems in Programming. — 2010, № 2–3. — P. 185–192.
- [2] Markova V., Sharifulina A. Parallel Implementation of Kinetic Cellular Automata for Modeling CO Oxidation over Pd(110) Surface // Lect. Notes in Comput. Sci. — 2010. — Vol. 6083. — P. 212–220: Proc. 2-d Russian–Taiwan Symposium on Methods and Tools of Parallel Programming Multicomputers (MTPP-2010). Vladivostok, 2010.
- [3] Bandman O. Discrete Models of Physicochemical Processes and their Parallel Implementation // Ibid. — P. 20–29.
- [4] Gorodnichev M., Kireev S., Malyshkin V. Optimization of Inter-cluster Communications in the NumGRID // Ibid. — P. 78–85.
- [5] Bandman O. Parallel Composition of Asynchronous Cellular Automata Simulating Reaction Diffusion Processes // Lect. Notes in Comp. Sci. — 2010. — Vol. 6350. — P.395–398: Proc. 9-th Int. Conf. on Cellular Automata, (ACRI-2010).
- [6] Kalgin K.V. Comparative Study of Parallel Algorithms for Asynchronous Cellular Automata Simulation on Different Computer Architectures // Ibid. — P. 399–408.
- [7] Веселов А.В., Кратов С.В., Остапкевич М.Б., Пискунов С.В. Об усовершенствовании сборочной технологии построения сетевой информационно-вычислительной системы поддержки инновационной деятельности // Тр. междунар. конф. «Научный сервис в сети Интернет». — Абрау-Дюрсо, 2010. — С. 506–508.
- [8] Piskunov S. V., Kratov S. V., Veselov A. V., Ostapkevich M. B. Using of assembly technology for the construction of users interfaces in network informational computational system // Proc Int. Forum on Strategic Technology 2010, Section TA-3-C: Design. — Ulsan, 2010. — P. 188–192.

Прочие издания

- [1] Шарифулина А.Е. Построение бифуркационной диаграммы реакции окисления СО на палладии с помощью асинхронного клеточного автомата // Тез. докл. XI Всеросс. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. — Красноярск, 2010. — С. 79–80.
- [2] Городничев М.А. Управление объединением вычислительных кластеров для выполнения распределенных задач и организация межкластерных коммуникаций в системе NumGRID // Там же. — С. 21–22.
- [3] Шарифулина А.Е. Параллельная реализация вероятностного асинхронного клеточного автомата, моделирующего каталитическую реакцию окисления монооксида углерода (СО) на поверхности палладия (Pd₁₁₀) // Тр. Пятой Сиб. конф. по параллельным и высокопроизводительным вычислениям. — Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2010. — С. 99–104.
- [4] Петров В.Ю. Разработка модульной архитектуры подсистемы мелкозернистых вычислений на графах системы WinALT // Труды конф. молодых ученых. — Новосибирск, 2010. — С. 99–106.

Общее количество публикаций

Монографии	— 2
Центральные издания	— 4
Зарубежные издания	— 8
Материалы междунар. конференций	— 8

Проведение лабораторией международной конференции

Intern. Conf. on Methods and Tools of Parallel Programming Multicomputers, (МТПР-2010). Vladivostok, Russia, May 16-19, 2010.

Участие в конференциях и совещаниях

1. International Conference on Methods and Tools of Parallel Programming Multicomputers (МТПР-2010), Vladivostok. — 3 доклада (Бандман О.Л., Маркова В.П., Шарифулина А.Е, Городничев М.А.).
2. International Forum on Strategic Technology (IFOST 2010), Information Technology, Ulsan, Korea, October 13–15, 2010. — 1 доклад (Веселов А.В., Пискунов С.В.).
3. The 6-th Asian International Workshop on Optimization Problems of Complex Systems. Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, 15–25, Aug., 2010. — 2 доклада (Бандман О.Л., Пискунов С.В.).
4. Международная конференция «Научный сервис в сети Интернет», Абрау-Дюрсо, Россия, 20–25 сентября 2010. — 1 доклад (Веселов А.В., Пискунов С.В.).
5. The 8-th International Conference on Programming, Kiev, Ukraine, 2010. — 1 доклад (Непомнящая А.Ш.).
6. The 9-th International Conference on Cellular Automata ACRI-2010, Ascoli Peceno, Italy, 2010. — 2 доклада (Бандман О.Л., Калгин К.В.).
7. International Conference «COMBINATORICS 2010», Verbania, Italy, June 27–July 3, 2010. — 1 доклад (Калгин К.В.).
8. Восьмая российская конференция с международным участием «Новые информационные технологии в исследовании сложных структур», Томск, Национальный исследовательский университет, октябрь 2010. — 2 доклада (Бандман О.Л., Маркова В.П.).
9. Вторая молодежная научная школа-конференция памяти академика М.М. Лаврентьева «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Академгородок, Новосибирск, 21–29 сентября 2010. — 1 доклад (Бандман О.Л.).
10. XI Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Красноярск, 26–27 октября 2010. — 2 доклада (Городничев М.А., Шарифулина А.Е.).
11. Пятая Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям, Томск, 2010. — 1 доклад (Шарифулина А.Е.).
12. Конференция молодых ученых ИВМиМГ, апрель 2010. — 1 доклад (Петров В.Ю.).

Всего докладов — 19

Участие в программных и организационных комитетах конференций

1. О.Л.Бандман — член Оргкомитета Восьмой Российской конференции с международным участием «Новые информационные технологии в исследовании сложных структур».
2. О.Л. Бандман — the Programme Committee member of the Second Russian-Taiwan Symposium «Methods and Tools of Parallel Programming Multicomputers» МТПР 2010.
3. О.Л. Бандман — the Programme Committee member of 9th Int. Conference «Automates Cellulaires en Recherche et Industrie» ACRI-2010.

4. О.Л. Бандман — the Programme Committee member of the 2010 International Conference on High Performance Computing & Simulation (HPCS 2010), June 28–July 2, Caen, France.
5. М.А. Городничев — the Organizing Committee member of the Second Russian-Taiwan Symposium «Methods and Tools of Parallel Programming Multicomputers» МТПР 2010.

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 31.12.2010 г.)

1. Пискунов С.В.	зав. лаб.,	к.т.н.
2. Бандман О.Л.	гнс 0.8 ст.,	д.т.н.
3. Фет Я.И.	гнс 0.8 ст.,	д.т.н.
4. Ачасова С.М.	снс 0.8 ст.,	к.т.н.
5. Маркова В.П.	снс 0.8 ст.,	к.т.н.
6. Непомнящая А.Ш.	снс 0.8 ст.,	к.ф.-м.н.
7. Городничев М.А.	мнс	
8. Савукова В.А.	техник 1 кат. 0.5 ст.	

Городничев М.А. — молодой научный сотрудник.

Педагогическая деятельность

Пискунов С.В.	—	доцент НГТУ, НГУ
Маркова В.П.	—	доцент НГТУ, НГУ,
Фет Я.И.	—	профессор НГУ
Городничев М.А.	—	ассистент НГТУ

Руководство аспирантами

Петров В.Ю.	—	3 год, ИВМиМГ (Пискунов С.В.)
Калгин К.В.	—	2 год, ИВМиМГ (Бандман О.Л.)
Шарифулина Н.Е.	—	1 год, ИВМиМГ (Бандман О.Л.)

Защита дипломников

Ксенцев Д.С.	—	магистр НГТУ (Пискунов С.В.)
Шерифулина Н.Е.	—	магистр НГТУ (Маркова В.П.)

