

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

**Отчет подразделений
ИВМиМГ СО РАН
о выполнении плановых заданий 2012 г.**



Новосибирск-2013

СОДЕРЖАНИЕ

Научно-организационная деятельность	4
Важнейшие результаты научных исследований в 2012 г.	14
Лаборатория методов Монте-Карло	19
Лаборатория численного анализа стохастических дифференциальных уравнений	30
Лаборатория стохастических задач	36
Лаборатория вычислительной физики	47
Лаборатория математических задач химии	58
Лаборатория математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере	66
Лаборатория математического моделирования гидротермодинамических процессов в природной среде	79
Лаборатория численного анализа и машинной графики	88
Лаборатория математических задач геофизики	97
Лаборатория численного моделирования сейсмических полей	109
Лаборатория математического моделирования волн цунами	117
Лаборатория геофизической информатики	124
Лаборатория обработки изображений	136
Лаборатория системного моделирования	145
Лаборатория прикладных систем	149
Лаборатория моделирования динамических процессов в информационных сетях	156
Лаборатория синтеза параллельных программ	162
Лаборатория параллельных алгоритмов решения больших задач	176
Лаборатория Сибирский суперкомпьютерный центр КП	185

Научно-организационная деятельность

Премия Правительства Российской Федерации 2012 г. в области науки и техники присуждена коллективу ученых и специалистов СО РАН за создание информационно-телекоммуникационной инфраструктуры междисциплинарных научных исследований как основы экономического и социального развития восточных регионов России. В числе лауреатов премии – зав. лаб., к.т.н. Бредихин С. В.

В 2012 г. проведено 12 заседаний Ученого совета института. На заседаниях рассмотрены научные, кадровые и организационные вопросы, заслушаны следующие научные доклады: "Клеточно-автоматное моделирование нелинейных пространственных процессов" (д.т.н. Бандман О. Л.); "Вариационные методы в тензорных Крыловских пространствах", "Концепция высокопроизводительного интегрируемого прикладного математического и программного обеспечения" (д.ф.-м.н. Ильин В. П.); "Исследования и разработка методов имитационного моделирования функционирования гибридных экзафлопсных вычислительных систем" (д.т.н. Глинский Б. М.).

Звания лауреатов конкурса прикладных разработок и исследований в области компьютерных технологий "Компьютерный континуум: от идеи до воплощения", проводимого компанией "ИНТЕЛ" присуждены:

– д.т.н. Глинскому Б. М., д.т.н. Родионову А. С., к.ф.-м.н. Марченко М. А., к.ф.-м.н. Куликову И. М., к.ф.-м.н. Черных И. Г., к.т.н. Подкорытову Д. И., асп. Винсу Д. В. за проект "Распределенная масштабируемая система имитационного моделирования для изучения поведения вычислительных алгоритмов при крупномасштабных вычислениях на суперЭВМ (система "СуперЭВМ – прикладная задача)";

– к.ф.-м.н. Марченко М. А. за проект "PARMONC – библиотека для параллельных вычислений по методу Монте-Карло на многопроцессорных вычислительных системах".

Победителем программы "Участник молодежного научно-инновационного конкурса 2010" ("У.М.Н.И.К.") Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по направлению "Информационные технологии" стал к.ф.-м.н. Пененко А. В.

Инновационный проект "Технологическая среда экстремального моделирования процессов для междисциплинарных приложений" получил статус "Участник проекта Сколково", руководители проекта: д.ф.-м.н. Ильин В. П., д.ф.-м.н. Свешников В. М., к.ф.-м.н. Скопин И. Н.

В 2012 г. на заседаниях диссертационного совета Д 003.061.01 проведена защита одной кандидатской диссертации; на заседаниях диссертационного совета Д 003.061.02 проведено 11 защит диссертаций: 10 кандидатских и 1 докторской. Диссертации защитили следующие сотрудники института: Лазарева Г. Г. (докторская диссертация); Калгин К. В., Подкорытов Д. И., Боровко И. В., Трибис Д. Ю. (кандидатские диссертации).

Институт является базовым для кафедр механико-математического факультета Новосибирского государственного университета ("Вычислительная математика", "Вычислительные системы", "Математические методы геофизики", "Параллельные вычисления"), Новосибирского государственного технического университета ("Параллельные вычислительные технологии", "Сетевые информационные технологии"), Сибирского университета потребительской кооперации ("Информатика"), имеет филиал кафедры Сибирской государственной академии геодезии ("Фотограмметрия и дистанционное зондирование").

В институте проводят работу следующие научно-образовательные центры:

- "Учебно-научный центр по вычислительной математике и информатике", созданный совместно с НГУ и ИСИ СО РАН, имеющий 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", созданный совместно с НГУ, ИВЦ НГУ, ИМ СО РАН и ИТПМ СО РАН;
- "Параллельные вычислительные технологии", созданный на базе НГУ.

В 2012 г. проводилась работа по следующим крупным проектам:

1. Федеральная целевая программа "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 гг." (мероприятие 1.4, проект "Исследования и разработка методов имитационного моделирования функционирования гибридных экзафлопсных вычислительных систем", государственный контракт 07.514.11.4016, срок исполнения 19.08.2011 г. – 02.08.2012 г., руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г., ответственный исполнитель – д.т.н. Глинский Б. М.)

2. Грант РФФИ по конкурсу ориентированных фундаментальных исследований, проект "Создание иерархии численных моделей разномасштабных геофизических процессов и разработка на этой основе специализированных алгоритмов и программного обеспечения для Супер-ЭВМ с гибридной архитектурой, обеспечивающих локализацию кавернозно-трещиноватых коллекторов и реконструкцию их микроструктуры в целях прогнозирования фильтрационных потоков на основе решения задач подземной гидродинамики", руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г.

В 2012 г. проводились работы по 8 проектам по основным научным направлениям Института (план НИР 2010–2012 гг.). В рамках этих проектов выполнялись: 38 проектов РФФИ (в том числе 6 молодежных проектов), 18 Интеграционных проектов СО РАН, 23 проекта по Программам Президиума РАН и Отделения математических наук РАН, 9 тем по хоздоговорам, 5 тем по молодежным и специализированным грантам СО РАН.

Институт принял участие в работе технологической платформы "Национальная суперкомпьютерная технологическая платформа" и территориального кластера "Инновационный кластер информационных и биофармацевтических технологий Новосибирской области".

Конференции, школы

В 2012 г. проведены три международные конференции:

1. Международная научная конференция "Параллельные вычислительные технологии 2012" (срок проведения – 26–30 марта 2012 г., место проведения – Новосибирск, количество участников – 242 человека (из них 233 из России, 9 иностранцев, в том числе по одному из Германии, Франции, Австралии, Польши и 5 из Казахстана) из 27 городов и 9 организаций;

2. Восьмая азиатская Международная школа-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем" (срок проведения – 2–12 июля 2012 г., место проведения – Омск – Боровое (Республика Казахстан), количество участников – 137 (из них 57 из России, 80 – иностранцев, в том числе 67 из Республики Казахстан, 9 из Киргизской Республики, 4 из Республики Узбекистан);

3. Четвертая международная молодежная школа-конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач" (срок проведения – 6–15 августа 2012 г., место проведения – Новосибирск (НГУ и ДУ СО РАН), количество

участников – 179 (в том числе 124 из России, 2 из Азербайджана, по одному из Великобритании, Италии, Израиля, Испании, Португалии, Таджикистана, Турции, Финляндии, Франции, 17 из Республики Казахстан, 6 из Киргизской Республики, 2 из Китая, 3 из США, 14 из Узбекистана, 2 из Японии).

Международные соглашения, контракты, гранты

В 2012 г. выполнялись или были заключены следующие контракты и соглашения:

1. Соглашение о научном сотрудничестве между ИВМиМГ СО РАН (Новосибирск, Россия) и Сункьонкванским Национальным Университетом Республики Корея (Jangangu Chunchundong 300, Suwon 440-746, Korea) по проведению совместных исследований в области математического моделирования информационных сетей.

Координаторы: от Сункьонкванского национального университета – руководитель исследовательского центра по распознаванию образов Донгхо Вон; от ИВМиМГ СО РАН – ведущий научный сотрудник лаборатории математического моделирования информационных сетей д.т.н. Родионов А. С.

Срок соглашения – с 01.01.2007 г. по 31.12.2012 г.

2. Договор об издании научных трудов между компанией "Pleiades Publishing Ltd" (Тропик Айл Билдинг, п/я 3331, Роуд Таун, Тортола, Британские Виргинские Острова, США (Tropic Isle Building, P.O. Box 3331, Road Town, Tortola, British Virgin Islands, USA)) и ИВМиМГ СО РАН (г. Новосибирск, Россия).

Координаторы: от "Pleiades Publishing Ltd" – президент А. Шусторович; от ИВМиМГ СО РАН – директор, академик РАН, главный редактор лицензионного журнала "Сибирский журнал вычислительной математики" Михайленко Б. Г.

Срок договора – с 06.08.07 г. по 06.08.14 г.

3. Соглашение о научно-техническом сотрудничестве по проведению совместной научно-исследовательской и образовательной деятельности между Университетом им. Сулеймана Демиреля (Республика Казахстан, ул. Торайгырова, 19, г. Алматы, 050043) и ИВМиМГ СО РАН (г. Новосибирск, Россия).

Координаторы: от Университета им. Сулеймана Демиреля – ректор Месут Акгул; от ИВМиМГ СО РАН – директор, академик РАН Михайленко Б. Г. и зав. лабораторией математических задач геофизики, чл.-корр. РАН Кабанихин С. И.

Срок соглашения – с 15.03.2011 г. по 15.03.2014 г.

Командировки за рубеж

В 2012 г. за рубеж командировано 98 сотрудников Института (в 2011 г. – 77), причем 60 командировок – для участия в международных конференциях (из них 19 в ближнее зарубежье); 33 краткосрочных командировки, касающихся научной кооперации; 4 – для чтения лекций; 1 стажировка. Страны, в которые были командированы сотрудники: Германия, Нидерланды, Австрия, Дания, Франция, Великобритания, Италия, Португалия, Испания, Греция, Кипр, Чехия, Болгария, Черногория, Турция, Израиль, США, Австралия, Япония, Китай, Монголия, Малайзия, Республика Корея, Украина, Казахстан, Узбекистан.

Германия

1. Голубева Л. А., к.ф.-м.н., н.с., для проведения совместных научных работ в решении задач математической физики и химии и обсуждения будущих проектов с

техническим университетом естественных наук г. Лейпцига (Германия) с 09.04.12 г. по 02.06.12 г.

2. Сандер И. А., ведущий программист, для проведения совместных научных работ по теме "Разработка комплекса программ дистанционного обучения в среде Android" в Высшую школу техники, экономики и культуры г. Лейпциг (Германия) с 05.06.12 г. по 02.07.12 г.

3. Сабельфельд К. К., д.ф.-м.н., г.н.с., для научной работы по моделированию роста нанопроводников, г. Берлин и университет г. Зиген (Германия) с 08.06.12 г. по 10.07.12 г.

4. Кучин Н. В., гл. специалист, для участия в консорциуме Hewlett-Packard для современных научных и технических компьютерных групп пользователей (HP-CAST-18) и международной суперкомпьютерной конференции (ISC'12), г. Гамбург (Германия) с 14.06.12 г. по 21.06.12 г.

5. Снытников А. В., н.с., для научной работы по теме "Моделирование взаимодействия электронных пучков с плазмой", г. Дюссельдорф (Германия) с 25.07.12 г. по 25.09.12 г.

6. Пригарин С. М., д.ф.-м.н., в.н.с., для научной работы в рамках совместных исследований по теме "Разработка алгоритмов моделирования сигналов лидарного зондирования" в университет Людвига Максимилиана, г. Мюнхен (Германия) с 02.09.12 г. по 01.11.12 г.

7. Сабельфельд К. К., д.ф.-м.н., г.н.с., для научной работы по моделированию роста нанопроводников в Институт твердотельной электроники, г. Берлин (Германия) с 01.10.12 г. по 01.12.12 г.

Нидерланды

8. Бутюгин Д. С., м.н.с., для участия в Международной конференции "Технологии высокопроизводительных вычислений и компьютерного моделирования" в университете г. Амстердам, (Нидерланды) с 01.04.12 г. по 06.04.12 г.

Австрия

9. Ковалевский В. В., д.т.н., зам. директора, для участия в Генеральной ассамблее Европейского геофизического союза – 2012", г. Вена (Австрия) с 20.04.12 по 28.04.12 г.

10. Воронина Т. А., к.ф.-м.н., с.н.с., для участия в Генеральной ассамблее Европейского геофизического союза – 2012", г. Вена (Австрия) с 21.04.12 по 28.04.12 г.

Дания

11. Решетова Г. В., к.ф.-м.н., с.н.с., для участия в 74-й конференции Европейского союза геофизиков-поисковиков, г. Копенгаген (Дания) с 04.06.12 г. по 07.06.12 г.

Франция

12. Решетова Г. В., д.ф.-м.н., с.н.с., для научной работы в университете г. По (Франция) с 02.04.12 г. по 24.06.12 г.

13. Михайленко Б. Г., акад., директор института, для участия в совместном проекте сотрудничества между ИВМиМГ СО РАН и ИНРИА, г. Биарриц (Франция) 17.06.12 г. по 23.06.12 г.

14. Кабанихин С. И., член-корр. РАН, зав. лабораторией, для участия в совместном проекте сотрудничества между ИВМиМГ СО РАН и ИНРИА, г. Биарриц (Франция) с 17.06.12 г. по 24.06.12 г.

15. Фатьянов А. Г., с.н.с., д.ф.-м.н., для участия в совместном проекте сотрудничества между ИВМиМГ СО РАН и ИНРИА, г. Биарриц (Франция) с 17.06.12 г. по 23.06.12 г.
16. Мартынов В. Н., с.н.с., для участия в совместном проекте сотрудничества между ИВМиМГ СО РАН и ИНРИА, г. Биарриц (Франция) с 17.06.12 г. по 23.06.12 г.
17. Решетова Г. В., с.н.с., д.ф.-м.н., для участия в международной русско-французской конференции по математической геофизике, г. Биарриц (Франция) с 17.06.12 г. по 22.06.12 г.
18. Войтишек А. В., д.ф.-м.н., в.н.с., для проведения совместных исследований по разделу проекта РФФИ 10-01-00040 "Применение рандомизированных алгоритмов построения адаптивных сеток в геостатистике" в Высшую школу Эколь де Мин Политехник, г. Париж (Франция) 01.09.12 г. по 01.11.12 г.
19. Пененко А. В., к.ф.-м.н., м.н.с., для участия в Международной конференции по методам ансамблей в геофизических науках, г. Тулуза (Франция) с 11.11.12 г. по 18.11.12 г.

Великобритания

20. Воскобойникова Г. М., м.н.с., для участия в конференции и семинаре по моделированию и численной обработке геофизических данных по Евразии и России в школе географии в университет г. Лидса (Великобритания) с 04.03.12 г. по 18.03.12 г.
21. Голубева Е. Н., д.ф.-м.н., с.н.с., для участия в Международной конференции по математике и геофизике (IUGG) в университет г. Эдинбурга (Великобритания) с 16.06.12 г. по 25.06.12 г.
22. Платов Г. А. к.ф.-м.н., с.н.с., для участия в международной конференции по математике и геофизике (IUGG) в университет г. Эдинбург (Великобритания) с 16.06.12 г. по 25.06.12 г.
23. Марченко М. А., к.ф.-м.н., уч. секретарь, для участия в Международной конференции "The 14th IEEE International conference on high performance computing and communications (14-я Международная конференция по высокопроизводительным вычислениям и связи), г. Ливерпуль (Великобритания) с 24.06.12 г. по 01.06.12 г.
24. Воронина Т. А., к.ф.-м.н., с.н.с. для совместной работы по теме: "Исследования по вопросу смягчения волн цунами" в колледж Оксфорда (Oxford House College), г. Лондон (Великобритания) с 14.10.12 г. по 29.12.12 г.

Италия

25. Куликов И. М., м.н.с., для участия в Международной конференции "Взаимодействие галактик и бинарных квазаров: космические randevu" в Международном центре теоретической физики, г. Триест (Италия) с 31.03.12 г. по 12.04.12 г.
26. Малышкин В. Э., д.т.н., зав. лаб., для участия в Международной конференции SoMeT-2012 "Использование социальных медиасистем в индустрии туризма", г. Генуя (Италия) с 23.09.12 г. по 30.09.12 г.

Португалия

27. Лукинов В. Л., к.ф.-м.н., н.с., для участия в 4-й Международной конференции о достижениях в моделировании систем, г. Лиссабон (Португалия), с 18.11.12 г. по 24.11.12 г.

Испания

28. Черных И. Г., н.с., для участия в Международной конференции по химическому инжинирингу, г. Севилья (Испания), с 22.06.12 г. по 01.07.12 г.

29. Гусев С. А., к.ф.-м.н., с.н.с., для участия в 12-й Международной конференции по вычислительным и математическим методам в науке и технике (Computational and mathematical methods in science and engineering ("CMMSE-2012")), г. Саламанка (Испания), с 29.06.12 г. по 08.06.12 г.

Греция

30. Киреев С.Е., н.с., для участия в Международной конференции "Cellular Automata for Research and Industry" ("Клеточные автоматы в исследованиях и промышленности"), Демократический университет Фраки, г. Фира (Греция), с 20.09.12 г. по 01.10.12 г.

31. Шарифулина А. Е., инж., для участия в Международной конференции "Cellular Automata for Research and Industry" ("Клеточные автоматы в исследованиях и промышленности"), Демократический университет Фраки, г. Фира (Греция), с 20.09.12 г. по 01.10.12 г.

32. Фет Я. И., д.т.н., г.н.с., для участия в 5-й Международной конференции по истории науки, г. Афины (Греция), с 30.10.12 г. по 10.11.12 г.

Кипр

33. Кратов С. В., м.н.с., для участия в 15-й Международной научной конференции "Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения и информационных технологий", г. Ларнака (Кипр) с 29.09.12 г. по 12.10.12 г.

Чехия

34. Ковалевский В. В., д.т.н., зам директора, для подготовки совместного проекта в институте геофизики ЧАН, г. Прага (Чехия) с 29.04.12 по 05.05.12 г.

35. Урев М. В., д.ф.-м.н., в.н.с., для участия в Международной конференции по вычислительной математике, г. Прага (Чехия) с 22.06.12 г. по 30.06.12 г.

36. Дебелов В. А., д.ф.-м.н., в.н.с., для участия в Международной конференции по компьютерной графике "WSGG'2012", г. Пльзень (Чехия), с 25.06.12 г. по 28.06.12 г.

Болгария

37. Свешников В. М., д.ф.-м.н., зав. лабораторией, для участия в Международной конференции по технологиям электронных лучей ("ЕВТ-2012"), г. Варна (Болгария) с 30.05.12 г. по 08.06.12 г.

Черногория

38. Хайретдинов М. С., г.н.с., для участия в 9-й Международной конференции "Интеллектуализация обработки информации-2012", г. Будва (Черногория), с 13.09.12 по 26.09.12 г.

Турция

39. Гусяков В. К. д.ф.-м.н., зав. лаб., для участия в Международном симпозиуме по обратным задачам, г. Анталия (Турция), с 05.05.12 г. по 02.06.12 г.

40. Кузин В. И. д.ф.-м.н., зав. лабораторией, для участия в Международном симпозиуме по обратным задачам, г. Анталия (Турция), с 20.05.12 г. по 28.05.12 г.

41. Марчук А. Г., д.ф.-м.н., в.н.с. для участия в Международном симпозиуме по обратным задачам, г. Анталия (Турция), с 19.05.12 г. по 28.05.12 г.

42. Бурмистров А. В., н.с., для участия в Международной конференции по прикладной вычислительной математике ("ICASM-2012"), Институт прикладной математики при ближневосточном техническом университете, г. Анкара (Турция), с 01.10.12 г. по 08.10.12 г.

Израиль

43. Киреев С. Е., н.с., для стажировки по программе "Развитие инновационной деятельности в образовательной системе Израиля" в рамках повышения квалификации по программе развития НГУ, университет Технион, г. Хайфа (Израиль), с 18.05.12 г. по 26.05.12 г.

США

44. Платов Г. А., к.ф.-м.н., с.н.с., для участия в заседании рабочей группы по проекту АОМР "Сравнение арктических океанических моделей", Институт океанографии, г. Вудс Холл (США) с 20.10.12 г. по 28.10.12 г.

45. Голубева Е. Н., с.н.с., д.ф.-м.н., для участия в заседании рабочей группы по проекту АОМР ("Сравнение арктических океанических моделей"), Институт океанографии, Вудс Холл (США) с 20.10.12 г. по 28.10.12 г.

46. Решетова Г. В., д.ф.-м.н., в.н.с., для участия в Международной конференции Европейского Союза геофизиков-поисковиков и рабочей встрече "WESTERN GEGO", г. Хьюстон (США), с 02.11.12 г. по 27.11.12 г.

47. Кучин Н. В., гл. специалист, для участия в Международной конференции по суперкомпьютерам (Supercomputing conference ("SC'12")) г. Солт-Лейк Сити (США), с 08.11.12 г. по 16.11.12 г.

Австралия

48. Гусяков В. К., д.ф.-м.н., зав.лаб., для участия в 34-м Международном геологическом конгрессе и полевых экскурсиях, г. Брисбей, г. Дарвин (Австралия) с 22.06.12 г. по 30.08.12 г.

Япония

49. Гусяков В. К., д.ф.-м.н., в.н.с., зав. лабораторией для участия в Международном симпозиуме ЮНЕСКО по землетрясению и цунами, произошедшего 11 марта 2011 г. и полевой экскурсии на побережье Санрику, г. Токио, г. Сендай (Япония), с 14.02.12 г. по 26.02.12 г.

50. Марчук А. Г., д.ф.-м.н., в.н.с., для участия в Международной конференции "Human-Centered Environments ("HCSE-2012") ("Взаимодействие человека и компьютера" в рамках 14-й Международной конференции "Люди и компьютеры"), г. Айзу-Вакамадзу (Япония) с 06.03.12 г. по 19.03.12 г.

51. Марчук А. Г., д.ф.-м.н., в.н.с., для научной работы по совместным исследованиям по проблеме цунами, университет г. Айзу, г. Айзу-Вакамадзу (Япония), с 28.09.12 г. по 27.11.12 г.

52. Кузин В. И., д.ф.-м.н., зав. лабораторией, для участия в Международной конференции Pacific international scientific organization ("PICES") (Тихоокеанская международная научная организация), г. Хиросима (Япония) с 13.10.12 г. по 22.10.12 г.

53. Каргин Б. А., д.ф.-м.н., зав. лабораторией для участия в Арабско-Тихоокеанском симпозиуме по дистанционному зондированию, национальный университет г. Киото (Япония), с 27.10.12 г. по 06.11.12 г.

Китай

54. Ильин В. П., д.ф.-м.н., г.н.с., для чтения лекций на Зимней школе для выпускников, аспирантов и молодых ученых в Пекинском университете аэронавтики и астронавтики, г. Пекин (Китай), с 04.01.12 г. по 12.01.12 г.

55. Мацокин А. М., д.ф.м.н., зав. лабораторией, для обсуждения программы курсов лекций и семинаров по вычислительной математике Китайско-российского института, Хейлунцзянский университет, г. Харбин (Китай), с 22.06.12 г. по 30.06.12 г.

56. Кузин В. И. д.ф.-м.н. зав. лабораторией, для участия в 1-м Всемирном конгрессе по океанографии, г. Далянь (Китай), с 17.09.12 г. по 25.09.12 г.

57. Лаевский Ю. М., д.ф.-м.н., зав. лабораторией, для участия в Международной конференции по аэродинамике в Университете космонавтики и аэронавтики, г. Пекин (Китай), с 12.10.12 г. по 22.10.12 г.

58. Воскобойникова Г. М., м.н.с., для участия в ежегодной Международной школе-семинаре "Инновации в прикладных вычислительных науках и Алгоритмы", г. Пекин (Китай), с 19.12.12 г. по 26.12.12 г.

Монголия

59. Ковалевский В. В., д.т.н., зам. директора, для научной работы по интеграционному проекту 54 СО РАН и гранту РФФИ, Улан-Батор (Монголия), с 29.05.12 г. по 10.06.12 г.

60. Брагинская Л. П., вед. инженер, для научной работы по интеграционному проекту 54 СО РАН и гранту РФФИ, Улан-Батор (Монголия), с 28.05.12 г. по 10.06.12 г.

61. Авроров С. А., м.н.с., для научной работы по интеграционному проекту 54 СО РАН и гранту РФФИ, Улан-Батор (Монголия), с 28.05.12 г. по 12.06.12 г.

62. Макаров В. А., вед. инженер, для научной работы по интеграционному проекту 54 СО РАН и гранту РФФИ, Улан-Батор (Монголия), с 28.05.12 г. по 12.06.12 г.

63. Брагинская Л. П., ведущий программист, для выполнения работ по проекту РФФИ и Интеграционному проекту СО РАН по теме: "Мониторинг вибросейсмических колебаний", г. Улан-Батор (Монголия), с 18.09.12 г. по 29.09.12 г.

64. Макаров В. А., ведущий электроник, для выполнения работ по проекту РФФИ и Интеграционному проекту СО РАН по теме "Мониторинг вибросейсмических колебаний", г. Улан-Батор (Монголия), с 18.09.12 г. по 29.09.12 г.

65. Авроров С. А., м.н.с., для выполнения работ по проекту РФФИ и Интеграционному проекту СО РАН по теме "Мониторинг вибросейсмических колебаний", г. Улан-Батор (Монголия), с 18.09.12 г. по 29.09.12 г.

Малайзия

66. Родионов А. С., д.т.н., зав. лабораторией, для участия в Международной конференции по менеджменту по повсеместной информации и коммуникациям, г. Куала-Лумпур (Малайзия) с 18.02.12 г. по 22.02.12 г.

67. Мигов Д. А., к.ф.-м.н., н.с., для участия в Международной конференции по менеджменту по повсеместной информации и коммуникациям, г. Куала Лумпур (Малайзия), с 18.02.12 г. по 25.02.12 г..

68. Родионов А. С., д.т.н., зав. лабораторией, для участия в рабочей встрече в рамках соглашения о сотрудничестве между ИВМиМГ СО РАН и университетом Сунн-Кьун-Кван, г. Сувон (Республика Корея) и обсуждения вопросов создания совместного журнала по коммуникациям, о. Пангкор (Малайзия), с 23.02.12 г. по 01.03.12 г.

Республика Корея

69. Шахов В. В., к.ф.-м.н., н.с., для совместных исследований в области моделирования беспроводных мультимедийных сетей связи, г. Сувон (Республика Корея), с 21.02.12 г. по 25.02.12 г.

70. Шахов В. В., к.ф.-м.н., н.с., для подготовки совместных сетей в области информационных систем, участие в семинаре по проблематике беспроводных сетей в университете Сунн-Кьун-Кван, г. Сувон (Республика Корея), с 23.05.12 г. по 22.06.12 г.

71. Шахов В. В., к.ф.-м.н., н.с., для совместных исследований в области моделирования беспроводных мультимедийных сетей связи, г. Сувон (Республика Корея), с 14.11.12 г. по 30.12.12 г.

Украина

72. Остапкевич М. Б., м.н.с., для участия в Международной конференции "Моделирование-2012" в Институте им. Пухова, г. Киев (Украина), с 11.05.12 г. по 20.05.12 г.

73. Брагинская Л. П., вед. программист, для участия в 11-й Международной конференции "Геоинформатика: теоретические и практические аспекты", г. Киев (Украина), с 14.05.12 г. по 21.05.12 г.

74. Пяткин В. П., д.т.н., зав. лабораторией, для участия в Международной конференции "Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе" "IT+SE'2012", г. Ялта, г. Гурзуф (Украина), с 29.05.12 г. по 07.06.12 г.

75. Свешников В. М., д.ф.-м.н., зав. лабораторией, для участия в Международной конференции по математическому моделированию, г. Херсон (Украина), с 16.09.12 г. по 27.09.12 г.

Казахстан

76. Скопин И.Н., н.с., к.ф.-м.н., для чтения лекций по управлению наукоемкими проектами в Казахско-британском техническом университете, г. Алма-Аты (Казахстан), с 11.02.12 г. по 26.02.12 г.

77. Попков В. К., д.ф.-м.н., г.н.с., для чтения лекций и выполнения научных работ в университете им. С. Демиреля, г. Алма-Аты (Казахстан), с 26.03.12 г. по 20.04.12 г.

78. Попков В. К., д.ф.-м.н., г.н.с., для подготовки проведения Международной азиатской школы-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Астана, г. Щукинск (Казахстан), с 13.04.12 г. по 15.04.12 г.

79. Кабанихин С. И., чл.-корр. РАН, зав лабораторией, для научной работы и обсуждения планов совместных проектов по теме "Совмещенные постановки прямых и обратных задач рационального природопользования" и участия в конференции по обратным задачам математической физики в Казахском национальном техническом университете (Каз.НТУ), г. Алма-Аты (Казахстан), с 03.05.12 г. по 17.05.12 г.

80. Кабанихин С. И., чл.-корр. РАН, зав лабораторией, для научной работы и обсуждения планов совместных проектов по теме: "Совмещенные постановки прямых и обратных задач рационального природопользования", Казахский национальный технический университет (Каз.НТУ), г. Алма-Аты (Казахстан) с 29.05.12 г. по 12.06.12 г.

81. Малышкин В. Э., д.т.н., зав. лабораторией, для участия в 5-м Всемирном конгрессе инжиниринга и технологий и чтения лекций в Казахском Национальном университете, г. Алма-Аты (Казахстан), с 29.05.12 г. по 03.06.12 г.

82. Попков В. К. д.ф.-м.н., г.н.с., для участия в 8-й Международной Азиатской школе-семинаре "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Щукинск (Казахстан), с 01.07.12 г. по 13.07.12 г.

83. Свешников В. М., д.ф.-м.н., зав. лабораторией, для участия в 8-й Международной Азиатской школе-семинаре "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Щукинск (Казахстан), с 30.06.12 г. по 13.07.12 г.

84. Родионов А.С., д.т.н., зав. лабораторией, для участия в 8-й Международной Азиатской школе-семинаре "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Щукинск (Казахстан), с 02.07.12 г. по 13.07.12 г.

85. Ляхов О.А., к.э.н., н.с., для участия в 8-й Международной Азиатской школе-семинаре "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Щукинск (Казахстан), с 01.07.12 г. по 13.07.12 г.

86. Заварзина О. Г., инженер, для участия в 8-й Международной Азиатской школе-семинаре "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Щукинск (Казахстан), с 30.06.12 г. по 13.07.12 г.

87. Токтошов Г. Ы., м.н.с., для участия в 8-й Международной Азиатской школе-семинаре "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Щукинск (Казахстан), с 01.07.12 г. по 13.07.12 г.

88. Хайретдинов М. С., д.т.н., г.н.с., для участия в 8-й Международной Азиатской школе-семинаре "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Щукинск (Казахстан), с 06.07.12 г. по 13.07.12 г.

89. Кабанихин С. И., чл.-корр. РАН, зав лабораторией, для научной работы и обсуждения планов совместных проектов по теме: "Совмещенные постановки прямых и обратных задач рационального природопользования", Казахский национальный технический университет (Каз.НТУ), г. Алма-Аты (Казахстан), с 20.09.12 г. по 27.09.12 г.

90. Пененко В. В., д.ф.-м.н., зав. лабораторией, для участия в совещании "Разработка матобеспечения систем природоохранного прогнозирования", Восточно-Казахстанский государственный технический университет, г. Усть-Каменогорск (Казахстан), с 12.10.12 по 26.10.12 г.

91. Пененко А. В., м.н.с., для участия в совещании "Разработка матобеспечения систем природоохранного прогнозирования", Восточно-Казахстанский государственный технический университет, г. Усть-Каменогорск (Казахстан), с 12.10.12 по 26.10.12 г.

92. Попков В. К., д.ф.-м.н., г.н.с., для согласования вопросов организации 9-й Международной Азиатской школы-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем", Государственный педагогический университет Республики Казахстан, г. Алма-Аты (Казахстан), с 16.10.12 г. по 08.11.12 г.

93. Соболева О. Н., д.ф.-м.н., с.н.с., для участия в Международной конференции "Казгео-2012", г. Алма-Аты (Казахстан), с 26.10.12 г. по 02.11.12 г.

94. Малышкин В. Э., д.т.н., зав. лабораторией, для проведения совместных исследований суперкомпьютерных технологий, Казахский национальный университет, г. Алма-Аты (Республика Казахстан), с 25.11.2012 г. по 02.12.2012 г.

95. Кабанихин С. И., чл.-корр. РАН, зав лаб., для научной работы и обсуждения планов совместных работ по теме: "Совмещенные постановки прямых и обратных задач рационального природопользования", Казахский национальный технический университет (Каз.НТУ), г. Алма-Аты (Казахстан), с 13.12.12 г. по 27.12.12 г.

96. Воронов Д. А., инженер, для участия в Международной конференции по прямым и обратным задачам, КазНТУ, г. Алматы (Республика Казахстан), с 22.12.12 г. по 31.12.12 г.

Узбекистан

97. Имомназаров Х. Х., д.ф.-м.н., в.н.с., для проведения совместных научных работ по вихревым течениям двухскоростной гидродинамики, Ташкентский государственный университет, г. Ташкент (Узбекистан), с 26.03.12 г. по 09.04.12 г.

98. Имомназаров Ш. Х., инженер, для участия в конференции молодых ученых механико-математического факультета Национального университета Узбекистана, г. Ташкент (Узбекистан), с 05.11.12 г. по 12.11.12 г.

Важнейшие результаты научных исследований в 2012 г.

Приоритетное направление 1.3. "Вычислительная математика, параллельные и распределенные вычисления".

Программа 1.3.1. "Методы вычислительной математики в прикладных задачах естествознания".

1. Общая теория экономичных, полностью консервативных разностных схем для задач динамики упругой и вязкоупругой сред.

Акад., д.ф.-м.н. Коновалов А. Н.

Построена и обоснована общая теория экономичных, полностью консервативных разностных схем для задач динамики упругой и вязкоупругой сред.

Публикации:

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

2. Коновалов А. Н. Экономичные дискретные реализации для динамической задачи линейной теории упругости // Дифференциальные уравнения. 2011. Т. 47, № 8. С. 1140–1147.

3. Коновалов А. Н. Дискретные модели в динамической задаче линейной теории упругости и законы сохранения // Дифференциальные уравнения. 2012. Т. 48, № 7. С. 990–996.

2. Вероятностная модель многочастичной эволюции, построенная на основе теории точечных пуассоновских потоков, для приближенного решения нелинейных кинетических уравнений.

Акад., советник РАН Михайлов Г. А., д.ф.-м.н., зав. лаб. Рогазинский С. В., аспирант ИВМиМГ СО РАН Блощицына О. В.

Разработана вероятностная модель многочастичной эволюции для приближенного решения нелинейных кинетических уравнений Больцмана и Смолуховского на основе теории точечных пуассоновских потоков. Дано вероятностное обоснование и построены модификации практически эффективного "метода мажорантной частоты" для моделирования "свободного пробега" многочастичной системы. Осуществлена оптимизация алгоритма глобальной кусочно-постоянной оценки решения.

Публикации:

1. Михайлов Г. А., Рогазинский С. В. Модифицированный метод мажорантной частоты для численного моделирования обобщенного экспоненциального распределения // Докл. АН. 2012. Т. 444, № 1. С. 28–30.

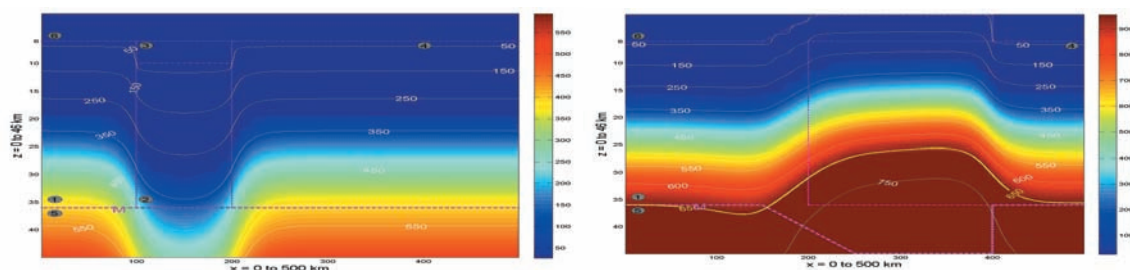
2. Mikhailov G. A., Rogazinskii S. V. Probabilistic model of many-particle evolution and estimation of solutions to a nonlinear kinetic equation // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling. 2012. V. 27, N. 3. P. 229–242.

3. Блощицына О. В., Рогазинский С. В. Весовая модификация метода мажорантной частоты для решения нелинейных кинетических уравнений // Журн. вычисл. матем. и матем. физики. 2012. Т. 52, № 9. С. 1724–1734.

3. Схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов и их применение при моделировании геотермальных процессов в литосфере Земли.

Д.ф.-м.н., зав. лабораторией Лаевский Ю. М., инженер Воронин К. В.

Разработана методика конструирования схем расщепления для потоковых уравнений, основанная на использовании безусловно устойчивых схем расщепления для сеточной дивергенции потока. В этом смысле можно говорить о дивергентно-устойчивых схемах, т. е. схемах, устойчивых в подпространстве, ортогональном соленидальным в сеточном смысле функциям. Сеточные потоковые уравнения являются результатом пространственной аппроксимации смешанным методом конечных элементов, что обеспечивает точное выполнение законов сохранения. Разработанные методы были применены при построении численной модели термохронологии некоторых геодинамических процессов в литосфере Земли.



Публикации:

1. Воронин К. В., Лаевский Ю. М. О схемах расщепления в смешанном методе конечных элементов // Сиб. журн. вычисл. матем. 2012. Т. 15, № 2. С. 183–189.
2. Лаевский Ю. М., Воронин К. В. Схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов решения задач теплопереноса // Матем. моделирование. 2012. Т. 24. № 8. С. 109–120.
3. Воронин К. В. Схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов // Материалы 50-й юбилейной Международной научной студенческой конференции "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирск, 2012 г. Новосибирск: НГУ, 2012. С. 203.
4. Верниковский В. А., Верниковская А. Е., Полянский О. П., Лаевский Ю. М., Матушкин Н. Ю., Воронин К. В. Тектонотермальная модель формирования орогена на постколлизийной стадии // Геол. и геофиз. 2011. Т. 52, № 1. С. 32–50.

Программа 1.3.2. "Параллельные и распределенные вычисления в задачах математического моделирования".

1. Система мультиагентного моделирования параллельных высокопроизводительных вычислений на суперЭВМ экзафлопсной производительности.

Д.т.н., зав. лабораторией Глинский Б. М., д.т.н., зав. лабораторией Родионов А. С., к.ф.-м.н. Марченко М. А., к.т.н. Подкорытов Д. И.

Разработана система мультиагентного моделирования для оценки поведения алгоритмов при их масштабировании на большое количество ядер [1, 2]. Система имитационного моделирования позволяет выявить узкие места в алгоритмах, понять, как их нужно модифицировать, какие параметры алгоритмов необходимо настраивать при масштабировании. Система базируется на пакете AGNES, разработанном в ИВ-МиМГ и установленном в ЦКП ССКЦ СО РАН [3]. Исследовано поведение двух типов алгоритмов: распределенного статистического моделирования и численного мо-

делирования 3D сейсмических полей. Для распределенного статистического моделирования исходные данные получены с использованием библиотеки PARMONC, предназначенной для использования на современных суперкомпьютерах тера- и петафлопсного уровня, также установленной в ЦКП ССКЦ СО РАН [4].

Публикации:

1. Глинский Б. М., Родионов А. С., Марченко М. А., Подкорытов Д. И., Винс Д. В. Агентно-ориентированный подход к имитационному моделированию суперЭВМ эксафлопсной производительности в приложении к распределенному статистическому моделированию // Вестн. ЮУрГУ. 2012. № 18 (277), вып. 12. С. 94–99.
2. Глинский Б. М., Родионов А. С., Марченко М. А., Караваев Д. А., Подкорытов Д. И., Винс Д. В. Использование имитационного моделирования для настройки параметров масштабируемых алгоритмов при высокопроизводительных вычислениях // Вестн. УГАТУ. 2012 (в печати).
3. Подкорытов Д. И. Агентно-ориентированная среда моделирования сетевых систем AGNES // Ползуновский вестн. 2012. № 2/1. С. 94–99.
4. Страница на сайте ЦКП ССКЦ СО РАН с описанием AGNES: <http://www2.sccc.ru/PPP/Mat-Libr/agnes.htm>.
5. Страница на сайте ЦКП ССКЦ СО РАН с описанием PARMONC: <http://www2.sccc.ru/SORAN-INTEL/paper/2011/parmonc.htm>.

Приоритетное направление I.4. "Математическое моделирование в науке и технике".

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

1. Численный алгоритм решения динамической задачи моделирования распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн для совмещенной модели "Земля–Атмосфера".

Акад. РАН директор, зав. лабораторией Михайленко Б. Г., к.ф.-м.н., н.с., Михайлов А. А.

Разработан новый численно-аналитический алгоритм решения задач геофизики и электродинамики, основанный на комплексировании интегрального преобразования Лагерра по временной координате с высокоточными разностными схемами по пространственным координатам. Метод предназначен для решения задач теории упругости и электродинамики в неоднородных, вязкоупругих, анизотропных средах. В частности, разработанный метод применен для решения задачи распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн в совмещенной неоднородной модели "Земля-Атмосфера" с учетом ветра.

Публикации:

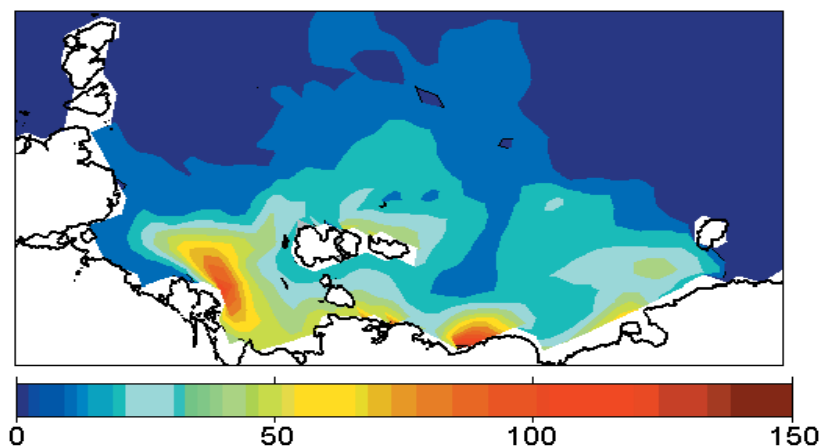
1. Демидов Г. В., Мартынов В. Н., Михайленко Б. Г. Метод решения эволюционных задач, использующий пошаговое преобразование Лаггера // Сиб. журн. вычисл. матем. 2012. Т. 15, № 2. С.191–196.
2. Михайленко Б. Г., Михайлов А. А. Численное решение 2.5-D динамической задачи сейсмике с использованием алгоритмов распараллеливания // Труды Междунар. науч. конф. "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ'2012), Новосибирск, 26–30 марта 2012 г. Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2012. С. 612–620.

2. Оценка влияния климатических изменений на вариации эмиссии метана на шельфе морей восточного сектора Арктики

К.ф.-м.н., н.с. Малахова В. В., д.ф.-м.н., с.н.с. Голубева Е. Н.

На основе численных экспериментов по региональной модели Северный Ледовитый океан – Северная Атлантика с использованием данных реанализа NCEP/NCAR получено распределение растворенного метана в морях Восточно-Сибирского шельфа с учетом параметризации процессов окисления в модельном блоке переноса трасера. Изучены различные параметризации окисления метана в морской воде и их роль в уменьшении концентраций растворенного газа и эмиссии метана в атмосферу.

В предположении увеличения газовой проницаемости мерзлых донных осадков, как следствия климатических изменений, реализованы численные эксперименты по поступлению растворенного метана в воды Восточно-Сибирского шельфа из донных резервуаров, как результат возможного таяния газгидратов и путем речного стока в период с 2002 по 2010 г. Расчет интегральных потоков метана в атмосферу в изучаемом районе показал, что максимальная эмиссия характерна для 2005 и 2007 гг. Это могло являться следствием формирования в арктических морях в эти годы уникального теплового состояния поверхностного слоя, способствующего усиленному таянию льда.



Публикации:

1. Малахова В. В., Голубева Е. Н. Роль сибирских рек в увеличении концентрации растворенного метана в водах Восточно-Сибирского шельфа // Оптика атмосферы и океана. 2012. Т. 25, № 6. С. 534–538.
2. Кузин В. И., Платов Г. А., Голубева Е. Н., Малахова В. В. О некоторых результатах численного моделирования процессов в Северном Ледовитом океане // Известия РАН. ФАО. 2012. Т. 48, № 1. С. 117–136.
3. Малахова В. В., Голубева Е. Н. Моделирование потока метана в атмосферу из вод Восточно-Сибирского шельфа // Материалы 8-го Междунар. науч. конгр. "Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012", Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г. Новосибирск: СГГА, 2012. С. 160–166.
4. Малахова В. В., Голубева Е. Н. Влияние изменений климата на увеличение эмиссии метана на шельфе Восточно-Сибирского сектора Арктики // Тез. докл. Междунар. науч. конф. по региональным проблемам гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, Казань, 2–5 октября 2012 г. С. 161–162.

3. Экономичные численные методы для прямых и обратных задач атмосферной химии

Д.ф.-м.н., зав. лабораторией Пененко В. В., к.ф.-м.н., в.н.с. Цветова Е. А.

Разработан новый метод построения экономичных численных схем для решения основных задач, описывающих процессы химической трансформации примесей, а также сопряженных к ним, являющихся одним из элементов решения обратных задач. Для этих целей используется вариационный подход в сочетании с методами декомпозиции и расщепления. Такой подход позволяет рассматривать пространственно-временные задачи химии атмосферы в рамках схемы декомпозиции сумматорных аналогов вариационных функционалов отдельно на каждом временном шаге и в каждом трехмерном элементе области по пространственным переменным. Поскольку задачи химии атмосферы описываются системами "жестких" дифференциальных уравнений, для повышения эффективности численных схем используется прием разделения совокупности механизмов химических реакций на подмножества, относящиеся к операторам продукции и деструкции, определяющим скорость изменения каждой конкретной субстанции.

Публикация

1. Пененко В. В., Цветова Е. А. Вариационные методы построения монотонных аппроксимаций для задач химии атмосферы // Сиб. журн. вычисл. матем. (В печати).

4. Исследование волнового поля мощного вибросейсмического источника в южном Прибайкалье и северной Монголии".

Д.т.н., зав. лабораторией Ковалевский В. В., к.т.н., м.н.с. Авроров С. А., вед. программист Брагинская Л. П., вед. электроник Макаров В.А.

Впервые выполнены экспериментальные исследования вибросейсмического поля мощного виброисточника ЦВО-100, установленного на Южнобайкальском геодинамическом полигоне СО РАН с применением трехкомпонентной регистрации колебаний на 500-километровом профиле Байкал – Улан-Батор (Монголия). Работа выполнена совместно с ГИН СО РАН, БурФ ГС СО РАН и ИЦАиГ МАН. Получены новые данные о формировании и распространении сейсмических волн от управляемого вибрационного источника в зоне Байкальского рифта и континентальной коры Северной Монголии. Результаты имеют важное значение для задач исследования строения земной коры в регионе и верификации существующих скоростных моделей.

Результаты исследований докладывались на конференциях:

1. 1st Joint International workshop for the Earth's surface and sub-surface 4D monitoring ("KACST-JCCP"), Riyadh (Saudi Arabia), Jan. 8–11, 2012.
2. 8-я Международная выставка и научный конгресс "ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2012", Новосибирск, 10–20 апр. 2012 г.
3. 9th General assembly of the Asian Seismological Commission, Ulaanbaatar (Mongolia), Sept. 17–20, 2012.

Лаборатория методов Монте-Карло

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

Важнейшие достижения

Разработана вероятностная модель многочастичной эволюции для приближенного решения нелинейных кинетических уравнений Больцмана и Смолуховского на основе теории точечных пуассоновских потоков. Дано вероятностное обоснование и построены модификации эффективно применяемого на практике метода мажорантной частоты для моделирования "свободного пробега" ансамбля взаимодействующих частиц. Осуществлена оптимизация алгоритма глобальной кусочно-постоянной оценки решения.

Член-корр. РАН Михайлов Г. А., д.ф.-м.н. Рогазинский С. В., Блощицына О. В.

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2012 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР I.3.1.2. "Разработка алгоритмов метода Монте-Карло для решения задач математической физики, промышленной и финансовой математики на суперкомпьютерах".

Номер государственной регистрации НИР 01201002446.

Руководитель – член-корр. РАН Михайлов Г. А.

Блок А. "Разработка весовых параметрических и функциональных оценок метода Монте-Карло".

Исполнители: сотрудники лаб. методов Монте-Карло ИВМиМГ СО РАН, группа д.ф.-м.н. Войтишека А. В., к.ф.-м.н. Марченко М. А.

Этап 1.3. "Решение обратных задач теории переноса с учетом поляризации".

Исследовано влияние погрешностей начальных данных (ошибок измерений), на сходимость итерационных процессов для задачи восстановления элементов матрицы аэрозольного рассеяния атмосферы Земли по наземным наблюдениям поляризованного излучения. Проведены тестовые расчеты и сравнение с точными результатами, полученными решением прямой задачи методом статистического моделирования.

Результаты расчетов показали, что в среднем случайная погрешность в начальных данных до 1 % дает погрешность в результатах восстановления элементов матрицы до 3 %.

Разработана библиотека PARMONC (сокращение от "PARallel MONte Carlo"), предназначенная для распараллеливания широкого круга приложений метода Монте-Карло, обладающих большой вычислительной трудоемкостью. Цель разработки библиотеки – создание удобного программного инструмента реализации распределенных вычислений, не требующего от пользователя знания языка MPI. Ядром библиотеки является тщательно протестированный, быстрый и надежный длиннопериодный генератор псевдослучайных чисел. С использованием библиотеки распараллеливание сложных программ статистического моделирования проводится достаточно просто. В результате вычислительная нагрузка автоматически распределяется по процессорам кластера.

Исследованы различные модели экспоненциально коррелированных случайных полей, связанных с пуассоновскими точечными ансамблями, а также алгоритмы моделирования переноса излучения в стохастических средах такого типа. Получены оценки параметра асимптотической экспоненциальной функции пропускания, соответствующей усреднению переноса по реализациям среды, т. е. коэффициента поглощения для усредненного уравнения переноса излучения. Таким образом построены асимптотические оценки средней вероятности прохождения частицы (кванта излучения) с учетом пуассоновости потока пересечений траектории с границами областей постоянства случайной плотности и с помощью центральной предельной теоремы для соответствующей "оптической" длины. На этой основе уточнено увеличение вероятности прохождения излучения вследствие стохастичности среды. Полученные результаты апробированы путем сравнения с достаточно точными численно-статистическими оценками.

Реализованы алгоритмы метода подобных траекторий путем численно-статистического моделирования траекторий частиц соответственно вспомогательной радиационной модели и построены весовые оценки функционалов одновременно для различных значений "физических" параметров. Проведено теоретическое исследование и численное решение задачи выбора вспомогательной модели с целью минимизации параметрического максимума среднеквадратической погрешности весовых оценок. Уточнены ранее известные, получены новые утверждения о минимаксных алгоритмах метода подобных траекторий.

Дана эффективная для практических приложений оценка смещения приближенной путем "выреза" вспомогательного малого шара, двойной локальной оценки метода Монте-Карло для вычисления потока частиц. Построена новая несмещенная комбинированная локальная оценка с конечной дисперсией, изучена ее зависимость от радиуса вспомогательного шара.

Предложен алгоритм моделирования обобщенного экспоненциального распределения, сравнительно эффективный в случае, когда интенсивность соответствующего пуассоновского точечного потока равна сумме трудно вычисляемых "разномасштабных" элементов. Алгоритм строится на основе поэлементного мажорирования этой интенсивности путем рандомизированного "прореживания" мажорантного потока.

Построен новый специальный двухпараметрический весовой метод Монте-Карло, который, с одной стороны, обладает повышенным быстродействием, подобно известному методу мажорантной частоты, с другой, применим для случая неограниченной частоты парного столкновения. Доказана ограниченность дисперсий оценок по столкновениям и по поглощениям при использовании данного метода.

Продолжены исследования возможностей применения рандомизированных алгоритмов самообучения при построении функциональных оценок метода Монте-Карло. На основе разработанного рекуррентного подхода изучены свойства алгоритма самообучения (в частности, граничный эффект). Проведено численное исследование явления упорядочения узлов в алгоритмах самообучения. Изучена целесообразность использования рандомизированных алгоритмов самообучения при реализации экономических алгоритмов построения спектральных портретов матриц и при решении задач геостатистики.

Предложен новый решающий алгоритм конкуренции, предназначенный для задач, которые решаются с помощью искусственных нейронных сетей (ИНС). Однако принципы работы нового алгоритма существенно отличаются от принципов работы ИНС отсутствием понятий искусственного нейрона и нейронной сети. Обучающие

сигналы реализуются методом Монте-Карло. Новые принципы работы алгоритма позволили применить к его исследованию математические методы и доказать соответствующую теорему обучения. Рассмотрен численный пример использования нового алгоритма.

Предложен метод регуляризации, позволяющий получить неотрицательное псевдорешение системы линейных алгебраических уравнений. Доказана теорема существования наилучшего допустимого решения. Рассмотрена геометрическая интерпретация псевдорешения, его свойства, а также некоторые естественные обобщения предложенного метода.

Предложена модель автотранспортного потока с выделенным ускорением и изучена эволюция N-частичных систем, описываемых однородным уравнением типа Больцмана. Получено интегральное уравнение второго рода и построены весовые алгоритмы метода Монте-Карло для данной модели. Численные результаты показали эффективность предложенного подхода. Показана возможность изучения параметрических зависимостей оцениваемых функционалов.

Рассмотрено уравнение коагуляции с аддитивными коэффициентами коагуляции. Построены весовые алгоритмы и изучены их эффективности для оценки концентрации мономеров и димеров в ансамбле. Получено значительное преимущество в трудоемкости путем комбинации ценностного моделирования времени между столкновениями и ценностного моделирования номера взаимодействующей пары частиц.

Рассмотрено монодисперсное уравнение Смолуховского с линейными коэффициентами коагуляции. Разработаны ценностные алгоритмы, изучена их эффективность для оценки концентрации мономеров, а также мономеров и димеров в ансамбле частиц. Значительное преимущество в трудоемкости по сравнению с прямым моделированием получено путем комбинации ценностного моделирования времени между столкновениями и ценностного моделирования номера пары взаимодействующих частиц.

Построена модификация критерия проверки конечности дисперсии весовой оценки, в которой допускается построение подходящего мажорантного сопряженного уравнения с мажорантным ядром.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ 12-01-00034-а "Разработка "многочастичных", векторных и рандомизированных весовых алгоритмов суперкомпьютерного моделирования течений химически реагирующих газов и переноса поляризованного излучения в дисперсных средах".

Руководитель проекта – член-корр. РАН Михайлов Г. А.

Рассмотрено уравнение коагуляции с аддитивными коэффициентами коагуляции. Построены весовые алгоритмы, изучены их эффективности для оценки концентрации мономеров и димеров в ансамбле. Значительное сокращение трудоемкости получено путем комбинации ценностного моделирования времени между столкновениями и ценностного моделирования номера взаимодействующей пары частиц.

Рассмотрено монодисперсное уравнение Смолуховского с линейными коэффициентами коагуляции. Разработаны ценностные алгоритмы, изучена их эффективность для оценки концентрации мономеров, а также мономеров и димеров в ансамбле частиц. Значительное сокращение трудоемкости по сравнению с прямым моделированием получено путем комбинации ценностного моделирования времени между

столкновениями и ценностного моделирования номера пары взаимодействующих частиц.

Предложена модель автотранспортного потока с выделенным ускорением, изучена эволюция N-частичных систем, описываемых однородным уравнением типа Больцмана. Для данной модели получено интегральное уравнение второго рода и построены весовые алгоритмы метода Монте-Карло. Численные результаты показали эффективность предложенного подхода. Показана возможность изучения параметрических зависимостей оцениваемых функционалов.

Предложен алгоритм моделирования обобщенного экспоненциального распределения, сравнительно эффективный в случае, когда интенсивность соответствующего пуассоновского точечного потока равна сумме трудно вычисляемых разномасштабных элементов. Алгоритм строится на основе поэлементного мажорирования этой интенсивности путем рандомизированного "прореживания" мажорантного потока.

Построен новый специальный двухпараметрический весовой метод Монте-Карло для решения нелинейного кинетического уравнения Больцмана, который, с одной стороны, обладает повышенным быстродействием, как известный метод мажорантной частоты, с другой, применим для случая неограниченной частоты парного столкновения. Доказана ограниченность дисперсий оценок по столкновениям и по поглощениям при использовании данного метода.

Исследовано влияние погрешностей начальных данных (ошибок измерений) на сходимость итерационных процессов для задачи восстановления элементов матрицы аэрозольного рассеяния атмосферы Земли по наземным наблюдениям поляризованного излучения. Проведены тестовые расчеты и сравнение с точными результатами, полученными решением прямой задачи методом статистического моделирования. Результаты расчетов показали, что в среднем случайная погрешность в начальных данных до 1 % дает погрешность до 3 % в результатах восстановления элементов матрицы.

Исследованы различные модели экспоненциально коррелированных случайных полей, связанных с пуассоновскими точечными ансамблями, а также алгоритмы моделирования переноса излучения в стохастических средах такого типа. Получены оценки параметра асимптотической экспоненциальной функции пропускания, соответствующей усреднению переноса по реализациям среды, т. е. коэффициента поглощения для усредненного уравнения переноса излучения. Таким образом, построены асимптотические оценки средней вероятности прохождения частицы (кванта излучения) с учетом пуассоновости потока пересечений траектории с границами областей постоянства случайной плотности и с помощью центральной предельной теоремы для соответствующей оптической длины. На этой основе уточнено увеличение вероятности прохождения излучения вследствие стохастичности среды. Полученные результаты апробированы путем сравнения с достаточно точными численностатистическими оценками.

Сформулированы новые алгоритмы метода подобных траекторий для численностатистического моделирования траекторий частиц соответственно вспомогательной радиационной модели, построены соответствующие весовые параметрические оценки функционалов. Уточнены ранее известные, получены новые утверждения о минимаксных алгоритмах метода подобных траекторий.

Дана практически эффективная оценка смещения приближенной путем "выреза" вспомогательного малого шара, "двойной локальной оценки" метода Монте-Карло для вычисления потока частиц. Построена новая несмещенная комбинированная ло-

кальная оценка с конечной дисперсией, изучена ее зависимость от радиуса вспомогательного шара.

Построена модификация критерия проверки конечности дисперсии весовой оценки, в которой допускается построение подходящего мажорантного сопряженного уравнения с мажорантным ядром.

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

Проект Президиума РАН № 15.9 "Вычислительные, информационные, управляющие и интеллектуальные технологии и системы в задачах математического моделирования".

Подпроект "Методы и технологии распараллеливания алгоритмов и параллельная реализация численного моделирования на многопроцессорных системах".

Руководитель – д.т.н. Малышкин В. Э.

Продолжена разработка технологии распределенного статистического моделирования с использованием библиотеки PARMONC (PARallel MONte Carlo), предназначенной для эффективного распараллеливания различных приложений метода Монте-Карло, обладающих большой вычислительной трудоемкостью. При распараллеливании используется естественная крупноблочная фрагментированность алгоритмов метода Монте-Карло. Ядром библиотеки является тщательно протестированный, быстрый и надежный длиннопериодный параллельный генератор псевдослучайных чисел. Библиотека представляет собой простой в использовании программный инструмент для организации распределенных вычислений, не требующий от пользователя знания языка MPI; распараллеливание сложных последовательных программ статистического моделирования проводится достаточно просто. Рассмотрены проблемы масштабирования распределенного статистического моделирования на большое число ядер.

Исследованы различные модели экспоненциально коррелированных случайных полей, связанных с пуассоновскими точечными ансамблями, а также алгоритмы моделирования переноса излучения в стохастических средах такого типа. Получены оценки параметра асимптотической экспоненциальной функции пропускания, соответствующей усреднению переноса по реализациям среды, т. е. коэффициента поглощения для усредненного уравнения переноса излучения. Таким образом построены асимптотические оценки средней вероятности прохождения частицы (кванта излучения) с учетом пуассоновости потока пересечений траектории с границами областей постоянства случайной плотности и с помощью центральной предельной теоремы для соответствующей оптической длины. На этой основе уточнено увеличение вероятности прохождения излучения вследствие стохастичности среды. Полученные результаты апробированы путем сравнения с достаточно точными численностатистическими оценками.

Дана практически эффективная оценка смещения приближенной путем "выреза" вспомогательного малого шара, "двойной локальной оценки" метода Монте-Карло для вычисления потока частиц. Построена новая несмещенная комбинированная локальная оценка с конечной дисперсией, изучена ее зависимость от радиуса вспомогательного шара. Численные расчеты, проведенные на многопроцессорной системе Сибирского Суперкомпьютерного Центра (ССКЦ), подтвердили эффективность построенной оценки.

Проект ОМН РАН 3.3. "Современные вычислительные технологии решения больших задач естествознания, геофизики, физики атмосферы и океана и охраны окружающей среды".

Подпроект "Вероятностные модели и алгоритмы численного статистического моделирования в задачах естествознания".

Руководитель – член-корр. РАН Михайлов Г. А.

Исследовано влияние погрешностей начальных данных (ошибок измерений) на сходимость итерационных процессов для задачи восстановления элементов матрицы аэрозольного рассеяния атмосферы Земли по наземным наблюдениям поляризованного излучения. Проведены тестовые расчеты и сравнение с точными результатами, полученными решением прямой задачи методом статистического моделирования.

Результаты расчетов показали, что в среднем случайная погрешность в начальных данных до 1 % дает погрешность до 3 % в результатах восстановления элементов матрицы.

Реализованы алгоритмы метода подобных траекторий путем численно-статистического моделирования траекторий частиц соответственно вспомогательной радиационной модели, построены весовые оценки функционалов одновременно для различных значений физических параметров. Проведено теоретическое исследование и численное решение задачи выбора вспомогательной модели с целью минимизации параметрического максимума среднеквадратической погрешности весовых оценок. Уточнены ранее известные, получены новые утверждения о минимаксных алгоритмах метода подобных траекторий.

Рассмотрено монодисперсное уравнение Смолуховского с линейными коэффициентами коагуляции. Разработаны ценностные алгоритмы, изучена их эффективность для оценки концентрации мономеров, а также мономеров и димеров в ансамбле частиц. Значительное сокращение трудоемкости по сравнению с прямым моделированием получено путем комбинации ценностного моделирования времени между столкновениями и ценностного моделирования номера пары взаимодействующих частиц.

МИП СО РАН № 47. "Суперкомпьютерная реализация стохастической эволюции ансамблей взаимодействующих частиц различной природы для решения естественно-научных и нанотехнологических задач".

Координаторы: член-корр. РАН Михайлов Г. А., д.ф.-м.н. Иванов М. С.

Построен новый специальный двухпараметрический весовой метод Монте-Карло, который, с одной стороны, обладает повышенным быстродействием, как известный метод мажорантной частоты для ансамблей взаимодействующих частиц, с другой, применим для случая неограниченной частоты парного столкновения. Доказана ограниченность дисперсий оценок по столкновениям и по поглощениям при использовании данного метода.

Предложен алгоритм моделирования обобщенного экспоненциального распределения для ансамблей взаимодействующих частиц, сравнительно эффективный в случае, когда интенсивность соответствующего пуассоновского точечного потока равна сумме трудно вычисляемых разномасштабных элементов. Алгоритм строится на основе поэлементного мажорирования этой интенсивности путем рандомизированного "прореживания" мажорантного потока.

Исследованы различные модели экспоненциально коррелированных случайных полей, связанных с пуассоновскими точечными ансамблями, а также алгоритмы мо-

делирования переноса излучения в стохастических средах такого типа. Получены оценки параметра асимптотической экспоненциальной функции пропускания, соответствующей усреднению переноса по реализациям среды, т. е. коэффициента поглощения для усредненного уравнения переноса излучения. Таким образом, построены асимптотические оценки средней вероятности прохождения частицы (кванта излучения) с учетом пуассоновости потока пересечений траектории с границами областей постоянства случайной плотности и с помощью центральной предельной теоремы для соответствующей оптической длины. На этой основе уточнено увеличение вероятности прохождения излучения вследствие стохастичности среды. Полученные результаты апробированы путем сравнения с достаточно точными численно-статистическими оценками.

Исследовано влияние погрешностей начальных данных (ошибок измерений), на сходимость итерационных процессов для задачи восстановления элементов матрицы аэрозольного рассеяния атмосферы Земли по наземным наблюдениям поляризованного излучения. Проведены тестовые расчеты и сравнение с точными результатами, полученными решением прямой задачи методом статистического моделирования. Результаты расчетов показали, что в среднем случайная погрешность в начальных данных до 1 % дает погрешность в результатах восстановления элементов матрицы до 3 %.

Реализованы алгоритмы "метода подобных траекторий" путем численно-статистического моделирования траекторий частиц соответственно вспомогательной радиационной модели, построены весовые оценки функционалов одновременно для различных значений физических параметров. Проведено теоретическое исследование и численное решение задачи выбора вспомогательной модели с целью минимизации параметрического максимума среднеквадратической погрешности весовых оценок. Уточнены ранее известные, получены новые утверждения о минимаксных алгоритмах метода подобных траекторий.

Дана эффективная для практических приложений оценка смещения приближенной путем "выреза" вспомогательного малого шара, двойной локальной оценки метода Монте-Карло для вычисления потока частиц. Построена новая несмещенная "комбинированная локальная оценка" с конечной дисперсией, изучена ее зависимость от радиуса вспомогательного шара.

Предложен новый решающий алгоритм конкуренции, предназначенный для тех же задач, которые решаются с помощью искусственных нейронных сетей (ИНС). Однако принципы работы предложенного алгоритма существенно отличаются от принципов работы ИНС отсутствием понятия искусственного нейрона и нейронной сети. Обучающие сигналы реализуются методом Монте-Карло. Новые принципы работы алгоритма позволили применить к его исследованию математические методы и доказать соответствующую теорему обучения. Рассмотрен численный пример использования нового алгоритма.

Предложена модель автотранспортного потока с выделенным ускорением, изучена эволюция N -частичных систем, описываемых однородным уравнением типа Больцмана. Для данной модели получено интегральное уравнение второго рода, построены весовые алгоритмы метода Монте-Карло. Численные результаты показали эффективность предложенного подхода. Показана возможность изучения параметрических зависимостей оцениваемых функционалов.

Созданы алгоритм и программа численного анализа трехмерных течений химически реагирующих газов по методу прямого статистического моделирования. В программе использована эффективная методика аппроксимации сложных трех-

мерных границ расчетной области. Программа адаптирована к выполнению на высокопроизводительных суперЭВМ.

Рассмотрено уравнение коагуляции с аддитивными коэффициентами коагуляции. Построены весовые алгоритмы, изучены их эффективности для оценки концентрации мономеров и димеров в ансамбле. Значительное сокращение трудоемкости получено путем комбинации ценностного моделирования времени между столкновениями и ценностного моделирования номера взаимодействующей пары частиц. Для монодисперсного уравнения Смолуховского с линейными коэффициентами коагуляции разработаны ценностные алгоритмы, изучена их эффективность для оценки концентрации мономеров, а также мономеров и димеров в ансамбле частиц.

Построена модификация критерия проверки конечности дисперсии весовой оценки, в которой допускается построение подходящего мажорантного сопряженного уравнения с мажорантным ядром.

МИП СО РАН № 126. "Импульсные разряды в газах высокого давления и моделирование газоразрядных, плазмохимических и газодинамических процессов методом Монте-Карло".

Координатор в институте – д.ф.-м.н. Рогазинский С. В.

Созданы алгоритм и программа численного анализа трехмерных течений химически реагирующих газов по методу прямого статистического моделирования. В программе использована эффективная методика аппроксимации сложных трехмерных границ расчетной области. Программа адаптирована к выполнению на высокопроизводительных суперЭВМ.

Разработан алгоритм, основанный на методе Монте-Карло, для моделирования ионизационного размножения электронов. Данный алгоритм использует модель индивидуальных столкновений. Алгоритм реализован на многопроцессорной суперЭВМ с использованием технологии MPI и параллельного датчика случайных чисел PARMONC (PARallel MONte Carlo), разработанного в ИВМиМГ СО РАН. С помощью данной программы на кластере НКС-30Т (ССКЦ) проведены расчеты образования ионизационного размножения электронов в лавинах.

Публикации

Центральные издания

1. Михайлов Г. А. Асимптотические оценки средней вероятности прохождения излучения через экспоненциально коррелированную стохастическую среду // Изв. РАН. Сер.: ФАО. 2012. Т. 48, № 6. С. 691–697.
2. Михайлов Г. А. Пуассоновские модели случайных полей с приложениями в теории переноса // Журн. вычисл. матем. и матем. физики. 2012. Т. 52, № 1. С. 144–152.
3. Михайлов Г. А., Роженко С. А. Минимаксная оптимизация численно-статистического метода подобных траекторий // Докл. Акад. наук. 2012. Т. 446, № 1. С. 15–17.
4. Михайлов Г. А., Лотова Г. З. Численно-статистическая оценка потока частиц с конечной дисперсией // Докл. Акад. наук. 2012. Т. 447, № 1. С. 18–21.
5. Блощицына О. В., Рогазинский С. В. Весовая модификация метода мажорантной частоты для решения нелинейных кинетических уравнений // Журн. вычисл. матем. и матем. физики. 2012. Т. 52, № 9. С. 1724–1734.
6. Михайлов Г. А., Рогазинский С. В. Модифицированный метод мажорантной частоты для численного моделирования обобщенного экспоненциального распределения // Докл. Акад. наук. 2012. Т. 444, № 1. С. 28–30.

7. Антюфеев В. С. Решающий алгоритм конкуренции // Пробл. информ. 2012. № 1. С. 10–24.
8. Антюфеев В. С. О распределении одной случайной величины // Сиб. журн. индустр. матем. 2012. Т. 15, № 2 (50). С. 3–10.
9. Антюфеев В. С. К обоснованию модификации метода максимального сечения // Вычисл. технол. 2012. Т. 17, № 2. С. 13–19.
10. Антюфеев В. С. Количество альтернатив в алгоритме конкуренции // Пробл. информ. 2012. № 4. С. 21–28.

Зарубежные издания

1. Mikhailov G. A., Rogazinskii S. V. Probabilistic model of many-particle evolution and estimation of solutions to a nonlinear kinetic equation // Rus. J. Num. Anal. Math. Modelling. 2012. V. 27., N 3. P. 229–242.
2. Antyufeev V. S. Solution of recognition problems by the Monte Carlo method // Rus. J. Num. Anal. Math. Modelling. 2012. V. 27, N 2. P. 113–130.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Burmistrov A., Korotchenko M. Weight Monte Carlo method applied to acceleration oriented traffic flow model // Berlin: Springer Proc. in Math. and Stat. Springer-Verlag, 2012. V. 23. P. 297–311.
2. Korotchenko M. Value Monte Carlo algorithms for estimating the solution to the coagulation equation // Ibid. P. 511–522.
3. Марченко М. А. Технологии распределенного статистического моделирования на суперЭВМ // Труды 6-й Междунар. конф. "Параллельные вычисления и задачи управления РАСО'2012", 2012. С. 78–92.
4. Марченко М. А. Библиотека PARMONC для решения "больших" задач по методу Монте-Карло // Труды Междунар. науч. конф. "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ'2012), 2012. С. 600–605.
5. Glinsky B., Rodionov A., Marchenko M., Podkorytov D., Weins D. Scaling the distributed stochastic simulation to exaflop supercomputers // Proc. of 14th IEEE Intern. conf. on high performance computing and communications, 2012. P. 1131–1136.

Сдано в печать

1. Антюфеев В. С. Регуляризация решения системы линейных алгебраических уравнений методом максимального правдоподобия // Сиб. журн. выч. матем. 2013. Т. 16, № 2.

Прочие издания

1. Ухинов С. А., Чимаева А. С. Исследование влияния ошибок измерений на восстановление матрицы рассеяния // Тез. Междунар. конф. "Обратные и некорректные задачи математической физики", посвященной 80-летию со дня рождения акад. М. М. Лаврентьева, Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. С. 286.
2. Михайлов Г. А., Рогазинский С. В. Вероятностная модель многочастичной эволюции и параметрическая оценка решения нелинейного кинетического уравнения // Труды Всерос. конф. "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. [Electron. resource]. <http://parbz.sccc.ru/fcp/apm2012/index.html>.

3. Трачева Н. В. Исследование модификаций конгруэнтного генератора псевдослучайных чисел // Труды 13-й Всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Новосибирск, 15–17 окт. 2012 г. [Electron. resource]. <http://conf.nsc.ru/files/conferences/ym2012/fulltext/137937/139486/TrachevaNV.pdf>.

Общее число публикаций

Центральные издания – 10

Зарубежные издания – 2

Материалы международных конференций и совещаний – 5

Участие в конференциях и совещаниях

1. Международная конференция "Обратные и некорректные задачи математической физики", посвященная 80-летию со дня рождения акад. М. М. Лаврентьева, Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. – 3 доклада (Ухинов С. А., Чимаева А. С., Михайлов Г. А.).

2. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. – 3 доклада (Михайлов Г. А., Рогазинский С. В., Шкарупа Е. В., Лотова Г. З.).

3. 4-я Международная молодежная научная школа-конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 5–15 августа 2012 г. – 1 доклад (Михайлов Г. А., Рогазинский С. В.).

4. 28th International symposium on rarefied gas dynamics, Zaragoza (Spain), July 9–13, 2012. – 2 доклада (Шкарупа Е. В.).

5. 8-я Всероссийская конференция "Горение твердого топлива", 13–16 нояб. 2012, г. Новосибирск. – 1 доклад (Антюфеев В. С.).

6. 19-я Всероссийская конференция "Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов решения задач математической физики", посвященная памяти К. И. Бабенко, Абрау-Дюрсо, Новороссийск, 10–16 сентября 2012 г. – 1 доклад (Медведев И. Н.).

7. 13-я Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Новосибирск, 15–17 окт. 2012 г. – 1 доклад (Трачева Н. В.).

8. 6-я Международная конференция "Параллельные вычисления и задачи управления РАСО'2012", Новосибирск, 2012 г. – 1 доклад (Марченко М. А.).

9. Международная научная конференция "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ'2012), Новосибирск, 2012 г. – 1 доклад (Марченко М. А.).

10. 14th IEEE International conference on high performance computing and communications, 2012. – 1 доклад (Марченко М. А.).

Всего докладов – 15.

Кадровый состав

- | | | | |
|----|-------------------|-------------------|----------------|
| 1. | Рогазинский С. В. | зав. лабораторией | д.ф.-м.н. |
| 2. | Михайлов Г. А. | советник РАН | член-корр. РАН |
| 3. | Антюфеев В. С. | с.н.с. | д.ф.-м.н. |
| 4. | Лотова Г. З. | с.н.с. | к.ф.-м.н. |
| 5. | Ухинов С. А. | в.н.с. | д.ф.-м.н. |
| 6. | Шкарупа Е. В. | с.н.с. | к.ф.-м.н. |

- | | | | |
|-----|------------------|------------------|-----------|
| 7. | Коротченко М. А. | н.с. | к.ф.-м.н. |
| 8. | Медведев И. Н. | н.с. | к.ф.-м.н. |
| 9. | Трачева Н. В. | н.с. | к.ф.м.н. |
| 10. | Корда А. С. | м.н.с. | к.ф.-м.н. |
| 11. | Усов А. Г. | вед. программист | |
| 12. | Гурова З. В. | техник | |

Медведев И. Н., Трачева Н. В., Коротченко М. А., Корда 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. | – профессор НГУ, зам. декана |
| Усов А. Г. | – зам. декана НГУ |
| Лотова Г. З. | – ст. преподаватель НГУ |
| Медведев И. Н. | – ст. преподаватель НГУ |

Руководство аспирантами

Роженко И. Н. – 3-й год, ИВМ и МГ СО РАН, руководитель – член-корр. РАН
Михайлов Г. А.

Руководство студентами НГУ

Васечко А. А. – бакалавр НГУ, руководитель – к.ф.-м.н. Медведев И. Н.
Амбос В. Д. – магистр НГУ, 2-й год, руководитель – член-корр. РАН Михайлов Г. А.