Руководство студентами

Фенстер А.М.	—	НГУ (Бандман О.Л.)
Евсеев А.А.	—	НГУ (Бандман О.Л.)
Афанасьев И.В.	—	НГУ (Бандман О.Л.)
Логинова А.В.	—	НГТУ (Маркова В.П.)

Премии и награды

М.А. Городничев и аспирант ИВМиМГ К.В. Калгин имеют гранты 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

Первым этапом исследования различных химических процессов является подборка и оптимизация кинетической схемы. Для этих целей был создан программный пакет ChemPAK. Для использования оптимизированной схемы химических реакций в пакете Fluent был создан модуль экспорта данных. На примере исследования процессов пиролиза легких углеводородов было проведено численное моделирование трехмерных газодинамических потоков в химических реакторах различной геометрии проточного типа с вводом энергии в виде излучения и нагревом газовой смеси через стенки реактора. Для реализации задач были разработаны алгоритмы и созданы два программных модуля, расширившие возможности пакета Ansys Fluent в области моделирования поглощения энергии излучения газовой смесью и моделирования теплоотвода от стенок реактора. С помощью созданных модулей стало возможно изучение процессов следующего типа. Реагирующую газовую смесь доводят до пороговой температуры старта реакций с помощью нагрева стенок реактора, а дальнейший нагрев происходит с помощью подачи лазерного излучения в реакционную зону химического реактора. Таким образом, можно точно регулировать температуру реакционной зоны, что позволяет исследовать происходящие химические и газодинамические процессы в химическом реакторе с высокой точностью. (к.ф.-м.н. И.Г. Черных)

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 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)

Разработана технология моделирования газодинамических процессов в 3-х мерном газодинамическом реакторе проточного типа с учетом ввода энергии в виде излучения и химических реакций на базе программных пакетов ChemPAK (Черных И.Г.) и Ansys Fluent. Реализованы программные модули для пакета Fluent, позволяющие моделировать поглощение энергии излучения реагирующей газовой смесью, моделировать охлаждение стенок химического реактора. Созданные программные модули позволили расширить возможности пакета Fluent.

Усовершенствована математическая модель столкновения галактик с учетом процессов потери массы и охлаждения. Проведены крупномасштабные вычислительные эксперименты по исследованию сценариев столкновения галактик, вращающихся с кратными кеплеровскими скоростями. Получены конфигурации в форме «колеса телеги» и объяснен механизм их появления. Проведены вычислительные эксперименты по исследованию нецентрального столкновения галактик. Численно исследована задача близкого прохождения галактик, выявлены основные параметры, влияющие на результат прохождения.

В рамках развития программного пакета для моделирования динамики трехмерных газовых объектов в самосогласованном гравитационном поле исследованы венгеновские тесты о столкновении газовых сфер, выявлены их фундаментальные недостатки, предложен и исследован авторский тест о столкновении газовых сфер.

Создан однопроцессорный метод решения уравнения Пуассона для изолированных систем в цилиндрических координатах на основе метода Джеймса. Разработана компактная разностная схема четвертого порядка аппроксимации в цилиндрических координатах (с поставленными краевыми условиями на оси цилиндра). Полученная СЛАУ решается методом быстрого преобразования Фурье по вертикальной и угловой координатам и прогоном по радиальной. Разработан параллельный алгоритм, основанный на декомпозиции области решения и методе локальных коррекций.

Реализована на суперЭВМ нелинейная модель упруго-пластичной геологической среды, созданная академиком РАН С.К. Годуновым. В основе параллельной реализации лежит декомпозиция расчетной области с перекрытием подобластей. Исследована экспериментальная зависимость амплитуды возмущения земной поверхности от энергии подземного «взрыва». Основой численного метода является распад произвольного разрыва, ядром которого является процедура сингулярного разложения (SVD-разложения). На основе модификаций на языке C# для архитектуры .NET реализована высокоточная процедура SVD-разложения.

Разработана математическая модель и выполнены расчеты развития аномальной теплопроводности в высокотемпературной плазме в трехмерной постановке. На качественном уровне в модели воспроизведен эффект аномального понижения электронной теплопроводности, наблюдаемый в плазме установки ГОЛ-3 (ИЯФ СО РАН). Проведено сравнение отдельных показателей производительности четырех отечественных кластеров на задаче о моделировании взаимодействия электронного пучка с плазмой. По результатам сравнения можно сделать вывод, что важнейшим показателем быстродействия кластера на реальных задачах является скорость доступа к оперативной памяти.

Усовершенствована математическая модель эффекта встречи в суперколлайдере. Разработано несколько методов вычисления начальных и граничных значений электромагнитных полей пучка и для них исследованы зависимость результатов от количества частиц, количества узлов сетки и величины релятивистского фактора. Показана необходимость создания нестандартных методов вычисления начальных и граничных условий, а также исследованы сходимость методов и эффективность работы методов, основанных на использовании модельных частиц в виде игл. Для пучка в виде длинного цилиндра с равномерной и гауссовой плотностью в поперечном направлении использовалось аналитическое решение. Проведены расчеты для исследования взаимодействия веера частиц со сфокусированным пучком и двух сфокусированных встречных пучков.

Разработана математическая модель процесса взаимодействия лазерного излучения с тонкой фольгой, состоящей из электронов и разного сорта ионов. В результате численного моделирования на основе метода частиц изучены режимы радиационного ускорения и развития неустойчивости Релей–Тейлора для различных значений амплитуды лазерного импульса, его поляризации, плотности и состава фольги.

Модифицированы и усовершенствованы информационно-вычислительные комплексы (ИБК):

- «Удар» (версия 2.2) «Моделирование ударно-волновых структур на входе в тракт гиперзвукового прямоточного воздушно-реактивного двигателя (ГПВРД)»;
- «Поток» (версия 5.1) «Моделирование аэродинамики высокоскоростного движения объектов в реальных газовых средах (атмосферы Земли и Марса)»;
- NanoMod (версия 3.4) «Компьютерное проектирование наноматериалов, наноприборов и нанотехнологий».

За отчетный период ИВК «Удар», «Поток» и NanoMod применялись для научных и инженерных исследований в стандартном режиме на персональных компьютерах и для специализированных задач на суперЭВМ, а также в режиме Cloud Computing («Облачные вычисления») в Интернете.

Продолжены исследования стратегии высокопроизводительных вычислений на супер-ЭВМ с ориентацией на решение сложных систем нестационарных уравнений с высокой степенью нелинейности и большим количеством параметров, определяющих динамику моделируемых процессов. Усовершенствован разработанный ранее конвейерный метод проведения параллельного счета при существовании в постановке задачи доминирующего координатного направления. Проведено дальнейшее развитие методов параллельной обработки запросов и одновременного вызова нескольких файлов в виртуальных базах данных программного комплекса «Удар».

Изучены ударно-волновые структуры, возникающие в тракте ГПВРД в зависимости от скорости и высоты полета, а также углов скоса потока на входе в диффузор. Были исследованы проблемы неединственности взаимодействия (регулярного или маховского) ударных волн и определены точки бифуркации решения. Исследованы эффекты гиперзвукового (2–7 км/с) обтекания объектов при полете на больших высотах (60–90 км) в атмосфере Земли. Изучены особенности сомкнутого вязкого ударного слоя вблизи головной части тела (эффект «карбункула»).

Продолжалась разработка программного комплекса для математического моделирования технологических процессов производства современных полупроводниковых материалов. Комплекс предназначен для компьютерной поддержки проектирования нано-электромеханических устройств, составляющих базовые элементы больших, сверхбольших и ультрабольших интегральных схем.