Лаборатория численного анализа стохастических дифференциальных уравнений

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

Отчет по этапам НИР, завершнным в 2012 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР I.3.1.2 "Разработка алгоритмов метода Монте-Карло для решения задач математической физики, индустриальной и финансовой математики на суперкомпьютерах".

Номер государственной регистрации НИР 01201002446.

Руководитель – член-корр. РАН Михайлов Г. А.

Раздел 3. "Численный анализ стохастических дифференциальных уравнений на суперкомпьютерах".

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

Проведены исследования точности оценок моментных функций линейных и нелинейных стохастических осцилляторов с помощью алгоритмов метода Монте-Карло с параллельными вычислениями. Исследована потеря точности оценок математического ожидания решений линейных скалярных СДУ со скачком функции сноса в случайный момент времени.

Построен обобщенный метод типа Розенброка для решения СДУ в смысле Стратоновича. Численный метод имеет бесконечный интервал асимптотической несмещенности и не требует вычисления производных матрицы диффузии. Построенный метод имеет 1-й порядок среднеквадратичной сходимости в общем случае и 2-й порядок – для систем СДУ с одним шумом. Построенный метод рекомендуется для решения задач физики плазмы.

Построен модифицированный алгоритм статистического моделирования систем управления ансамблем траекторий при импульсных воздействиях и случайном изменении структуры. В алгоритме используется новая, более экономичная модификация метода максимального сечения.

Рассмотрены известные математические модели стохастических систем с импульсными воздействиями, а также со случайным периодом квантования. Для моделей рассматриваемого класса применен модифицированный алгоритм статистического моделирования для нахождения вероятностных характеристик вектора состояния системы. Преимуществами предлагаемого подхода являются простота реализации и универсальность, а именно – возможность решения задачи анализа для линейных и нелинейных, одномерных и многомерных моделей стохастических систем, а также для различных законов распределения приращений вектора состояния и их интенсивностей.

Рассмотрена стохастическая модель переноса примеси в неоднородном турбулентном конвективном слое атмосферы. Исследован случай вертикального рассеяния в условиях стационарной и горизонтально-однородной турбулентности при отсутствии среднего потока. Эволюция частицы описывается системой стохастических дифференциальных уравнений в смысле Ито. С помощью численных методов решения СДУ проведены тестовые расчеты с целью изучения рассеяния частиц в неодно-

родном турбулентном конвективном граничном слое атмосферы. Исследованы различные статистические особенности, такие как средняя высота частиц при различных высотах источника, средняя концентрация, концентрация частиц по размерам.

Основная трудность дифференцирования математических ожиданий функционалов диффузионных процессов в областях с поглощающими границами состоит в необходимости определения математических ожиданий, содержащих производные по параметрам времени первого выхода диффузионного процесса из области. Ранее был предложен метод определения таких математических ожиданий, в котором отсутствует необходимость явного вычисления производных по параметрам времени первого выхода. Основная формула метода получена в результате применения формулы Ито к достаточно гладкой функции, которая вместе со своими первыми производными обращается в нуль на границе области. Однако при этом требуется выполнение ограничительного и труднопроверяемого условия существования среднеквадратичных производных по параметрам времени первого выхода. В настоящее время получено новое обоснование этого метода, в котором указанное ограничительное условие снято, а требуется только дифференцируемость диффузионного процесса по параметрам в среднеквадратичном смысле.

Продолжено изучение в пространственно-однородном случае кинетической модели автотранспортного потока с дополнительной фазовой координатой – ускорением. Рассмотрены взаимодействия с двумя пороговыми функциями, зависящими от парных расстояний между взаимодействующими автомобилями. При таких взаимодействиях второй автомобиль в паре скачкообразно меняет свое ускорение при пересечении одного из детерминированных пространственных порогов, которые зависят от скорости данного автомобиля. Взаимодействия описанного вида наблюдаются при плотных автотранспортных потоках. Проведенные численные расчеты показали эффективность использования интегрального уравнения и соответствующей цепи Маркова для моделирования автотранспортных потоков.

Путем частичного осреднения при фиксированных траекториях произведения известных оценок "блуждания по решетке" для решения метагармонического уравнения построен метод Монте-Карло для нахождения ковариационной функции решения метагармонического уравнения для краевых задач первого и второго рода. Решена задача подбора оптимальных параметров алгоритма глобальной оценки решения во всей области, что позволяет минимизировать трудоемкость.

Построена оценка вероятности выхода за границу заданного уровня. Разработан новый эффективный алгоритм, основанный на весовых методах Монте-Карло, для случая малых вероятностей.

Начато исследование распределения времени первого достижения границ допустимой области решением СДУ с постоянными коэффициентами.

Завершен цикл исследований моделирования случайных переменных путем аппроксимации. Подготовлена монография "Аппроксимация случайных переменных".

Результаты работ по проектам РФФИ

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

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Артемьев С. С.

В 2012 г. в ходе выполнения проекта получены следующие результаты.

Для исследования проблемы точности численного анализа линейных и нелинейных СДУ с осциллирующими решениями использованы алгоритмы метода Монте-Карло, адаптированные для параллельных вычислений. Показана зависимость математического ожидания и дисперсии численного решения СДУ от размера шага интегрирования обобщенного метода Эйлера и размера моделируемого ансамбля траекторий. Начаты исследования на точность оценки математического ожидания решений стохастических дифференциальных уравнений со случайной структурой. На тестовом СДУ показана существенная потеря точности оценки в детерминированные или случайные моменты времени изменения структуры СДУ, что требует использования для статистического моделирования высокопроизводительных суперкомпьютеров.

Начата подготовка к печати монографии "Анализ стохастических колебаний методом Монте-Карло на суперкомпьютерах".

На основе численного решения СДУ разработан метод оценки градиентов решения параболической краевой задачи с граничными условиями третьего рода. Предложенный метод применялся в практических расчетах для получения оценок тепловых потоков в различных точках внутри обшивки самолета. При этом граничные условия краевой задачи задавались на основе экспериментальных данных, полученных в результате летных испытаний.

Предложено обобщение кинетической модели автотранспортного потока со скачкообразными изменениями ускорений автомобилей для пространственно-однородного случая. В построенной модели учтено разнообразие типов автомобилей и стилей вождения водителей, которые описываются различными параметрами, такими как размеры транспортного средства, допустимые скорости и ускорения, а также пороговые функции, влияющие на профиль взаимодействия. В рамках построенной кинетической модели разработаны новые эффективные весовые алгоритмы метода Монте-Карло для моделирования динамики многочастичных систем.

Рассмотрено уравнение Смолуховского в пространственно-однородном случае с коэффициентом коагуляции, который является линейной комбинацией постоянного и аддитивного коэффициентов $a + b(i + j)$ и описывает скорость взаимодействия частиц размерами i и j . Для данного уравнения рассмотрена задача параметрического анализа. Построены весовые алгоритмы оценки функционалов для набора различных параметров a, b с моделированием ансамбля траекторий при фиксированных значениях параметров a^*, b^* . Начата работа по разработке весовых алгоритмов для оценки параметрических производных от функционалов по параметрам a, b .

Разработаны алгоритмы решения второй и третьей краевых задач для уравнений упругости на основе параметрических производных скалярных оценок "блуждания по сферам" и "блуждания по решетке" с отражением от границы.

Построены эффективные оценки статистических характеристик для решения краевых задач теории упругости со случайными функциональными и спектральными параметрами.

Публикации

Центральные издания

1. Артемьев С. С., Иванов А. А., Корнеев В. Д. Численный анализ стохастических осцилляторов на суперкомпьютерах // СибЖВМ. 2012. Т. 15, № 1. С. 31–43.
2. Аверина Т. А. Алгоритм анализа систем управления ансамблем траекторий с учетом случайного изменения структуры и скачков // Вестн. ТГУ. 2012. № 3 (20). С. 22–31.

3. Аверина Т. А. Устойчивые численные методы решения стохастических дифференциальных уравнений в смысле Стратоновича // Вестн. БГУ. 2012. № 9. С. 91–94.

Зарубежные издания

1. Burmistrov A., Korotchenko M. Weight Monte Carlo method applied to acceleration oriented traffic flow model // L. Plaskota, H. Wozniakowski (eds.). Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo methods 2010. Springer Proc. in Math. and Statistics. 2012. V. 23. P. 297–311.

2. Lukinov V. L. Simulation of the deflection of thin plates under the action of random loads // Intern. J. Advances in Systems and Measurements. 2012. V. 5, N 4/5. P. 103–106.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Korotchenko M., Burmistrov A. Value simulation of the interacting pair number for solution of the monodisperse coagulation equation // Proc. of the 8th IMACS Seminar "Monte Carlo Methods and Applications", Borovets (Bulgaria), Aug. 29 – Sept. 2, 2011. Herndon: De Gruyter, 2012. P. 135–143.

2. Аверина Т. А., Рыбаков К. А. Методы и алгоритмы анализа систем управления ансамблем траекторий при импульсных воздействиях и случайном изменении структуры // Труды 1-й Междунар. конф. "Идентификация систем и задачи управления (SICPRO'12)", Москва, 30 янв. – 2 февр. 2012 г. М.: ИПМ РАН, 2012. С. 1049–1060.

3. Gusev S. A. A fixed domain method for diffusion processes in free boundary problems // Proc. of the Intern. conf. "Computational and mathematical methods in science and engineering" (CMMSE 2012), La Manga (Spain), Jul. 2–5 2012. V. II. P. 699–708.

4. Gusev S. A., Nikolaev V. N. The optimum performance of air-conditioning, ventilation and heat insulation systems of crew and passenger cabins of airplanes // Ibid. V. IV. P. 1366–1375.

Прочие публикации

1. Гусев С. А., Махоткин О. А., Николаев В. Н. Компьютерный анализ теплового состояния отсеков самолетов. Lambert Academic Publishing, 2012. 112 с.

2. Аверина Т. А. Построение и использование численных методов решения стохастических дифференциальных уравнений: Учеб. пособие // Новосибирск: НГУ, 2012. 172 с.

3. Burmistrov A. Monte Carlo algorithm for acceleration oriented traffic flow model // Abs. of Intern. conf. on Applied and Computational Mathematics (ICACM-2012), Ankara (Turkey), Oct. 3–6 2012. P. 39.

4. Korotchenko M., Burmistrov A. Weight Monte Carlo algorithms for the parametric analysis of the solution to monodisperse coagulation equation // Ibid. P. 39–40.

Сдано в печать

Артемьев С. С., Корнеев В. Д., Якунин М. А. Численное решение СДУ со случайной структурой на суперкомпьютерах // СибЖВМ. 2013.

Аверина Т. А. Модифицированный алгоритм статистического моделирования систем со случайной структурой с распределенными переходами // СибЖВМ. 2013.

Артемьев С. С., Корнеев В. Д. Анализ точности численного решения стохастических дифференциальных уравнений на суперкомпьютерах // Вестн. УГАТУ. Уфа, 2013.

Общее число публикаций

Центральные издания	– 3
Зарубежные издания	– 2
Материалы междунар. конференций	– 4

Участие в конференциях и совещаниях

1. International conference on computational and mathematical methods in science and engineering (CMMSE2012), Murcia (Spain), Jul. 2–5 2012. – 1,5 доклада (Гусев С. А.).

2. International Conference on Applied and Computational Mathematics (ICACM-2012), Ankara (Turkey), Oct. 3–6 2012. – 1,5 доклада (Бурмистров А. В.).

3. The 4th International Conference on Advances in System Simulation (SIMUL 2012), Lisbon (Portugal), Nov. 18–24 2012. – 1 доклад. (Лукинов В. Л.).

4. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. – 4 доклада. (Аверина Т. А., Бурмистров А. В., Якунин М. А.).

5. Международная конференция, посвященная 80-летию со дня рождения акад. М. М. Лаврентьева "Обратные и некорректные задачи математической физики", Новосибирск 5–12 авг. 2012 г. – 1 доклад. (Лукинов В. Л.).

6. IX Международная конференция "Идентификация систем и задачи управления" (SICPRO'12) ИПУ РАН, Москва, 30 января – 2 февраля 2012 г. – 1 доклад (Аверина Т. А.).

7. Всероссийский научный симпозиум с международным участием по теории и приложениям непараметрических и робастных статистических методов (НЕПАРАМЕТРИКА– XIV), Томск, 1–3 июля 2012 г. – 1 доклад (Аверина Т. А.).

8. VI Всероссийская конференция "Актуальные проблемы прикладной математики и механики", посвященная памяти акад. А. Ф. Сидорова, 10–16 сент. 2012 г., Абрау-Дюрсо. – 1 доклад (Аверина Т. А.).

9. Всероссийская научная конференция с международным участием "Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии", Барнаул, 20–24 авг. 2012 г. – 1 доклад (Аверина Т. А.).

10. Международная научная конференция "Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ)-2012", Новосибирск, 26–30 марта 2012 г. – 0,5 доклада (Артемьев С. С.).

Всего докладов – 14.

Кадровый состав

1. Артемьев С. С.	зав. лаб.	д.ф.-м.н.
2. Аверина Т. А.	с.н.с.	к.ф.-м.н.
3. Гусев С. А.	с.н.с.	к.ф.-м.н.
4. Махоткин О. А.	с.н.с.	к.ф.-м.н.
5. Якунин М. А.	с.н.с.	к.ф.-м.н.
6. Бурмистров А. В.	н.с.	к.ф.-м.н.
7. Лукинов В. Л.	н.с.	к.ф.-м.н.
Лукинов В. Л. – молодой научный сотрудник.		

Педагогическая деятельность

Артемьев Сергей Семенович – проф. НГУ

Махоткин Олег Александрович	– доц. НГУ
Гусев Сергей Анатольевич	– доц. НГТУ
Аверина Татьяна Александровна	– доц. НГУ
Бурмистров Александр Васильевич	– ст. преп. НГУ
Лукинов Виталий Леонидович	– ассист. НГУ; доц. СибГУТИ

Руководство аспирантами и студентами

1. Смирнов Д. Д. – аспирант, 1-й курс, ММФ НГУ, руководитель – Артемьев С. С.
2. Иванов А. А. – аспирант, 1-й курс, ИВМиМГ, руководитель – Артемьев С. С.

Защита дипломов

1. Смирнов Д. Д. – магистр ММФ НГУ, руководитель – Артемьев С. С.
2. Иванов А. А. – магистр ММФ НГУ, руководитель – Артемьев С. С.

Лаборатория стохастических задач

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

Важнейшие достижения

Стохастические граничные методы фундаментальных решений для многомерных краевых задач

Руководитель – д.ф.-м.н. Сабельфельд К. К.

Разработан стохастический граничный метод фундаментальных решений для краевых задач высокой размерности, позволяющий решать задачи со сложной геометрией области и произвольными граничными условиями, включая сингулярные и случайные. Метод имеет высокую эффективность при решении задач со случайными граничными значениями для диффузионных уравнений и задач теории упругости.

Результаты данных исследований опубликованы в следующих работах:

статьи:

1 Sabelfeld K. Stochastic boundary methods of fundamental solutions for solving PDEs // Engng. Anal. With Boundary Elements. 2012. V. 36. P. 1092–1103.

2. Sabelfeld K. K., Mozartova N. S. Stochastic boundary collocation and spectral methods for solving PDEs // Monte Carlo Meth. and Appl. 2012. V. 18, iss. 3. P. 217–263.
монография

1. Sabelfeld K. K. Random fields and stochastic lagrangian models. analysis and applications in turbulence and porous media. Berlin: Walter de Gruyter, 2012.

доклад на конференции

1. Sabelfeld K. Stochastic methods for solving some ill-posed and inverse problems // Proc. of the Intern. conf. dedicated to the 80th anniversary of the birthday of academician M. M. Lavrentiev, Novosibirsk, Aug. 5–12, 2012.

Отчет по этапам НИР, завершнным в 2012 г. в соответствии с планом НИР института

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

Номер государственной регистрации НИР 0120.0712225.

Руководитель – чл.-корр. РАН Михайлов Г. А.

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

Руководитель – д.ф.-м.н. Каргин Б. А.

Проведены исследования различных подходов к численному стохастическому моделированию временных рядов различных метеозлементов и их комплексов с учетом суточной и сезонной нестационарности, а также пространственных и пространственно-временных полей суточных сумм жидких осадков с использованием реальных данных. При построении моделей полей осадков используется приближение од-

нородного поля по пространству и стационарного – по времени. Построена приближенная численная стохастическая модель условных полей осадков при заданных значениях на станциях. Проведены исследования длительных неблагоприятных сочетаний метеорологических элементов, экстремальных режимов выпадения осадков, точности оценки различных характеристик выбросов метеорологических элементов по ограниченному объему данных наблюдений. Исследованы алгоритмы стохастической интерполяции осадков со станций в узлы сетки с использованием моделей. Рассмотрен подход к совместному использованию данных об осадках и речном стоке для построения динамико-вероятностной модели речного стока.

Исследованы неоднородные марковские цепи с двумя состояниями и периодическими по времени матрицами переходных вероятностей. Приведены примеры применения марковской цепи рассмотренного вида для моделирования различных метеорологических процессов. Исследованы распределения длин серий из одинаковых состояний, накрывающих заданный момент времени, для двоичных марковских цепей конечной длины с периодической по времени матрицей переходных вероятностей. Для этого случая теоретически получены условия, при которых вероятности возникновения длинных серий, накрывающих заданный момент времени, больше вероятностей появления коротких серий.

Проведены исследования возможности дальнейшего развития рандомизированных методов решения больших систем линейных уравнений на основе случайных проекционных операторов и низкоранговых приближений матриц. В частности, построен стохастический спектральный метод обращения сферических интегральных уравнений, апробированный на примере уравнений диффузии, электростатики и изотропной упругости. Данные исследования опубликованы в следующих зарубежных журналах: "Applied Mathematics and Computation", "Monte Carlo Methods and Applications", "Engineering Analysis with Boundary Elements".

Построена теория стохастических дифференциальных уравнений с небелозумными флуктуациями, исследованы вопросы существования, гладкости и устойчивости решения в различных вероятностных пространствах. Опубликована монография на русском языке. Приложения к задачам турбулентной диффузии исследованы на примере стохастических Лагранжевых моделей, по данной тематике опубликована монография на английском в издательстве De Gruyter, Berlin. Продолжены исследования по корреляционному анализу в задачах теории упругости со случайными возмущениями приложенных сил на границе.

Проведен критический анализ аналитических подходов к описанию итерационного рандомизированного метода построения адаптивных сеток. Предложен "рекуррентный" подход, позволяющий получить (во всяком случае, в простейшем одномерном случае) соотношения для усредненных положений узлов сетки. Эти соотношения являются основой содержательных аналитических исследований основного рандомизированного алгоритма. В частности, удалось дать аналитическое описание граничного эффекта, а также модификаций основного алгоритма, позволяющих преодолеть граничный эффект. Разработаны подходы к аналитическому описанию эффекта упорядочения узлов при реализации изучаемого дискретно-стохастического алгоритма. Получаемые рекуррентные аналитические формулы допускают проверку методами прямого численного статистического моделирования.

Сформулированы рекомендации по использованию алгоритмов самоорганизации и численных методов геостатистики при реализации функциональных алгоритмов. В том числе, разработаны подходы к выбору вероятностных плотностей, определяющих расположение узлов при приближении специальных сложно вычисляемых

функций (таких, например, как спектральный портрет матрицы или решение интегрального уравнения Фредгольма второго рода).

Построены новые алгоритмы оптимизации локальных оценок метода Монте-Карло для решения нестационарных задач лазерного зондирования природных сред. Предложена оптимизация локальных оценок одним из вариантов метода "расщепления" и путем интегрирования на основе дискретно-стохастической версии "выборки по важности" для понижения трудоемкости алгоритмов.

Разработаны дискретно-стохастические алгоритмы решения второй краевой задачи статической теории упругости в полупространстве для случая, когда нормальные напряжения на границе являются случайным гауссовским полем. Получено явное представление корреляционного тензора случайного частично однородного поля смещений, являющегося решением третьей краевой задачи статической теории упругости в полупространстве со случайными данными на границе.

Проведены исследования возможностей распараллеливания элементов дискретно-стохастических алгоритмов для реализации на суперкомпьютерах. В частности, изучены специальные модификации процедуры суммирования и метода крупных частиц.

За отчетный период интенсивное развитие получили аналитические подходы к описанию и изучению дискретно-стохастических алгоритмов построения адаптивных сеток. 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 реализованы в программном модуле AITricks GeomBox, модельные и прикладные численные эксперименты показали эффективность этих методов и их преимущества по сравнению с традиционными дифференциальными методами.

Разработаны и реализованы новые дискретно-стохастические алгоритмы построения неструктурированных адаптивных сеток (поверхностных, объемных) на основе известных моделей самоорганизации, отличных от технологии SOM (Self Organizing Maps) (в частности, таких как Growing Cell Structures (GCS) и Growing Neural Gas (GNG)).

Разработан "рекуррентный" подход к получению аналитических выражений для усредненных наиболее вероятных положений узлов адаптивной сетки в простейшем одномерном случае. Разработаны технологии конструирования моделируемых вероятностных плотностей. Данные технологии использованы также в программном модуле AITricks GeomBox.

Разработаны численные стохастические алгоритмы моделирования морской поверхности с аномально высокими волнами на основе пространственно-временных условных спектральных моделей. Проведены численные эксперименты, получены оценки частоты возникновения гигантских волн для различных спектров морской поверхности.

С помощью вычислительных экспериментов изучены условия возникновения радуг, глорий и венцов в жидкокапельных облаках и аэрозолях для различных распределений капель по размеру, а также гипотеза А. Н. Невзорова о том, что холодные облака могут содержать значительное количество воды в особом аморфном состоянии с показателем преломления 1,8.

Исследования проведены совместно со специалистами из Мюнхенского университета Людвига-Максимилиана.

Построен и исследован алгоритм моделирования равновесного состояния много-частичной молекулярной системы в открытой ячейке, учитывающий изменение числа частиц в системе в процессе формирования искомого ансамбля Гиббса, основанный на процедуре метода Метрополиса. Проведены расчеты моделирования адсорбции паров воды в нанопорах, показавшие, что алгоритм дает стабильные результаты, качественно совпадающие с экспериментальными данными.

Построен полуавтоматический алгоритм переменного шага для численного решения задачи Коши для дифференциально-алгебраических систем индекса 1. Построены неравенства для оценки точности и устойчивости схемы.

Методом Монте-Карло вычислена световая дымка от импульсного лидара наземного базирования в оптически неоднородной по высоте безоблачной атмосфере в зависимости от различных оптико-геометрических параметров эксперимента. Выполнено также моделирование лидарного эхо-сигнала, отраженного нижней границей жидко-капельного облака для лидара наземного базирования и верхней границей облака для лидара самолетного и космического базирования. Особенностью расчетов является выбор в качестве оптической модели безоблачной атмосферы модели со статистически неоднородной по вертикали структурой коэффициента аэрозольного рассеяния. Эхо-сигналы от облаков вычислены в предположении статистических вариаций высот нижней и верхней границ облачности. В расчетах использованы новые эффективные дискретно-стохастические модификации локальных оценок.

Проведены исследования задачи переноса солнечного излучения в водном пространстве с учетом флуоресценции. Поставленная задача актуальна при дистанционном зондировании океана с целью определения качества воды, содержания в ней флуоресцирующих компонент, в качестве которых были использованы хлорофилл и растворимые органические вещества. Задача решалась прямым статистическим моделированием траекторий движения фотонов с использованием реальных физических свойств компонент: удельных коэффициентов ослабления, поглощения, рассеяния, индикатрис рассеяния, трансспектральных процессов, таких как рамановское рассеяние молекул воды и флуоресценция оптически активных компонент. Рассматривалась неоднородная по вертикали среда, в которой происходит процесс переноса, водная поверхность предполагалась плоской. Проводились расчеты коэффициента диффузии среды, равного отношению освещенности поверхности воды снизу к освещенности поверхности воды сверху сразу под поверхностью, имеющего непосредственную связь с качеством воды, с использованием метода прямого статистического моделирования. Выполнены расчеты коэффициента диффузии для пространств с различными значениями концентраций флуоресцирующих веществ и различной неоднородностью по вертикали. Построены соответствующие графики, иллюстрирующие результаты вычислений.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ 10-01-00040а "Дискретно-стохастические функциональные сеточные алгоритмы".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Войтишек А. В.

В ходе выполнения проекта получены и уточнены некоторые результаты из области теории и приложений дискретно-стохастических численных алгоритмов.

С новых позиций рассмотрена задача полной условной оптимизации, подразумевающая как совместный выбор параметров соответствующих дискретно-стохастических численных схем, так и использование приближений оптимальных вероятно-

стных распределений. Уточнены полученные ранее результаты тестовых расчетов по изучению многоуровневого алгоритма приближения функций, заданных в интегральной форме. Получены выражения для вычисления условно-оптимальных параметров рандомизированного итерационного метода решения "больших" систем линейных уравнений, получающихся при дискретизации интегрального уравнения Фредгольма второго рода.

Проект РФФИ № 12-01-00635-а "Стохастические граничные методы решения многомерных краевых задач математической физики и приложения к задачам о структуре дислокаций и транспорта экситонов в нанопроводниках".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Сабельфельд К. К.

Предложен алгоритм решения диффузионных задач с гетерогенной границей и большим коэффициентом диффузии, основанный на стохастической формулировке. Метод апробирован на решении серии задач со сложной формой границы, в частности, задач о расчете емкости длинных полимерных цепочек, вычислении коэффициента захвата аэрозолей для фрактальных частиц, транспорта экситонов в нанопроводниках.

Проект РФФИ № 11-01-00641-а "Разработка математических моделей случайных процессов с применениями при исследовании экстремальных метеорологических явлений, переноса излучения и фильтрации в фрактальных стохастических средах".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Огородников В. А.

Разработаны новые методы и численные алгоритмы стохастического моделирования случайных процессов и полей, на их основе проведены исследования статистических свойств метеорологических, океанологических и геофизических процессов.

Исследован подход к изучению экстремальных свойств совместных временных рядов различных метеорологических элементов, испытывающих суточный ход, основанный на использовании неоднородных марковских моделей временных рядов индикаторов совместного выхода метеорологических процессов за заданные уровни. Получены выражения для вычисления вероятностей длительности серий для марковских цепей с периодической матрицей переходных вероятностей.

Разработаны новые численные алгоритмы моделирования пространственных и пространственно-временных полей сумм жидких осадков на регулярных сетках, учитывающих статистическую структуру полей индикаторов выпадения осадков, а также полей количества осадков при условии их выпадения. Предложенная модель позволяет учитывать реальную структуру областей с осадками и без осадков. Разработаны новые алгоритмы моделирования условных полей сумм жидких осадков при заданных значениях на станциях.

На основе безусловной и условной моделей проведены численные исследования экстремальных режимов выпадения осадков, статистических характеристик суммарных осадков на заданной территории, построены алгоритмы стохастической интерполяции осадков со станций в узлы сетки.

Разработан подход, в рамках которого гигантские волны рассматриваются как выбросы случайных полей. Построены численные стохастические алгоритмы моделирования морской поверхности с аномально высокими волнами на основе пространственно-временных условных спектральных моделей. Приводятся результаты моделирования, а также изучаются оценки частоты возникновения гигантских волн на основе теории выбросов случайных полей (Пригарин С. М).

Написаны программы, проведены численные расчеты для проверки полученных в течение первого года работы эффективных коэффициентов в задачах геоэлектрики в многомасштабных неоднородных средах методом подсеточного моделирования (Соболева О. Н.).

Проект РФФИ № 12-05-00169-а "Решение задач оптики облачной атмосферы методом Монте-Карло с учетом стохастичности и анизотропии рассеивающих сред".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Пригарин С. М.

Разработаны и реализованы новые методы и численные алгоритмы решения задач лидарного зондирования облачности и исследования особенностей процессов переноса излучения и радиационного баланса в облачной атмосфере, обусловленных такими существенными факторами, как стохастическая неоднородность облачных полей, фазовый состав и оптическая анизотропия рассеивающей среды, многократное рассеяние и поляризация излучения. Основные результаты за отчетный период получены по следующим направлениям: 1) исследование угловых характеристик радиационных полей в атмосферной облачности с учетом поляризации излучения, 2) разработка и исследование локальных оценок лидарных эхо-сигналов; 3) анализ свойств поляризованного излучения, рассеянного ориентированными ледяными кристаллами.

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

Проект Президиума РАН 15.9 "Вычислительные, информационные, управляющие и интеллектуальные технологии и системы в задачах математического моделирования".

Подпроект "Методы и технологии распараллеливания алгоритмов и параллельная реализация численного моделирования на многопроцессорных системах".

Руководители – чл.-корр. РАН Михайлов Г. А., д.ф.-м.н. Малышкин В. Э.

Разработаны численные стохастические модели различных классов нестационарных метеорологических процессов на основе реальных данных с целью реализации их на многопроцессорных вычислительных системах. Разработано программное математическое обеспечение для параллельного моделирования на мультипроцессорных кластерах распространения лидарных импульсов в плоском слое (или круговом цилиндре) с учетом многократного рассеяния.

Проект Президиума РАН № 15.9 "Вычислительные, информационные, управляющие и интеллектуальные технологии и системы в задачах математического моделирования".

Подпроект "Разработка новых численных моделей сложных многомерных геофизических и атмосферно-физических процессов".

Руководители: акад. РАН Михайленко Б. Г., д.ф.-м.н. Каргин Б. А.

Методом Монте-Карло оценены форма и длительность световых импульсов, отраженных облаками в случае однослойного кристаллического облака и двухслойной облачности (слой кристаллического облака расположен над слоем жидкокапельного облака).

Проект ОМН РАН № 3.3 "Современные вычислительные технологии решения больших задач естествознания, геофизики, физики атмосферы и океана и охраны окружающей среды".

Подпроект "Вероятностные модели и алгоритмы численного статистического моделирования в задачах естествознания".

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

Проведены исследования однородных марковских цепей с двумя состояниями и периодической по времени матрицей переходных вероятностей. Получены выражения для предельных вероятностей и распределений длительностей серий из одинаковых состояний, а также распределений накрывающих серий. Последовательности такого типа используются для исследования статистических характеристик экстремальных погодных условий.

Публикации

Монографии

1. Sabelfeld K. K. Random fields and stochastic Lagrangian models. Analysis and applications in turbulence and porous media. Berlin: Walter de Gruyter, 2012. 408 p.

Центральные издания

1. Kargapolova N. A., Ogorodnikov V. A. Inhomogeneous Markov chains with periodic matrices of transition probabilities and their application to simulation of meteorological processes // Rus. J. Numerical Anal. and Math. Modelling. 2012. V. 27, N 3. P. 213–228.

2. Огородников В. А., Каргаполова Н. А., Басова К. В., Ильина А. А., Сересева О. В. Численные стохастические модели метеорологических процессов и полей и некоторые их приложения // Водн. хоз. России. 2012. № 4. С. 33–42.

3. Пригарин С. М., Базаров К. Б., Оппель У. Г. Looking for a glory in A-water clouds // Опт. атмосфер. и океана. 2012. Т. 25, N 4. С. 307–313.

4. Prigarin S. M., Litvenko K. V. Conditional spectral models of extreme ocean waves // Russ. J. Num. Anal. and Math. Modelling. 2012. V. 27, N 3. P.289–302.

5. Каблукова Е. Г., Каргин Б. А. Эффективные дискретно-стохастические модификации локальных оценок метода Монте-Карло для задач лазерного зондирования рассеивающих сред // Выч. технол. 2012. Т. 17, № 3. С. 70–82.

Зарубежные издания

1. Shalimova I. A., Sabelfeld K. K. Elastic response of a free half-space to random force excitations applied on the boundary // Physica A. 2012. V. 391. P. 5887–5899.

2. Sabelfeld K. Stochastic boundary methods of fundamental solutions for solving PDEs // Engng. Analysis with Boundary Elements. 2012. V. 36. P. 1092–1103.

3. Sabelfeld K. K., Mozartova N. S. Stochastic boundary collocation and spectral methods for solving PDEs // Monte Carlo Meth. and Appl. 2012. V. 18, iss. 3. P. 217–263.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Чайковская Л. И., Дубовик О. В., Литвинов П. В., Пригарин С. М., Грудо Я. О., Сперанский Ф. А., Чайковский А. П., Денисов С. В., Лопатин А. Ю. Аналитические методики расчета переноса поляризованного излучения в атмосфере для алгоритмов обработки комплексных радиометрических и лидарных данных // Труды 9-й Междунар. конф. "Лазерная физика и оптические технологии", Гродно (Респ. Беларусь), 30 мая – 2 июня 2012 г. С. 1–4.

2. Kablukova E. G., Kargin A. B., Kargin B. A. Lidar remote sensing of atmospheric aerosol and cloudiness: Monte Carlo modeling // Proc. of the 13th Intern. conf. "Lidar re-

mote sensing for environmen", Kyoto (Japan), Oct. 29–31, 2012. SPIE. V. 8526. [Electron. resource]. <http://dx.doi.org/10.1117/12.977241>.

Сдано в печать

1. Ogorodnikov V. A., Kargapolova N. A., Sereseva O. V. Численная стохастическая модель пространственных полей суточных сумм жидких осадков // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling.
2. Каргаполова Н. А. Накрывающие серии и условные распределения марковских цепей с периодическими свойствами // Труды конф. молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, 2012.
3. Sabelfeld K. K., Kaganer V. M., Limbach F., Dogan P., Brandt O., Geelhaar L., Riechert H. Height equilibration in self-induced GaN nanowire growth // Phys. Rev. Letters, 2012 (submitted).
4. Kurbanmuradov O., Sabelfeld K., Kramer P. Multiscale vector Gaussian random field simulation algorithms // J. Comput. Phys., 2012 (submitted).
5. Sabelfeld K. K., Mozartova N. S. Randomized MFS and mesh-free boundary methods for solving PDEs and capacitance calculation // Comput. and Structures, 2012 (submitted).

Прочие издания

1. Чайковская Л. И., Дубовик О. В., Литвинов П. В., Пригарин С. М., Грудо Я. О., Сперанский Ф. А., Чайковский А. П., Денисов С. В., Лопатин А. Ю. Аналитические методики расчета переноса поляризованного излучения в атмосфере для алгоритмов обработки комплексных радиометрических и лидарных данных // Тез. 9-й Международ. конф. "Лазерная физика и оптические технологии", Гродно (Респ. Беларусь), 30 мая – 2 июня 2012 г. С. 297.
2. Каргаполова Н. А. Марковские модели индикаторных рядов метеорологических процессов // Сб. тез. 13-й Всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Новосибирск, 15–17 окт. 2012 г. С. 23–24.
3. Войтишек А. В. Рандомизация как основа построения эффективных алгоритмов численного решения сложных многомерных задач // Сб. тез. Междунар. конф. "Численные методы решения некорректных и обратных задач", посвященной 80-летию со дня рождения академика М. М. Лаврентьева. Новосибирск: Сиб. науч. изд-во, 2012. С. 183–184.
4. Базаров К. Б. Численные эксперименты по исследованию радуги, глории и гало // Материалы 50-й Междунар. студ. конф. "Студент и научно-технический прогресс". Сер.: Математика. Новосибирск: НГУ, 2012. С. 224.
5. Дарибазарон Б. Г. Численная стохастическая модель условных пространственных полей суточных сумм жидких осадков. Там же. С. 225.
6. Зарукин Д. А. Приближение спектральных портретов матриц вероятностными плотностями. Там же. С. 226.
7. Литвенко К. В. Вычисление среднего числа гигантских океанических волн. Там же. С. 231.
8. Лощина Н. В. Стохастические проекционные методы для решения краевых задач. Там же. С. 232.
9. Малицкая Н. С. Упорядочение узлов в одномерной схеме Кохонена: новые результаты. Там же. С. 233.

10. Тенцер А. А. Использование дискретно-стохастических алгоритмов построения адаптивных сеток в задачах геостатистики. Там же. С. 238.
11. Хмель Д. С. Аналитическое описание граничного эффекта и алгоритма сглаживания в одномерной схеме Т. Кохонена. Там же. С. 239.
12. Чалков А. О. Решение первой краевой задачи эластостатики методом Монте-Карло в специальном классе областей. Там же. С. 240.
13. Че Н. К. Численное исследование поляризационных свойств радуги, глории и гало. Там же. С. 241.
14. Огородников В. А., Каргаполова Н. А., Басова К. В., Ильина А. А., Сересева О. В. Численные стохастические модели метеорологических процессов и полей и некоторые их приложения // Труды Всерос. науч. конф. "Современные проблемы стохастической гидрологии и регулирования стока". Новосибирск, 10–12 апр. 2012 г. С. 469–478.
15. Сабельфельд К., Курбанмурадов О. Случайные поля и стохастические дифференциальные уравнения. Анализ и некоторые приложения. Saarbrücken: Lambert Academic Publisher, 2012. 265 с.

Общее число публикаций

Монографии	– 2
Центральные издания	– 5
Зарубежные издания	– 4
Материалы международных конференций	– 2

Участие в конференциях и совещаниях

1. 8-я Международная выставка и научный конгресс "ГЕО Сибирь", Новосибирск, 17–19 апреля 2012 г. – 1 доклад (Огородников В. А., Каргаполова Н. А., Сересева О. В.).
2. Всероссийская научная конференция "Современные проблемы стохастической гидрологии и регулирования стока", Новосибирск, 10–12 апреля 2012 г. – 1 доклад (Огородников В. А., Каргаполова Н. А., Басова К. В., Ильина А. А., Сересева О. В.).
3. Рабочая группа "Аэрозоли Сибири", Томск, 27–30 ноября 2012 г. – 4 доклада (Каргаполова Н. А., Огородников В. А., Сересева О. В., Огородников В. А., Шлычков В. А., Огородников В. А., Каблукова Е. Г., Каргин А. Б., Каргин Б. А., Лисенко А. А.).
4. 13-я Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Новосибирск, 15–17 октября 2012 г. – 1 доклад (Каргаполова Н. А.).
5. 9-я Международная конференция "Лазерная физика и оптические технологии", Гродно (Респ. Беларусь), 30 мая – 2 июня 2012 г. – 1 доклад (Чайковская Л. И., Дубовик О. В., Литвинов П. В., Пригарин С. М., Грудю Я. О., Сперанский Ф. А., Чайковский А. П., Денисов С. В., Лопатин А. Ю.).
6. 2012 Asia-Pacific remote sensing, Kyoto (Japan), 29 October – 1 November, 2012. – 2 доклада (Kargin V. A., Kablukova E. G., Kargin A. B., Kargin V. A., Kargin A. B.).
7. 50-я Международная студенческая научная конференция "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирск, 13–19 апреля 2012 г. – 10 докладов (Базаров К. Б., Дарибазаров Б. Г., Зарукин Д. А., Литвенко К. В., Лощина Н. В., Малицкая Н. С., Тенцер А. А., Хмель Д. С., Чалков А. О., Че Н. К.).
8. Конференция молодых ученых Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск, 24–25 апреля 2012 г. – 3 доклада (Каргаполова Н. А., Литвенко К. В., Хмель Д. С.).

9. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. – 5 докладов (Пригарин С. М., Литвенко К. В., Пригарин С. М., Базаров К. Б., Оппель У., Войтишек А. В., Огородников В. А., Каргаполова Н. А., Сересева О. В., Левыкин А. И.).

10. Международная конференция "Численные методы решения некорректных и обратных задач", посвященной 80-летию со дня рождения академика М. М. Лаврентьева, Новосибирск; 5–12 августа 2012 г. – 2 пленарных доклада (Войтишек А. В., Сабельфельд К. К.).

Всего докладов – 30, в том числе пленарных и приглашенных – 2.

Участие в оргкомитетах конференций

1. Д.ф.-м.н. Войтишек А. В. – член научного комитета секции "Математика" 50-й Международной студенческой научной конференции "Студент и научно-технический прогресс"; Новосибирск, НГУ; 13–19 апреля 2012 г.

2. Д.ф.-м.н. Войтишек А. В. – член Оргкомитета конференции молодых ученых Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск, 24–25 апреля 2012 г.

Кадровый состав

1. Каргин Б. А.	зав. лаб.,	д.ф.-м.н.
2. Сабельфельд К. К.	г.н.с.,	д.ф.-м.н.
3. Огородников В. А.	г.н.с.,	д.ф.-м.н.
4. Войтишек А. В.	в.н.с.,	д.ф.-м.н.
5. Пригарин С. М.	в.н.с.,	д.ф.-м.н.
6. Левыкин А. И.	с.н.с.,	к.ф.-м.н.
7. Шалимова И. А.	с.н.с.,	к.ф.-м.н.
8. Ухинова О. С.	н.с.,	к.ф.-м.н.
9. Каблукова Е. Г.	м.н.с.,	к.ф.-м.н.
10. Сересева О. В.	м.н.с. 0.5 ст.	
11. Каргин А. Б.	инженер 1-й кат.	
12. Федорович Т. С.	ст. техник	

Каблукова Е. Г., 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.	– ИВМиМГ, 3-й год, руководитель – Огородников В. А.
Каргаполова Н. А.	– ИВМиМГ, 3-й год, руководитель – Огородников В. А.
Константинов П. В.	– ИВМиМГ, 3-й год, руководитель – Пригарин С. М.
Литвенко К. В.	– ИВМиМГ, 2-й год, руководитель – Пригарин С. М.
Митрофанов А. С.	– ИВМиМГ, 1-й год, руководитель – Левыкин А. И.

Базаров К. Б.	– ИВМиМГ, 1-й год, руководитель – Пригарин С. М.
Че Н. К.	– ИВМиМГ, 1-й год, руководитель – Пригарин С. М.
Турчинов Б. Н.	– ИВМиМГ, 1-й год, руководитель – Левыкин А. И.

Руководство студентами

Скворцов С. С.	– 4-й курс, НГУ, руководитель – Огородников В. А.
Дульзон О. В.	– 4-й курс ММФ НГУ, руководитель – Шалимова И. А.
Алешина Т. В.	– 5-й курс ММФ НГУ, руководитель – Пригарин С. М.
Зарукин Д. А.	– 5-й курс ММФ НГУ, руководитель – Войтишек А. В.
Тучинов Б. С.	– 6-й курс, НГУ, руководитель – Левыкин А. И.
Попович Вл.	– 4-й курс ММФ НГУ, руководитель – Сабельфельд К. К.
Бубнова А. В.	– 6-й курс ММФ НГУ, руководитель – Войтишек А. В.

Защиты дипломов

Алешина Т. В.	– бакалавр ММФ НГУ, руководитель – Пригарин С. М.
Дарибазарон Б. Г.	– бакалавр ММФ НГУ, руководитель – Огородников В. А.
Няшин К. М.	– бакалавр ММФ НГУ, руководитель – Шалимова И. А.
Чалков А. О.	– бакалавр ММФ НГУ, руководитель – Шалимова И. А.
Базаров К. Б.	– магистр ММФ НГУ, руководитель – Пригарин С. М.
Зарубин А. Г.	– магистр ММФ НГУ, руководитель – Пригарин С. М.
Пригарин А. С.	– магистр ММФ НГУ, руководитель – Огородников В. А.
Тучинов Б. Н.	– магистр ММФ НГУ, руководитель – Левыкин А. И.
Че Н. К.	– магистр ММФ НГУ, руководитель – Пригарин С. М.
Хмель Д. С.	– магистр ММФ НГУ, руководитель – Войтишек А. В.
Малицкая Н. С.	– магистр ММФ НГУ, руководитель – Войтишек А. В.
Зарукин Д. А.	– бакалавр ММФ НГУ, руководитель – Войтишек А. В.
Кудрявцева Л. А.	– специалист ММФ НГУ, руководитель – Войтишек А. В.

Учебная и методическая литература

Шалимова И. А. Решение краевых задач методом Монте-Карло. Новосибирск: НГУ, 2012.

Премии и награды

1. Каргаполова Н. А., Литвенко К. В. – лауреаты конференции молодых ученых Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН; Новосибирск; 24–25 апреля 2012 г.

2. Базаров К. Б., Зарукин Д. А. – лауреаты юбилейной 50-й Международной студенческой конференции "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирск, НГУ, 13–19 апреля 2012 г.

Лаборатория вычислительной физики

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

Важнейшие достижения

Разработана библиотека параллельных алгоритмов Krylov, предназначенная для решения больших систем линейных алгебраических уравнений с разреженными симметричными и несимметричными матрицами (положительно определенными и знаконеопределенными), получаемых при сеточных аппроксимациях многомерных краевых задач для систем дифференциальных уравнений на неструктурированных сетках. Программные реализации выполнены на типовых сжатых разреженных форматах матричных данных. Проведены численные эксперименты с демонстрацией эффективности распараллеливания для характерных плохо обусловленных задач.

Д.ф.-м.н Ильин В. П., Бутюгин Д. С., Перевозкин Д. В.

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2012 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР I.3.2.2. "Разработка параллельных и распределенных компьютерных технологий для задач математического моделирования на основе кластерных супер-ЭВМ".

Номер государственной регистрации НИР 012010022448.

Руководители: акад. Михайленко Б. Г., д.ф.-м.н. Вшивков В. А., д.ф.-м.н. Свешников В. М.

Разработаны алгоритмы локальной модификации квазиструктурированных прямоугольных сеток в областях со сложной конфигурацией внешней границы. Вариант метода декомпозиции, при помощи которого проводится решение краевых задач на таких сетках, позволяет проводить аппроксимацию исходной дифференциальной задачи отдельно на каждой подсетке, используя интерфейс как границу с условиями Дирихле. Это позволяет осуществить построение подсеток и, главное, их модификацию также отдельно для каждой подобласти. Тем не менее, вхождение подсеток в результирующую квазиструктурированную сетку обуславливает особенности алгоритма модификации, построенного так, чтобы соблюдались два условия: 1) сохранение структурированности подсеток, 2) построение сеточных шаблонов, удовлетворяющих условию Делоне. Для выполнения последнего условия достаточно построения нетупоугольных сеточных элементов. Соблюдение условия Делоне, обеспечивающее выполнение важных критериев качества сетки, необходимо для корректной аппроксимации решаемого дифференциального уравнения. Созданы структуры данных для автоматизации решения краевых задач на квазиструктурированных сетках.

Разработаны крыловские итерационные методы алгебраической декомпозиции областей с пересечениями подобластей и параметризованными краевыми условиями на внутренних границах подобластей, использующие ускорения на основе грубосеточной коррекции и дефляции.

Продолжены работы по моделированию трехмерных гармонических электромагнитных полей. Разработаны и реализованы два метода декомпозиции области:

геометрическая и алгебраическая, – и распределенный решатель комплексных СЛАУ для задач электромагнетизма. Решатель использует вложенные крыловские итерационные процессы с алгебраическими мультисеточными предобуславливателями для решения задач в подобластях. Для ускорения внешнего итерационного процесса используются методы алгебраической грубосеточной коррекции в подпространствах следов. Проведено исследование эффективности и масштабируемости решателей на серии методических и практических задач геоэлектроразведки. Решатель показывает скорость работы, более чем на порядок превосходящую прямые методы (MUMPS) на больших задачах (порядка 10^7 неизвестных) и позволяет решать сверхбольшие СЛАУ порядка 10^8 за характерное время 10–15 минут на 64 узлах кластера ССКЦ.

Предложены и реализованы в последовательной и OpenMP-параллельной версии модификации алгоритма прогонки, основанные на переупорядочивании данных, алгоритме встречной прогонки, использовании SSE-инструкций и сокращении числа делений, позволяющие в два раза и более ускорить решение трехдиагональных систем.

Определено аналитически векторное поле, которое индуцируется соосно направленным эллипсоидом вращения в осесимметричном гармоническом векторном начальном поле. Разработан полуаналитический метод вычисления потенциала и силы притяжения для тел эллипсоидальной формы с плотностью, заданной на неравномерной сетке.

Предложен экономичный метод нахождения зарядов на поверхности проводящего осесимметричного тела при условии совпадения оси его симметрии и оси симметрии внешнего электрического поля, который сводится к решению одномерного интегрального уравнения. Получено аналитическое решение для проводника, имеющего форму эллипсоида вращения, помещенного в электрическое поле, потенциал которого меняется как полином на оси симметрии. Определено распределение заряда, электрические моменты произвольных порядков проводящего шара и сила, действующая на шар, расположенный на оси неоднородного осесимметричного электрического поля. Определен полный заряд и дипольный момент первого порядка проводящего шара в произвольном неоднородном гармоническом электрическом поле. Все утверждения сформулированы в виде теорем, доказательства которых основаны на свойствах матрицы моментов от полиномов Лежандра.

Построены новые конечно-объемные мультисимплектические балансные схемы для уравнений Кортевега де Вриза – Бюргерса и Накорякова – Покусаева – Шрейберга, описывающие распространение волн в парожидкостной среде при наличии пузырьков газа. Основным достоинством построенных схем является сохранение точности при расчетах с большим количеством временных шагов.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 11-01-00205-а "Базовая система моделирования: концепция, алгоритмы и технологии решения много-дисциплинарных задач на МВС экстремального уровня".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Ильин В. П.

В рамках проекта БСМ разработана версия библиотеки параллельных алгоритмов KRYLOV для решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ – симметричных и несимметричных, положительно определенных и знаконеопределенных) с разреженными матрицами высокого порядка, представляемых с помощью международных сжатых форматов CSR. Алгоритмы основаны на декомпозиции расчетной области с пересечениями подобластей, построении двухуровневых итераци-

онных методов в подпространствах Крылова с предобуславливателями типа аддитивного метода Шварца, неполной факторизации и грубосеточной коррекции. Распараллеливание осуществляется гибридными средствами MPI и OpenMP на гетерогенном кластере с использованием CPU и GPGPU. В рамках БСМ разработаны программные модули первой очереди подсистемы GEOMBOX для геометрического моделирования и подсистемы DELAUNAY для построения трехмерных адаптивных квазиструктурированных сеток.

Создано прикладное математическое и программное обеспечение для моделирования трехмерных электромагнитных полей в частотной области. Расчеты проводятся для реальных геометрий с контрастными свойствами сред с помощью конечно-элементных аппроксимаций до четвертого порядка точности включительно на неструктурированных сетках с локальными сгущениями в окрестностях сингулярностей. Решение получаемых СЛАУ с комплексными неэрмитовыми матрицами осуществляется многоуровневыми крыловскими итерационными методами со специальными оптимальными по порядку предобуславливателями с применением регуляризации и алгебраических многосеточных алгоритмов. Высокопроизводительное распараллеливание реализовано средствами гибридного программирования на MVS с распределенной и общей памятью.

Проект РФФИ № 12-01-00076-а "Вычислительные алгоритмы и технологии решения многомерных задач математической физики на квазиструктурированных сетках".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Свешников В. М.

Разработаны алгоритмы декомпозиции расчетной области на подобласти, сопрягаемые без наложения, для решения трехмерных краевых задач на квазиструктурированных сетках, основанные на аппроксимации уравнения Пуанкаре – Стеклова на интерфейсе при помощи дискретных функций Грина. Исследованы свойства системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), аппроксимирующих уравнение Пуанкаре – Стеклова в трехмерном случае. Решение данной СЛАУ осуществляется итерационными методами подпространства Крылова, для которых разработан многосеточный предобуславливатель. В макроузлах и на ребрах сеточных элементов исходное дифференциальное уравнение аппроксимируется по семиточечной схеме. Для решения полученных сеточных уравнений предложен двухуровневый итерационный процесс, на каждом шаге которого решение вспомогательных задач находится методом прогонки. Проведена адаптация разрабатываемых алгоритмов к решению задач астрофизики и электрофизики с сильными неоднородностями.

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

Проект Президиума РАН № 15.9 "Вычислительные, информационные, управляющие и интеллектуальные технологии и системы в задачах математического моделирования".

Подпроект "Параллельные алгоритмы и технологии решения разреженных СЛАУ в больших задачах математического моделирования".

Руководитель – д.ф.-м.н. Ильин В. П.

В 2012 г. по теме проекта получены следующие три основных результата по методам решения больших разреженных систем линейных алгебраических уравнений.

1. Разработан и экспериментально исследован итерационный метод BBiCGStabE (блочный стабилизированный алгоритм бисопряженных градиентов), предваритель-

но предобусловленный с помощью блочной модификации Айзенштата для неполной факторизации матриц решаемых вещественных несимметричных СЛАУ.

2. Автоматизировано построение "внутренних расширенных" СЛАУ для заданного количества подобластей в "локальных" CSR-форматах на основе заданного "глобального", т. е. в сквозной нумерации всех компонент искомого решения исходной матрицы CSR-формата.

Создана распределенная по процессорам реализация гибкого обобщенного метода минимальных невязок FGMRES с динамическими предобуславливателями, которые определяются посредством итерационных решений локальных СЛАУ с помощью крыловских методов в подобластях. Для сокращения объема памяти, используемой для решения плохо обусловленных систем, используется процедура периодических рестартов крыловского процесса.

Проект ОМН РАН № 3.3. "Современные вычислительные технологии решения больших задач естествознания, геофизики, физики атмосферы и океана и охраны окружающей среды".

Подпроект "Вычислительные методы и технологии базовой системы математического моделирования (БСМ)".

Координатор в институте – д.ф.-м.н. Ильин В. П.

Разработана методология построения инструментальной библиотеки сеточных генераторов DELAUNAY в рамках базовой системы моделирования БСМ.

Проведены исследования математических моделей для задач электромагнетизма в частотной области (теоремы существования и единственности для смешанной и регуляризированной постановок, оценки спектра для предобусловленных задач на непрерывном уровне), а также вопросы сходимости и оценок погрешностей для конечно-элементных аппроксимаций на неструктурированных сетках с векторными базисными функциями до четвертого порядка включительно.

Разработаны и исследованы алгоритмы математического моделирования сильно-точных электронно-оптических систем на неструктурированных сетках, а также решены некоторые специальные электрофизические задачи для осесимметричных проводящих тел.

Разработан пакет программ Helmholtz 3D для моделирования трехмерных электромагнитных полей в частотной области на основе конечно-элементных аппроксимаций с векторными базисными функциями Неделека до 4-го порядка включительно и параллельных крыловских алгоритмов с декомпозицией расчетной области.

В рамках БСМ разработаны и апробированы параллельные алгоритмы и программы для решения больших разреженных СЛАУ с разреженными матрицами, возникающих из сеточных задач математического моделирования.

Разработаны и экспериментально исследованы алгоритмы моделирования волновых колебательных процессов в парожидкостной среде на основе численного решения гамильтоновой системы уравнений, описывающей поведение свободной поверхности.

МИП СО РАН № 130 "Математические модели, численные методы и параллельные алгоритмы для решения больших задач СО РАН и их реализация на многопроцессорных суперЭВМ".

Координатор – акад. РАН Михайленко Б. Г., координатор в институте – д.ф.-м.н. Свешников В. М.

Разработаны технологии решения краевых задач в областях сложной формы на предлагаемых квазиструктурированных сетках специального вида на многопроцессорных суперЭВМ. Их особенностью является то, что макросетка в расчетной области подсетки в подобластях являются структурированными и прямоугольными сетками, что обеспечивает создание экономичных структур данных и эффективное применение численных алгоритмов. В то же время, результирующая квазиструктурированная сетка является адаптивной к неоднородностям внутри области и к сложной конфигурации внешней границы.

С целью исследования эффективности нового подхода к распараллеливанию решения краевых задач на квазиструктурированных сетках был проведен цикл численных на модельной краевой задаче Дирихле для уравнения Лапласа с известным точным решением. Расчетная область покрывалась квазиструктурированной сеткой, состоящей из подсеток, которые строились в шахматном порядке. При распараллеливании подсетки группировались в объединения естественным образом: слева направо, снизу вверх. Расчеты проводились для различного числа подобластей и при различном числе узлов и процессоров (самая густая квазиструктурированная сетка имела примерно 10 миллионов узлов).

Из полученных результатов можно сделать следующий вывод: увеличение числа подобластей при фиксированной сетке приводит к повышению эффективности, что объясняется преимущественным (по сравнению с затратами на обмены) влиянием кэш-памяти, следовательно, для достижения наибольшей эффективности проведения параллельных расчетов при сетках с большим числом узлов, которые, как правило, необходимы при решении сложных задач с сильными неоднородностями, следует проводить декомпозицию расчетной области на большое число подобластей, группируя их в объединения для отображения на заданное число процессоров.

МИП СО РАН № 126 "Импульсные разряды в газах высокого давления и моделирование газоразрядных, плазмохимических и газодинамических процессов методом Монте-Карло".

Координатор – акад. РАН Ковальчук Б. М.; ответственный исполнитель блока № 2 от ИВМиМГ – д.ф.-м.н. Свешников В. М.

Сложность моделирования процессов формирования электронных пучков и разрядов в газах высокого давления заключается в адекватном описании распределения напряженности электрического поля вблизи катода и на его поверхности. Обычно используемые неравномерные структурированные или полностью неструктурированные сетки не дают приемлемой точности, так как требуют хранения громадного объема информации и/или решения систем линейных алгебраических уравнений большого порядка (свыше 10^{10}). Поэтому решение таких задач в настоящем проекте проводилось на разработанных адаптивных квазиструктурированных сетках, сочетающих простоту использования структурированных сеток с адаптивными свойствами неструктурированных сеток.

Кроме того, разработаны алгоритмы и структуры данных для создания программного комплекса, предназначенного для моделирования методом имитационного моделирования явлений ионизационного размножения электронов в системах с высоким давлением.

МИП СО РАН № 104 "Генерация мощных субмиллисекундных пучков в системах с плазменным эмиттером для применения в технологии и УТС, разрабатываемых на основе численного моделирования и эксперимента".

Координатор – д.ф.-м.н. Бурдаков А. В. (ИЯФ СО РАН), ответственный исполнитель блока 3 от ИВМиМГ – д.ф.-м.н. Свешников В. М.

За время выполнения проекта проводилась работа по двум основным направлениям: 1) расчет транспортировки электронного пучка в ГОЛ-3; 2) разработка алгоритма расчета подвижной плазменной границы сложной формы.

1. Рассматривалась задача транспортировки электронного пучка в нарастающем магнитном поле открытой плазменной ловушки ГОЛ-3. Натурный эксперимент показал, что при включении внешнего магнитного поля длительность работы диода, в котором проходит пучок, ограничена пробоями в нем. С целью выяснения причин была проведена серия численных расчетов при помощи пакета прикладных программ ЭРА. Магнитное поле в диоде было сильно неоднородным, изменяющимся в продольном направлении в 32 раза, ток пучка изменялся от 50 А до 100 А. Особенностью расчетов было то, что наличие сильно неоднородного поля приводило к необходимости задания малого шага по времени при интегрировании уравнений движения заряженных частиц (число расчетных точек в одной траектории достигало нескольких сотен тысяч). В связи с этим применялись балансные схемы, контролирующие выполнение закона сохранения энергии, для получения приемлемой точности. На приведенном ниже рисунке показано поведение пучка в одном из расчетов.

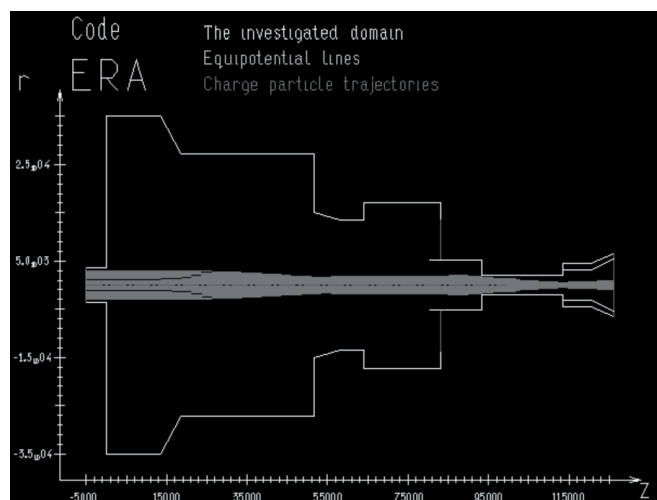


Рис. Эквипотенциальные линии в сильноперенапряженном промежутке

Проведенные эксперименты показали, что при токе, приблизительно равном 100 А, траектории периферийных электронов перемещаются на внешние стенки, что вызывает пробой.

2. В 2012 г. разработан алгоритм расчета положения и формы подвижной плазменной границы сложной конфигурации, в основе которого лежит разбиение расчетной области на прикатодную и основную подобласти, нахождение аналитического решения в прикатодной подобласти, численного решения в основной подобласти и их сопряжение путем решения системы операторных уравнений, аппроксимирующих нелинейное уравнение Пуанкаре – Стеклова на границе сопряжения.

МИП СО РАН № 119 "Исследование теплового взрыва криогенных жидкостей".

Координатор программы – акад. Накоряков В. Е., координатор в институте – д.ф.-м.н. Ильин В. П.

Разработаны и исследованы мультисимплектические конечно-объемные схемы с сохранением инвариантов для решения уравнений типа Кортевега – де-Вриза – Бюргера. Проведено моделирование локализованных волновых процессов с дисперсией и диссипацией в пузырьковой суспензии.

На основе разработанного гамильтонова формализма для описания и численной реализации условий на свободной поверхности проведено моделирование динамических процессов колебаний парового пузырька для широкого диапазона параметров внешних воздействий среды.

Разработаны вычислительные параллельные методы ресурсоемкого трехмерного моделирования процессов деформации и взаимодействия большого количества пузырьков в парожидкостных средах.

Публикации

Центральные издания

1. Свешников В. М., Залесский В. Г., Петрович О. Н. Расчет ЭОС с плазменным эмиттером на основе метода декомпозиции расчетной области // Прикладная физика. 2012. № 2. С. 40–44.
2. Свешников В. М., Беляев Д. О. Построение квазиструктурированных локально-модифицированных сеток для решения задач сильноточной электроники // Вестн. ЮУрГУ. 2012. № 40(299). С. 118–128.
3. Бутюгин Д. С. Алгоритмы решения СЛАУ на системах с распределенной памятью в применении к задачам электромагнетизма // Вестн. ЮУрГУ. Сер.: Вычислительная математика и информатика. 2012. Т. 46, № 305. С. 5–18.
4. Бутюгин Д. С., Ильин В. П., Перевозкин Д. В. Методы параллельного решения СЛАУ на системах с распределенной памятью в библиотеке Krylov. Там же. Т. 47, № 306. С. 5–19.
5. Ильин В. П. Параллельные методы и технологии декомпозиции областей. Там же. Т. 46, № 305. С. 31–44.
6. Гасенко В. Г., Демидов Г. В., Ильин В. П., Шмаков И. А. Моделирование волновых процессов в парожидкостной среде // СибЖИМ. 2012. Т. 15, № 3. С. 261–270.
7. Демидов Г. В., Мартынов В. Н., Михайленко Б. Г. Метод решения эволюционных задач, использующий пошаговое преобразование Лаггера // СибЖВМ. 2012. Т. 15, № 2. С. 191–196.
8. Голубева Л. А., Ильин В. П., Козырев А.. О программных технологиях в геометрических аспектах математического моделирования // Вестн. НГУ. Сер.: Информационные технологии. 2012. Т. 10, № 2. С. 25–33.
9. Савченко А. О. Вычисление объемного потенциала для эллипсоидальных тел // СибЖИМ. 2012. Т. 15, №1(49). С.123–131.
10. Савченко А. О., Савченко О. Я. Вычисление зарядов на поверхности проводящего осесимметричного тела, экранирующих внешнее соосное электрическое поле // СибЖВМ. 2012. Т. 15, № 3. С. 321–327.
11. Савченко А. О., Савченко О. Я. Обтекание эллипсоида гармоническим векторным полем // Теоретическая и математическая физика. 2012. Т. 170, № 3. С. 381–392.
12. Дудышева Е. В., Скопин И. Н. Дистанционное выполнение командных студенческих проектов разработки программных систем / Фундаментальные исследования. 2012. № 11, ч. 3. С. 555–559. [Электрон. ресурс]. www.rae.ru/fs/.

Зарубежные издания

1. Sveshnikov Victor M. Simulation of electron-optical systems with high accuracy // *Elektrotechnica and Electronica*. 2012. V. 5/6. P. 31–33.
2. Свешников В. М., Залесский В. Г., Петрович О. Н. Алгоритм оптимизации ЭОС с плазменным эмиттером на основе метода декомпозиции расчетной области // *Вестн. ХНТУ*. 2012. № 2(45). С. 320–324.
3. Butyugin D. Efficient iterative solvers for time-harmonic Maxwell equations using domain decomposition and algebraic multigrid // *J. Comput. Sci.* 2012. November. V. 3, iss. 6. P. 480–485.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Ильин В. П. Проблемы моделирования в экстремальных задачах СВЧ-микроэлектроники // Труды конф. "Микроэлектроника СВЧ", Санкт-Петербург, 4–7 июня 2012 г. С.-Пб.: Изд-во СПбГЭУ ЛЭТИ, 2012. С. 30–34.
2. Vshivkova L. Numerical modeling of plasma phenomena using the PIC-method // *Proc. of the 25th Intern. Symph. "Discharges and electrical insulation in vacuum"*, Tomsk, Sept. 2–7 2012. V. 2. Tomsk, 2012. P. 398–400.
3. Свешников В. М. Параллельные алгоритмы и технологии решения краевых задач на квазиструктурированных сетках при оптимизации электронно-оптических систем // Материалы 8-й Междунар. азиат. шк.-семина. "Проблемы оптимизации сложных систем", Щучинск (Казахстан), 4–12 июля 2012 г. Новосибирск: 2012. С. 165.

Прочие издания

1. Скопин И. Н. О формировании программистского мышления // Сб. науч. трудов "Бюллетень лаборатории математического, естественнонаучного образования и информатизации" МГПУ. Изд-во "Научная книга", 2012. С. 21–31.
2. Бутюгин Д. С. О параллельном решении СЛАУ задач моделирования трехмерных гармонических электромагнитных полей в частотной области // 6-я Сиб. конф. по параллельным и высокопроизводительным вычислениям, Томск, 15–17 нояб. 2011 г. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2012. С. 49–55.
3. Бутюгин Д. С., Ильин В. П. Параллельные методы и технологии моделирования электромагнитных полей // Труды Всерос. конф. "Микроэлектроника СВЧ". Санкт-Петербург, 4–7 июня 2012 г. С.-Пб.: Изд-во СПбГЭУ ЛЭТИ, 2012. С. 223–227.

Общее число публикаций:

Центральные издания	–12
Зарубежные издания	– 3
Материалы международных конференций	– 3.

Участие в конференциях и совещаниях

1. Международная конференция "Параллельные вычислительные технологии ПаВТ'2012", Новосибирск, 26–30 марта 2012 г. – 4 доклада (Рыбдылов Б. Д., Свешников В. М., Ильин В. П., Бутюгин Д. С., Перевозкин Д. В.).
2. 10th Intern. conference on electron beam technologies, Varna (Bulgaria), Jul. 1–4, 2012. (Свешников В. М.) – 1 доклад
3. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 13–15 июня 2012 г. – 8 докладов (Беляев Д. О., Козырев А. Н., Свешников В. М., Демидов Г. В., Ильин В. П., Шмаков И. А., Бутюгин Д. С., Савченко А. О., Горбенко Н. И., Петухов А. В.).

4. 8-я Международная Азиатская школа-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем", Щучинск (Казахстан), 2–12 июля 2012 г. – 1 доклад (Свешников В. М.).
5. Международная конференция по математическому моделированию "МКММ-2012", Херсон (Украина), 17–21 сент. 2012 г. – 1 доклад. (Свешников В. М.).
6. 14-я Российская конференция с международным участием "Распределенные информационные и вычислительные ресурсы" (DICR-2012), Новосибирск, 26–30 нояб. 2012 г. – 1 доклад (Свешников В. М.).
7. 14-я Международная конференция "Супервычисления и математическое моделирование", Саров, 1–5 окт. 2012 г. – 2 доклада (Ильин В. П., Бутюгин Д. С., Первозкин Д. В.).
8. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы прикладной математики и механики". Абрау-Дюрсо, 10–16 авг. 2012 г. – 1 доклад (Ильин В. П., Бутюгин Д. С.).
9. Международная конференция "Обратные и некорректные задачи математической физики", Новосибирск. 2012. – 1 доклад (Горбенко Н. И.).
10. XIX Всероссийская конференция "Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов для решения задач математической физики", Абрау-Дюрсо, 10–16 авг. 2012 г. – 1 доклад (Ильин В. П.).
11. VI Всероссийская конференция "Микроэлектроника СВЧ". Санкт-Петербург, 4–7 июня 2012 г. – 2 доклада (Ильин В. П., Бутюгин Д. С.).
12. V Chinese – Russian Winter School. Beijing (China), Jan. 4–12, 2012. – 1 доклад (Ильин В. П.).
13. International young scientists conference "High performance computing and simulation", Amsterdam (Netherlands), Apr. 2–6, 2012. – 1 доклад (Бутюгин Д. С.).
14. Международная научная студенческая конференция "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирск, 13–19 апр. 2012 г. – 1 доклад (Бутюгин Д. С.).
15. Конференция молодых ученых института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск, 24–25 апр. 2012 г. – 1 доклад (Бутюгин Д. С.).
16. 6th International conference "Solitions, collapses and turbulence", Novosibirsk, Jun. 4–8, 2012. – 1 доклад (Бутюгин Д. С., Ильин В. П.).
17. 6-я Всероссийская конференция "Актуальные проблемы прикладной математики и механики", Новороссийск, 10–16 сент. 2012 г. – 2 доклада (Бутюгин Д. С., Петухов А. В.).
18. 25th Int. symp. on discharges and electrical insulation in vacuum, Tomsk, Sept. 2–7, 2012. – 1 доклад (Вшивкова Л. В.).
19. International symposium SCAN'2012, Novosibirsk Sept. 23–29, 2012. – 1 доклад (Савченко А. О.).
20. Международная конференция "Обратные и некорректные задачи математической физики", Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. – 1 доклад (Горбенко Н. И.).
21. Всероссийская научно-практическая конференция "Актуальные проблемы механики, математики, информатики", Пермь, 30 октября – 1 ноября 2012 г. – 2 доклада (Скопин И. Н.).

Всего докладов – 36, в том числе пленарных – 10.

Участие в оргкомитетах

1. Свешников В. М. – член программного комитета Международной конференции по математическому моделированию МКММ-2010, Херсон (Украина), 17–22 сентября 2012 г.

2. Свешников В. М. – сопредседатель оргкомитета 8-й Международной азиатской школы-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем", Щучинск (Казахстан), 2–12 июля 2012 г.

3. Ильин В. П. – член оргкомитета Международной научно-технической конференции "Аналитические и численные методы моделирования естественнонаучных и социальных проблем", Пенза, 22–25 октября 2012 г.

4. Ильин В. П. – член оргкомитета Международной научной конференции "Параллельные вычислительные технологии ПаВТ'2012", 26–03 марта 2012 г., Новосибирск.

5. Ильин В. П. – член программного комитета Всероссийской конференции "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г.

6. Ильин В. П. – член оргкомитета 4-й Международной молодежной научной школы-конференции "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Москва, 5–11 ноября 2012 г.

7. Вшивкова Л. А. – член оргкомитета Всероссийской конференции "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июля 2012 г.

Кадровый состав

1. Свешников В. М.	зав. лаб.	д.ф.-м.н.
2. Ильин В. П.	г.н.с.	д.ф.-м.н.
3. Гурьева Я. Л.	с.н.с.	к.ф.-м.н.
4. Савченко А. О.	с.н.с.	к.ф.-м.н.
5. Горбенко Н. И.	н.с.	к.ф.-м.н.
6. Скопин И. Н.	н.с. 0,4	к.ф.-м.н.
7. Вшивкова Л. В.	м.н.с.	к.ф.-м.н.
8. Бутюгин Д. С.	м.н.с., 0,5.	
9. Петухов А. В.	м.н.с.	
10. Перевозкин Д. В.	м.н.с. 0,25	
11. Козырев А. Н.	м.н.с. 0,25	
12. Демидов Г. В.	вед. инженер 0,5	к.ф.-м.н.
13. Ицкович Е. А.	вед. Программист	
14. Тарасевич Л. М.	техник 1 категории	

Педагогическая деятельность

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

Руководство аспирантами

1. Бессмельцев М. В. – аспирант, 3-й год, ИВМиМГ, руководитель – Ильин В. П.
2. Панченко Н. В. – аспирант, 2-й год, ИВМиМГ, руководитель – Ильин В. П.
3. Кондрашкин Е. О. – аспирант, 1-й год, ИВМиМГ, руководитель – Ильин В. П.
4. Рыбдылов Б. Д. – аспирант, 1-й год, ИВМиМГ, руководитель – Свешников В. М.
5. Степанюк К. С. – аспирант, 1-й год, ИВМиМГ, руководитель – Скопин И. Н.
6. Помелов С. В. – аспирант, 1-й год, ИВМиМГ, руководитель – Скопин И. Н.

Руководство студентами

1. Рудюк Е. О. – магистрант, 2-й год, НГУ, руководитель – Ильин В. П.
2. Бровкина В. О. – магистрант, 2-й год, НГУ, руководитель – Ильин В. П.
3. Исаков А. А. – магистрант, 2-й год, НГУ, руководитель – Ильин В. П.
4. Грехов Г. А. – магистрант, 2-й год, НГУ, руководитель – Скопин И. Н.
5. Еремеев И. М. – магистрант, 2-й год, НГУ, руководитель – Скопин И. Н.
6. Есилевич А. И. – магистрант, 2-й год, НГУ, руководитель – Скопин И. Н.
7. Елисеев И. М. – магистрант, 1-й год, НГУ, руководитель – Скопин И. Н.
8. Шелков А. А. – магистрант, 1-й год, НГУ, руководитель – Скопин И. Н.
9. Седаков Е. В. – магистрант, 1-й год, НГУ, руководитель – Ильин В. П.
10. Демонд А. Е. – магистрант, 1-й год, НГУ, руководитель – Ильин В. П.
11. Атыгаев М. И. – бакалавр, 4-й курс, НГУ, руководитель – Скопин И. Н.
12. Лозбень М. Е. – бакалавр, 4-й курс, НГУ, руководитель – Скопин И. Н.
13. Татарников В. В. – бакалавр, 4-й курс, НГУ, руководитель – Скопин И. Н.

Лаборатория математических задач химии

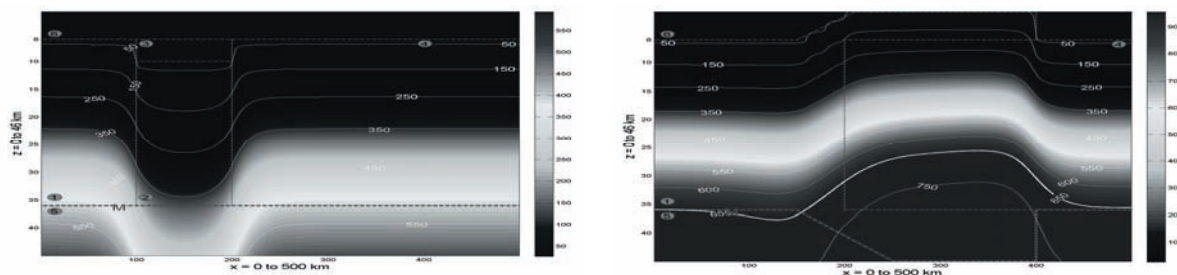
Зав. лабораторией д.ф.-м.н. Лаевский Ю. М.

Важнейшие достижения

Схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов и их применение при моделировании геотермальных процессов в литосфере Земли.

Д.ф.-м.н. Лаевский Ю. М., Воронин К. В.

Разработана методика конструирования схем расщепления для потоковых уравнений, основанная на использовании безусловно устойчивых схем расщепления для сеточной дивергенции потока. В этом смысле можно говорить о дивергентно-устойчивых схемах, т. е. схемах, устойчивых в подпространстве, ортогональном соленоидальным в сеточном смысле функциям. Сами сеточные потоковые уравнения являются результатом пространственной аппроксимации смешанным методом конечных элементов, что обеспечивает точное выполнение законов сохранения. Разработанные методы были применены при построении численной модели термохронологии некоторых геодинамических процессов в литосфере Земли.



Тепловое поле до начала коллизии (слева), постколлизийный процесс (справа)

Результаты исследований опубликованы в работах:

1. Воронин К. В., Лаевский Ю. М. О схемах расщепления в смешанном методе конечных элементов // Сиб. журн. выч. матем. 2012. Т. 15, № 2. С. 183–189.
2. Лаевский Ю. М., Воронин К. В. Схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов решения задач теплопереноса // Мат. моделирование. 2012. Т. 24, № 8. С. 109–120.
3. Воронин К. В. Схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов // Материалы 50-й Междунар. науч. студенческой конференции "Студент и научно-технический прогресс". Новосибирск: НГУ, 2012. С. 203.
4. Верниковский В. А., Верниковская А. Е., Полянский О. П., Лаевский Ю. М., Матушкин Н. Ю., Воронин К. В. Тектонотермальная модель формирования орогена на постколлизийной стадии // Геол. и геофизика. 2011. Т. 52, № 1. С. 32–50.