За отчетный период проводились инженеринговые исследования процесса легирования (методом ионной имплантации) кремниевых подложек со сложным нанорельефом поверхности элементами III и V группы Периодической системы. Были изучены особенности формирования доменов с высокой концентрацией донорных и акцепторных примесей в наноколоннах рельефа, определяющие электрофизические свойства наноматериалов. Основное внимание уделялось анализу возможностей повышения эффективности легирования путем вариации основных параметров технологического процесса (энергии и прицельного угла имплантации, типа и дозы имплантанта), в частности, для создания оптимальной конструкции нанопроволочного транзистора с открытым каналом.

Проведена модернизация и многоплановое развитие Центра компьютерного моделирования SciShop.ru, Интернет-портала, базирующегося на технологиях облачных вычислений. Идеология Центра заключается в принципиально новой форме использования программных комплексов математического моделирования научных и инженерных задач — переносе вычислений с персональных компьютеров на серверы Всемирной Сети. На портале SciShop.ru в его различных сегментах применяются все облачные технологии IaaS, PaaS, DaaS, SaaS, WaaS и AaaS. Портал является первым и пока единственным в мире Web-ресурсом, где программные комплексы, размещенные в Центре, позволяют посетителю сайта непосредственно (без этапа приобретения кодов программ и установки их на собственном компьютере) провести решение своих задач в декларированных областях знания в режиме удаленного доступа. Центр предназначен для коммерциализации завершенных компьютерных разработок и открыт для сотрудничества с авторами-создателями программных комплексов.

За отчетный период проанализированы юридические, экономические, психологические и социальные проблемы авторского права и интеллектуальной собственности на созданные информационные продукты (программные комплексы, электронные библиотеки и базы данных) в условиях современных отечественных реалий. На опыте функционирования Центра компьютерного моделирования разработан ряд рекомендаций на

размещение в контенте Центра информационных ресурсов, с минимизацией юридических коллизий.

В соответствии с современными тенденциями развития образования проведена разработка методологии дистанционного обучения, которое базируется на программных ресурсах Центра компьютерного моделирования. На портале SciShop.ru создан ряд обучающих тренинг-комплексов, опирающихся на облачные технологии WaaS «Рабочее место как услуга» и SaaS «Программное обеспечение как услуга».

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 08-01-00615-а «Создание эффективных параллельных алгоритмов для моделирования процессов в физике плазмы и астрофизике»
(Руководитель — д.ф.-м.н. В.А. Вшивков)

Создан метод решения уравнения Пуассона для изолированных систем в цилиндрических координатах. В рамках проведенной работы метод Джеймса был адаптирован для цилиндрических координат с помощью использования метода свертки, позволяющего быстро вычислять фундаментальное решение уравнения Пуассона в интегральной форме. Разработана компактная разностная схема четвертого порядка аппроксимации в цилиндрических координатах. Основной проблемой создания таких схем является постановка краевых условий в центре области (на оси цилиндра). Эта проблема была решена с помощью подхода, предложенного в работе (Mohseni, Colonijs, J. Comp. Phys., 2000), и состоящего в доопределении цилиндрической сеточных функций для отрицательных значений радиуса. При этом было показано, что полученная после аппроксимации СЛАУ может быть решена методом быстрого преобразования Фурье по угловой и вертикальной координатам и прогонкой по радиальной координате. Разработан параллельный алгоритм, основанный на декомпозиции области решения. Алгоритм основан на подходе метода локальных коррекций (Balls, Colella, J. Comp. Phys., 2002; Anderson, J. Comp. Phys, 1986), использующегося для декартовых координат.

Создан параллельный алгоритм для моделирования эффекта встречи в суперколлайдере. Разработано несколько методов вычисления начальных и граничных значений электромагнитных полей пучка и для них исследованы зависимость результатов от количества частиц, количества узлов сетки и величины релятивистского фактора. Показана необходимость создания нестандартных методов вычисления начальных и граничных условий, а также исследованы сходимость методов и эффективность работы методов, основанных на использовании модельных частиц в виде игл.

Проект РФФИ № 08-01-00622-а «Численное моделирование развития аномальной теплопроводности при нагреве плазмы электронным пучком в установках УТС»
(Руководитель — д.ф.-м.н. Г.И. Дудникова)

Исследовано несколько методов вычисления начальных и граничных значений электромагнитных полей пучка и зависимость результатов от количества частиц, количества узлов сетки и величины релятивистского фактора. Показана необходимость создания нестандартных методов вычисления начальных и граничных условий, сходимость методов, а также эффективность работы методов, основанных на использовании модельных частиц в виде игл. Для пучка в виде длинного цилиндра с равномерной и гауссовой плотностью в поперечном направлении использовалось аналитическое решение.

Проект РФФИ № 09-01-00379-а «Математическое моделирование физических основ космического плазменного двигателя»
(Руководитель — д.ф.-м.н. С.Б. Медведев)

Разработаны три модели взаимодействия плазмы с неоднородным магнитным полем. Трехмерная и осесимметричная двумерная гибридные плазменные модели, основанные на решении уравнений Власова для ионной компоненты плазмы, гидродинамическом приближении для электронов и системы уравнений Максвелла. Третья двумерная осесимметричная модель основана на решении полной системы уравнений Максвелла. Эта модель имеет более общий характер и позволяет получить существенно более полное описание процессов в плазменном магнитном сопле. Метод решения основан на использовании метода частиц в ячейках и конечно-разностных схем расщепления. Созданы программы расчета движения плазмы в магнитном сопле двигателя, проведена серия тестовых расчетов и сравнение с известными результатами других авторов. Предложенные модели адекватно описывают динамику плазмы в неоднородном магнитном поле и являются основой для получения критерия отрыва плазмы.

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

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)

Проведен обзор способов тестирования программных пакетов для моделирования задач гравитационной газовой динамики. Проведено тестирование разработанной вычислительной модели с использованием наиболее распространенной системы венгеновских тестов (2004 г.). Тестовая задача состоит в оценке результирующих параметров коллапса, возникающего в процессе взаимодействия двух газовых объектов. Показано, что в настоящее время существует острая необходимость в создании стандартного набора для верификации пакетов для решения задач гравитационной газовой динамики. Предложен новый тест, позволяющий контролировать выполнение законов сохранения и интегральных критериев.

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)

Реализована схема академика РАН С.К. Годунова, записанная в лагранжевых координатах, для линейной и нелинейной модели геологической упруго-пластичной среды. Для параллельной реализации схемы был использован метод domain decomposition, состоящий в разрезании области с перекрытием на один слой ячеек. Для реализации нелинейной упруго-пластичной модели создан программный пакет GeoElast2d. В процедуре распада разрыва для моделирования нелинейной упруго-пластичной геологической среды использовано SVD разложение для определения характеристик решения. Для реализации использованы библиотеки IMSL и LAPACK. В ходе вычислительных экспериментов выяснилось, что при достаточно сильных деформациях матрицы, сингулярное разложение которых требовалось найти, являются «плохими» для реализации пакета LAPACK.

Модифицирован исходный код сингулярного разложения пакета LAPACK и создана его программная реализация и реализация процедуры bidiagonalization на языке C# с повышенной точностью.

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)

На многопроходной открытой ловушке ГОЛ-3 ведутся эксперименты по нагреву плазмы электронным пучком. В этих экспериментах было обнаружено явление турбулентного подавления продольной электронной теплопроводности при взаимодействии электронного пучка с плазмой и появление электромагнитных волн на двойной плазменной частоте. Проведено трехмерное моделирование этих процессов. Численная модель содержит уравнения Власова для электронов и ионов и систему уравнений Максвелла. Уравнения Власова решаются методом частиц в ячейках. Картина развития пучково-плазменной неустойчивости приводит к модуляции плотности плазмы большой амплитуды. Наблюдается также угловое рассеяние электронов пучка по скоростям. Развитие плазменной неустойчивости сопровождается уменьшением электронной теплопроводности по величине на порядки по сравнению с классическим значением. Вычислены спектры колебаний плазмы и электромагнитного излучения из плазмы. Наблюдается излучение на двойной плазменной частоте, что соответствует экспериментальным данным.

Публикации

Центральные издания

- [1] Лазарева Г.Г. Современные методы решения многомерных уравнений гравитационной газовой динамики и их программные реализации для суперЭВМ // Вестн. НГУ. — 2010. — Т. 10, Вып. 1. — С. 40-64.
- [2] Лазарева Г.Г. Трехмерная численная модель столкновения самогравитирующих газовых систем // Динамика сплошной среды. Акустика неоднородных сред. — 2010. — Вып. 126. — С. 94-99.
- [3] Тарнавский Г.А. Дистанционное компьютерное моделирование ударно-волновых структур в гиперзвуковых потоках газа: технология облачных вычислений «Рабочее место как услуга» // Вычислительные методы и программирование. — 2010. — Т. 11, разд. 2. — С. 1-25.
- [4] Тарнавский Г.А. Имплантация легирующих примесей в подложку кремния с непланарной поверхностью // Нано- и микросистемная техника. — 2010. — № 1. — С. 21-24.
- [5] Тарнавский Г.А. Имплантация фосфора, бора и мышьяка в кремний: дистанционное компьютерное моделирование нанотехнологического процесса // Инженерная физика. — 2010. — № 1. — С. 40-46.
- [6] Тарнавский Г.А. Легирование подложки кремния со сложным нанорельефом поверхности: дистанционное компьютерное моделирование // Наука и образование (электронное научно-техническое издание). — 2010. — № 02. — <http://technomag.edu.ru/doc/137632.html>.
- [7] Тарнавский Г.А. Облачные вычисления: контент, инфраструктура и технологии организации информационных потоков Центра компьютерного моделирования SciShop.ru // Исследовано в России. — 2010. — Т. 13, № 001. — С. 1-29. — <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2010/001.pdf>.
- [8] Тарнавский Г.А. Компьютерное моделирование процесса легирования пластины кремния со сложным нанорельефом поверхности // Исследовано в России. — 2010. — Т. 13, № 005. — С. 52-71.

- [9] Жибинов С.Б., Тарнавский Г.А. Информационные и правовые аспекты проекта дистанционного обучения на базе технологий Cloud Computing // Право и образование. — 2010. — № 1. — С. 81–88.
- [10] Тарнавский Г.А. Организация информационных потоков на портале SciShop.ru: DFC-технология Cloud Computing // Телекоммуникации. — 2010. — № 3. — С. 31–38.
- [11] Тарнавский Г.А. Дистанционное компьютерное моделирование в Интернете — новая форма распространения знаний // Дистанционное и виртуальное обучение. — 2010. — № 4. — С. 47–60.
- [12] Тарнавский Г.А., Чесноков С.С. Компьютерное моделирование в Интернете: краткий обзор Web-ресурсов // Информационные технологии. — 2010. — № 5. — С. 49–52.
- [13] Тарнавский Г.А. Особый режим легирования наноколонн подложки кремния // Вычислительные методы и программирование. — 2010. — Т. 11. — С. 210–214.
- [14] Алиев А.В., Тарнавский Г.А. Дистанционное компьютерное моделирование аэродинамики высокоскоростного полета: облачные технологии IaaS и DaaS «Инфраструктура и данные как услуга» // Информационные процессы (электронный научный журнал). — 2010. — № 2. — С. 119–139.
- [15] Тарнавский Г.А. Компьютерное конструирование нанодоменов P, B и As в рельефе подложки Si // Инженерная физика. — 2010. — № 6. — С. 22–28.
- [16] Тарнавский Г.А. Облачные вычисления: технология «Data Files Cruise» организации информационных потоков на портале SciShop.ru // Информационные технологии. — 2010. — № 6. — С. 8–13.
- [17] Тарнавский Г.А. Легирование наноколонн рельефа поверхности пластины кремния // Нано-и микросистемная техника. — 2010. — № 6. — С. 20–24.
- [18] Тарнавский Г.А. Облачные вычисления: новая форма генерации и распространения знаний в Интернете // Электроника и информационные технологии. — 2010. — № 1, ст. 30. — С. 1–9.
- [19] Тарнавский Г.А. Облачные вычисления в Интернете: краткий экскурс в Центр компьютерного моделирования // Моделирование и анализ информационных систем. — 2010. — № 17, № 2. — С. 112–121.
- [20] Тарнавский Г.А. Центр компьютерного моделирования в Интернете // Информационные ресурсы России. — 2010. — № 4. — С. 36–40.
- [21] Тарнавский Г.А. Дистанционное обучение: раздел «Виртуальное проектирование наносистем» Интернет-центра компьютерного моделирования // Дистанционное и виртуальное обучение. — 2010. — № 8. — С. 108–118.
- [22] Тарнавский Г.А. Облачные вычисления в Интернете // Информатика и образование. — 2010. — № 10. — С. 71–75.
- [23] Тарнавский Г.А. Первый международный конгресс по «облачным» технологиям — Cloud Computing Congress CCC-2010 // Информационные технологии. — 2010. — № 10. — С. 77–78.
- [24] Тарнавский Г.А. Дистанционное обучение: тренинг-комплекс первого уровня раздела «Виртуальное проектирование наносистем» Интернет-центра компьютерного моделирования // Дистанционное и виртуальное обучение. — 2010. — № 11. — С. 92–104.

Зарубежные издания

- [1] Snytnikov A.V., Vshivkov V.A., Goedheer W.J. Adaptive mass alteration to model ion-ion recombination in a Particle-in-Cell simulation of silane radio-frequency discharges // Computer Physics Communications. — 2010. — Vol. 181, Iss. 10. — P. 1743–1749.
- [2] Snytnikov A.V. Supercomputer simulation of plasma electron heat conductivity decrease due to relativistic electron beam relaxation. // Proc. Computer Sci. — 2010. — Vol. 1, Iss. 1. — P. 607–615.
- [3] Vshivkov K.V. Numerical simulation of plasma flow dynamics in a magnetic channel // J. Int. scientific publications: Materials, methods and technologies. — 2010. — Vol. 4, Pt. 1. — P. 359–371.