Результаты исследований докладывались на конференциях:

1. 50-я Международная научная студенческая конференция "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирск, 13–19 апреля 2012 г. Воронин К. В. "Схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов". [Electron. resource]. <http://issc.nsu.ru/upload/pdf%20materials/Proceedings/01%20Mathematics.pdf>.

2. 3-я Всероссийская научная конференция "Математическое моделирование развития северных территорий Российской Федерации", Якутск, 21–26 мая 2012 г. <http://mmrst.s-vfu.ru>. Ю. М. Лаевский, К. В. Воронин. "Схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов для задач теплопереноса" (пленарный доклад).

3. 1st Russian-French conference on mathematical geophysics, mathematical modeling in continuum mechanics and inverse problems, Biarritz (France), June 18–22, 2012. Y. Laevsky, K. Voronin. "Numerical simulation of some geothermal regimes based on the splitting methods for the mixed finite element approximations". [Electron. resource]. <http://uppa-inria.univ-pau.fr/m3d/ConfFR/index.html> (пленарный доклад).

4. The China-Russian workshop on computational methods, Beijing (China), Oct. 14–15, 2012. Y. Laevsky. "Splitting schemes in mixed finite element method for heat transfer problems" (пленарный доклад).

5. Vernikovskaya A. E., Vernikovsky V. A., Matushkin N. Yu., Polyansky O. P., Laevsky Y. M., Voronin K. V. Thermal history modeling of intrusions in the Tatarka-Ishimba suture zone at the Late Neoproterozoic evolution stage of the Yenisei Ridge rogeny. EGU General Assembly, Vienna (Austria) April 23–27, 2012. [Electron. resource]. http://www.egu2012.eu/EGU2012-programmegroup_programme_GMPV.pdf.

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2012 г. в соответствии с планом НИР института

Проект 1.3.1.1. "Оптимальные сеточные методы для высокопроизводительных многопроцессорных ЭВМ и их применение в задачах естествознания".

Номер государственной регистрации НИР 01201002443.

Руководитель акад. Коновалов А. Н.

Раздел 2. "Численные методы решения уравнений фильтрации и теплопереноса в приложении к задачам нефтедобычи, фильтрационного горения, геодинамики".

Руководитель д.ф.-м.н. Лаевский Ю. М.

В 2012 г. получены следующие результаты:

1. Разработана вычислительная модель фильтрации двухфазной жидкости в неоднородных средах с переменной пористостью и абсолютной проницаемостью. Проведен большой цикл расчетов для различных геометрий неоднородных включений. Расчеты проводились, главным образом, для плановой задачи и вертикального разреза с учетом силы тяжести. В работе над этим подразделом принимали участие Лаевский Ю. М., Калинин А. А., Сандер И. А., аспирантка ИВМиМГ СО РАН Бervено Е. В.

2. Изучались явные схемы реализации модели Баклея – Леверетта в двумерном случае. Обнаружилась проблема "несклеивания" потоков вытесняющей жидкости при наличии нескольких нагнетательных скважин, когда между встретившимися потоками остается "численный слой" вытесняемой жидкости. Предложена модификация метода направленных разностей, устраняющая этот эффект. В работе по этому подразделу принимали участие Лаевский Ю. М., Литвиненко С. А.

3. Возобновлены работы над развитием алгоритмов решения задач фильтрационного горения газа. В частности, с целью повышения производительности рассмотрены возможности использования современных математических библиотек и распараллеливание на общей памяти с использованием компиляторных директив OpenMP. В настоящее время получено ускорение в 25 раз и более относительно исходного кода. В работе по этому подразделу принимали участие Лаевский Ю. М., Калинин А. А., Кандрюкова Т. А.

4. Разработана методика конструирования схем расщепления для потоковых уравнений, основанная на использовании классических схем расщепления для сеточной дивергенции потока. Сами сеточные потоковые уравнения являются результатом пространственной аппроксимации смешанным методом конечных элементов, что обеспечивает точное выполнение законов сохранения. В этом смысле можно говорить о дивергентно-устойчивых схемах, т. е. схемах, устойчивых в подпространстве ортогональном соленоидальным в сеточном смысле функциям. Разработанные методы применены при построении численной модели термохронологии некоторых геодинамических процессов в литосфере Земли. В работе по этому подразделу принимали участие Лаевский Ю. М., Воронин К. В.

5. Разработана версия пакета PISC (Parallel Iterative Solver for Cluster), являющаяся новой версией пакета PARAD. Проведено большое число экспериментов на кластерах ССКЦ ИВМиМГ СО РАН и НГУ (оба входят в "Top50" СНГ). Разработан современный интерфейс, использованы современные математические библиотеки, проведено тестирование на ряде задач математической физики с точки зрения производительности и масштабируемости. В работе по этому подразделу принимали участие Лаевский Ю. М., Калинин А. А..

6. Проведено обоснование сходимости итерационного метода для реализации высокоточных приближенных кусочно-гладких решений практических задач эллиптического и параболического типов в многослойных конструкциях. Если отвечающую этим задачам систему уравнений решать прямым методом, то по мере увеличения числа базисных функций быстро ухудшается обусловленность матрицы системы. Важно, что упомянутый итерационный метод не имеет этого недостатка и позволяет получить требуемый результат при любом числе базисных функций. В работе по этому подразделу принимал участие Смелов В. В.

7. Разработан алгоритм поиска наилучших (в некотором смысле) кубатурных формул для сферы, инвариантных относительно группы зеркальных вращений диэдра D_{6d} . С помощью этого алгоритма удалось получить параметры всех наилучших кубатурных формул данной группы симметрии до 23-го порядка точности. В ходе этой работы впервые систематически исследованы способы получения наилучших кубатур для сферы в случае группы, не являющейся подгруппой групп симметрии правильных многогранников. В работе по этому подразделу принимали участие Попов А. С., Юматова Л. А.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 10-01-00102а "Новые вычислительные модели процессов тепло-массопереноса в приложении к задачам геологии и геофизики".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Лаевский Ю. М.

В 2012 г. получены следующие результаты:

1. Разработаны новые схемы расщепления для задач теплопереноса в терминах векторного потока, исследованы их точность и производительность. На их основе построены вычислительные модели коллизионных процессов и процессов теплопереноса в литосфере Земли.

2. Разработана первая версия комплекса программ PISC (Parallel Iterative Solver for Cluster) решения больших систем линейных алгебраических уравнений с разреженными ленточными матрицами и переобусловливателем на основе аддитивного метода Шварца.

3. Завершена разработка комплекса программ построения 2D локально-модифицированных сеток, проводится работа по патентованию данного комплекса.

4. Рассмотрена модель фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости в неоднородной пористой среде, когда неоднородность моделируется переменной по пространству пористостью и абсолютной проницаемостью.

5. Разработаны параллельные программы на общей памяти для моделирования процессов фильтрационного горения газов.

Проект РФФИ №10-01-00427а "Модифицированный метод сферических гармоник и новые квадратурные формулы гауссова типа".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Смелов В. В.

В 2012 г. получены следующие результаты:

1. Предложен итерационный метод реализации высокоточных приближений кусочно-гладких функций. Этот метод является дальнейшим развитием опубликованных ранее результатов о разложениях функций в быстросходящиеся ряды на основе базисов, скомбинированных из тригонометрических функций. Данный итерационный метод позволяет неограниченно уточнять результаты аппроксимации кусочно-гладких функций.

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

3. Разработан алгоритм поиска наилучших (в некотором смысле) кубатурных формул для сферы, инвариантных относительно группы зеркальных вращений диэдра D_{6d} . С помощью этого алгоритма удалось получить параметры всех наилучших кубатурных формул данной группы симметрии до 23-го порядка точности. В ходе данной работы впервые систематически исследованы способы получения наилучших кубатур для сферы в случае группы, не являющейся подгруппой групп симметрии правильных многогранников.

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

Руководитель проекта – академик Михайленко Б. Г.; исполнители: к.ф.-м.н. Калинин А. А., Кандрюкова Т. А., д.ф.-м.н. Лаевский Ю. М.

В 2012 г. разработана вычислительная модель двухфазной фильтрации в неоднородных средах. При этом под неоднородностью понимаются переменные по пространству проницаемость и пористость пласта. Проведено исследование динамики фильтрационных потоков при варьировании указанных параметров для 2D- и 3D-моделей. При этом в случае 2D-модели рассмотрена как плановая, так и "вертикальная" задача с учетом гравитации. Для переменной проницаемости получен ожидаемый результат: вытесняющая фаза прокладывает путь через зоны повышенной

проницаемости, и заводнение эксплуатационной скважины наступает при наличии значительных запасов невытесненной нефти. В случае переменной пористости получен следующий результат: при низкой пористости (заполненные нефтью поры составляют малую часть всего объема) скорость вытеснения нефти водой высока. И наоборот, при высоком нефтесодержании процесс вытеснения достаточно медленный. Таким образом, на заводнение эксплуатационной скважины, в первую очередь, влияют потоки, проходящие через низкопористые пласты.

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

Проект Президиума РАН № 15.9 "Вычислительные, информационные, управляющие и интеллектуальные технологии и системы в задачах математического моделирования".

Подпроект "Методы решения некоторых задач геологии (постколлизийной термохронологии и нефтегазовой геологии) на высокопроизводительных вычислительных системах".

Руководитель – д.ф.-м.н. Ю. М. Лаевский.

В 2012 г. получены следующие результаты:

1. Рассмотрена модель фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости в неоднородной пористой среде, к которой неоднородность моделируется переменными по пространству пористостью и абсолютной проницаемостью.
2. Разработаны параллельные программы на общей памяти для моделирования процессов фильтрационного горения газов.
3. Разработана первая версия комплекса программ PISC (Parallel Iterative Solver for Cluster) решения больших систем линейных алгебраических уравнений с разреженными ленточными матрицами и с переобусловливателем на основе аддитивного метода Шварца.
4. Разработаны новые схемы расщепления для задач теплопереноса в терминах векторного потока, исследована их точность и производительность.
5. Построены вычислительные модели коллизионных процессов и процессов теплопереноса в литосфере Земли.
6. Завершена разработка комплекса программ построения 2D локально-модифицированных сеток, проводится работа по патентованию данного комплекса.

Программа ОМН РАН № 3.3 "Современные вычислительные технологии решения больших задач естествознания, геофизики, физики атмосферы и океана и охраны окружающей среды".

Подпроект "Новое поколение параллельных алгоритмов для супер-ЭВМ на примере решения задач геологии и геофизики".

Руководитель – д.ф.-м.н. Лаевский Ю. М.

В 2012 г. получены следующие результаты:

1. Разработаны новые схемы расщепления для решения 3D сеточных уравнений теплопереноса в смешанной постановке.
2. Разработаны 2D-программы моделирования термохронологии в отдельных регионах литосферы Земли, сопутствующей коллизионным процессам.
3. Разработаны алгоритмы и программы фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости в 2D-неоднородных пористых средах при наличии нагнетательных и эксплуатационных скважин.

МИП СО РАН № 76 " Структура и геодинамика коллизионных зон Азии по данным геолого-геофизических исследований и математического моделирования".

Раздел "Тепловая эволюция зон сочленения Сибирского кратона с соседними структурами на аккреционных, коллизионных и внутриплитных стадиях".

Координатор в институте – д.ф.-м.н. Лаевский Ю. М.

В 2012 г. построена вычислительная модель тепловой эволюции при надвигании Карской плиты на Сибирский кратон в зоне Таймыра. Алгоритмическая реализации модели основана на новых схемах расщепления численного решения уравнений теплового потока. Разработана методика построения таких схем расщепления, основанная на выборе подходящих хорошо известных абсолютно устойчивых схем расщепления для скалярной дивергенции потока. Реализация модели динамики теплового поля в процессе коллизии осуществлялась как по двумерной, так и по трехмерной схеме. Во втором случае это делалось в целях верификации программы. Для трехмерной потоковой схемы осуществлена кластерная реализация на кластере НКС-30Т в ССКЦ ИВМиМГ СО РАН, что позволяет существенно усложнить и повысить точность численной модели.

Публикации

Центральные издания

1. Воронин К. В., Лаевский Ю. М. О схемах расщепления в смешанном методе конечных элементов // Сиб. журн. выч. матем. 2012. Т. 15, № 2. С. 183–189.
2. Калинин А. А., Лаевский Ю. М. Итерационный решатель систем уравнений с разреженной матрицей. Там же. С. 223–228.
3. Лаевский Ю. М., Кандрюкова Т. А. Об аппроксимации разрывных решений уравнения Баклея – Леверетта. Там же. Т. 15, № 3. С. 271–280.
4. Лаевский Ю. М., Воронин К. В. Схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов решения задач теплопереноса // Мат. моделирование. 2012. Т. 24, № 8. С. 109–120.
5. Смелов В. В. Итерационный метод поиска решений задач теплопроводности и диффузии частиц при разрывных коэффициентах дифференциального оператора задачи // Сиб. журн. индустр. мат. 2012. Т. 15, № 2. С. 128–138.
6. Голубева Л. А., Ильин В. П., Козырев А. Н. О программных технологиях в геометрических аспектах математического моделирования // Вестн. НГУ. Сер.: Информационные технологии. 2012. Т. 10, № 2. С. 25–33.

Зарубежные издания

1. Smelov V. V. Construction of functional basis with automatic fulfillment of interface conditions at discontinuity points of coefficients of an elliptic operator // Rus. J. Numer. Anal. and Math. Modelling. 2012. V. 27, N 4. P. 387–398.
2. Mitin I., Kalinkin A., Laevsky Y. A parallel iterative solver for positive-definite systems with hybrid MPI–OpenMP parallelization for multi-core clusters // J. Comput. Sci. 2012. V. 3. P. 463–468.

Прочие издания

1. Воронин К. В. Схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов // Материалы 50-й Междунар. студ. науч. конф. "Студент и научно-технический прогресс". Новосибирск: НГУ, 2012. С. 203.

2. Воронин К. В., Калинин А. А., Лаевский Ю. М. Применение неконформного метода конечных элементов для трехмерной задачи Стокса // Тез. 19-й Всерос. конф. "Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов решения задач математической физики". С. 24.

3. Калинин А. А., Лаевский Ю. М. Итерационный решатель систем уравнений с разреженной матрицей для машин с распределенной памятью. Там же. С. 51.

Общее число публикаций

Центральные издания 6

Зарубежные издания 2

Участие в конференциях и совещаниях

1. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. – 3 доклада (Воронин К. В., Калинин А. А., Лаевский Ю. М., Кандрюкова Т. А.).

2. 50-я юбилейная Международная научная студенческая конференция "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирск, 13–19 апр. 2012 г. – 1 доклад (Воронин К. В.).

3. 3-я Всероссийская научная конференция "Математическое моделирование развития северных территорий Российской федерации", Якутск, 21–26 мая 2012 г. – 1 доклад (Лаевский Ю. М., Воронин К. В.) (пленарный доклад).

4. 19-я Всероссийская конференция "Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов решения задач математической физики", посвященная памяти К.И. Бабенко, Абрау-Дюрсо, 10–16 сент. 2012 г. – 3 доклада (Калинин А. А., Лаевский Ю. М., Воронин К. В., Калинин А. А., Кандрюкова Т. А.).

5. 1st Russian-French conference on mathematical geophysics, mathematical modeling in continuum mechanics and inverse problems, Biarritz (France), June 18–22, 2012. – 2 доклада (Лаевский Ю. М., Воронин К. В., Калинин А. А.) (пленарный доклад, приглашенный доклад).

6. The China-Russian workshop on computational methods, Beijing (China), Oct. 14–15, 2012. – 1 пленарный доклад (Лаевский Ю. М.).

7. 1st China-Russian conference on numerical algebra with applications, Beijing (China), Oct. 16–18, 2012. – 1 приглашенный доклад (Лаевский Ю. М.).

8. 2nd International conference on scientific computing in aerodynamics (ICSCA), Beijing (China), Oct. 18–20, 2012. – 1 приглашенный доклад (Лаевский Ю. М.).

9. EGU General assembly, Vienna (Austria), Apr. 23–27, 2012. – 1 доклад (Лаевский Ю. М., Воронин К. В.).

10. International young scientists conference high performance computing and simulation, Amsterdam (Netherlands), 2–6 Apr., 2012. – 1 доклад (Калинин А. А., Лаевский Ю. М.).

Всего докладов – 15.

Кадровый состав лаборатории

1. Лаевский Ю. М.	зав. лаб.,	д.ф.-м.н.
2. Смелов В. В.	г.н.с.	д.ф.-м.н.
3. Калинин А. А.	с.н.с.	к.ф.-м.н.
4. Попов А. С.	с.н.с.,	к.ф.-м.н.
5. Голубева Л. А.	н.с.,	к.ф.-м.н.

6. Литвиненко С. А. н.с., к.ф.-м.н.
7. Кандрюкова Т. А. м.н.с.
8. Воронин К. В. инж.
9. Сандер И. А. вед. прогр.
10. Юматова Л. А. прогр. 1-й катег.
Кандрюкова Т. А., Калинин А. А. – молодые научные сотрудники

Педагогическая деятельность

- Лаевский Ю. М. – профессор НГУ
Голубева Л. А. – доцент НГУ
Калинкин А. А. – доцент НГУ
Воронин К. В. – ассистент НГУ
Кандрюкова Т. А. – ассистент НГУ
Литвиненко С. А. – ассистент НГУ

Руководство аспирантами

- Воронин К. В. – 1-й год, НГУ, руководитель – Лаевский Ю. М.
Кандрюкова Т. А. – 2-й год, ИВМиМГ, руководитель – Лаевский Ю. М.
Бервено Е. В. – 2-й год, ИВМиМГ, руководитель – Калинин А. А.

Руководство студентами

- Чухно В. – 3-й курс ММФ НГУ, руководитель – Калинин А. А.
Барауля О. – 4-й курс ММФ НГУ, руководитель – Лаевский Ю. М.
Козлитин Е. – 4-й курс ММФ НГУ, руководитель – Лаевский Ю. М.
Жукова М. – 4-й курс МФ НГУ, руководитель – Калинин А. А.
Фоменко Э. – 4-й курс ММФ НГУ, руководитель – Калинин А. А.
Андерс А. – 1-й курс магистратуры ММФ НГУ, руководитель – Калинин А. А.
Андерс Р. – 1-й курс магистратуры ММФ НГУ, руководитель – Калинин А. А.
Пак Е. – 1-й курс магистратуры ММФ НГУ, руководитель – Калинин А. А.
Яровенко А. – 2-й курс магистратуры ММФ НГУ, руководитель – Калинин А. А.

Лаборатория математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере

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

Важнейшие достижения

Оценка влияния климатических изменений на вариации эмиссии метана на шельфе морей восточного сектора Арктики.

К.ф.-м.н. Малахова В. В., д.ф.-м.н. Голубева Е. Н.

Получено распределение растворенного метана в морях Восточно-Сибирского шельфа на основе численных экспериментов с региональной моделью Северный Ледовитый океан – Северная Атлантика с использованием данных реанализа NCEP/NCAR.

В предположении увеличения газовой проницаемости мерзлых донных осадков как следствия климатических изменений реализованы численные эксперименты по поступлению растворенного метана в воды Восточно-Сибирского шельфа из донных резервуаров, возникающему в результате возможного таяния газгидратов (рис. 1) и путем речного стока в период 2002–2010 гг. Расчет интегральных потоков метана в атмосферу в изучаемом районе показал, что максимальная эмиссия характерна для 2005 и 2007 гг. (рис. 2). Это могло быть следствием формирования в арктических морях в эти годы особого теплового состояния поверхностного слоя, способствующего усиленному таянию льда.

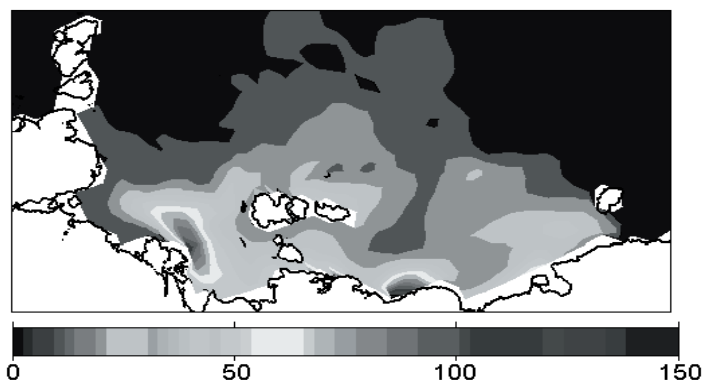


Рис. 1. Распространение растворенного метана (нмоль/л) в поверхностном слое воды на Восточно-Сибирском шельфе, полученное в численном эксперименте для сентября 2005 г.

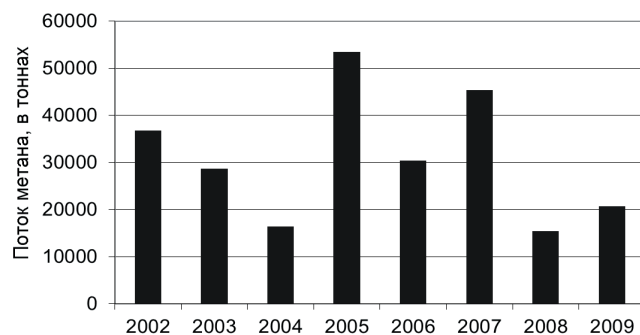


Рис. 2. Суммарный поток метана в атмосферу в тоннах, полученный для летнего периода, с учетом всех рассматриваемых источников метана на Восточно-Сибирском шельфе

**Отчет по этапам НИР, завершенным в 2012 г.
в соответствии с планом НИР института**

Проект НИР 1.4.1.2. "Решение задач физики атмосферы, гидросферы и окружающей среды методами математического моделирования".

Номер государственной регистрации НИР 01201002447.

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

Руководитель – д.ф.-м.н. Кузин В. И.

Выполнено моделирование климата XXI в., начиная с современного состояния климата (2000 г.) до 2090 г., с помощью модели климатической системы промежуточной сложности для двух сценариев эволюции концентрации парниковых газов: контрольного (С), соответствующего современному уровню концентрации на протяжении всего периода моделирования, и сценария А2 по классификации ИРСС (МГЭИК, <http://www.ipcc.ch/>). Из анализа результатов сценарного моделирования следует, что среднегодовая температура поверхности, осредненная по полушарию к 2100 г. для сценария А2, увеличится по сравнению с контрольной не более чем на один градус. Основной вклад в увеличение средней температуры поверхности вносят зимние месяцы. Для летних месяцев положительный тренд незначителен, а в некоторых областях Северного полушария, например в Западной Сибири, имеется небольшой отрицательный тренд. Тенденция осадков в целом имеет отрицательный знак за исключением слабой положительной тенденции к крупномасштабным осадкам в летние месяцы.

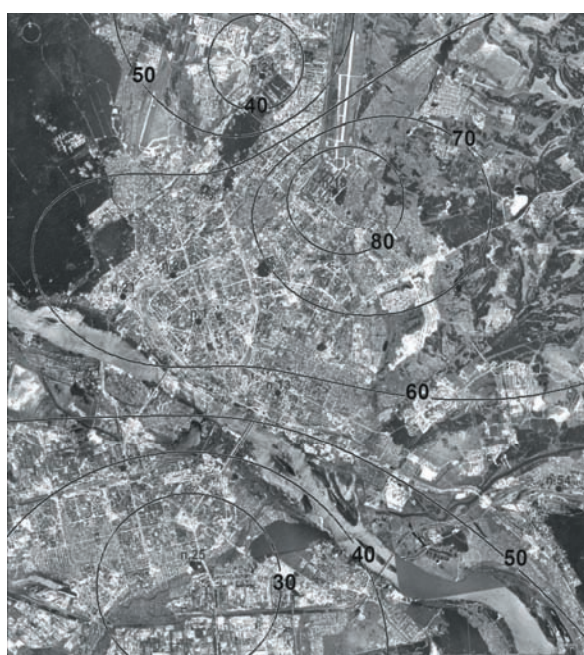
Проведен численный эксперимент, моделирующий динамику вод и ледового покрова в период 1948–2011 гг. на основе новой версии совместной региональной модели Северной Атлантики и Северного Ледовитого океана, использующей численную сетку в полярных районах с разрешением 10–25 км. Проанализирована изменчивость траектории движения тихоокеанских вод, поступающих в Северный Ледовитый океан через Берингов пролив. Показано, что распространение тихоокеанских вод зависит от состояния атмосферы, внутренней динамики Арктического бассейна, а также, в значительной степени, от интенсивности потока Атлантических вод, поступающих через пролив Фрама и Баренцево море.

Усовершенствована параметризация движения ядер плотной воды вдоль наклонного дна шельфа и шельфового склона в крупномасштабной z-координатной модели. Проведен анализ ошибок интерполяции вертикального распределения, возникающего в результате предложенного ранее метода вытеснения, параметризующего движение ядер плотной воды вдоль наклонного дна. В результате повышена эффективность предложенной параметризации в случае крупномасштабной z-координатной модели.

В результате работы региональной численной модели Северный Ледовитый океан – Северная Атлантика получено распределение растворенного метана в морях сибирского шельфа с учетом параметризации процессов окисления в модельном блоке переноса трассера.

Усовершенствована климатическая модель речного стока для Сибирского региона с разрешением 1/3 градуса. Проведены анализ данных по изменению климатических и гидрологических характеристик бассейнов Сибирских рек во второй половине XX в. и численные расчеты по моделированию межгодовой изменчивости стока на основе данных реанализа NCEP/NCAR и ERA40 для периода 1958–2001 гг.

Проведены экспериментальные и численные исследования влияния современного состояния выбросов Новосибирского оловокомбината (НОК) на загрязнение окружающих городских территорий. С использованием данных наблюдений и модельных описаний процессов распространения аэрозольной примеси в приземном слое атмосферы численно восстановлены поля выпадений As, Sn, Pb, Zn, Fe, Cu, Cd и других металлов. Предложенная модель адекватно описывает поля аэрозольных выпадений мышьяка, олова и других элементов на снежный покров в окрестностях НОК. Скорости оседания частиц, содержащих тяжелые металлы, являются весьма значительными, что приводит к относительно высокому загрязнению территории, непосредственно прилегающей к промплощадке. Для элементов химического состава проведен попарный корреляционный анализ. Коэффициенты корреляции оказались более 0,8 между такими элементами как As, Sn, Pb, Zn, Cd, Na, Cu, Mn, Ni, Cr, Co. Это служит подтверждением единого источника выбросов – трубы НОК дополнительно к установленной выше пространственной динамике.



	Измерения	Расчет
Пост 1	61	64
Пост 18	89	89
Пост 19	47	38
Пост 21	215	64
Пост 24	33	33
Пост 25	23	23

Рис. 3. Интерполяция измеренных значений бенз(а)пирена (нг/л) в снегу вблизи метеопостов № 18, 24, 25, 26 на территории г. Новосибирска. Посты № 1, 19, 21, 54 использованы для контроля точности интерполяции

Описаны особенности эволюции городского пограничного слоя на основе данных микроволнового зондирования пограничного слоя (МТП-5). Выявлены условия формирования экстремально высоких уровней загрязнения атмосферы в г. Красноярске по результатам исследования вертикальных профилей температуры и непрерывных измерений концентраций загрязняющих веществ.

Построена численная модель решения двумерного нелинейного уравнения вихря для бассейна Новосибирского водохранилища. Изучено влияние уровня нелинейности уравнения на вид получаемого численного решения, позволяющее проследить формирование инерционного слоя в прямоугольном водном бассейне при уменьшении значения коэффициента турбулентной диффузии.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 11-05-01075-а "Изучение распределения водных масс и баланса пресной воды в системе Северный Ледовитый океан – Северная Атлантика на основе численного моделирования".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Кузин В. И.

Изучено влияние притока тихоокеанских вод и стока сибирских рек на характер распространения пресной воды в Арктическом регионе на основе модели перемещения лагранжевых трассерных частиц. Проанализированы результаты серии экспериментов, в ходе которых реализованы две основные циркуляционные моды в Северном Ледовитом океане: антициклоническая и циклоническая. Оба случая использовались для изучения характерных траекторий движения лагранжевых трассеров, имитирующих источники распресненных и пресных вод: воды основных рек бассейна Арктики, тихоокеанские воды Берингова пролива и талые воды арктических льдов. Результаты расчетов показывают, что наиболее полноводные сибирские реки – Обь, Енисей и Лена – практически не участвуют в формировании запаса распресненных вод в районе циркуляции Боффорта.

Наибольшее существенный вклад в его формирование вносят тихоокеанские воды, реки Маккензи и Колыма, а также талые весенне-летние воды. Наиболее благоприятной для формирования запаса распресненных вод в районе циркуляции Боффорта является антициклоническая мода. При этом формируются квазизамкнутые траектории движения частиц в Канадском бассейне. Кроме того, зоной накопления частиц тихоокеанских вод по результатам моделирования является море Лаптевых.

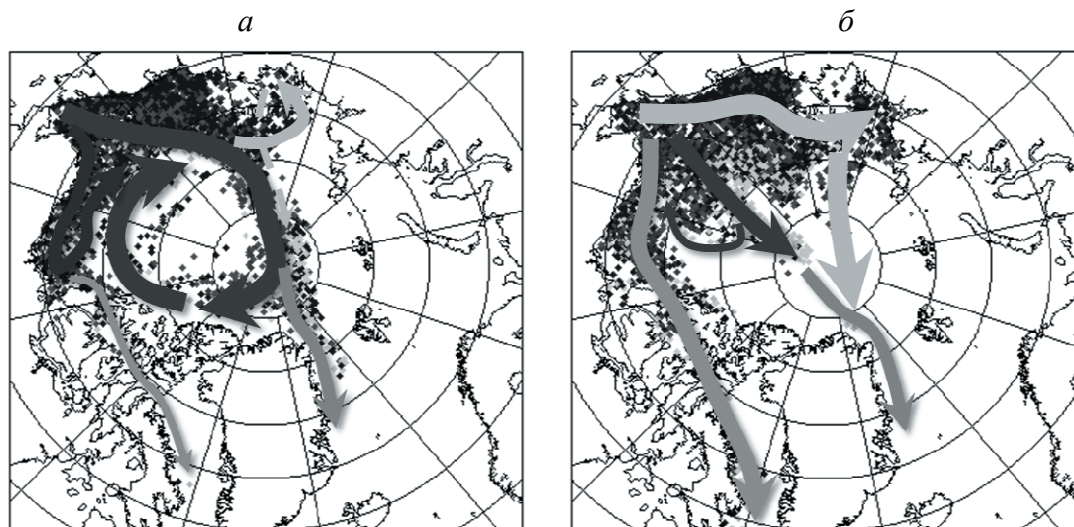


Рис. 4. Траектории лагранжевых трассеров, соответствующих движению тихоокеанских вод, поступающих в Северный Ледовитый океан через Берингов пролив в случае антициклонической (а) и циклонической (б) моды циркуляции

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

Проект ОМН РАН № 3.3 "Современные вычислительные технологии решения больших задач естествознания, геофизики, физики атмосферы и океана и охраны окружающей среды".

Подпроект "Комплексные математические модели климата Сибирского региона".

Руководитель – д.ф.-м.н. Кузин В. И.

Исследовано влияние изменений климата на вертикальную тропическую циркуляцию. Анализ спутниковых наблюдений указывает на то, что за последние 27 лет границы ячейки Гадлея продвинулись по направлению к полюсу и требуется дополнительное исследование этого процесса. Для решения этой задачи использовалась спектральная модель общей циркуляции атмосферы. В модель введен рельеф и построена параметризация температуры радиационного равновесия, учитывающая сезонный ход. Модель показывает ослабление циркуляции Гадлея при потеплении внетропических широт.

Создан комплекс вложенных моделей с детальным учетом шельфовой динамики для Восточных морей Арктики для детального изучения Арктических морей на основе совместной модели, объединяющей модель Северного Ледовитого океана и Северной Атлантики.

Проект Президиума РАН № 23.3 "Математические проблемы в физике океана и моделирования волн цунами".

Подпроект "Разработка системы моделей циркуляции Арктического океана для изучения процессов взаимодействия между шельфом и глубоким океаном".

Руководитель: д.ф.-м.н. Кузин В. И.

Продолжена работа над системой вложенных моделей для детального изучения циркуляции Северного Ледовитого океана и шельфовых процессов на основе совместной модели, объединяющей модель Северной Атлантики и Северного Ледовитого океана с учетом динамики льда и модели Арктических морей.

Изучены различные параметризации окисления метана в морской воде и их роль в уменьшении транспорта метана в атмосферу на основе численного моделирования. Полученные данные показали, что уменьшение потока метана в атмосферу за счет учета в модели окисления составило от 15 % до 55 % в зависимости от используемой параметризации.

Проект Президиума РАН № 4.9 "Природная среда России: проблемы моделирования сейсмоопасных зон, мониторинга загрязнения окружающей среды и изменения климата".

Подпроект "Развитие моделей и методов оптимального мониторинга загрязнения территорий Сибири в зонах катастрофического действия природных и техногенных площадных источников".

Руководитель: д.ф.-м.н. Рапута В. Ф.

Разработаны малопараметрические модели восстановления следа выпадений полидисперсной примеси от высотного мгновенного источника в кинематическом и диффузионном приближениях. Для описания распределения дисперсного состава примеси в источнике по скоростям оседания использовано двухпараметрическое гамма-распределение. Поле концентрации в поперечном к следу направлении описывается нормальным законом с учетом поправок на скорости оседания крупных частиц. Предложены алгоритмы пространственного размещения оптимальных схем измерений. Для характерных значений параметров моделей численно построены локально оптимальные планы наблюдений.

С использованием разработанных моделей реконструкции полей атмосферных выпадений примесей проведен анализ данных аэрогамма-спектральной съемки окре-

стностей Сибирского химического комбината (Томская обл.), выполненной в сентябре 1993 г. летной экспедицией НПО "Тайфун". К северу от СХК по ограниченному числу точек численно восстановлен след выпадений ^{137}Cs , образовавшийся в результате крупной радиационной аварии на реакторных заводах комбината в шестидесятых годах прошлого столетия. На момент съемки плотность загрязнения ^{137}Cs на оси следа достигала 1 Кюри/км². Протяженность следа составила более 50 км. С использованием полученных оценок параметров моделей реконструкции и закона радиоактивного распада для ^{137}Cs проведено прогнозное восстановление современного состояния следа, а также на момент аварии.

МИП СО РАН № 69 "Интегрированные исследования климатических, гидрологических и экосистемных процессов на территории болот Западной Сибири".

Координатор в институте – д.ф.-м.н. Кузин В. И.

Усовершенствована климатическая модель речного стока для Сибирского региона с разрешением 1/3 градуса. Модель является линейной резервуарной моделью, т. е. ячейка модели представляет собой резервуар или каскад резервуаров. Сток разделяется на три составляющие: поверхностный, речной и грунтовый стоки. Поверхностный и грунтовый стоки представляют собой единичные ячейки, а речной сток имеет вид каскадов ячеек. Модель позволяет учитывать влияние болот и озер в зависимости от доли процентного содержания в ячейке.

Сибирский регион в модели разбит на десять водосборных бассейнов, включающих Обь-Иртыш, Енисей, Лену, Амур. Совместная работа блоков модели протестирована на бассейне рек Обь-Иртышского региона. Для расчетов использовались данные реанализа NCEP/NCAR и ERA40 и данные гидрологических поста Обь-Салехард.

МИП СО РАН № 109 "Развитие информационно-моделирующих технологий для оценки состояния вод суши и морей Восточно-Сибирского сектора Арктики".

Координатор в институте – д.ф.-м.н. Е. Н. Голубева.

Разработана концептуальная основа построения системы взаимодействующих численных моделей для исследования гидродинамических характеристик вод Восточно-Сибирского шельфа. Отработаны основные блоки системы.

Комплекс вложенных моделей, основанный на принципе взаимодействия и взаимодополнения крупномасштабных и региональных моделей, включает крупномасштабную модель динамики океана и льда бассейнов Северного Ледовитого океана (далее СЛО) и Северной Атлантики с разрешением около 36–50 км и 14–17 км в районе северного полюса и две вложенные модели для более полного описания процессов регионального масштаба. Вложенные модели представлены в виде численной модели шельфовой динамики района моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей с минимальным сеточным шагом 3 км и численной модели района дельты реки Лена и прилегающих районов моря Лаптевых с разрешением около 800 м в районе дельты.

Проведена адаптация линейной резервуарной модели климатического речного стока к бассейну р. Лены. Выполнены численные расчеты по моделированию межгодовой изменчивости стока р. Лены на основе данных реанализа NCEP/NCAR и ERA40 для периода 1958–2001 гг.

Для изучения состояния подводной мерзлоты Восточно-Сибирского шельфа адаптирована математическая модель, описывающая перераспределение тепла в системе океан – осадочный слой морского дна.

Публикации

Монографии

1. Зеркаль С. М., Рапута В. Ф., Ярославцева Т. В. Модели газоаэрозольного мониторинга и их использование при экологической экспертизе загрязнения территорий Западной Сибири. Новосибирск: НГАСУ, 2012. 140 с.

Центральные издания

1. Битехтина М. А., Михайлюта С. В., Леженин А. А., Тасейко О. В. Эволюция пограничного слоя и особенности загрязнения атмосферы в условиях города // Вестн. КемГУ. 2012. Т. 2, № 4 (52). С. 12–16.

2. Кузин В. И., Платов Г. А., Голубева Е. Н., Малахова В. В. О некоторых результатах численного моделирования процессов в Северном Ледовитом океане // Изв. РАН. ФАО. 2012. Т. 48, № 1. С. 117–136.

3. Кузин В. И., Лаптева Н. А. Математическое моделирование климатического речного стока из Обь-Иртышского бассейна // Оптика атмосферы и океана. 2012. Т. 25, № 6. С. 539–543.

4. Малахова В. В., Голубева Е. Н. Роль сибирских рек в увеличении концентрации растворенного метана в водах Восточно-Сибирского шельфа // Оптика атмосферы и океана. 2012. Т. 25, № 6. С. 534–538.

5. Михайлюта С. В., Леженин А. А., Тасейко О. В., Битехтина М. А. Экологическая индустрия: ветровые потоки в городской застройке Красноярска // Инж. экология. 2012. № 3. С. 26–37.

6. Рапута В. Ф. Численная реконструкция радиоактивного загрязнения местности от аварии на радиохимическом заводе в Томске-7 // Оптика атмосф. и океана. 2012. Т. 25, № 8. С. 733–737.