- [4] Chernykh I.G., Mishchenko T.I., Snytnikov V.I., Snytnikov V.N. Computer simulation of chemical processes and fluid flows in chemical reactors // Lu Leung, Lu Mok ISCM II & EPMESC XII, Part Two, AIP 1233.-NY, 2010.— P. 1418–1422.
- [5] Tarnavsky G.A., Vorozhtsov E.V. Dopant implantation into the silicon substrate with non-planar surface // Energy and Power Engineering.— 2010.— Vol. 2, № 2.— P. 73–77.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Снытников Н.В. Исследование квазистационарных решений системы уравнений звездной динамики на суперЭВМ // Междунар. суперкомпьютерная конф. и конф. молодых ученых «Научный сервис в сети Интернет: суперкомпьютерные центры и задачи» — М.: Изд-во МГУ, 2010.— С. 119–122.
- [2] Вшивков В.А., Снытников А.В. Оптимизация вычислений при моделировании на суперЭВМ аномальной теплопроводности в плазме методом частиц в ячейках // Там же.— С. 208–211.
- [3] Снытников В.Н., Кукшева Э.А., Маркелова Т.В., Снытников Н.В., Стадниченко О.А., Стояновская О.П. Суперкомпьютеры и проблемы химической эволюции при формировании планет // Там же.— С. 412–413.
- [4] Snytnikov A.V., Vshivkov V.A., Snytnikova T.V. A parallel version of the Particle-in-Cell method with adaptive mass alteration. // Proc. of the IASTED Int. Conf. on Automation, Control and Information Technology (ACIT 2010).— Novosibirsk, 2010.— P. 197–202.
- [5] Lazareva G.G. A new approach of numerical modeling of geological flows with the intense variability of rheological and transport properties // Abstr. Int. Conf. on the Methods of Aerophysical Research / Ed. V.M. Fomin.— Novosibirsk: Parallel, 2010.— Pt. II.— P. 149–150.
- [6] Chernykh I. G. Computer simulation of chemical reactors with laser energy input // Ibid.— P. 42–43.
- [7] Chernykh I.G. CHEMPAK: optimization of chemical reaction kinetics with using of computer simulation. International conference Catalysis for renewable sources: fuel, energy, chemicals, Abstracts.— St. Petersburg, 2010.— P. 99–100.
- [8] Chernykh I.G., Mischenko T.I., Snytnikov V.I. et al. Computer simulation of endothermic processes in flowing reactors using radiation energy // Abstr. XIX Int. Conf. on Chemical Reactors CHEMREACTOR.— Austria, 2010.— P. 241–242.
- [9] Chernykh I.G. CHEMPAK software package: optimization of chemical reaction kinetics with using of computer simulation // Ibid.— P. 239–240.
- [10] Chernykh I.G., Mishchenko T.I., Snytnikov V.I. et al. Autocatalytic dehydrogenation of ethane to ethylene under homogeneous conditions of a laser reactor // 17th Int. symp. on homogeneous catalysis (ISHC-17).— Poland, 2010.— P. 241–242.

Прочие издания

- [1] Боронина М.А., Вшивков В.А. Численное моделирование ультрарелятивистских пучков заряженных частиц // Тез. докл. XVIII Всеросс. конф. «Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов решения задач математической физики», посв. памяти К.И. Бабенко.— Новороссийск, 2010.— С. 14.
- [2] Лазарева Г.Г. Проблема получения инвариантных численных решений в задаче разлета газового шара в вакуум // Там же.— С. 48.
- [3] Куликов И.М. Модификация эйлерова этапа метода крупных частиц на основе линеаризованного распада разрыва // Там же.— С. 47.
- [4] Снытников Н.В. Масштабируемый параллельный алгоритм вычисления гравитационного потенциала изолированных систем // Там же.— С. 72–73.
- [5] Вшивкова Л.В., Дудникова Г.И. Гибридная МГД-кинетическая модель дисперсионных альфвеновских волн // VI Всесиб. конгресс женщин-математиков: Мат. Всеросс. конф.— Красноярск: РИЦ СибГТУ, 2010.— С. 68–71.

- [6] Месяц Е.А. Минимизация погрешности в методе частиц-в-ячейках // Там же. — С. 284–287.
- [7] Ефимова А.А. Численное моделирование температурных эффектов в бесстолкновительной плазме // Там же. — С. 133–137.
- [8] Ефимова А.А. Численное моделирование эффектов теплопроводности в бесстолкновительной плазме. Информационные и математические технологии в науке и управлении // Тр. XV Байкальской Всеросс. конф. «Информационные и математические технологии в науке и управлении». — Иркутск: Изд. ИСЭМ СО РАН, 2010. — Ч. 1. — С. 224–232.
- [9] Месяц Е.А. Форма ядра частицы и проблема «самовоздействия» в методе частиц-в-ячейках // Там же. — С. 197–203.
- [10] Вшивкова Л.В., Дудникова Г.И. Численные гибридные модели динамики альфвеновских волн. Информационные и математические технологии в науке и управлении // Там же. — С. 166–174.
- [11] Куликов И.М. Численное моделирование столкновения газовых компонент галактик на суперЭВМ // Тез. докл. V Всеросс. конф. «Актуальные проблемы прикладной математики и механики», посв. памяти акад. А.Ф. Сидорова. — Екатеринбург: УРО РАН, 2010. — С. 51.
- [12] Лазарева Г.Г. Новый алгоритм моделирования геологических течений с сильно изменяющимися реологическими и транспортными свойствами // Там же. — С. 52.
- [13] Тарнавский Г.А., Жибинов С.Б., Тарнавский А.Г., Чесноков С.С., Алиев А.В., Анищик В.С. Дистанционное обучение. Курс лекций «Нанотехнологии и наноматериалы: программный комплекс NanoMod компьютерного моделирования процессов формирования наноструктурированных полупроводниковых материалов для электроники». Лекция 5. Легирование кремния. Ионно-лучевая имплантация примесей в кремниевую пластину с непланарной поверхностью // Инфосфера. — 2010. — № 46. — С. 72–77.
- [14] Тарнавский Г.А., Жибинов С.Б., Тарнавский А.Г., Чесноков С.С., Алиев А.В., Анищик В.С. Дистанционное обучение. Курс лекций «Нанотехнологии и наноматериалы: программный комплекс NanoMod компьютерного моделирования процессов формирования наноструктурированных полупроводниковых материалов для электроники». Лекция 6. Легирование кремния. Тангенциальный режим ионно-лучевой имплантации донорных и акцепторных примесей в систему наноколонн рельефа поверхности // Там же. — № 47. — С. 15–20.
- [15] Лазарева Г.Г. Численные методы решения нестационарных задач гравитационной газодинамики // Сб. тр. Всеросс. научных мол. школ «Математическое моделирование и современные информационные технологии». — Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2009. — С. 336–343.
- [16] Жибинов С.Б., Тарнавский Г.А. Дистанционное компьютерное моделирование в Интернете — новая форма распространения научных знаний (лучшая научно-популярная статья 2009 г., грант № 09-07-11502-с) // http://www.rfbr.ru/default.asp?doc_id=29692.
- [17] Алиев А.В., Тарнавский Г.А. Применение технологий SaaS и DFC направления Cloud Computing при разработке Центра компьютерного моделирования SciShop.ru // Информационные процессы (электронный научный журнал). — 2009. — № 4. — С. 262–272.
- [18] Тарнавский Г.А., Анищик В.С. Компьютерное проектирование наноэлектронных устройств // Электроника: наука, технология, бизнес. — 2009. — № 8. — С. 94–98.
- [19] Куликов И.М., Лазарева Г.Г. Современные методы решения многомерных уравнений гравитационной газовой динамики и их программные реализации для суперЭВМ // Междунар. суперкомпьютерная конф. и конф. молодых ученых «Научный сервис в сети Интернет: суперкомпьютерные центры и задачи» — М.: Изд-во МГУ, 2010. — С. 386.
- [20] Куликов И.М., Черных И.Г. О влиянии погрешности вычислений на сходимость численных методов интегрирования // Там же. — С. 185.
- [21] Lazareva G.G. Computational methods for ill-posed problems of gravitational gasodynamics // Abstr. 5-th Int. Conf. «Inverse Problems: Modeling and Simulation» (IP:M&S). — Antalya, 2010. — P. 180.

- [22] Numerical Modeling of Plasma Dynamics in Non-uniform Magnetic Field / V.T. Astrelin, A.V. Burdakov, V.A. Vshivkov, K.V. Vshivkov, S.V. Medvedev, I.V. Shvab, N.A. Yakunkin // Abstr. 8th Intern. Conf. on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement. — Novosibirsk, 2010. — P. 108.

Общее количество публикаций

Центральные издания	— 24
Зарубежные издания	— 5
Материалы междунар. конференций	— 10

Участие в конференциях и совещаниях

1. V Всероссийская конференция «Актуальные проблемы прикладной математики и механики», посвященная памяти академика А.Ф. Сидорова, п. Дюрсо, Новороссийск, 13–17 сентября 2010. — 2 доклада (Лазарева Г.Г., Куликов И.М.).
2. XVIII Всероссийская конференция «Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов решения задач математической физики», посвященная памяти К.И. Бабенко, п. Дюрсо, Новороссийск, 13–17 сентября 2010. — 3 доклада (Вшивков В.А., Лазарева Г.Г., Куликов И.М., Боронина М.А.).
3. XV International conference on the methods of aerophysical research (ICMAR 2010), Novosibirsk, 1–6 November 2010. — 2 доклада (Лазарева Г.Г., Черных И.Г.).
4. VI Всесибирский конгресс женщин-математиков (в день рождения Софьи Васильевны Ковалевской), Красноярск, 15–17 января 2010. — 3 доклада (Вшивкова Л.В., Ефимова А.А., Месяц Е.А.).
5. XV Байкальская Всероссийская конференция «Информационные и математические технологии в науке и управлении», Иркутск, ИСЭМ СО РАН, 2010. — 3 доклада (Вшивкова Л.В., Ефимова А.А., Месяц Е.А.).
6. 5th International Conference «Inverse Problems: Modeling and Simulation» (IP:M&S), Antalya, Turkey, May 24–29, 2010. — 1 доклад (Лазарева Г.Г.).
7. IASTED International Conference on Automation, Control and Information Technology (ACIT 2010), Novosibirsk, June 15–18, 2010. — 1 доклад (Вшивков В.А., Снытников А.В.).
8. Международная суперкомпьютерная конференция с элементами научной школы для молодежи «Научный сервис в сети Интернет: суперкомпьютерные центры и задачи», Абрау-Дюрсо, Новороссийск, Россия, 2010. — 5 докладов (Вшивков В.А., Лазарева Г.Г., Куликов И.М., Снытников Н.В., Снытников А.В., Черных И.Г.).
9. 8th International Conference on Open Magnetic Systems for Plasma Confinement, Novosibirsk, 5–9 July, 2010. — 1 доклад (Вшивков В.А.).
10. XV International conference on the methods of aerophysical research, Novosibirsk, 6 November, 2010. — 1 доклад (Черных И.Г.).
11. 17th International Symposium on homogeneous catalysis (ISHC-17), Poznac, Poland, July 4–9, 2010. — 1 доклад (Черных И.Г.).
12. XIX International Conference on Chemical Reactors CHEMREACTOR, Austria, September 5–9, 2010. — 2 доклада (Черных И.Г.).
13. International conference Catalysis for renewable sources: fuel, energy, chemicals, St. Petersburg, June 28–July 2, 2010. — 1 доклад (Черных И.Г.).

Всего докладов — 26

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

1.	Вшивков В.А.	зав. лаб.,	д.ф.-м.н.
2.	Тарнавский Г.А.	внс 0.8 ст.,	д.ф.-м.н.
3.	Лазарева Г.Г.	нс,	к.ф.-м.н.
4.	Снытников А.В.	нс,	к.ф.-м.н.
5.	Снытников Н.В.	нс,	к.ф.-м.н.
6.	Куликов И.М.	мнс 0.25 ст.,	к.ф.-м.н.
7.	Боронина М.А.	мнс 0.25 ст.,	к.ф.-м.н.
8.	Дудникова Г.И.	вед. инженер,	д.ф.-м.н.
9.	Медведев С.Б.	вед. инженер,	д.ф.-м.н.
10.	Вшивков К.В.	инженер	

Снытников А.В., Снытников Н.В., Куликов И.М., Боронина М.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

Чесноков С.С.	—	1 год, ИВМиМГ (Тарнавский Г.А.)
Горпинченко Д.Н.	—	2 год, ИВМиМГ (Вшивков В.А.)
Велькар Н.Н.	—	2 год, ИВМиМГ (Вшивков В.А.)

Руководство студентами

Антонова М.С.	—	4 курс НГУ (Вшивков В.А.)
Берендеев Е.А.	—	4 курс НГУ (Вшивков В.А.)
Билута Н.А.	—	4 курс НГУ (Лазарева Г.Г.)
Гор М.Б.	—	4 курс НГУ (Вшивков В.А.)
Кошкарлова Е.А.	—	4 курс НГУ (Лазарева Г.Г.)
Вознюк И.В.	—	6 курс НГТУ (Вшивков В.А.)
Терешин И.Д.	—	6 курс НГТУ (Вшивков В.А.)
Якушкин Н.И.	—	6 курс НГТУ (Вшивков В.А.)

Защиты кандидатских диссертаций

1. Боронина М.А. Трехмерная численная модель динамики ультрарелятивистских пучков заряженных частиц, диссертация на соискание степени кандидата физико-математических наук, защита состоялась 24 июня 2010 года.
2. Куликов И.М. Моделирование динамики трехмерных газовых объектов в самосогласованном гравитационном поле, диссертация на соискание степени кандидата физико-математических наук, защита состоялась 29 апреля 2010 года.

Представление кандидатских диссертаций

1. Месяц Е.А. Разработка алгоритмов уменьшения шума в методе частиц в ячейках.
2. Ефимова А.А. Математическое моделирование аномальной теплопроводности при взаимодействии электронного пучка с плазмой.
3. Вшивкова Л.В. Численное моделирование волновых процессов в бесстолкновительной плазме на основе гибридных моделей.

Лаборатория Сибирский суперкомпьютерный центр КП

Зав. лабораторией д.т.н. Б.М. Глинский

Важнейшие достижения

В соответствии с планом работ в 2010 г. развивались два основных направления: модернизация машинного зала и наращивание вычислительных ресурсов ССКЦ (включая подсистемы хранения данных) в рамках Программы СО РАН «Геномика, протеомика и биоинформатика». Прорабатывался проект объединения вычислительных ресурсов СО РАН: ССКЦ, НГУ, ИВТ, ИЯФ по схеме «звезда» с использованием 10 G-ного канала. Комиссия по комплексной проверке ИВМиМГ в свои выводы и предложения включила рекомендации по наращиванию вычислительных мощностей ССКЦ до 80–100 ТФлопс и закупке лицензионного программного обеспечения в 2011–2012 гг. Институту было рекомендовано усилить работу по применению гибридных вычислительных комплексов, включающих графические ускорители, для решения актуальных задач фундаментальных исследований СО РАН. В соответствии с этой рекомендацией разработан эскизный проект гетерогенного кластера с использованием графических ускорителей Tesla.

ИВМиМГ входит в межинститутский распределенный Центр коллективного пользования «Биоинформатика» (ЦКП «Биоинформатика») как одна из организаций-учредителей.

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2010 году в соответствии с планом НИР института

Наращивание вычислительных ресурсов

В апреле 2010 г. были проведены строительно-изыскательские работы, в ходе которых была установлена текущая несущая способность перекрытий и балок помещения для ИБП. В мае 2010 г. выполнены проектные работы по усилению несущей способности перекрытий данного помещения. В июле 2010 г. в этом помещении (60 кв.м.) была полностью удалена бетонно-песчаная стяжка (около 20 т), на четыре опорные балки была установлена металлическая рама из швеллера 24 размером 4200 × 1200 мм. Конструкция рамы и способ крепления к балкам позволяют разместить оборудование весом 7,4 т. Далее была установлена металлическая потенциало-выравнивающая сетка 5 × 200, играющая и роль дополнительного распределения нагрузки. Затем была залита бетонно-песчаная стяжка в два уровня, что позволило ослабить общую нагрузку на 6 т по сравнению с ранее залитой стяжкой.