7. Селегей Т. С., Шлычков В. А., Леженин А. А., Мальбахов В. М. Модель локального прогноза формальдегидного загрязнения атмосферы в г. Томск на основе статистических и гидродинамических методов // Метеорол. и гидрология. 2012. № 4. С. 35–44.

8. Рапута В. Ф. Численный анализ данных наземного радиационного мониторинга в окрестностях АЭС "Фукусима-1" // Вестн. КемГУ. 2012. Вып. 4(52). Т. 2. С. 118–122.

9. Рапута В. Ф., Ярославцева Т. В. Моделирование продуктов вулканического извержения // Вестн. СГГА. 2012. Т. 19. Вып. 3. С. 89–95.

10. Ярославцева Т. В., Рапута В. Ф. Анализ распределения размеров частиц в полях выпадений вулканического пепла // Вестн. СГГА. 2012. Т. 18. Вып. 3. С. 180–184.

11. Рапута В. Ф., Коковкин В. В., Морозов С. В. Модели и методы мониторинга загрязнения окрестностей автомагистралей // Геоинформационные технологии и математические модели для мониторинга и управления экологическими и социально-экономическими системами. Барнаул: Пять плюс, 2011. С. 68–73.

12. Кузин В. И., Крупчатников В. Н., Крылова А. И., Лаптева Н. А., Мартынова Ю. В., Фоменко А. А. Математическое моделирование гидрологии поверхности Обь-Иртышского бассейна // Статья в коллективной монографии "Исследование природно-климатических процессов на территории Большого Васюганского болота". Сер.: Интеграционные проекты СО РАН / Под ред. М. В. Кабанова. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012.

Зарубежные издания

1. Borovko I. V., Krupchatnikoff V. N. Simulation of the Hadley circulation seasonal variation using a general atmosphere circulation model of medium complexity // *Bul. NCC. Ser.: Num. model. atmosph., ocean and enviroment studies*. 2012. Iss. 13. P. 1–6.
2. Kuzin V. I., Chursina A. Yu. A semi-Lagrangian scheme for convection equations sing the finite element method. *Ibid.* P. 31–40.
3. Kravchenko V., Kuzin V. I. Application of a mixed finite element method for solving 2D nonlinear vorticity equation in a variable bottom water basin. *Ibid.* P. 41–58.
4. Malakhova V. V., Golubeva E. N. Role of the Siberian Rivers in increase of the dissolved methane in the East Siberian shelf. *Ibid.* P. 7–20.
5. Raputa V. F. Numerical analysis of aerosol radionuclide fall-outs from accident outbursts into the atmosphere. *Ibid.* P. 59–76.
6. Yaroslavtseva T. V., Raputa V. F. Analysis of particle size distribution in fields loss volcanic ash. *Ibid.* P. 83–90.
7. Schlyshkov V. A., Krylova A. I. Numerical model of density currents in estuarine areas of the Siberian rivers. *Ibid.* P. 91–99.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Кузин В. И., Голубева Е. Н. Моделирование гидрофизических процессов в Аральском море на основе 3D модели // *Материалы Всерос. науч. конф. с международным участием "Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии"*, Барнаул, 20–24 авг. 2012 г. Барнаул: ООО "Пять плюс", 2012. Т. 1. С. 72–78.
2. Кузин В. И., Лаптева Н. А. Математическое моделирование климатического стока из бассейна реки Обь // *Материалы 8-го Междунар. науч. конгр. "Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012"*, Новосибирск 10–20 апр. 2012 г. Новосибирск: СГГА, 2012. С. 127–132.
3. Кузин В. И., Лаптева Н. А. Моделирование климатического речного стока для Сибирского региона // *Изб. труды Междунар. конф. по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды "ENVIRONMENTIS-2012"*, Иркутск, 24 июня – 2 июля 2012 г. С. 64–66.
4. Коковкин В. В., Рапута В. Ф., Олькин С. Е., Морозов С. В. Экспериментальное и численное исследование загрязнения снегового покрова в окрестностях Новосибирского электродного завода // *Материалы 8-го Международного научного конгресса и выставки "Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012"*, Новосибирск, 10–19 апреля 2012 г. Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. С. 137–142.
5. Маев В. К., Фоменко А. А. Воспроизведение региональных гидрофизических характеристик на основе региональной климатической модели и данных реанализа // *Материалы Всерос. науч. конф. с международным участием "Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии"*, Барнаул, 20–24 авг. 2012 г. Барнаул: ООО "Пять плюс", 2012. Т. 1. С. 105–109.
6. Малахова В. В., Голубева Е. Н. Моделирование потока метана в атмосферу из вод Восточно-Сибирского шельфа // *Материалы 8-го Международного научного конгресса и выставки "Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012"*, Новосибирск, 10–19 апреля 2012 г. Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. С. 160–166.
7. Малахова В. В., Голубева Е. Н. Роль речного стока в увеличении концентрации растворенного метана в водах Восточно-Сибирского шельфа // *Материалы Всерос. науч. конф. с международным участием "Водные и экологические проблемы"*

Сибири и Центральной Азии", Барнаул, 20–24 авг. 2012 г. Барнаул: ООО "Пять плюс", 2012. Т. 1. С. 110–114.

8. Рапута В. Ф. Анализ данных радиационного мониторинга в окрестностях АЭС "Фукусима-1" // Материалы 8-го Международного научного конгресса и выставки "Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012", Новосибирск, 10-19 апреля 2012 г. Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. С. 121–126.

9. Рапута В. Ф. Численный анализ данных наблюдений радиоактивного загрязнения поймы и воды р. Енисей // Труды Всерос. конф. с международным участием "Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии", Барнаул, 20–24 авг. 2012 г. Барнаул: ООО "Пять плюс", 2012. Т. 3. С. 89–92.

10. Рогова Н. С., Рыжакова Н. К., Рапута В. Ф., Борисенко А. Л., Меркулов В. Г. Использование математического моделирования и биоиндикации для оценки зоны влияния загрязнения атмосферы от точечного источника // Материалы 7-й Международ. науч.-практ. конф. "Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде". Семипалатинск: Семей, 2012. Т. 2. С. 522–528.

11. Шутова К. О., Рапута В. Ф., Романов А. Н., Ярославцева Т. В. Сопряженные исследования длительного загрязнения атмосферы и снежного покрова г. Барнаула // Труды Всерос. конф. "Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии". Барнаул: ООО "Пять плюс", 2012. Т. 2. С. 212–216.

12. Юсупова Д. Ф., Голубева Е. Н. Исследование чувствительности региональной численной модели Северного Ледовитого океана // Междунар. конф. по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды "ENVIROMIS - 2012". Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2012. С. 102–104.

13. Ярославцева Т. В., Рапута В. Ф., Шутова К. О. Оценивание полей длительного загрязнения городских территорий по данным мониторинга снегового покрова // Материалы 8-го Международного научного конгресса и выставки "Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012", Новосибирск, 10-19 апреля 2012 г. Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. С. 143–148.

14. Ярославцева Т. В., Рапута В. Ф. Методы оценивания регионального загрязнения севера Западной Сибири продуктами сжигания попутного нефтяного газа // Международная конф. по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды "ENVIROMIS - 2012". Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2012. С. 193–197.

15. Ярославцева Т. В., Рапута В. Ф. Численная модель реконструкции полей выпадения вулканического пепла // Труды Всерос. конф. "Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии". Барнаул: ООО "Пять плюс", 2012. Т. 3. С. 185–188.

Сдано в печать

1. Коковкин В. В., Шуваева О. В., Морозов С. В., Рапута В. Ф. Руководство по методам полевых и лабораторных исследований снежного покрова, численной интерпретации данных химического анализа. Новосибирск: НГУ, 2012.

2. Рапута В. Ф. Экспериментальные и численные исследования аэрозольных выпадений примесей в окрестностях нефтегазового факела // Вестн. НГУ. Сер.: Математика, информатика, механика. 2012. № 4.

Прочие издания

1. Голубева Е. Н., Платов Г. А., Климова Е. Г., Шлычков В. А., Кузин В. И., Малахова В. В., Фоменко А. А., Лаптева Н. А., Крылова А. И., Юсупова Д. Ф. Разра-

ботка комплекса численных моделей для оценки состояния вод суши и морей Восточно-Сибирского сектора Арктики // Материалы 8-го Всерос. симп. "Контроль окружающей среды и климата: КОСК-2012". Томск: Аграфпресс, 2012. С. 167–168.

2. Герасимов Д. Е., Рапута В. Ф. Численная реконструкция полей аэрозольных выпадений ПАУ в окрестностях угольной ТЭЦ. Там же. С. 161–162.

3. Голубева Е. Н., Платов Г. А. Исследование изменчивости циркуляции атлантических вод в Северном Ледовитом океане. Опыт численного моделирования. Там же. С. 25–126

4. Кузин В. И., Лаптева Н. А. Анализ и моделирование климатического стока сибирских рек. Там же. С. 127–128.

5. Коковкин В. В., Рапута В. Ф. Анализ аэрозольных выпадений тяжелых металлов в окрестностях Новосибирского оловокомбината. Там же. С. 121–123.

6. Леженин А. А., Шлычков В. А., Мальбахов В. М. Численное моделирование ветрового режима над г. Томском для решения экологических задач // Труды Всерос. конф. "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. [Electron. resource]. <http://parbz.sccc.ru/fcp/apm2012/pdf/Lezenin.pdf>.

7. Малахова В. В., Голубева Е. Н. Влияние климатических изменений на увеличение эмиссии метана на шельфе морей Восточной Арктики // Материалы 8-го Всерос. симп. "Контроль окружающей среды и климата: КОСК-2012". Томск: Аграфпресс, 2012. С. 75–76.

8. Рапута В. Ф. Оценка ингаляционных рисков здоровью по загрязнению снегового покрова // Материалы науч.-практ. конф. "Региональные экологические проблемы". Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2012. С. 74–77.

9. Романов А. Н., Суковатова А. Ю., Рапута В. Ф. Оценка влияния антропогенного загрязнения атмосферы на диэлектрические свойства снеговой. Там же. С. 77–79.

10. Рапута В. Ф., Коковкин В. В. Сопряженные исследования загрязнения атмосферного воздуха и снегового покрова в городах юга Западной Сибири // Материалы 8-й Всерос. симп. "Контроль окружающей среды и климата: КОСК-2012". Томск: Аграфпресс, 2012. С. 42–43.

11. Рапута В. Ф. Малопараметрические модели реконструкции радиоактивного загрязнения территорий // Всерос. конф. "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования". Новосибирск, 2012. [Electron. resource]. <http://parbz.sccc.ru/fcp/apm2012/index.html>.

12. Ярославцева Т. В., Рапута В. Ф. Реконструкция толщины отложений вулканического пепла // Материалы науч.-практ. конф. "Региональные экологические проблемы". Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2012. С. 108–111.

13. Ярославцева Т. В., Рапута В. Ф. Интерполяция полей загрязнения территорий города по данным точечных наблюдений // Материалы 8-й Всерос. симп. "Контроль окружающей среды и климата: КОСК-2012". Томск: Аграфпресс, 2012. С. 159–161.

14. Ярославцева Т. В., Рапута В. Ф. Модели оценивания полей выпадений вулканического пепла // Всерос. конф. "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования". Новосибирск, 2012. [Electron. resource]. <http://parbz.sccc.ru/fcp/apm2012/index.html>.

15. Kuzin V. I. Fresh water budget in the Arctic Ocean: Assessment and simulation // BIT's 1st Annual World Congr. "Ocean-2012. Sept. 20–22, 2012. Dalian (China). P. 142.

16. Kuzin V. I. Inverse P-vector method for the diagnosis of the Kuroshio current // Abs. of the 6th Intern. conf. "Inverse problems: Modeling and simulation". May 21–26, 2012. Antalya (Turkey). P. 292–293.

17. Малахова В. В., Голубева Е. Н. Влияние изменений климата на увеличение эмиссии метана на шельфе Восточно-Сибирского сектора Арктики // Тез. докл. Междунар. науч. конф. по региональным проблемам гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, Казань 2–5 окт. 2012 г. С. 161–162.

18. Рапута В. Ф., Опенко Т. Г., Богатырев С. Н. Пространственная динамика загрязнения и онкозаболеваемости населения в окрестностях крупной автомагистрали г. Новосибирска // Всерос. науч.-практ. конф. "Высокие технологии в онкологии". Барнаул: АЗБУКА, 2012. С. 31–32.

Общее число публикаций

Монографии	– 1
Центральные издания	– 12
Зарубежные издания	– 7
Материалы междунар. конференций	– 15

Участие в конференциях и совещаниях

1. 8-й Международный научный конгресс "Гео-Сибирь-2012", Новосибирск, 10–20 апр. 2012 г. – 11 докладов (Кузин В. И., Малахова В. В., Леженин А. А., Рапута В. Ф., Голубева Е. Н., Платов Г. А., Боровко И. В., Кравченко В. В., Лаптева Н. А.).

2. Всероссийская научная конференция с международным участием "Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии", Барнаул, 20–24 авг. 2012 г. – 10 докладов (Рапута В. Ф., Малахова В. В., Голубева Е. Н., Платов Г. А., Кузин В. И., Лаптева Н. А., Крылова А. И., Фоменко А. А.).

3. Международная научная конференция по региональным проблемам гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, Казань, 2–5 окт. 2012 г. – 1 доклад (Малахова В. В., Голубева Е. Н.).

4. 8-й Всероссийский симпозиум "Контроль окружающей среды и климата" (КОСК-2012), 1–3 октября 2012 г. – 8 докладов (Рапута В. Ф., Кузин В. И., Малахова В. В., Голубева Е. Н., Лаптева Н. А.).

5. Семинар по проблемам эволюции природной среды в Арктической зоне Сибири (подготовка программы совместных международных научных исследований с использованием НИС "Остров Самойловский"). – 1 доклад (Голубева Е. Н., Малахова В. В.).

6. 19-я Рабочая группа "Аэрозоли Сибири", Томск, 26–30 нояб. 2012 г. – 11 докладов. (Рапута В. Ф., Кузин В. И., Малахова В. В., Голубева Е. Н., Леженин А. А., Боровко И. В., Лаптева Н. А.).

7. Всероссийская конференция "Полярная механика". Новосибирск, 2–9 июня 2012 г. – 1 доклад. (Рапута В. Ф.).

8. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. – 5 докладов (1 пленарный). (Рапута В. Ф., Кравченко В. В., Леженин А. А., Кузин В. И.).

9. Российская научно-практ. конф. "Высокие технологии в онкологии". Барнаул, 26–27 июня 2012 г. – 1 доклад (Рапута В. Ф.).

10. Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды "ENVIROMIS - 2012", Иркутск, 24 июня – 2 июля 2012 г. – 3 доклада (Кузин В. И., Рапута В. Ф., Голубева Е. Н., Юсупова Д. Ф.).

11. 2-й Всероссийский симпозиум "Углекислотная химия и экология Кузбасса", Кемерово, 3–4 окт. 2012 г. – 2 доклада (Рапута В. Ф.).

12. 9-я научная конференция "Аналитика Сибири и Дальнего Востока", Красноярск, 8–13 окт. 2012 г. – 1 доклад (Рапута В. Ф.).
13. Международная конференция "Обратные и некорректные задачи математической физики" Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. – 1 доклад (Боровко И. В.)
14. 16th AOMIP and 1st FAMOS meetings, Wood Hole, WHOI, Oct. 23–26, 2012. – 2 доклада (Платов Г. А., Голубева Е. Н.).
15. IUGG Conference on mathematical geophysics, Edinburg, June 18–22, 2012. – 3 доклада (Платов Г. А., Голубева Е. Н., Кузин В. И.).
16. 7-я Международная научно-практическая конференция "Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде", Семипалатинск (Респ. Казахстан), 4–8 окт. 2012 г. – 1 доклад (Рапута В. Ф.).
17. The 6th International conference "Inverse problems: Modeling and simulation", Antalya (Turkey), May 21–26, 2012. – 1 доклад (Кузин В. И.).
18. BIT's 1st Annual World congress of Ocean-2012, Dalian (China), Sept. 20–22, 2012. – 1 доклад (Кузин В. И.).
19. PICES-2012. Oct. 12–21, 2012. Hiroshima (Japan). – 1 доклад (д.ф.-м.н. Кузин В. И., Платов Г. А., Голубева Е. Н.).
20. Школа-семинар молодых ученых и специалистов в области гидрометеорологии. 31 окт. – 2 нояб. 2012 г. – 1 пленарный доклад (д.ф.-м.н. Кузин В. И.).

Всего докладов – 55, в том числе пленарных – 2.

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

1. Кузин В. И. – член программного комитета научного конгресса "Гео-Сибирь-2012", Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.
2. Леженин А. А. – член рабочего Оргкомитета научного конгресса "Гео-Сибирь-2012", Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.
3. Кузин В. И. – член Программного комитета 8-го Всероссийского симпозиума "Контроль окружающей среды и климата" (КОСК-2012), Томск, 1–3 октября 2012 г.

Кадровый состав

1. Кузин В. И.	зав. лаб.,	д.ф.-м.н.
2. Мальбахов В. М.	в.н.с.	д.ф.-м.н.
3. Рапута В. Ф.	в.н.с.	д.ф.-м.н.
4. Фоменко А. А.	в.н.с.	д.ф.-м.н.
5. Голубева Е. Н.	с.н.с.	д.ф.-м.н.
6. Крылова А. И.	с.н.с. 0,5 ст.,	к.ф.-м.н.
7. Платов Г. А.	с.н.с.	к.ф.-м.н.
8. Леженин А. А.	с.н.с.	
9. Малахова В. В.	н.с.,	к.ф.-м.н.
10. Боровко И. В.	м.н.с.	
11. Кравченко В. В.	м.н.с.	
12. Лобанов А. Н.	м.н.с. 0,25 ст.	
13. Юсупова Д. Ф.	м.н.с. 0,5 ст.	
14. Лаптева Н. А.	м.н.с. 0,5 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 и студентами

Голкова Н. В. – 3-й год, ИВМиМГ, руководитель – Голубева Е. Н.

Крайнева М. В. – 1-й год, ИВМиМГ, руководитель – Голубева Е. Н.

Ковалев С. Н. – 1-й год, ИВМиМГ, руководитель – Кузин В. И.

Защита дипломов

Тарновская А. Н. – бакалавр НГУ, руководитель – Кузин В. И.

Крайнева М. В. – магистр НГУ, руководитель – Голубева Е. Н.

Силко А. Ю. – магистр НГУ, руководитель – Голубева Е. Н.

Герасимов Д. Е. – бакалавр НГУ, руководитель – Рапута В. Ф.

Защита диссертаций

Боровко И. В. "Математическое моделирование динамики внетропической стратосферы и взаимодействия стратосферы с тропосферой", диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, специальность: 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы. Успешная защита состоялась 29 февраля 2012 г. на заседании диссертационного совета Д 003.061.01 при Институте вычислительной математики и математической геофизики СО РАН.

Лаборатория математического моделирования гидротермодинамических процессов в природной среде

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

Важнейшие достижения

Разработан новый метод построения экономичных численных схем для решения основных задач, описывающих процессы химической трансформации примесей, а также сопряженных к ним, являющихся одним из элементов решения обратных задач. Для этих целей использован вариационный подход в сочетании с методами декомпозиции и расщепления. Такой подход позволяет рассматривать пространственно-временные задачи химии атмосферы в рамках схемы декомпозиции сумматорных аналогов вариационных функционалов на каждом временном шаге отдельно и в каждом трехмерном элементе области по пространственным переменным. Поскольку задачи химии атмосферы описываются системами "жестких" дифференциальных уравнений, для повышения эффективности численных схем используется прием разделения совокупности механизмов химических реакций на подмножества, относящиеся к операторам продукции и деструкции, определяющим скорость изменения каждой конкретной субстанции.

Д.ф.-м.н. Пененко В. В., к.ф.-м.н. Цветова Е. А.

Отчет по этапам НИР, завершающим в 2012 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.4.1.2 "Решение задач физики атмосферы, гидросферы и окружающей среды методами математического моделирования".

Номер государственной регистрации НИР 01201002447.

Руководители: д.ф.-м.н. Кузин В. И., д.ф.-м.н. Пененко В. В.

Раздел 2. "Развитие моделей и методов для оценок экологической перспективы".

Руководитель – д.ф.-м.н. Пененко В. В.

Рассмотрены вопросы применения информативных базисов для построения малопараметрических методов восстановления пространственно-временной структуры полей функций состояния по ограниченному набору фактических данных, полученных по результатам измерений со станций мониторинга.

В зависимости от целей исследования на основе разработанных методов строятся детерминированные или детерминированно-стохастические ансамбли для формирования гидродинамического фона, необходимого для решения прямых и обратных задач природоохранного прогнозирования.

Разработана новая модификация мезомасштабной негидростатической модели для промышленного региона, расположенного в области со сложными физико-географическими условиями и имеющего высокий уровень антропогенных нагрузок. Модель настроена на условия Усть-Каменогорска.

Проведено исследование турбулентности вихревого перемешивания и энергетики турбулентности в термически устойчиво стратифицированном пограничном слое на основе улучшенной RANS модели. Модель модифицирована для учета эффекта внутренних гравитационных волн в условиях сильной устойчивости течения.

В численных экспериментах воспроизведен переходной режим стратифицированной турбулентности от неустойчивого (конвективного) состояния к устойчивому, когда безразмерный параметр – потоковое число Ричардсона – может изменяться немонотонно, достигая уровня насыщения при значении градиентного числа Ричардсона, равного единице. Это позволяет выделить режимы сильного (при слабой стратификации) и слабого (при сильной стратификации) перемешивания. В первом из них механизм перемешивания связывается с проявлениями неустойчивости Кельвина – Гельмгольца, а во втором импульс течения поддерживается за счет внутренних гравитационных волн.

Для численного моделирования эффектов распространения атмосферного фронта над долиной используется двумерная версия негидростатической метеорологической модели. Поверхность фронта в модели описывается уравнением для адвекции скалярной субстанции, которое решается с помощью схем типа WENO.

Разработаны вариационные алгоритмы согласования глобальной и локальной негидростатических моделей гидродинамики оз. Байкал.

Для обратной коэффициентной задачи теплопроводности слоистой среды с измерениями на границе области разработаны градиентные алгоритмы уточнения расположения границ раздела слоев при известном составе слоев. Градиент целевого функционала невязки обратной задачи вычисляется на основе решения прямых и сопряженных задач для уравнения теплопроводности.

Совместно с коллегами из Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Серикбаева реализован набор алгоритмов по поиску источников выбросов в атмосферу на основе данных наблюдений концентрации примеси, измеренных на постах автоматизированной сети станций.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ 11-01-00187-а "Вариационная организация математических моделей и методов природоохранного прогнозирования".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Пененко В. В.

Предложена системная организация технологии моделирования, в которой используются различные варианты последовательных и параллельных вычислений в зависимости от целей исследований. В соответствии с вариационной концепцией методологии моделирования все модели и алгоритмы реализуются "сверху вниз", от более высоких системных уровней постановок задач до более низких, и от общей структуры конкретных моделей до базовых и элементарных алгоритмов их реализации. Выделено четыре системных уровня в описании задач и построении алгоритмов их реализации, исходя из анализа проблемы в целом.

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

Проект Президиума РАН № 4.9 "Природная среда России: проблемы моделирования сейсмоопасных зон, мониторинга загрязнения окружающей среды и изменения климата".

Подпроект "Прямые и обратные задачи для изучения изменений качества окружающей среды в Сибирских регионах".

Руководитель – д.ф.-м.н. Пененко В. В.

Разработаны вариационные методы решения задач природоохранного прогнозирования с помощью совместного использования математических моделей и данных наблюдений при наличии неопределенностей.

Разработан алгоритм обнаружения источников эмиссии, основанный на расчете функций чувствительности целевого функционала качества атмосферы с усвоением данных наблюдений о концентрациях примесей.

Выполнены сценарные расчеты по решению задач для Сибирских регионов.

Проект Президиума РАН № 20.10. "Исследование разномасштабных гидрофизических процессов и их изменчивости, как основных факторов тепло- и массопереноса в экосистеме озера Байкал" (совместно с ИГиЛ, ЛИН, ИДСТУ).

Ответственный исполнитель к.ф.-м.н. Цветова Е. А.

Для моделирования всплывающей струи в стратифицированном глубоком водоеме использована трехмерная негидростатическая модель гидродинамики и переноса примесей. Рассмотрены сценарии расчетов с заданием различных начальных полей температуры и плотности, а также источников тепла и примеси. Результаты моделирования продемонстрировали возможность генерации вертикального и горизонтального обменов различной интенсивности и продолжительности.

Проект ОМН РАН 3.3. "Современные вычислительные технологии решения больших задач естествознания, геофизики, физики атмосферы и океана и охраны окружающей среды".

Подпроект "Вариационные методы решения обратных задач для исследования динамики и качества атмосферы".

Руководитель – д.ф.-м.н. Пененко В. В.

Выполнен цикл исследований по развитию вариационного подхода к построению методов решения многомерных параболических задач типа конвекции – диффузии – реакции для использования в так называемой on-line-технологии совместного решения задач гидротермодинамики и химии атмосферы.

Разработана новая версия негидростатической модели гидротермодинамики и переноса примесей в атмосфере мезорегионального масштаба с использованием технологии OPEN MP.

Партнерский ИП СО РАН № 8. "Оценка влияния антропогенных источников Прибайкалья на качество атмосферы над акваторией Байкала на основе экспериментальных наблюдений и математического моделирования".

На основе обработки климатических данных выполнены исследования оценки роли Байкальского региона как источника и рецептора возмущений в глобальной климатической системе. С помощью решения обратных задач выполнены расчеты оценки масштабов областей наблюдаемости от систем мониторинга, расположенных в регионе.

Партнерский ИП СО РАН № 35. "Углеродная составляющая (неорганическая и органическая) аэрозоля: образование и поведение в атмосфере".

Разработаны теоретические основы применения вариационных методов теории возмущений для исследования изменчивости спектральной интенсивности излучения в зависимости от газо-аэрозольного состава атмосферы. Начаты исследования по разработке способов построения соотношений и операторов чувствительности

функционалов, описывающих модели и результаты наблюдений, к вариациям возможных источников эмиссии, констант скоростей реакций в механизмах трансформации газо-аэрозольных примесей и т. д. Выполнены расчеты функций чувствительности и наблюдаемости территорий с помощью решения обратных задач по данным наблюдений оптической толщи атмосферы для некоторых станций Сиб-АЭРОНЕТ (ИОА СО РАН).

Публикации

Центральные издания

1. Курбацкий А. Ф., Курбацкая Л. И. О вихревом перемешивании и энергетике турбулентности в устойчивом атмосферном пограничном слое // Изв. РАН. Сер.: Физика атмосферы и океана. 2012. Т. 48, № 6. С. 666–673.
2. Пененко А. В. Дискретно-аналитические схемы для решения обратной коэффициентной задачи теплопроводности слоистых сред градиентными методами // СибЖВМ. 2012. Т. 15, № 4. С. 393–408.
3. Пьянова Э. А., Фалейчик Л. М. Информационно-вычислительная технология для сценарных оценок динамики и качества атмосферы // Выч. технол. 2012. Т. 17, № 1. С. 109–119.
4. Зубаирова У. С., Пененко А. В., Николаев С. В. Моделирование роста и развития растительных тканей в формализме L-систем // Вавиловский журн. генетики и селекции. Т. 16, № 4/1. С. 816–824.
5. Николаев С. В., Колчанов Н. А., Голушко С. К., Палаки Ж.-К., Урбан О., Амелина Е. В., Юрченко А. В., Голушко К. С., Зубарова У. С., Пененко А. В., Трубной А. Моделирование морфодинамики на ранних стадиях эмбриогенеза растения // Вавиловский журн. генетики и селекции. Т. 16, № 4/1. С. 805–815.

Зарубежные издания

1. Penenko V., Baklanov A., Tsvetova E., Mahura A. Direct and inverse problems in a variational concept of environmental modeling // Pure and Applied Geophysics. 2012. V. 169. P. 447–465.
2. Yudin M. S. Comparison of FDM and FEM models for a 2D gravity current in the atmosphere over a valley // Bull. NCC. Atmosphere, Ocean, Environmental Studies. 2012, iss. 13. P. 91–97.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Penenko V., Tsvetova E. Environmental forecasting on the base of online-integrated modeling technology // Select. and rev. papers Intern. Conf. on environmental observations, modeling and information systems (ENVIROMIS 2012), Irkutsk, 24 June – 2 July 2012. P. 159–162.
2. Kurbatskiy A., Kurbatskaya L. Features of eddy mixing and the turbulence energetics in stably stratified planetary boundary layers // Ibid. P. 55–61.
3. Yudin M. S. Propagation of a gravity current in the atmosphere over a steep obstacle // Ibid. P. 96–98.
4. Курбацкая Л. И., Курбацкий А. Ф. Вихревое перемешивание импульса и тепла в устойчиво стратифицированных пограничных слоях: численное исследование // Материалы Междунар. науч. конгр. "ГЕО-Сибирь-2012"; 8-й Междунар. конф. "Дис-

тансионные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология". Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. С. 133–136.

5. Пененко А. В. Численный алгоритм определения температуропроводности слоистой среды на основе сингулярного разложения оператора чувствительности модели теплопроводности // Труды 2-й Междунар. молодежной шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач" (СЭМИ). 2011. Ч. 1. С. 320–339. (не вошло в отчет 2011 г.).

Прочие издания

1. Курбацкий А. Ф., Курбацкая Л. И. Особенности вихревого перемешивания и энергетика турбулентности в устойчиво стратифицированных течениях окружающей среды // Труды Всерос. науч. конф. с междунар. участ. "Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии". Барнаул: ИВЭП СО РАН, 2012. Т. 1. С. 79–90.

2. Цветова Е. А. Математическое моделирование процессов, приводящих к обновлению глубинных вод Байкала. Там же. С. 156–159.

3. Цветова Е. А. Моделирование локальных явлений на фоне крупномасштабных процессов в озере Байкал // 40-я конф. "Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования. Экология. Экономика, Информатика". Ростов н/Д.: Изд-во Юж. федер. ун-та. 2012. С. 198–203.

4. Пененко В. В. Вариационная организация интегрированной системы математического моделирования для решения природоохранных задач. Там же. С. 172–175.

5. Курбацкая Л. И., Курбацкий А. Ф. Математическое моделирование мезомасштабных явлений в окружающей среде. Там же. С. 143–147.

6. Пьянова Э. А. Моделирование мезоклимата и переноса пассивной примеси в Усть-Каменогорске. Там же. С. 176–179.

7. Kurbatskiy A. F., Kurbatskaya L. I. Efficiency of eddy mixing in stably stratified planetary boundary layers // Abs. of 9th Europ. fluid mechanics conference (EFMC9), Rome, Sept. 9–13, 2012. [Electron. resource]. <http://www.efmc9.eu/absbook/index.html>.

8. Penenko V. V., Penenko A. V., Tsvetova E. A. Variational organization of modeling technology for environmental problems // Abs. Intern. Conf. on ensemble methods in geophysical sciences, Toulouse (France), Nov. 12–16, 2012.

9. Пененко В. В. Вариационные принципы для решения прямых и обратных задач гидротермодинамики и химии атмосферы с оценкой неопределённостей // Тез. Междунар. конф. "Обратные и некорректные задачи математической физики", посвященной 80-летию со дня рождения М. М. Лаврентьева. Новосибирск: Сиб. науч. изд-во, 2012. С. 46–47.

10. Пененко А. В. Анализ чувствительности обратной коэффициентной задачи теплопроводности. Там же. С. 220.

11. Рахметуллина С. Ж., Пененко А. В. Разработка математического обеспечения автоматизированной системы экологического мониторинга на основе решения обратной задачи локализации источника загрязнения атмосферного воздуха // Тез. 4-й Междунар. молод. науч. шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", 5–15 августа 2012, Новосибирск. С. 103.

12. Кутненко А. Н. Вариационный метод усвоения данных в модели конвекции-диффузии тепла в атмосфере. Там же. С. 73.

13. Главный В. Г., Двойнишников С. В., Пененко А. В. О статистической оценке ошибки оператора СЛАУ в задаче калибровки лазерного толщиномера горячего проката. Там же. С. 46.

14. Пененко А. В. Численные алгоритмы решения и исследования обратной коэффициентной задачи теплопроводности слоистой среды по данным граничных измерений. Там же. С. 95.
15. Pyanova E. A. Numerical study of the effect of orography on the mesoclimate of Ust-Kamenogorsk // Select. & Rev. papers of Intern. Conf. on Environmental observations, modeling and inform. syst., Irkutsk, 24 June – 2 July, 2012. P. 76.
16. Kurbatskiy A. F., Kurbatskaya L. I. Eddy mixing of momentum and heat in stably stratified boundary layers: modelling and simulation // Abs. of the 16th Intern. conf. on the methods of aerophys. res. (ICMAR), Kazan, Aug. 19–25, 2012. P. 1. P. 170–171.
17. Пененко В. В. Вариационные принцип и метод интегрирующих множителей для построения численных моделей математической физики // Тез. 6-й Всерос. конф., посвященной памяти акад. А. Ф. Сидорова, Абрау-Дюрсо, 10–16 сент. 2012 г. Екатеринбург: Уро РАН, 2012 г. С. 59.
18. Пененко А. В. Численные алгоритмы интерпретации данных теплового исследования слоистых сред. Там же. С. 58.
19. Курбацкая Л. И., Курбацкий А. Ф. Математическая модель устойчиво стратифицированного пограничного слоя. Там же. С. 49–50.
20. Пьянова Э. А., Фалейчик Л. М. Моделирование летних циркуляций атмосферы в районе г. Усть-Каменогорска. Там же. С. 62–63.
21. Цветова Е. А. Вариационный алгоритм для согласованного моделирования разномасштабных процессов в озере Байкал. Там же. С. 82.
22. Пененко В. В., Цветова Е. А. Построение согласованных алгоритмов для решения прямых и обратных задач природоохранного прогнозирования на основе вариационного принципа // Тез. 19-й Всерос. конф. "Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов для решения задач математической физики", посвященной памяти К. И. Бабенко. ИПМ им. Келдыша, 2012. С. 78.
23. Пененко А. В. Алгоритмический анализ чувствительности обратной коэффициентной задачи теплопроводности. Там же. С. 77.
24. Пененко А. В. Применение численных алгоритмов восстановления термофизических свойств слоистой среды к задаче об исследовании структуры почвы // Тез. 40-й конф. "Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования. Экология. Экономика, Информатика". Ростов н/Д.: Изд-во Юж. федерального ун-та, 2012. С. 171.
25. Пененко В. В. Вариационные методы в технологии прямого/обратного моделирования природных процессов // Труды Всерос. конф. "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. [Electron. resource]. <http://parbz.sccc.ru/fcp/apm2012/pdf/PenenkoVV.pdf>
26. Курбацкий А. Ф., Курбацкая Л. И. Математическое моделирование термически устойчиво стратифицированных пограничных слоев. Там же. <http://parbz.sccc.ru/fcp/apm2012/pdf/Kurbatskiy.pdf>.
27. Цветова Е. А. Моделирование локальных процессов в Байкале с учетом крупномасштабного фона. Там же. [Electron. resource]. <http://parbz.sccc.ru/fcp/apm2012/pdf/Tsvetova.pdf>.
28. Пененко В. В., Е. А. Цветова. Вариационная организация технологии математического моделирования для решения природоохранных задач // Труды конф. "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ-2012). [Electron. resource]. <http://agora.guru.ru/display.php?conf=pavt2012>.

29. Курбацкая Л. И. Моделирование вихревого перемешивания в ночном атмосферном пограничном слое при решении задач атмосферной дисперсии // Тез. 19-й Раб. группы "Аэрозоли Сибири", 27–30 нояб. 2012 г. ИОА СО РАН. Томск. С. 50.

30. Пьянова Э. А. Моделирование летних сценариев атмосферного переноса пассивной примеси над территорией со сложным рельефом. Там же. С. 47.

31. Пененко В. В. Вариационные методы теории возмущений для исследования изменчивости спектральной интенсивности излучения в зависимости от газ-аэрозольного состава атмосферы. Там же. С. 55.

32. Цветова Е. А. Моделирование поведения поднимающейся струи в стратифицированной среде глубокого озера. Там же. С. 52.

33. Юдин М. С. Обтекание препятствия сложной формы гравитационным течением в атмосфере: модель конечных элементов. Там же. С. 53.

34. Пененко В. В., Рахметуллина С. Ж., Пененко А. В. Алгоритмы локализации источников загрязнения атмосферного воздуха в рамках автоматизированной системы экологического мониторинга. Там же. С. 60.

35. Пененко В. В., Цветова Е. А. О данных для оценок климатических рисков загрязнения Байкальского региона. Там же. С. 55.

Общее число публикаций

Центральные издания	– 5
Зарубежные издания	– 1
Материалы международных конференций	– 5

Участие в конференциях и совещаниях

1. 6-я Всероссийская конференции, посвященной памяти академика А. Ф. Сидорова, Абрау-Дюрсо, 10–16 сент. 2012 г., Екатеринбург. – 5 докладов (Пененко В. В., Цветова Е. А., Пененко А. В., Курбацкая Л. И., Пьянова Э. А.).

2. 19-я Всероссийская конференция "Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов для решения задач математической физики", посвященной памяти К. И. Бабенко, Абрау-Дюрсо, 10–16 сент. 2012 г. – 2 доклада (Пененко В. В., Цветова Е. А., Пененко А. В.).

3. Международный научный конгресс "ГЕО-Сибирь-2012", Новосибирск, 10–20 апр. 2012 г. – 2 доклада (Курбацкая Л. И., Юдин М. С.).

4. 40-я конференция "Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования", Абрау-Дюрсо, 4–10 сент. 2012 г. – 5 докладов (Пененко В. В., Цветова Е. А., Пененко А. В., Курбацкая Л. И., Пьянова Э. А.).

5. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. – 5 докладов (Пененко В. В., Цветова Е. А., Пененко А. В., Курбацкая Л. И., Юдин М. С.).

6. Конференции "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ-2012), Новосибирск, 26–30 марта 2012 г. – 1 доклад (Пененко В. В., Цветова Е. А.).

7. 9th European fluid mechanics conference (EFMC9), Universita di Roma "Tor Vergata", Rome (Italia), Sept. 9–13, 2012. – 1 доклад (Курбацкая Л. И.).

8. 19-я Рабочая группа "Аэрозоли Сибири", 27–30 нояб. 2012 г. – 7 докладов (Пененко В. В., Цветова Е. А., Курбацкая Л. И., Пьянова Э. А., Юдин М. С.).