На установленную раму был смонтирован ИБП APC Symmetra PX2 на 64 кВт, расширяемый до 160 кВт без дополнительных затрат на инфраструктуру. Также в этом помещении был смонтирован байпас (панель обходного режима питания) для ИБП Symmetra PX2 с максимальным входным током до 425 А. Подготовлена кабельная система для переноса и подключения имеющегося в старом зале ИБП APC Symmetra PX на 80 кВт и двух промышленных прецизионных кондиционеров в новый машинный зал.

Проведена реконструкция кластера НКС-30Т, к имеющимся двум шасси HP C7000 с 32 серверами HP BL2x220c G5 на процессорах Intel Xeon E5450 были добавлены 4 таких же шасси с 64 серверами HP BL2x220c G6 на процессорах Intel Xeon E5540. Все серверы кластера теперь объединены высокопроизводительной вычислительной сетью стандарта InfiniBand 4X QDR IBTA 1.2 со скоростью в полном дуплексе 40 Гбит/с, что превышает вдвое скорость первой части НКС-30Т, смонтированной ранее на InfiniBand 4X DDR. Сейчас общее количество узлов на кластере 192, общее количество ядер 1536,

общий объем памяти 3072 ГБ. Теоретическая пиковая производительность составляет 16,506 ТФлоп/с, в результате кропотливой настройки достигнута максимальная рабочая производительность 12,55 ТФлоп/с (Linpack). Отдельная относительная производительность на процессорах Intel Xeon E5450 доведена до 76%, а на новых процессорах Nehalem Intel Xeon E5540 до 87%. Обновленный кластер подключен к новой системе хранения данных Ibrix X9000 Network Storage Systems общим объемом неформатированного пространства 48 ТБ.

NumGRID — программное обеспечение и численные эксперименты

Разработана интерфейсная подсистема для комплекса системного программного обеспечения NumGRID, позволяющая в едином стиле и в рамках единого командного языка формировать задания для различных кластеров, включенных в пул оборудования NumGRID.

Проведены эксперименты по объединению кластеров Сибирского суперкомпьютерного центра СО РАН и Новосибирского государственного университета на примере комплекса программ М.А. Марченко (ИВМиМГ СО РАН) для численного моделирования физических явлений методом Монте-Карло и программы С.Е. Киреева (ИВМиМГ СО РАН) для решения волнового уравнения с помощью двухслойной явной схемы. В результате экспериментов установлено, что в зависимости от способа распределения вычислений между кластерами меняется эффективность работы приложений. А также показано, что использование дополнительных процессоров из другого кластера позволяет уменьшать время выполнения приложения при определенных конфигурациях запуска. В частности, на задаче решения волнового уравнения достигается эффективность 90% на 40 процессорных ядрах относительно производительности программы на 8 ядрах, и 65% на 96 ядрах. На задаче генерации случайных чисел достигается эффективность 92% на 24 ядрах и 109% на 88 ядрах.

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

На вычислительных ресурсах ССКЦ выполняются работы сотрудников институтов СО РАН, а также представителей промышленности ФГУН ГНЦ ВБ «Вектор», СибНИИ им. Чаплыгина, Новосибирского отделения фирмы Шлюмберже, фирмы УниПро.

По отчетам пользователей в 2010 г. вычислительные мощности ССКЦ использовались для работы в более 120 грантах, программах и проектах. Услугами ССКЦ воспользовались 25 организаций.

Гранты, при выполнении которых использовались услуги ССКЦ в 2010 г.

Всего грантов, программ и проектов — **120**

Из них Российских — **120**

Международных — **0**

Грантов РФФИ — **41**

Программ РАН — **24**

Проектов СО РАН — **20**

Программ Минобрнауки — **9**

Другие — **26**

Всего публикаций — **142**

Российских — **86**

Зарубежных — **56**

Гранты по институтам:

ИВМиМГ — **30**

ИК — **11**

ИМ — **1**

ИНХ — **8**

ИТПМ — **16**

ИХБФМ — **1**

ИХиХТ (Красноярск) — **3**

ИЯФ — **4**

НГУ — **3**

ИВТ — **2**

ИКЗ (Тюмень) — **2**

ИНГиГ — **4**

ИТ — **9**

ИФП — **1**

ИХКиГ — **8**

ИЦиГ — **11**

НГТУ — **3**

Унипро — **3**

Использование CPU в 2010 г. (в часах)

Организации	НКС-160	НКС-30	Σ	%
ИВМиМГ	59614,90	782145,60	841760,50	28,94
ИК	190276,86	245241,12	435517,98	14,97
НГУ	23667,42	411606,00	435273,42	14,96
ИЯФ	13772,66	353739,84	367512,50	12,63
ИХиХТ(Красн.)	190618,20	103654,08	294272,28	10,12
ИНХ	7408,99	207189,60	214598,59	7,38
ИХКиГ	78573,77		78573,77	2,70
ИТПМ	76114,12	24,24	76138,36	2,62
ИЦиГ	28946,80	40916,88	69863,68	2,40
ИФП	4474,95	12534,48	17009,43	0,58
НГТУ	4772,86	7380,00	12152,86	0,42
ИНГГиГ	9191,15	2902,08	12093,23	0,42
СибНИА	11167,42		11167,42	0,38
СИСТЕМА	561,44	8409,12	8970,56	0,31
ИОХ		6907,2	6907,20	0,24
ИХБиФМ		6881,04	6881,04	0,24
ИВТ	507,23	6266,88	6774,11	0,23
ИМ	6304,10		6304,10	0,22
Intel		3179,76	3179,76	0,11
СГУТИ	1427,58		1427,58	0,05
ИКЗ (Тюмень)	1257,25	34,32	1291,57	0,04
Ком. НПС	965,36		965,36	0,03
НИИ М МГУ (Москва)	151,86		151,86	0,01
ИТ	20,19	6,96	27,15	0,00
ИГД		20,64	20,64	0,00
ИТОГО	709795,09	2199039,84	2908834,93	100,00

Публикации

Центральные издания

- [1] Алексеев А.С., Глинский Б.М., Ковалевский В.В., Хайретдинов М.С. и др. Методы решения прямых и обратных задач сейсмологии, электромагнетизма и экспериментальные исследования в проблемах изучения геодинамических процессов в коре и верхней мантии Земли. — Новосибирск: Изд. СО РАН 2010. — 405 с.
- [2] Глинский Б.М., Караваев Д.А., Ковалевский В.В., Мартынов В.Н. Численное моделирование и экспериментальные исследования грязевого вулкана «Гора Карабетова» вибросейсмическими методами // Вычислительные методы и программирование. — 2010. — Т. 11. — С. 95–104. — <http://num-meth.srcc.msu.ru/>.
- [3] Методы активной сейсмологии в задачах мониторинга глубинного строения Земли / Б.Г. Михайленко, Б.М. Глинский, Х.Х. Имомназаров, В.В. Ковалевский, Л.Е. Собисевич, А.Л. Собисевич, М.С. Хайретдинов // Экстремальные природные явления и катастрофы / Отв. ред. А.О. Глико; отв. сост. А.Л. Собисевич. Т. 1: Оценка и пути снижения негативных последствий экстремальных природных явлений. — М.: Изд. ИФЗ РАН, 2010. — С. 89–130.