9. International conference on ensemble methods in geophysical sciences, Toulouse (France), 12–16 Nov., 2012. – 1 доклад (Пененко В. В., Пененко А. В., Цветова Е. А.).

10. Международная конференция "Обратные и некорректные задачи математической физики", посвященная 80-летию со дня рождения М. М. Лаврентьева, Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. – 2 доклада (Пененко В. В., Пененко А. В.).

11. 4-я Международная молодежная научная школа-конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", 5–15 авг. 2012 г., Новосибирск. – 4 доклада (Пененко В. В., Пененко А. В., Кутненко А. Н.).

12. Всероссийская научная конференция с международным участием, Барнаул, ИВЭП СО РАН, 20–26 авг. 2012 г. – 2 (Цветова Е. А., Курбацкая Л. И.).

13. International Conference on environmental observations, modeling and information systems (ENVIROMIS 2012). 24 June – 2 July 2012, Irkutsk. – 4 доклада (Пененко В. В., Курбацкая Л. И., Юдин М. С., Пьянова Э. А.).

14. 14th International Conference on the methods of aerophysical research (ICMAR), Kazan, Aug. 19–25, 2012. – 1 доклад (Курбацкая Л. И.).

Всего докладов – 42, в том числе пленарных и приглашенных – 5.

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

1. Пененко В. В. – член оргкомитета Конференции молодых ученых ИВМ и МГ, Новосибирск, 1–3 апр. 2012 г.; член программного комитета 14-й Всероссийской молодежной конференции-школы с международным участием, Абрау-Дюрсо, 12–17 сент. 2012 г.; член программного комитета Всероссийской конференции по вычислительной математике "КВМ-2012", 29 июня – 1 июля 2012 г.; член программного комитета Школы молодых ученых и международной конференции по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде "ENVIROMIS 2012", Иркутск, 3–13 июля 2012 г.

2. Пененко А. В. – член оргкомитета (зам. председателя) 4-й Международной молодежной научной школы-конференции "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 10–15 окт. 2012 г.

Международные научные связи

1. Сотрудничество с Восточно-Казахстанским государственным техническим университетом (ВКГТУ) им. Д. Серикбаева (Усть-Каменогоск).

2. Сотрудничество с Danish Meteorological Institute, Copenhagen (Denmark).

3. Участие в COST Action ES1004 "European framework for online integrated air quality and meteorology modeling".

Кадровый состав

- | | | |
|---------------------|---------------------------------------|-----------|
| 1. Пененко В. В. | г.н.с., | д.ф.-м.н. |
| 2. Цветова Е. А. | в.н.с., | к.ф.-м.н. |
| 3. Юдин М. С. | с.н.с. | |
| 4. Курбацкая Л. И. | с.н.с. | |
| 5. Пененко А. В. | м.н.с. (0,6) | к.ф.-м.н. |
| 6. Пьянова Э. А. | м.н.с. | к.ф.-м.н. |
| 7. Позднякова Н. С. | м.н.с. (0,1) | |
| 8. Кутненко А. Н. | инженер (0,1), аспирант ИВМиМГ СО РАН | |
| 9. Иванова Г. И. | техник | |

Пененко А. В., Позднякова Н. С., Кутненко А. Н. – молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Пененко В. В. – профессор НГУ

Пененко А. В. – ст. преподаватель НГУ

Руководство аспирантами

Кутненко А. Н. – 1-й курс, ИВМ и МГ, руководитель – Пененко В. В.

Защита дипломов

1. Калашникова В. – бакалавр ММФ НГУ, руководитель – Пененко В. В.

2. Жадамбаева Р. – бакалавр ММФ НГУ, руководитель – Пененко В. В.

Руководство студентами

1. Шлык А. И. – 1-й курс магистратуры ММФ НГУ, руководители: Пененко В. В., Пененко А. В.

2. Махнанова В. – 1-й курс магистратуры ММФ НГУ, руководители: Пененко В. В., Пененко А. В.

3. Кусаинова А. – 1-й курс магистратуры университета ШОС (НГУ), руководители: Пененко В. В., Пененко А. В.

Премии и награды

Шлык А. И. – 2-е место на конкурсе молодых ученых ИВМиМГ СО РАН 2012.

Кутненко А. Н. – 3-е место на конкурсе молодых ученых ИВМиМГ СО РАН 2012.

Лаборатория численного анализа и машинной графики

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

Важнейшие достижения

1. Общая теория экономичных, полностью консервативных разностных схем для задач динамики упругой и вязкоупругой сред.

Акад. Коновалов А. Н., советник РАН.

Завершена разработка общей теории экономичных, полностью консервативных, сопряженно-согласованных разностных схем для динамических задач линейной теории упругости и вязко упругости на основе смешанной постановки (скорость – деформация). Построенные явно разрешимые сопряженно-согласованные дискретные модели позволяют, в частности, управлять дисбалансом полной энергии и обладают той же степенью распараллеливания, что и обычные явные схемы.

Результаты исследований опубликованы в работах:

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

2. Коновалов А. Н. Экономичные дискретные реализации для динамической задачи линейной теории упругости // Диф. уравнения. 2011. Т. 47, № 8. С. 1140–1147.

3. Коновалов А. Н. Дискретные модели в динамической задаче линейной теории упругости и законы сохранения // Диф. уравнения. 2012. Т. 48, № 7. С. 990–996.

Результаты исследований докладывались на конференциях:

1. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", посвященная 85-летию акад. Г. И. Марчука. Новосибирск, 10–11 июня 2010 г.

2. 2-я молодежная международная школа-конференция памяти акад. М. М. Лаврентьева "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач". Новосибирск, 21–29 сент. 2010 г.

3. 8-я Всероссийская конференция "Сеточные методы для краевых задач и приложения", посвященная 80-летию со дня рождения А. Д. Ляшко. Казань, 30 сент. – 5 окт. 2010 г.

4. 9-я Всероссийская молодежная школа-конференция "Лобачевские чтения-2010", Казань, 1–6 сент. 2010 г.

5. Российская конференция, посвященная 80-летию со дня рождения Ю. С. Завьялова "Методы сплайн-функций", Новосибирск, 31 янв. – 2 февр. 2011 г. [Electron. resource]. <http://math.nsc.ru/conference/msf11/index.html>.

6. Международная конференция "Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика", посвященная 90-летию со дня рождения академика Н. Н. Яненко, Новосибирск, 30 мая – 4 июня 2011 г. [Electron. resource]. http://conf.nsc.ru/niknik-90/prog_committee.

7. Всероссийская конференция по вычислительной математике (КВМ-2011), Новосибирск, 29 июня – 1 июля 2011 г. [Electron. resource]. <http://www.sbras.ru/ws/ccm2011/>.

8. 3-я Международная молодежная школа-конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 10–15 окт. 2011 г.

9. 4-я Международная молодежная научная школа-конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 5–15 авг. 2012 г.

10. 9-я Всероссийская конференция "Сеточные методы для краевых задач и приложения", Казань, 16–22 сент. 2012 г.

2. Унифицированный алгоритм расчета фотореалистических изображений кристаллических агрегатов оптически изотропных и анизотропных прозрачных минералов.

Д.т.н. Дебелов В. А., аспирант НГУ Козлов Д. С.

Выполнена унификация алгоритма расчета фотореалистических изображений кристаллических агрегатов оптически анизотропных прозрачных минералов, что позволяет одинаково обрабатывать оптически изотропные, одноосные и двуосные прозрачные кристаллические объекты. Алгоритм не имеет аналогов в мире. Разработана система тестов для верификации алгоритмов расчета взаимодействия светового луча с прозрачными кристаллами, в частности, компьютерное моделирование явления внутренней конической рефракции, возникающее в оптически двуосных кристаллах. Впервые в мире рассчитано изображение явления внутренней конической рефракции (см. рис.). Создан интернет-ресурс http://oapmg.sccc.ru/temp_crystal_tests/, содержащий систему тестов для верификации алгоритмов фотореалистического рендеринга прозрачных кристаллов.

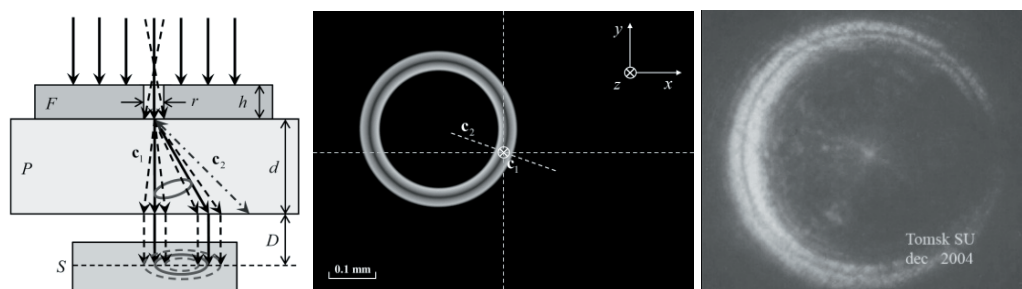


Рис. 1. Модельная сцена (слева), рассчитанное изображение (в центре), фотография явления внутренней конической рефракции (справа) (<http://www.demophys.tsu.ru/Original/Hamilton/Hamilton.html>)

Результаты исследований опубликованы в работах:

1. Дебелов В. А., Козлов Д. С. Локальная модель взаимодействия света с изотропными и одноосными прозрачными средами // Вестн. НГУ. Сер. Информационные технологии. Т. 10, вып. 1. 2012. С. 5–23.

2. Debelov V. A., Kozlov D. S. Rendering of translucent objects, verification and validation of algorithms // Proc. of the WSCG'2012, Plzen, 25–28 June 2012. P. 189–196.

3. Debelov V. A., Kozlov D. S. A local model of light interaction with transparent crystalline media // IEEE Trans. on visualization and comput. graph. 14 p. (в печати)

Результаты исследований докладывались на конференциях:

1. "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г.

2. 20-я Международная конференция по компьютерной графике и визуализации WSCG'2012, Пльзень (Чехия), 25–28 июня 2012 г.

3. Международная молодежная конференция-школа "Современные проблемы прикладной математики и информатики", г. Дубна, 22–27 августа 2012 г.

**Отчет по этапам НИР, завершнным в 2012 г.
в соответствии с планом НИР института**

Проект НИР I.3.1.1. "Оптимальные сеточные методы для высокопроизводительных многопроцессорных ЭВМ и их применение в задачах естествознания"

Номер государственной регистрационной НИР 01201002443.

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

Руководитель – акад. Коновалов А. Н.

Построена и обоснована общая теория экономичных, полностью консервативных разностных схем для задач динамики упругой и вязкоупругой сред.

Проведен анализ эффективности итерационного алгоритма пересчета граничных условий для бигармонического уравнения. Полученное аналитическое решение обобщенной спектральной задачи (определены точные константы энергетической эквивалентности), позволяет использовать оптимальный набор параметров для итерационного процесса и установить оптимальную скорость его сходимости. Значимость результатов исследований, проведенных в 2012 году, определяется возможностью существенного повышения эффективности математического обеспечения для широкого круга практических задач посредством применения высокопроизводительных многопроцессорных комплексов.

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. Мацокин А. М.

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

Разработаны алгоритмы приближения функции, значения которой заданы с некоторой погрешностью, на основе методов сплайн-регрессии и интервальных приближений. В алгоритме сплайн-регрессии был предложен и реализован итерационный алгоритм выбора опорных узлов сплайна, в котором, начиная с линейного приближения, модель сплайна постепенно усложняется и добавляются новые узлы на основе анализа ошибки приближения. В алгоритме интервальной сплайн-интерполяции исследованы и выбраны критерии контроля итерационного процесса поиска сетки узлов "прилипания" сплайна в алгоритме сжатия ограничений. Дополнительно к плану доказана условная положительная определенность логарифмических мультиквадриков, на основе анализа двойственных к сплайнам методов кригинга предложена конструкция сплайна с внешним дрейфом, позволяющая строить приближения функции, имеющей зоны с особенностями (большими градиентами или разрывами первого рода) методами сплайн-аппроксимации. Этот подход открывает большие перспективы в области аппроксимации сложных поверхностей, таких как рельеф местности.

Разработан алгоритм выбора узлов регрессионного сплайна, позволяющий строить приближения с различной степенью детализации (рис. 2).

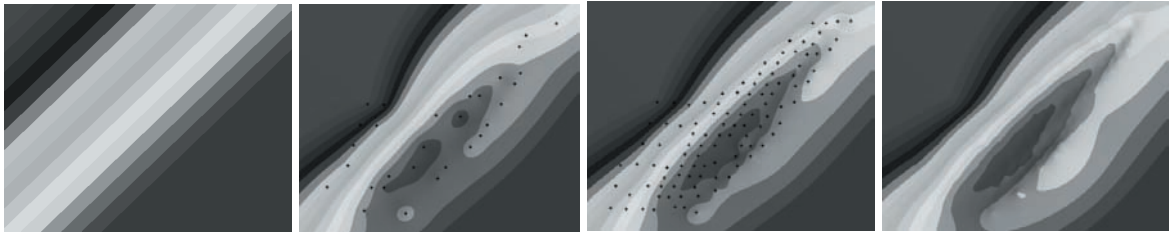


Рис. 2. Слева направо: начальное приближение, 3-я итерация, 11-я итерация, сплайн-интерполяция на всей сетке из 315 узлов

Предложена новая конструкция сплайна с внешним дрейфом, позволяющая учитывать особенности функции в виде дополнительных функций, добавляемых в базис тренда. На рис. 3. показаны результаты алгоритм выбора узлов регрессионного сплайна с использованием дрейфа из десяти базисных функций, описывающих "хребет" приближаемой функции.

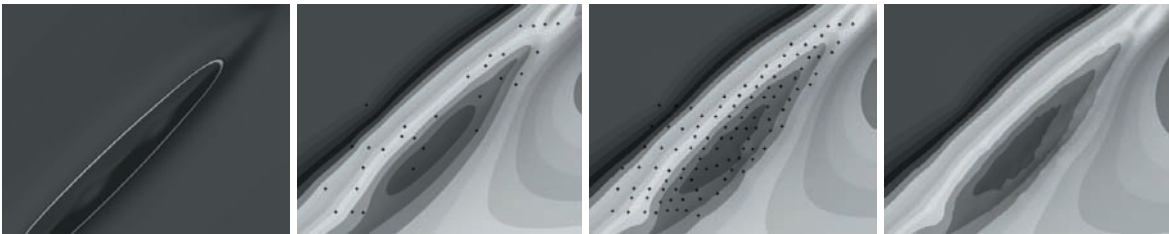


Рис. 3. Слева направо: начальное приближение, 3-я итерация, 11-я итерация, сплайн-интерполяция на всей сетке из 315 узлов

Разработана система тестов для верификации алгоритмов расчета взаимодействия светового луча с прозрачными кристаллами, в частности, компьютерное моделирование явления внутренней конической рефракции, возникающего в оптически двуосных кристаллах. Расчет изображения явления внутренней конической рефракции выполнен впервые в мире (см. рис. 1). Создан интернет-ресурс, содержащий репозиторий тестов для верификации алгоритмов фотореалистического рендеринга прозрачных кристаллов (http://oapmg.sccc.ru/temp_crystal_tests/).

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 12-07-00386-а "Разработка робастного алгоритма рендеринга прозрачных анизотропных кристаллов".

Руководитель проекта – д.т.н. Дебелов В. А.

Разработан метод оценки вклада ветви дерева трассировки в окончательное изображение для алгоритма обратной рекурсивной трассировки расчета изображений оптически анизотропных прозрачных минералов, с помощью которого пользователь может управлять точностью и скоростью расчета изображений.

Разработана система тестов для верификации алгоритмов расчета взаимодействия светового луча с прозрачными кристаллами, в частности, компьютерное моделирование явления внутренней конической рефракции, возникающее в оптически двуосных кристаллах.

Создан Интернет-ресурс по адресу: http://oapmg.sccc.ru/crystal_tests/.

Проект РФФИ № 12-07-00391 "Разработка алгоритма рендеринга полупрозрачных анизотропных кристаллов и металлов с учетом поляризации луча света".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Мацокин А. М.

Разработана структура данных для представления луча частично эллиптически поляризованного света как наиболее общего случая состояния поляризации луча света, модифицирован алгоритм рендеринга прозрачных оптически анизотропных объектов, учитывающий эллиптичность поляризации луча при расчете изображения.

Также разработаны: модель оптически анизотропной среды, характеризующейся поглощением, и алгоритм взаимодействия луча частично эллиптически поляризованного света с такой средой.

Разработан алгоритм восстановления параметров камеры-обскуры по одному виду на основе малого количества соответствий для случая точного задания координат точек пространства и координат на плоскости, заданных с погрешностями.

Усовершенствован Интернет-ресурс, посвященный алгоритмам расчета изображений анизотропных кристаллов (http://oapmg.sccc.ru/crystal_tests/).

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

Проект Президиума РАН № 18 "Алгоритмы и математическое обеспечение для вычислительных систем сверхвысокой производительности".

Подпроект "Построение теоретических сейсмограмм для сложнопостроенных трехмерных сред и вулканических структур. Этап 1", контракт № 7/2012 от 2 июля 2012 г.

Руководитель – акад. Коновалов А. Н.

Рассмотрена и исследована динамическая задача линейной теории упругости (непрерывная модель), основанная на законах сохранения импульса и момента импульса, а в качестве следствия обладает дополнительным законом сохранения полной (кинетическая плюс потенциальная) энергии. Непрерывные модели с подобным свойством называют "энтропийными" (С. К. Годунов). Для разностных схем при описании данного свойства используется термин "полная консервативность" (А. А. Самарский). Для изучаемой дискретной задачи проведен полный анализ двухпараметрического семейства сопряженно-согласованных двухслойных разностных схем, среди которых есть полностью консервативная. Для последней построены экономичные треугольно-факторизованные реализации с той же степенью параллелизма, что и в обычных явных схемах. Для разностных схем, не обладающих свойством полной консервативности, обсуждается роль закона предельного перехода при минимизации дисбаланса полной энергии.

Проект ОМН РАН № 3.3 "Современные вычислительные технологии решения больших задач естествознания, геофизики, физики атмосферы и океана и охраны окружающей среды".

Подпроект "Экономичные методы в стационарных сеточных задачах для многопроцессорных ЭВМ".

Руководитель – акад. А.Н. Коновалов.

Обоснован алгоритм пересчета граничных условий для бигармонического уравнения с граничными условиями шарнирного опирания на две противоположные стороны прямоугольной области, жесткого защемления и свободного края на оставшейся части границы.

Партнерский ИП СО РАН № 32 "Развитие методов аппроксимации сплайнами с приложением к экстремальным задачам, проблемам навигации и томографии".

Координатор в институте – д.ф.-м.н. А. И. Роженко

Разработан алгоритм выбора опорных узлов регрессионного сплайна при приближении значений функции, заданной с погрешностью. Алгоритм на первых итерациях выявляет крупномасштабные особенности функции (опорные узлы выбираются на больших расстояния друг от друга). На последующих итерациях учитываются мелкомасштабные особенности функции. Такой подход позволяет контролировать процесс приближения больших объемов данных и прерывать его по различным критериям, например, при достижении заданной точности или при получении сплайна с заданным числом опорных узлов.

Реализован альтернативный подход к приближению значений функции, заданной с погрешностью, решающий задачу построения интервального сплайна, минимизирующего квадратичный функционал и проходящего в заданных "коридорах" значений в узлах интерполяции. Разработан трехуровневый алгоритм поиска опорных узлов интервального сплайна, состоящий из последовательного "сжатия" ограничений, начиная с линейного приближения, итерирования по подсеткам узлов "прилипания" сплайна к ограничениям и решения на каждом шаге задачи квадратичного программирования по построению оптимального сплайна на подсетке.

Проведено исследование задачи построения сплайна методом воспроизводящих ядер: показана единственность пространства функций, соответствующего воспроизводящему ядру, тренду сплайна и области аппроксимации; доказана условная положительная определенность логарифмических мультиквадриков и порождающей функции сплайна с натяжением; предложена конструкция сплайна с внешним дрейфом, с помощью которого можно строить приближения функции, имеющие зоны с особенностями (большими градиентами или разрывами первого рода), методами сплайн-аппроксимации. Этот подход открывает большие перспективы в области аппроксимации сложных поверхностей, таких как рельеф местности.

Публикации

Центральные издания

13. Коновалов А. Н. Дискретные модели в динамической задаче линейной теории упругости и законы сохранения // Диф. уравнения. 2012. Т. 48, № 7. С. 990–996.

14. Дебелов В. А., Козлов Д. С. Локальная модель взаимодействия света с изотропными и одноосными прозрачными средами // Вестн. НГУ. 2012. Сер. Информ. технол. Т. 10, вып. 1. С. 5–23.

Зарубежные издания

1. Matsokin A. M., Nepomnyaschikh S. V. Domain decomposition preconditioning for problems with highly varying coefficients // Comput. Meth. in Appl. Math. 2012. V. 12, N 4. P. 1–17.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Fedorov E. A., Kovalev S. N., Rozhenko A. I., Shaidorov T. S. On fitting inaccurate data with splines, II // Abs. Intern. conf. "Wavelets and Applications", St. Petersburg, July 8–15, 2012. St. Petersburg: EIMI, 2012. P. 35–37.

2. Debelov V. A., Kozlov D. S. Rendering of Translucent Objects, Verification and Validation of Algorithms // Proc. of the WSCG-2012, communication papers. Part I. Plzen, 25–28 June 2012. С. 189–196. [Electron. resource]. http://wscg.zcu.cz/WSCG2012/_WSCG2012-Communications-1.pdf.

Сдано в печать

1. Debelov V. A., Kozlov D. S. A local model of light interaction with transparent crystalline media // IEEE Trans. on visualization and computer graphics. 2012. 14 с. (в печати). Препр. [Electron. resource]. <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/TVCG.2012.304>.

2. Debelov V. A., Novikov I., Vasilyeva L. Ray tracing based on interpolation of visibility of point light sources // Intel. Comp. Graph. 2012. Springer Ser.: Studies in Computational Intelligence. 2013. V. 441/2013. P. 169–188.

3. Мацокин А. М. Переобусловливатель для сеточного оператора Лапласа на сгущающейся сетке // СибЖВМ (в печати).

4. Роженко А. И. РК-сплайны // СибЖВМ (в печати).

5. Сорокин А. И. Аналитическое решение обобщенной спектральной задачи в методе пересчета граничных условий для бигармонического уравнения // СибЖВМ (в печати).

6. Сорокин С. Б. Точные константы энергетической эквивалентности в методе пересчета граничных условий // Вестн. НГУ. Сер.: Математика, механика, информатика (в печати).

Прочие издания

1. Кондрашкин Е. О., Серегина О. Ю., Сорокин С. Б. Фрагментированный алгоритм численного решения задачи Ламе попеременно-треугольным методом // Труды Междунар. науч. конф. "Параллельные вычислительные технологии", Новосибирск, 26–30 марта 2012 г. С. 725.

2. Сорокин С. Б. Дискретные аналоги сопряжено–операторных моделей на нестыкующихся сетках // Труды Всерос. конф. "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. С. 106–107.

3. Сорокин С. Б. Дискретные аналоги сопряжено–операторных моделей на нестыкующихся сетках // Тез. 6-й Всерос. конф. памяти акад. А. Ф. Сидорова, 10–16 сент. 2012 г. С. 70–71.

4. Ковалев С. Н. Адаптивный алгоритм выбора узлов привязки регрессионного сплайна // Материалы 50-й Междунар. науч. студ. конф. "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирск, 13–19 апреля 2012 г. С. 206. <http://issc.nsu.ru/upload/pdf%20materials/Proceedings/01%20Mathematics.pdf>.

5. Дебелов В. А., Козлов Д. С. Трассировка лучей на границе прозрачных сред // Труды Всерос. конф. "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. С. 36–37.

6. Степанкевич Е. А. Калибровка камеры-обскуры по одному виду и малому количеству соответствий // Материалы 50-й Междунар. науч. студ. конф. "Студент и научно-технический прогресс". Сер.: Программирование и вычислительные системы. Новосибирск: НГУ, 2012. С. 41. [Electron. resource]. <http://issc.nsu.ru/upload/pdf%20materials/Proceedings/09%20Programming.pdf>.

7. Ивлев А. Е. Рендеринг 3D сцены, представленной воксельной моделью. Там же. С. 12. [Electron. resource]. <http://issc.nsu.ru/upload/pdf%20materials/Proceedings/10%20Information%20Technologies.pdf>.

Общее число публикаций

Центральные издания	– 2
Зарубежные издания	– 1
Материалы конференций	– 2

Участие в конференциях и совещаниях

1. International conference "Wavelets and Applications", St. Petersburg, July 8–15, 2012. – 1 доклад (Роженко А. И.).

2. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. – 2 доклада (Дебелов В. А., Козлов Д. С., Сорокин С. Б.).

3. 4-я Международная молодежная научная школа-конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 5–15 авг. 2012 г. – 1 доклад (пленарный) (Коновалов А. Н.).

4. 9-я Всероссийская конференция "Сеточные методы для краевых задач и приложения", Казань, 16–22 сент. 2012 г. – 1 доклад (пленарный) (Коновалов А. Н.).

5. Международная научная конференция "Параллельные вычислительные технологии 2012", Новосибирск, 26–30 марта 2012 г. – 1 доклад (Кондрашкин Е. О., Серегина О. Ю., Сорокин С. Б.).

6. "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. – 1 доклад (Сорокин С. Б.).

7. 6-я Всероссийская конференция, посвященная памяти акад. А. Ф. Сидорова, Абрау-Дюрсо, 10–16 сент. 2012 г. – 1 доклад (Сорокин С. Б.).

8. 20-я Международная конференция по компьютерной графике и визуализации (WSCG'2012), Пльзень (Чехия), 25–28 июня 2012 г. – 1 доклад (Дебелов В. А., Козлов Д. С.).

9. Международная молодежная конференция-школа "Современные проблемы прикладной математики и информатики", г. Дубна, 22–27 авг. 2012 г. – 1 доклад (Козлов Д. С.).

10. 50-я Международная научная студенческая конференция "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирск, 13–19 апр. 2012 г. – 3 доклада (Ковалев С. Н., Ивлев А. Е., Степанкевич Е. А.).

Всего докладов 13, из них 2 пленарных, 11 секционных.

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

1. Коновалов А. Н. – член программного комитета 4-й Международной молодежной научной школы-конференции "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 5–15 авг. 2012 г.

2. Коновалов А. Н. – член организационного комитета 9-й Всероссийской конференции "Сеточные методы для краевых задач и приложения", Казань, 16–22 сентября 2012 г.

3. Дебелов В. А. – член программного комитета Международной конференции "Computer Graphics, Theory and Applications" (GRAPP 2012), Rome (Italy), 24–26 February, 2012. http://www.grapp.visigrapp.org/GRAPP2012/program_committee.asp.

4. Дебелов В. А. – член программного комитета Международной конференции 20-th International conference in Central Europe on computer graphics, visualization and computer vision (WSCG-2012), Pilsen (Czech Republic), 25–29 June, 2012.

Кадровый состав

- | | | |
|---------------------|------------------|---|
| 1. Мацокин А. М. | зав. лаб., | д.ф.-м.н. |
| 2. Коновалов А. Н. | советник РАН, | д.ф.-м.н., акад. РАН |
| 3. Дебелов В. А. | в.н.с., | д.т.н. |
| 4. Роженко А. И. | с.н.с., | д.ф.-м.н. |
| 5. Сорокин С. Б. | в.н.с., | д.ф.-м.н. |
| 6. Шустов Г. В. | с.н.с., | |
| 7. Бреднихина А. Ю. | м.н.с., | к.т.н. (в отпуске по уходу за ребенком) |
| 8. Хорсова Г. Е. | вед. программист | |
- М.н.с. Бреднихина А. Ю. – молодой научный сотрудник.

Редакция СибЖВМ

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

Педагогическая деятельность

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

Руководство аспирантами

Кондрашкин Е. О. – 1-й год, ИВМиМГ, руководитель – Сорокин С. Б.

Руководство студентами

Бологова Н. А.	– бакалавр, 4-й курс НГУ, руководитель – Дебелов В. А.
Ивлев А. Е.	– бакалавр, 4-й курс НГУ, руководитель – Дебелов В. А.
Крупин С. В.	– бакалавр, 4-й курс НГУ, руководитель – Дебелов В. А.
Степанкевич Е. А.	– бакалавр, 4-й курс НГУ, руководитель – Дебелов В. А.
Федотов В. П.	– бакалавр, 4-й курс НГУ, руководитель – Дебелов В. А.
Фесь Е. И.	– бакалавр, 4-й курс НГУ, руководитель – Мацокин А. М.
Кутинова М. А.	– бакалавр, 4-й курс НГУ, руководитель – Роженко А. И.
Мокшин П. В.	– бакалавр, 4-й курс НГУ, руководитель – Роженко А. И.
Мухина А. Ю.	– бакалавр, 4-й курс НГУ, руководитель – Сорокин С. Б.
Ивлев А. Е.	– магистрант, 1-й курс НГУ, руководитель – Дебелов В. А.
Степанкевич Е. А.	– магистрант, 1-й курс НГУ, руководитель – Дебелов В. А.
Федоров Е. А.	– магистрант, 2-й курс НГУ, руководитель – Роженко А. И.
Ковалев С. Н.	– магистрант, 2-й курс НГУ, руководитель – Роженко А. И.
Шайдоров Т. С.	– магистрант, 2-й курс НГУ, руководитель – Роженко А. И.
Кондрашкина О. Ю.	– магистрант, 2-й курс НГУ, руководитель – Сорокин С. Б.

Лаборатория математических задач геофизики

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

Важнейшие достижения

1. Определение амплитуды переднего фронта волны.

Построен численный алгоритм определения амплитуды переднего фронта волны, порожденной локальным по направлению движения x и слабо меняющимся по переменной y разломом дна $\eta(x, y, 0) = g(y) \cdot \delta(x)$. Использована предложенная в [1] замена переменных $z = \tau(x, y)$, $\alpha = y$, в которой τ – решение уравнения эйконала

$$\begin{cases} \tau_x^2 + \tau_y^2 = \frac{1}{c^2(x, y)}, & x > 0, y \in \mathbb{R}, \\ \tau(0, y) = 0, \tau_x > 0, & y \in \mathbb{R}, \end{cases}$$

где $c(x, y) = \sqrt{gH(x, y)}$ ($H(x, y) > 0$) – глубина в точке (x, y) . Проблема сведена к решению задачи Коши для уравнения в частных производных первого порядка, описывающего амплитуду переднего фронта волны $S(z, y)$

$$\begin{cases} 2S_z + 2b^2\tau_y S_y + \left(b^2(\tau_{xx} + \tau_{yy}) + 2\frac{b_z}{b} + 2bb_y\tau_y \right) S = 0, & z, y > 0; \\ S(0, y) = \frac{1}{2}g(y)\left(b^{-2}(0, y) - \tau_y^2(0, y)\right)^{-1/2}, & y > 0. \end{cases}$$

Предложенный алгоритм позволяет вычислить амплитуду фронта и время прихода волны в заданную точку (x_0, y_0) . Получено математическое обоснование роста амплитуды волны цунами с уменьшением глубины. В одномерном случае амплитуда волны имеет вид $s(z) = s(0)\sqrt[4]{\frac{H(0)}{H(z)}}$, что согласуется с известными ранее формулами определения высоты волны цунами.

1. Кабанихин С. И. Обратные и некорректные задачи. Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2009.

2. Kabanikhin S. I., Krivorotko O. I. A numerical method for determining the amplitude of a wave edge in shallow water approximation // Appl. Computational Math. 2013. N 1.

Член-корр. РАН Кабанихин С. И., к.ф.-м.н. Шишленин М. А., Криворотько О. И.

2. Построены алгоритмы численного моделирования для высокочастотного акустического зондирования дна водоемов.

Имеется слой воды (100 м и более) на неоднородном упругом полупространстве. Считается, что механические параметры упругой среды зависят только от глубины z . На поверхности воды расположены источник акустических колебаний, а на вертикальной оси, проходящей через источник, находится приемник (гидрофон). Требуется определить упругие параметры среды по зарегистрированным сейсмотрассам. Форма колебаний, генерируемых источником, считается известной.

Если слой воды достаточно большой, то можно полагать, что на поверхность упругой среды падает плоская (в соответствующем приближении) волна известной формы. Эта волна генерирует плоские упругие волны в упругом полупространстве. На границе раздела сред ставятся условия непрерывности смещений и нормальных напряжений. По результатам измерений отраженных волн можно восстановить закон движения поверхности раздела. Тем самым, получаем задачу восстановления параметров среды по известным внешнему воздействию и соответствующему отклику.

Подобная задача для SH -волн и других граничных условий решалась ранее спектральными методами А. С. Алексеевым и В. С. Белоносовым.

Разработан эффективный алгоритм решения прямой динамической задачи на основе лучевого метода. Результаты расчетов хорошо согласуются с данными полевых измерений.

Разработан комплекс программ на языке C, позволяющий строить реалистичные модели волновых полей для одномерных моделей сред.

Основным численным результатом является разработка программы решения лучевым методом прямой одномерной динамической задачи, в которой поиск всех энергетически значимых волн организован на основе рекурсивного алгоритма без привлечения кодировки лучей.

Белоносова А. В., к. ф.-м. н. Белоносов А. С., Виноградов С. П., Шарабарина А. С.

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2012 г. 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".

Номер государственной регистрации НИР 01201002449.

Руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г.

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

Руководитель – член-корр. РАН Кабанихин С. И.

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

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект № 12-01-00773-а "Теория и численные методы решения совмещенных обратных задач математической физики".

Руководитель проекта – член-корр. РАН Кабанихин С. И.

Аннотация результатов за 2012 г.

Исследована совмещенная постановка обратной задачи определения включений, погруженных в слоистую среду, на основе одновременного решения обратных задач сейсмологии и электродинамики. Построен численный алгоритм решения, основанный на согласованной минимизации двух соответствующих целевых функционалов. Первый функционал соответствует электромагнитным измерениям, второй – кинематическим. Тестовые расчеты показали, что одновременное использование электромаг-

нитных и кинематических данных позволяет быстрее и точнее локализовать искомым объект.

Проект № 12-032-06821-моб_г "Организация и проведение четвертой международной молодежной школы-конференции "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач"

Руководитель проекта – член-корр. РАН Кабанихин С. И.

Главный организатор четвертой школы-конференции – ИВМиМГ (бывший ВЦ СО АН СССР). Именно в Вычислительном центре начались исследования по теории и приложениям обратных и некорректных задач. Сначала был создан отдел условно-корректных задач под руководством М. М. Лаврентьева, затем – отдел математических задач геофизики под руководством А. С. Алексеева.

Подробную информацию о пленарных и секционных докладах, программу и список участников можно найти на сайте школы-конференции: <http://conf.nsc.ru/tcmip2012>.

В работе школы-конференции приняли участие ученые из 22 стран, 36 городов, представители 62 научных организаций.

Школа-конференция проходила в ИВМиМГ, Новосибирском государственном университете и Доме Ученых СО РАН.

На конференции прочитано более 70 лекций и сделано 165 секционных докладов. В работе школы-конференции приняли участие 8 академиков РАН, 9 членов-корреспондентов РАН, 46 докторов физико-математических наук, два доктора биологических наук, два доктора геолого-минералогических наук, один доктор технических наук, один доктор экономических наук, 74 кандидата физико-математических наук, один кандидат технических наук и один кандидат экономических наук.

В качестве слушателей в работе различных секций приняли участие более трехсот молодых ученых и сотрудников Сибирского отделения РАН.

Проект № 11-01-00105-а "Исследование обратных задач для волновых процессов и численных методов их решения".

Руководитель проекта – член-корр. РАН Кабанихин С. И.

Получены новые результаты по обратным задачам для системы интегродифференциальных уравнений электродинамики, учитывающих дисперсию волн, для системы уравнений вязкоупругой среды. Рассмотрены новые постановки двумерных и трехмерных обратных задач. Установлены новые теоремы единственности и устойчивости решений для этих задач. Построены и обоснованы градиентные методы решения.

Госконтракты

ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009–2013 гг.

Госконтракт № 14.7.40.11.0350 "Фундаментальные проблемы математического моделирования и вычислительной математики".

Руководитель – акад. Михайленко Б. Г., ответственный исполнитель – член-корр. РАН Кабанихин С. И.

Участники: Имомназаров Х. Х., Белоносов А. С., Шишленин М. А., Криворотько О. И., Воронов Д. А., Новиков Н. С., Юрченко М. А.

В рамках федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" в период с 2009 по 2013 г. Новосибирский государственный университет (НГУ) выполнил научно-исследовательскую работу по теме: "Фундаментальные проблемы математического моделирования и вычислительной математики". В результате работы получены новые фундаментальные научные результаты в области вычислительной математики и математического моделирования.

Разработаны и исследованы новые математические модели для решения фундаментальных задач современной прикладной математики (механики сплошных сред, термодинамики, геофизики, экологии, медицины, теории переноса излучения и создания новых материалов).

Созданы новые алгоритмы для решения задач термодинамически согласованных моделей сплошной среды, математических моделей взаимодействия физических полей и процессов и обратных и некорректных задач теории переноса излучения, акустики, упругости, электродинамики. На основе проведенных исследований созданы экспериментальные версии программных комплексов и проведены численные эксперименты.

Исследованы новые математические модели, в которых учитываются взаимодействия физических полей и процессов, таких как упругопластичность, магнитоупругость, сейсмоакустика.

Разработаны новые методы, алгоритмы и программы анализа и идентификации математических моделей.

Созданы новые и усовершенствованы известные численные методы, ориентированные на высокопроизводительные вычислительные комплексы.

Достигнутые научные результаты имеют мировой уровень и были опубликованы в российских и иностранных изданиях.

Результаты работ по проекту внедрены в учебный процесс НГУ.

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

МИП СО РАН № 122 "Математическое моделирование на основе экспериментальных данных аэродинамики и осаждения субмикронных частиц в верхних дыхательных путях млекопитающих".

Координатор – член-корр. РАН Кабанихин С. И.

На основе численного моделирования воздушных потоков и экспериментальной оценки накопления аэрозолей, содержащих магнитоконтрастный хлорид марганца, установлено, что морфология носовых ходов как фактор определяющий аэродинамику верхних дыхательных путей обеспечивает более эффективную защиту головного мозга от вдыхаемых поллютантов у норных грызунов по сравнению с наземными. Полученные результаты указывают на перспективность привлечения норных животных к изучению механизмов природных адаптаций к обитанию в среде с высоким содержанием твердых аэрозолей. Таким образом, список модельных организмов может быть пополнен российским видом, который будет востребован в связи с разработкой проблемы нанобиобезопасности.