Зарубежные издания

- [1] Alekseev A.S., Glinsky B.M., Kovalevsky V.V., Khairatdinov M.S. Active vibromonitoring: experimental systems and fieldwork results // Active geophysical monitoring. — Cambell: Elsevier Science, 2010. — Vol.40. — P. 55–71.
- [2] Глинский Б.М., Караваев Д.А., Мартынов В.Н., Хайретдинов М.С. Численное моделирование распространения упругих волн в кавернозных средах // Вестн. НЯЦ РК. — 2010. — Вып. 3. — С. 96–101.

- [3] Глинский Б.М., Ковалевский В.В., Хайретдинов М.С. Оценивание геоэкологических эффектов от карьерных взрывов с использованием вибрационных источников // Там же. — С. 125–129.

Материалы международных конференций и совещаний

- [1] Глинский Б.М., Караваев Д.А., Ковалевский В.В., Мартынов В.Н. Численное моделирование и экспериментальные исследования грязевого вулкана «Гора Карабетова» вибросейсмическими методами // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2010): Тр. междунар. науч. конф. — Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2010. — С. 121–132.
- [2] Глинский Б.М., Караваев Д.А., Ковалевский В.В., Мартынов В.Н. Моделирование сейсмических полей в грязевулканических структурах на параллельных вычислительных комплексах // Мат. междунар. науч. конф. «МОДЕЛИРОВАНИЕ-2010». — Киев, 2010. — Т. 2. — С. 238–246.
- [3] Glinsky B.M., Karavaev D.A., Kovalevsky V.V., Martynov V.N. Numerical modeling of the wave fields in the mud volcano structures on parallel computing complexes // Abstr. 5th Int. Conf. «Inverse Problems: Modeling and Simulation». — Antalya, 2010. — P. 54–55.
- [4] Глинский Б.М., Ковалевский В.В., Хайретдинов М.С. Экспериментальные исследования грязевого вулкана «Гора Карабетова» вибросейсмическими методами // Тр. VI Междунар. конгр. «ГЕО-Сибирь-2010». — Новосибирск: Изд. СГГА, 2010. — Т. 4. — С. 139–143.
- [5] Глинский Б.М., Котелевский С.П., Кучин Н.В. Задачи и функции Сибирского суперкомпьютерного центра // Тр. междунар. конф. «Научный сервис в сети Интернет: суперкомпьютерные центры и задачи». — М.: Изд-во МГУ, 2010. — С. 78–81.

Сдано в печать

- [1] Khairtadinov M.S., Glinsky B.M., Karavaev D.A., Martynov V.N., Yakimenko A.A. Algorithms and methods for the numerical simulation of seismic wave fields in the cavernous zones // Bull. NCC. Ser. Math. Model. in Geoph.

Общее количество публикаций

Центральные издания	— 1.5
Зарубежные издания	— 2.5
Материалы международных конференций	— 5

Участие в международных конференциях и совещаниях

1. Международная конференция «Научный сервис в сети Интернет: суперкомпьютерные центры и задачи», Абрау-Дюрсо, 20–25 сентября 2010. — 1 доклад (Глинский Б.М.).
2. VI Международная научная конгресс «ГЕО-Сибирь-2010», Новосибирск, 22–24 апреля 2010. — 1 доклад (Глинский Б.М.).
3. 5th International Conference «Inverse Problems: Modeling and Simulation», Antalya, Turkey, May 24–29, 2010. — 1 доклад (Глинский Б.М.).
4. 6th Asian International Workshop on Optimization Problems of Complex Systems, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, 15–25, August, 2010. — 1 доклад (Глинский Б.М.).
5. 14-ая конференция Hewlett-Packard Consortium for Advanced Scientific and Technical (HP-CAST) computing users group, Гамбург, Германия, 27–29 мая 2010. — 1 доклад (Кучин Н.В.).
6. Международная конференция International Supercomputing Conference ISC'10, Гамбург, Германия, 31 мая–3 июня 2010. — 1 доклад (Кучин Н.В.).

7. Конференция «Мировые тенденции развития технологий в области высокопроизводительных вычислений», Т-Платформы, Москва. — 1 доклад (Кучин Н.В., Котелевский С.П.).

Всего докладов — 7

Участие в оргкомитетах конференций

1. Глинский Б.М. — эксперт на конкурсе Intel–Роснано «Невозможное стало возможным: реальные приложения для НРС», 2 апреля–10 октября 2010.
2. Глинский Б.М. — руководитель секции на ПаВТ 2010, Уфа, 29 марта–2 апреля 2010.
3. Глинский Б.М. — председатель оргкомитета «Дня суперкомпьютерных вычислений. Наука. Образование. Промышленность», Новосибирск, 22 июня 2010 г.
4. Кучин Н.В. — член оргкомитета «Дня суперкомпьютерных вычислений. Наука. Образование. Промышленность».

Кадровый состав (на 31.12.2010 г.)

1.	Глинский Б.М.	зав. лаб.,	д.т.н.
2.	Котелевский С.П.	гл. спец. по ВТ	
3.	Кучин Н.В.	гл. спец. по СПО	
4.	Ломакин С.В.	мнс	
5.	Бехтерев О.А.	вед. электроник	
6.	Кропачева Н.Е.	вед. электроник 0.25	
7.	Зернова Л.В.	вед. програмист 0.75	
8.	Макаров И.Н.	вед. програмист	
9.	Руссков А.В.	вед. програмист	
10.	Льготин В.А.	вед. инженер	
11.	Щукин Г.А.	инженер 0.25	
12.	Новичков В.В.	инженер 2к.	
13.	Полтавец А.В.	техник 1к.	

Педагогическая деятельность

Глинский Б.М. — зав. кафедрой, профессор НГУ

Руководство аспирантами

Караваев Д.А. — ИВМиМГ, 3 год (Глинский Б.М.)
Винс Д.В. — 2 год, ИВМиМГ (Глинский Б.М.)

Защита дипломов

Гордиенко Д. — специалист НГУ (Глинский Б.М.)
Онищик О. — бакалавр НГУ (Глинский Б.М.)

Руководство студентами

Гольдин М.Б. — 4 курс НГУ (Глинский Б.М.)
Титов П.Г. — 4 курс НГУ (Глинский Б.М.)

Справочная информация

Таблица 1. Краткая информация о кадровом составе института, его финансовой и научно-организационной деятельности в 2010 г. по сравнению с 2009 г.

№	Показатели	на 31.12.09 г.	на 31.12.10 г.
1.	Общее кол-во штатных работников	294	299
2.	Общее кол-во штатных научных работников	166	167
3.	Общее кол-во штатных молодых научных работников (до 35 лет)	38	37
4.	Общее кол-во аспирантов (очников/заочников)	36/7	33/5
5.	Общее число вышедших публикаций (см. табл.2), в том числе	269	304
	монографий	3	2
	в центральных и зарубежных изданиях	146	185
	материалы международных конференций	120	137
6.	Общее количество охранных документов (патентов и т. п.), полученных институтом (см. табл. 2), в том числе	4	8
	патентов	3	2
	программ зарегистрировано	1	4
	баз данных	—	2

В 2010 г. сотрудники института выполняли:

- 37 грантов Российского фонда фундаментальных исследований,
- 15 интеграционных грантов СО РАН,
- 23 проекта Президиума РАН и ОМН РАН,
- 1 грант Президента РФ,
- 5 специализированных грантов СО РАН,
- 9 хоздоговоров.