Результаты работы коллектива проекта опубликованы в шести статьях и 16 тезисах международных и российских конференций. Исследования проводились в основном по блокам. Координация и увязка форматов данных будет углублена в следующем году, готовятся и планируются совместные публикации. В результате работы по проекту все запланированные на 2012 г. задачи выполнены полностью.

МИП СО РАН № 14. "Обратные задачи и их приложения: теория, алгоритмы, программы".

Координатор – член-корр. РАН Романов В. Г.; координатор в институте – член-корр. РАН Кабанихин С. И.

1. Исследована задача определения температуры и теплового потока на недоступной части границы по результатам измерений на доступной части поверхности исследуемого образца. В случае простой геометрии построена последовательность сингулярных чисел оператора продолжения и выполнен анализ разрешающей способности задачи, а также возможности использования априорной информации при численном решении задачи продолжения. Разработан конечно-разностный алгоритм решения прямой и сопряженной задач, которые были использованы в оптимизационном методе решения задачи продолжения.

2. Исследована нестационарная задача определения температуры и теплового потока на недоступной части границы по результатам измерений на доступной части поверхности исследуемого образца (член-корр. РАН Кабанихин С. И., к.ф.-м.н. Шишленин М. А., Марчук И. В., Криворотько О. И.). Задача решалась методом продолжения решения параболического уравнения с данными Коши на плоскости $x = 0$. Исследована степень некорректности дискретной задачи, построены алгоритмы численного решения, основанные на оптимизационном подходе и на методе сингулярного разложения. Разработан новый матричный метод исследования и решения дискретной задачи (к.ф.-м.н. Шишленин М. А.). Проведен анализ расчетов.

По результатам работы подготовлена к печати статья (планируется публикация в журнале СибЖИм или СибЖВМ):

Кабанихин С. И., Карчевский А. Л., Марчук И. В., Шишленин М. А. Численное решение задачи определения температуры и теплового потока по результатам измерений на доступной части поверхности исследуемого образца.

3. Исследована задача определения свойств анизотропной упругой среды по сейсмическим данным многократного перекрытия (член-корр. РАН Кабанихин С. И., к.ф.-м.н. Шишленин М. А., Новиков Н. С., Воронов Д. А., Криворотько О. И.; планируемые участники из ИННГ Дучков А.А. и аспирант Зятков Н.). Разработан численный алгоритм, основанный на сведении задачи к решению уравнений Гельфанда-Левитана. Рассмотрена одномерная обратная задача нахождения плотности и модулей упругости в случае специального вида анизотропии. Предполагалось, что упругая анизотропная среда имеет матрицу модулей упругости, зависящую от трех положительных функций $a(x)$, $b(x)$, $c(x)$. Задача сведена к последовательному определению этих функций на основе решения соответствующих уравнений Гельфанда-Левитана. Проведены тестовые расчеты.

На основе работы подготовлена статья (планируется публикация в журнале "Сибирский журнал промышленной математики" или "Технологии сейсморазведки").

Кабанихин С. И., Шишленин М. А., Дучков А. А., Новиков Н. С. Численный метод решения задачи определения упругих параметров среды в случае простейшей анизотропии

4. Исследована совмещенная постановка обратной задачи определения включений, погруженных в слоистую среду, на основе одновременного решения обратных задач сейсмики и элетродинамики (член-корр. РАН Кабанихин С. И., Кулаков И. Ю., к.ф.-м.н. Шишленин М. А., Бухаров А., Беседин Д., Криворотько О., Юрченко М.). Построен численный алгоритм решения, основанный на согласованной минимизации двух соответствующих целевых функционалов. Первый функционал соответ-

вует электромагнитным измерениям, второй – кинематическим. Проведенные тестовые расчеты показали, что одновременное использование электромагнитных и кинематических данных позволяет быстрее и точнее локализовать искомый объект.

Проект Президиума 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".

Руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г.

Отв. исполнитель – д.ф.-м.н. Имомназаров Х. Х.

Конвекция является одним из основных типов течений, используемых в описании процессов земных недр и земной атмосферы. Моделирование конвекции многих геологических систем в предположении несжимаемой среды в приближении Буссинеска часто оказывается недостаточным. Модель сжимаемой среды используется не только при исследовании процессов в атмосфере, но и при моделировании магматических флюидных систем, конвектирующей верхней мантии с учетом фазовых переходов, динамики магмы в глубинных камерах и магмопроводниках, конвективного прогрева литосферы магматическими флюидами, динамики флюидных гидротермальных систем с учетом кипения магмы и гидротермального раствора. В 2012 г. построена численная модель для исследования динамики указанных сред с переменными кинетическими и термодинамическими параметрами. Приведены представительные серии численных расчетов для различных моделей сред.

Публикации

Монографии

1. Кабанихин С. И., Искаков К. Т., Бектемесов М. А., Шишленин М. А. Алгоритмы и численные методы решения обратных и некорректных задач. Астана, 2012. 338 с.
2. Kabanikhin S. I., Shishlenin M. A. Ch. 1, 15. Numerical methods for solving inverse hyperbolic problems. Ch. 1, 15 // Computational methods for applied inverse problems. Ed. by Wang, Yanfei, Yagola, Anatoly G. Yang Changchun. De Greyter, 2012. 530 p.
3. Aksenov V. V. The foundations of geomagnetism // Bul. Novosibirsk Comput. Cent. Ser.: Mathematical modeling in geophysics. Spec. Iss.: 15 (2012). 100 p.
4. Аксенов В. В. Основы геомагнетизма. Новосибирск: ИВМиМГ, 2012. 132 с.
5. Жабборов Н. М., Имомназаров Х. Х. Некоторые начально-краевые задачи механики двухскоростных сред. Ташкент: Изд-во НУУз, 2012. 212 с.

Центральные издания

1. Кабанихин С. И., Шишленин М. А. Об использовании априорной информации в коэффициентных обратных задачах для гиперболических уравнений // Труды ИММ УрО РАН. 2012. Т. 18, № 1. С. 147–164.
2. Кабанихин С. И., Криворотько О. И. Сингулярное разложение в задаче об источнике // Сиб. журн. вычислительной мат. 2012. Т. 15, № 2. С. 205–211.
3. Аксенов В. В. О некоторых соленоидальных векторных полях в сферических областях // Дифференциальные уравнения. 2012. Т. 48, № 7. С. 1056–1059.
4. Aksenov V. V. On some solenoidal vector fields in spherical domains // Differential Equations. 2012. V. 48, N 7. P. 1042–1045.

5. Аксенов В. В. Физико-математическое моделирование главного геомагнитного поля, наблюдаемого мировой сетью геомагнитных станций // Изв. высш. учеб. заведений. Геология и разведка. 2012. Ч. 1, № 4. С. 61–68.
6. Аксенов В. В. Об источнике главного геомагнитного поля. Там же. Ч. 2, № 5. С. 69–73.
7. Жабборов Н. М., Коробов П. В., Имомназаров Х. Х. Применение дифференциальных тождеств Меграбова к уравнениям двухскоростной гидродинамики с одним давлением // Журн. Сиб. федерал. ун-та. Сер.: Математика и физика. 2012. Т. 5, № 2. С. 156–163.

Зарубежные издания

1. Ilyin A., Kabanikhin S. I., Nurseitov D. B., Nurseitova A. T., Asmanova N. A., Voronov D. A., Bakytov D. Analysis of ill-posedness and numerical methods of solving a nonlinear inverse problem in pharmacokinetics for the two-compartmental model with extravascular drug administration. // J. Inverse and Ill-Posed Problems. 2012. V. 20, N 1. P. 39–64.
2. Kabanikhin S. I., Krivorotko O. I., Bektemesov M. A., Nurseitov D. B., Alimova A. N. An optimization method in the Dirichlet problem for the wave equation // J. of Inverse and Ill-Posed Problems. 2012. V. 20, N 2. P. 193–211.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Лужецкий В. Г. Газовыделение в Телецком озере // Труды Всерос. науч. конф. с междунар. участием "Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии", Барнаул, 20–24 авг. 2012 г. Барнаул: ИВЭП, 2012. Т. 1. С. 101–104.
2. Михеева А. В. Подготовка, визуализация и анализ сейсмологических данных в программном комплексе <GIS-EEDB> // Материалы 7-й Междунар. сейсмологической шк. "Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных", пос. Нарочь, (Республика Беларусь), 9–15 сент. 2012 г. Обнинск, 2012. С. 192–196.
3. Имомназаров Х. Х., Имомназаров Ш. Х., Коробов П. В., Холмуродов А. Э. Об одной прямой и обратной начально-краевой задачи для нелинейных одномерных уравнений пороупругости. Там же. С. 89–92.
4. Жабборов Н. М., Имомназаров Х. Х. Тоерема о сферическом среднем для статической системы пористоупругости // Труды 2-го Междунар. Российско-Узбекского симп. "Уравнения смешанного типа и родственные проблемы анализа и информатики". Нальчик: Изд-во КБНЦ РАН, 2012. С. 99–101.
5. Жабборов Н. М., Имомназаров Х. Х., Коробов П. В. Дифференциальные тождества для уравнений двухскоростной гидродинамики с одним давлением. Там же. С. 102–104.
6. Имомназаров Х. Х., Михайлов А. А. Использование преобразования Лагерра для решения 3D динамической задачи сейсмики для пористых сред с диссипацией энергии. Там же. С. 121–123.
7. Имомназаров Х. Х. Об одной совмещенной обратной задачи для уравнений пористых сред и уравнений Максвелла // Материалы Муждунар. конф. "Operators algebra and related topics", Ташкент, 12–14 сент. 2012 г. С. 146–148.
8. Имомназаров Х. Х., Янгибоев З. Ш. Об одном способе регуляризации в обратной динамической задачи для уравнений SH волн в пористой среде // Материалы 2-го Междунар. Российско-Узбекского симп. "Уравнения смешанного типа и родственные проблемы анализа и информатики". Нальчик: Изд-во КБНЦ РАН, 2012. С. 124–125.

Прочие публикации

1. Кабанихин С. И., Нурсеитов Д. Б., Нурсеитова А. Т., Асманова Н. А. Анализ некорректности и численных методов решения нелинейной обратной задачи фармакокинетики // Тез. 4-й Междунар. науч. шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 5–15 августа 2012 г. С. 64–65.
2. Shishlenin M. A. Inverse problem for 2D Helmholtz equation // Тез. Междунар. конф. "Обратные и некорректные задачи математической физики", Новосибирск, 5–12 августа 2012 г. Новосибирск: Сибирское научное издательство. С. 256.
3. Iskakov K. T., Shishlenin M. A., Sholpanbaev B. B. Analysis of the results of measurements of inhomogeneity (archaeological sites) in a layered medium // Abs. of the 6-th Intern. conf. "Inverse problems: modeling and simulation", Antalya (Turkey), May 21–26, 2012. Izmir: Izmir University, 2012. P. 33–34.
4. Bektemesov M. A., Nurseitov D. B., Shishlenin M. A., Kasenov S. E. Numerical solution of two-dimensional Analysis of the results of measurements of inhomogeneity (archaeological sites) in a layered medium. Ibid. P. 33–34.
5. Shishlenin M. A. Numerical reconstruction of acoustical parameters. Ibid. P. 37.
6. Ilin A. I., Kabanikhin S. I., Nurseitov D. B., Nurseitova A. T., Asmanova N. A., Bakytov D. B. Analysis of ill-posedness and numerical methods for the nonlinear inverse problem in two-compartment pharmacokinetic model with extravascular drug administration. Ibid. P. 50–51.
7. Kabanikhin S. I., Boboev K. S. Determination of coefficients in the kinetic transport equation equation by the P5 approximation. Ibid. P. 70–71.
8. Kabanikhin S. I. Combined inverse problems of Mathematical Physics // Тез. Междунар. конф. "Обратные и некорректные задачи математической физики", Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. Новосибирск: Сиб. науч. изд-во. С. 40.
9. Кабанихин С. И., Бобоев К. С. Обратная задача Лэмба в случае линейно зависящих скоростей. Там же. С. 84.
10. Kabanikhin S. I., Khairtdinov M. S. Combined inverse problems in geoeological monitoring of seismic events // Abs. of the 6-th International conf. "Inverse problems: Modeling and simulation", Antalya (Turkey), May 21–26, 2012. Izmir: Izmir University, 2012. P. 68–69.
11. Shishlenin M., Buharov A. Combined inverse problem of electromagnetic subsurface sounding. Ibid. P. 76–77.
12. Shishlenin M. A., Besedin D. V. The combined inverse seismic problem for a layered medium. Ibid. P. 54.
13. Лужецкий В. Г. Экспериментальное исследование газовыделения в Телецком озере. // Тез. 8-го Всерос. симп. "Контроль окружающей среды и климата", 1–3 окт. 2012 г. Томск: Аграф-Пресс, 2012. С. 40–41.
14. Меграбов А. Г. Законы сохранения в дифференциальной геометрии кривых и в кинематической сейсмике (для уравнения эйконала) // Тез. Междунар. конф. "Обратные и некорректные задачи математической физики", Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. Новосибирск: Сиб. науч. изд-во. С. 278.
15. Меграбов А. Г. Группы эквивалентности, законы сохранения и другие формулы в дифференциальной геометрии и математической физике // Тез. 4-й Междунар. молодежной науч. шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 5–15 авг. 2012 г. Новосибирск, 2012. С. 79–80.
16. Аксенов В. В. Об определении источника главного геомагнитного поля по данным мировой магнитной съемки. Там же. С. 261.

17. Имомназаров Х. Х., Михайлов А. А. Решение прямой динамической задачи сейсмоки для совмещенной модели вязкоупругой и пористой среды с диссипацией энергии. Там же. С. 269.
18. Янгибоев З. Ш., Имомназаров Х. Х. Об одном способе регуляризации в одномерных обратных динамических задачах для уравнений пористых сред // Тез. Междунар. конф. "Обратные и некорректные задачи математической физики", Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. Новосибирск: Сиб. науч. изд-во. С. 270.
19. Перепечко Ю. В., Сорокин К. Э., Имомназаров Х. Х. Численное моделирование динамики в двухжидкостных реологических средах с двумя давлениями. Там же. С. 323.
20. Жабборов Н. М., Имомназаров Х. Х. Теорема о сферическом среднем для статической системы пористоупругости. Там же. С. 266.
21. Жабборов Н. М., Имомназаров Х. Х., Коробов П. В. Дополнительные законы сохранения для уравнений двухскоростной гидродинамики с одним давлением. Там же. С. 267.
22. Имомназаров Х. Х. Некоторые совмещенные прямые и обратные задачи динамики двухфазных сред. Там же. С. 61.
23. Имомназаров Х. Х., Янгибоев З. Ш. Об одном способе регуляризирующего алгоритма для одномерных обратных динамических задачах пороупругости // Тез. 4-й Междунар. молодежной науч. шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 5–15 авг. 2012 г. Новосибирск, 2012. С. 62.
24. Сорокин К. Э., Перепечко Ю. В., Имомназаров Х. Х. О применении метода контрольного объема для моделирования конвекции в двухжидкостных средах. Там же. С. 114.
25. Жабборов Н. М., Имомназаров Х. Х., Коробов П. В. Стационарные законы сохранения в гидродинамике двухскоростных сред с одним давлением. Там же. С. 57.
26. Виноградова Т. Е., Давыдова М. Н., Курбатов В. П., Гензель Н. Р., Виноградов С. П., Едемский А. Г., Чернявский А. М. Особенности терапии ишемического инсульта у пациентов с атеросклеротическим поражением коронарных и каротидных артерий после кардиохирургических вмешательств // Материалы 13-й Межрегион. науч.-практ. конф. "Актуальные вопросы неврологии", Томск, 28–29 нояб. 2012 г. С. 100–101.
27. Виноградова Т. Е., Давыдова М. Н., Виноградов С. П. Амавроз фукаса – этиология, диагностика и терапия у пациентов с каротидным атеросклерозом, Там же. С. 102–103.
28. Виноградова Т. Е., Давыдова М. Н., Виноградов С. П., Едемский А. Г., Чернявский А. М. Инсульт у пациентов кардиохирургического профиля: структура, цитопротекторная терапия // II Национальный конгресс "Кардионеврология", Москва. 4–5 декабря 2012 г. С. 419.
29. Belonosova A. V., Belonosov A. S., Yurchenko M. A. A numerical method to determine static corrections to travel times in composite media for 2D/3D seismic surveys // Abs. of the 6th Intern. Conf. "Inverse problems: Modeling and simulation". Izmir: Izmir Univ., 2012.
30. Имомназаров Х. Х. Об одной совмещенной обратной задаче для уравнений пористых сред и уравнений Максвелла // Труды респ. конф. "Современные проблемы комплексного и функционального анализа", Нукус (Узбекистан), 11–12 мая 2012 г. С. 87–89.

31. Имомназаров Х. Х., Янгибоев З. Ш. О задачах определения структуры слоистой пористой среды и формы импульсного источника. Там же. С. 92–94.

32. Имомназаров Х. Х., Жабборов Н. М. Дивергентные формулы для уравнений двухскоростной гидродинамики с одним давлением. Там же. С. 65–68.

Методические разработки

1. Аксенов В. В. Рабочая программа учебной дисциплины: Инженерия знаний. Для специальности 080801.65 Прикладная информатика (в экономике) и направления 230100.62 Информатика и ВТ. Новосибирск: Изд-во СибУПК, 2012. 13 с.

2. Аксенов В. В. Рабочая программа учебной дисциплины: Информационные сети и базы данных. Для направления 100100.62 Сервис. Профиль сервис в торговле. Новосибирск: Изд-во СибУПК, 2012. 10 с.

Общее число публикаций

Монографии	– 5
Центральные издания	– 7
Зарубежные издания	– 2
Материалы международных конференций	– 8

Участие в конференциях и совещаниях

1. Международная конференция "Обратные и некорректные задачи математической физики", Новосибирск, 5–12 августа 2012 г. – 4 доклада (Кабанихин С. И. (пленарный), Имомназаров Х. Х., Меграбов А. Г., Шишленин М. А.).

2. 4-я Международная молодежная научная школа-конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 5–15 августа 2012 г. – 6 докладов (Кабанихин С. И. (пленарный), Имомназаров Х. Х., Меграбов А. Г., Шишленин М. А., Криворотько О. И., Воронов Д. А., Новиков Н. С.).

3. 50-я Международная научная студенческая конференция "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирск, 7–9 апреля 2012 г. – 3 доклада (Криворотько О. И., Воронов Д. А., Новиков Н. С.).

4. Международный научный семинар "Математическое моделирование нелинейных систем", Алма-Ата, Казахстан, 14–17 мая 2012 г. – 1 пленарный доклад (Кабанихин С. И.).

5. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 13–15 июня 2012 г. – 2 доклада (Кабанихин С. И. (пленарный), Имомназаров Х. Х.).

6. The 6th International conference "Inverse problems: Modeling and simulation", Antalya (Turkey), 21–26 May 2012. – 5 докладов (Кабанихин С. И. (пленарный), Шишленин М. А., Криворотько О. И., Воронов Д. А., Новиков Н. С.).

7. The 1st Russian-French conference on mathematical geophysics, mathematical modeling in continuum mechanics and inverse problems, Biarritz (France), June 18–22, 2012. – 2 доклада (Кабанихин С. И., Шишленин М. А.).

8. 12-й Всероссийский семинар "Геодинамика. Геомеханика и геофизика", стационар "Денисова пещера" (Алтайский край), 23–28 июля 2012 г. – 1 доклад (Михеева А. В.).

9. Всероссийское совещание с иностранным участием "Современная геодинамика Центральной Азии и опасные природные процессы: результаты исследований на количественной основе", Иркутск, 23–29 сент. 2012 г. – 1 доклад (Михеева А. В.).

10. 4-я Всероссийская научно-практическая конференция "Информационные технологии в науке, образовании и экономике", Якутск, 6–9 июня 2012 г. – 1 доклад (Михеева А. В.).

11. 7-я Международная сейсмологическая школа "Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных", пос. Нарочь (Республика Беларусь), 9–15 сент. 2012 г. – 1 доклад (Михеева А. В.).

12. Всероссийская научная конференция с международным участием "Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии", Барнаул, 20–24 августа 2012 г. – 1 доклад (Лужецкий В. Г.).

13. 8 Всероссийский симпозиум "Контроль окружающей среды и климата", Томск, 1–3 окт. 2012 г. – 1 доклад (Лужецкий В. Г.).

Всего докладов – 31, в том числе пленарных – 5.

Кадровый состав

1. Кабанихин С. И.	зав. лаб.	член.-корр. РАН
2. Аксенов В. В.	г.н.с.	д.ф.-м.н.
3. Имомназаров Х. Х.	в.н.с.	д.ф.-м.н.
4. Меграбов А. Г.	в.н.с.	д.ф.-м.н.
5. Белоносов А. С.	с.н.с.	к.ф.-м.н.
6. Белоносова А. В.	с.н.с. 0,75 ст.,	к.ф.-м.н.
7. Лужецкий В. Г.	с.н.с. 0,5 ст.,	к.т.н.
8. Шишленин М. А.	с.н.с.	к.ф.-м.н.
9. Михеева А. В.	н.с.	к.ф.-м.н.
10. Подколотный Н. Л.	с.н.с.	
11. Виноградов С. П.	н.с. 0,5 ст.	
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. Воронов Д. А.	инженер	
17. Криворотько О. И.	инженер	
18. Новиков Н. С.	инженер	
19. Юрченко М. А.	инженер	
20. Шерстюгина Л. П.	техник 1 кат.	

Педагогическая деятельность

Аксенов В. В.	– зав. кафедрой информатики, профессор Сиб УПК
Белоносов А. С.	– доцент НГУ
Имомназаров Х. Х.	– преподаватель НГУ
Кабанихин С. И.	– профессор НГУ
Меграбов А. Г.	– профессор НГТУ
Михеева А. В.	– доцент ВКИ НГУ
Подколотный Н. Л.	– старший преподаватель НГУ
Шишленин М. А.	– старший преподаватель НГУ
Криворотько О. И.	– преподаватель НГУ
Воронов Д. А.	– преподаватель НГУ
Новиков Н. С.	– преподаватель НГУ
Юрченко М. А.	– преподаватель НГУ.

Руководство аспирантами

- Криворотько О. И. – 2-й год, НГУ, руководители Кабанихин С. И., Шишленин М. А.
Воронов Д. А. – 1-й год, НГУ, руководители Кабанихин С. И., Шишленин М. А.
Новиков Н. С. – 1-й год, НГУ, руководители Кабанихин С. И., Шишленин М. А.
Коробов П. В. – 3-й год, ИВМиМГ, руководитель – Имомназаров Х. Х.
Сорокин К. Э. – 3-й год, ИВМиМГ, руководитель – Имомназаров Х. Х.
Алябушев А. А. – 3-й год, ИВМиМГ, руководитель – Меграбов А. Г.
Юрченко М. А. – 2-й год, НГУ, руководитель – Белоносов А. С.

Защита бакалавра (4 курс) НГУ

- Бухаров А. И. – руководители Кабанихин С. И., Шишленин М. А.
Беседин Д. А. – руководители Кабанихин С. И., Шишленин М. А.
Солодухин М. И. – руководители Кабанихин С. И., Шишленин М. А.
Липченко Ю. А. – руководители Белоносов А. С., Кабанихин С. И.
Шарабарина А. С. – руководитель – Белоносов А. С.
Екимова М. А. – руководитель – Белоносов А. С.
Караваев Н. А. – руководитель – Белоносов А. С.
Арнаут С. Н. – руководитель – Белоносов А. С.
Туянина К. Т. – руководитель – Белоносов А. С.

Руководство студентами НГУ

- Воронов Д. А. – 5-й курс, ММФ, руководитель – Кабанихин С. И., Шишленин М. А.
Новиков Н. С. – 5-й курс, ММФ, руководитель – Кабанихин С. И., Шишленин М. А.
Няго В. А. – 2-й курс, магистратура ММФ, руководитель – Имомназаров Х. Х.
Липченко Ю. А. – 1-й курс, магистратура ММФ, руководитель – Белоносов А. С., Кабанихин С. И.
Шарабарина А. С. – 1-й курс, магистратура ММФ, руководитель – Белоносов А. С.
Екимова М. А. – 1-й курс, магистратура ММФ, руководитель – Белоносов А. С.

Лаборатория численного моделирования сейсмических полей

Зав. лабораторией акад. РАН Михайленко Б. Г.

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2012 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР I.4.1. "Математическое моделирование в задачах геофизики, физики океана и атмосферы и охраны окружающей среды".

Номер государственной регистрации НИР 01201002449.

Раздел 1. "Математическое моделирование сейсмических и электромагнитных физических полей в средах сложной геометрии и реологии".

Руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г.

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

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

Разработан метод регуляризации для задачи моделирования квазистационарного электромагнитного поля в трехмерной неоднородной проводящей среде с помощью векторного МКЭ. Проведено исследование уравнений Максвелла с импедансными граничными условиями с памятью и разработан алгоритм векторного МКЭ для задачи акустического каротажа в осесимметричной постановке.

Разработан метод двумерного моделирования диаграмм зондов ВИКИЗ при электромагнитном каротаже. Созданы двумерные программы прямой задачи магнитотеллурического зондирования.

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 использовании преобразования Лагерра на последовательности конечных интервалов по времени. Полученное решение в конце временного отрезка используется в качестве начальных данных для решения задачи на следующем временном отрезке.

Разработан метод оценки влияния мелкомасштабных флуктуаций параметров на средние значения физических величин (плотность тока, напряженности электрического и магнитного полей и т. д.), если о параметрах среды известна лишь статистическая информация.

Разработан алгоритм решения динамической задачи сейсмики для пористой модели среды на основе спектрально-разностного метода

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 10-05-00233а "От микроструктуры к макромоделю трещиновато-кавернозных резервуаров: гомогенизация, проявление флюидонасыщенности, описание рассеянных волн".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Решетова Г. В.

Основные усилия в 2012 г. были сосредоточены на трех направлениях исследований:

1. Развитие методов осреднения для описания волновых процессов в разномасштабной сейсмогеологической среде, содержащей флюидонасыщенный кавернозно-трещиноватый коллектор.

2. Проведение серии численных экспериментов с использованием разработанной ранее научно-исследовательской версии программного обеспечения для расчета волновых полей в разномасштабных средах на основе конечно-разностного метода для сеток с локальным пространственно-временным измельчением в целях выяснения границ применимости разработанного метода гомогенизации кавернозно-трещиноватых флюидонасыщенных сред.

3. Систематизация признаков проявления флюидонасыщенных кавернозно-трещиноватых коллекторов в регулярных сейсмических полях (отраженные волны) и в рассеянных полях, наблюдаемых на поверхности и в скважинах.

Проект РФФИ № 11-05-12022 "Создание иерархии численных моделей разномасштабных геофизических процессов и разработка на этой основе специализированных алгоритмов и программного обеспечения для суперЭВМ с гибридной архитектурой, обеспечивающих локализацию кавернозно-трещиноватых коллекторов и реконструкцию их микроструктуры в целях прогнозирования фильтрационных потоков на основе решения задач подземной гидродинамики". (Конкурс ориентированных фундаментальных исследований по актуальным междисциплинарным темам (офи-м-2011)).

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Решетова Г. В.

В 2012 г. в ходе выполнения работ по проекту разработан метод гомогенизации сред, содержащих скопления микронеоднородностей, который был применен для построения трехмерной цифровой сейсмогеологической модели на основе данных геофизического исследования скважин (ГИС) и результатов поверхностной сейсморазведки. Создан прототип модульного программного обеспечения для конечно-разностного моделирования сейсмических волн в средах, содержащих мелкомасштабные включения, а также анизотропные и вязкоупругие формации. Проведено детальное изучение проявлений флюидонасыщенности микроструктуры и предложены характеризующие ее признаки (совместно со специалистами ООО "КрасноярскНИПИнефть").

Проект РФФИ № 11-05-00937-а "Моделирование взаимодействия сейсмических и акустических волн для неоднородной модели Земля – океан – атмосфера".

Руководитель проекта – акад. РАН Михайленко Б. Г.

Разработан численный алгоритм решения задачи моделирования сейсмических и акусто-гравитационных волн для совмещенной модели Земля – атмосфера при наличии ветра в атмосфере. На основе данного алгоритма созданы программы для проведения расчетов на многопроцессорных вычислительных комплексах с использованием различных алгоритмов распараллеливания. Проведены исследования сейсмических и акусто-гравитационных волн вблизи границы раздела Земля – атмосфера от источников различных типов, расположенных в твердой среде или на границе. В результате анализа полученных численных результатов выявлены новые особенности распространения волн при наличии ветра в атмосфере. Установлен факт влияния ветра на скорость распространения поверхностных волн Стоунли в упругой среде.

Разработан параллельный алгоритм на основе пошагового метода Лагерра для решения динамических задач теории упругости.

Госконтракты

ФЦП "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007–2013" гг.

Госконтракт № 07.514.11.4016 (2011-2012) "Исследования и разработка методов имитационного моделирования функционирования гибридных экзафлопсных вычислительных систем".

Руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г.

Ответственный исполнитель – д.т.н. Глинский Б. М.

Разработан эффективных метод имитационного моделирования сверхмасштабируемого программного обеспечения суперкомпьютеров с пета- и экзафлопсным уровнем производительности на основе агентно-ориентированной системы AGNES (AGent NEtwork Simulator). Рассмотрены особенности поведения различных вычислительных алгоритмов при их реализации на гибридном кластере Сибирского суперкомпьютерного центра (ССКЦ), проведена оценка их масштабируемости, выполненная с помощью системы AGNES при отображении на миллионы вычислительных ядер.

ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг."

Госконтракт № 14.7.40.11.0350 "Фундаментальные проблемы математического моделирования и вычислительной математики"

Руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г.

Получены новые результаты исследования фундаментальных проблем в следующих направлениях современной прикладной математики:

- а) термодинамически согласованные модели сплошных сред;
- б) математическое моделирование и численные методы в геофизике;
- в) теория и численные методы решения обратных и некорректных задач геофизики, теории переноса излучения, акустики, упругости, электродинамики.

На основе полученных результатов фундаментальных исследований разработаны программы внедрения их в образовательный процесс модернизированных учебных программ по курсам: "Обратные задачи математической физики" (новый курс лекций и практических занятий, 72 уч. часа для ММФ НГУ); "Численные методы решения прямых и обратных задач геофизики" (новый курс лекций и практических занятий, 72 уч. часа для ММФ НГУ и ГГФ НГУ); "Вычислительные методы линейной алгебры" (модернизация существующего основного курса, 72 уч. часа для ММФ НГУ). По модернизированным программам на основе результатов исследований подготовлены учебные пособия.

В реализации проекта принимали участие специалисты и аспиранты ИВМиМГ СО РАН, ИМ СО РАН и НГУ, студенты и магистранты НГУ.

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

Проект Президиума РАН № 15.9. "Вычислительные, информационные, управляющие и интеллектуальные технологии и системы в задачах математического моделирования".

Подпрограмма "Разработка новых численных моделей сложных многомерных геофизических и атмосферно-физических процессов".

Руководители: акад. РАН Михайленко Б. Г., д.т.н. Каргин Б. А.

Разработан высокоэффективный комплекс параллельных программ моделирования распространения упругих волн для гибридных многопроцессорных вычислительных кластеров. Предложен и обоснован пошаговый метод решения динамических задач теории упругости, основанный на преобразовании Лагерра.

Проект Президиума РАН № 4.9. "Природная среда России: проблемы моделирования сейсмоопасных зон, мониторинга загрязнения окружающей среды и изменения климата".

Подпроект "Разработка методов решения прямых и обратных задач для локализации сейсмоопасных зон дилатансии в земной коре на основе модели сейсмических процессов в сложно-построенных средах".

Руководители: акад. РАН Михайленко Б. Г., чл.-корр. РАН Кабанихин С. И.

Разработаны методы решения прямых и обратных задач для локализации сейсмоопасных зон дилатансии в земной коре на основе модели сейсмических процессов в сложно-построенных средах.

МИП СО РАН № 26 "Математические модели, численные методы и параллельные алгоритмы для решения больших задач СО РАН и их реализация на многопроцессорных суперЭВМ".

Координатор в институте – акад. РАН Михайленко Б. Г.

Разработан численный алгоритм решения задачи распространения сейсмических волн для совмещенной математической модели вязкоупругой и пористой среды с учетом диссипации энергии. На основе данного алгоритма создана программа и проведены расчеты для различных моделей сред с наличием пористых и вязкоупругих слоев. Исследованы особенности поглощения энергии при распространении сейсмических волн в заданных моделях сред.

Публикации

Центральные издания

1. Белоносов М. А., Костов К., Решетова Г. В., Соловьев С. А., Чеверда В. А. Организация параллельных вычислений для моделирования сейсмических волн с использованием аддитивного метода Шварца // Выч. методы и программирование. 2012. Т. 13. С. 525–535.

2. Лисица В. В., Чеверда В. А., Решетникова Г. В., Поздняков В. А., Шиликов В. В. Численное моделирование взаимодействия сейсмических волновых полей с кавернозно-трещиноватыми резервуарами и его практические приложения // В кн. "Суперкомпьютерные технологии в науке, образовании и промышленности". М.: МГУ, 2012. 232 с.

3. Иванов М. И., Кремер И. А., Урев М. В. Решение методом регуляризации квазистационарной системы Максвелла в неоднородной проводящей среде // Журн. вычисл. мат. и матем. физ. 2012. Т. 52, № 3. С. 564–576.
4. Суролина И. В., Эпов М. И. Влияние биополимерных буровых растворов на диаграммы высокочастотного электромагнитного каротажа // Геол. и геофиз. 2012. Т. 53, № 8. С. 1062–1069.
5. Курочкина Е. П., Соболева О. Н. Расчет эффективных электрофизических характеристик в многомасштабной изотропной среде // Вычис. технол. 2012. Т. 17, № 6. С. 64–73.
6. Демидов Г. В., Мартынов В. Н., Михайленко Б. Г. Метод решения эволюционных задач, использующий пошаговое преобразование Лагерра // СибЖВМ. 2012. Т. 15, № 2. С. 191–196.
7. Фатьянов А. Г. Волновой метод подавления кратных волн для сред любого сложного строения // СибЖВМ. 2012. Т. 15, № 2. С. 229–233.

Зарубежные издания

1. Lisitsa V., Reshetova G., Tcheverda V. Finite-difference algorithm with local time-space grid refinement for simulation of waves // Comput. Geosci. 2012. V. 16. N 1. P. 39–54.
2. Kostin V., Lisitsa V., Reshetova G., Tcheverda V. Simulation of seismic waves propagation in multiscale media: Impact of cavernous/fractured reservoirs // Lect. Not. Comp. Sci., Applied Parallel and Scientific Computing. Springer, 2012. Pt. 1. P. 54–64.
3. Soboleva O. N., Kurochkina E. P. Subgrid modeling of steady-state flow processes in fractal medium // In Book: "Classification & Application of Fractals". Ed. by William L. Hagen.
4. Demidov G. V., Martynov V. N., Mikhailenko B. G. A method for solving evolutionary problems based on the Laguerre step-by-step transform // Num. Analysis and Appl. 2012. V. 5, N 2. P. 156–161.
5. Fatyanov A. G. A wave method of suppressing multiple waves for any complex subsurface geometry // Num. Anal. and Appl. 2012. V. 5, N 2. P. 187–190.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Михайленко Б. Г., Михайлов А. А. Численное решение 2.5-D динамической задачи сейсмики с использованием алгоритмов распараллеливания // Труды Междунар. науч. конф. "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ'2012), Новосибирск, 26–30 марта 2012 г. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. С. 612–620.
2. Имомназаров Х. Х., Михайлов А. А. Использование преобразования Лагерра для решения 3D динамической задачи сейсмики для пористых сред с диссипацией энергии // Труды 2-го Междунар. рос.-узб. симп. "Уравнения смешанного типа и родственные проблемы анализа и информатики". Нальчик: Изд-во КБНЦ РАН, 2012. С. 121–123.
3. Неведрова Н. Н., Санчаа А. М., Суролина И. В. Характеристики разломных структур по данным электромагнитных зондирований. Моделирование разломов // Материалы конф. "Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле", Москва, 8–12 окт. 2012 г. С. 453–456.
4. Суролина И. В. Моделирование диаграмм БКЗ в скважинах с биополимерным раствором // Материалы 8-го Междунар. науч. конгр. "Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012", Новосибирск 10–20 апр. 2012 г. Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. С. 220–224.
5. Суролина И. В., Лабутин И. Б. Разработка параллельных алгоритмов для решения задач каротажа на графических процессорах // Труды Междунар. науч.

конф. "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ'2012), Новосибирск, 26–30 марта 2012 г. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. С. 690–697.

6. Курочкина Е. П. Михайленко Б. Г. Соболева О. Н. Оценка влияния мелко-масштабных неоднородностей среды при динамическом моделировании электромагнитного каротажа // Труды Междунар. конф. EAGE "Казгео2012", 29–31 окт. 2012 г., Алма-Ата (Казахстан). P007. С. 1–5.

7. Pozdnyakov V. A., Cheverda V. A., Lisitsa V. V., Reshetova G. V., Shilikov V. V. Small scale subsurface heterogeneities - seismic modeling and imaging // Exten. abs. of the 74th EAGE conf. & exhib. incorp. SPE EUROPEC 2012, Copenhagen (Denmark), 4–7 June, 2012. Y027. P. 1–5.

8. Cheverda V., Khaidukov V., Lisitsa V., Reshetova G., Pozdnyakov V. Footprint of the fine structure of the reservoir in scattered waves // Exten. abst. EAGE Intern. conf. & exhib., Saint Petersburg, 2–5 Apr., 2012. B011. P. 1–5.

9. A.S. Merzlikina, Pozdnyakov V. A., Tcheverda V. A., Reshetova G. V., Shilikov V. V., Tuzovskiy A. A. Methodology for evaluation of fluid saturation of fractured reservoirs on the Base of 3D simulation of seismic waves. Ibid. B012. P. 1–5.

10. Lisitsa V. V., Economides C., Reshetova G. V., Tcheverda V. A. Feasibility of cross-well hydrofracture monitor by accurate numerical simulation of seismic waves propagation through multiscale media. Ibid. B013. P. 1–5.

11. Белоносов М. А., Решетова Г. В., Соловьев С. А., Чеверда В. А. Моделирование сейсмических волн на многопроцессорных вычислительных системах с распределенной памятью, основанное на интегральном преобразовании Лагерра и аддитивном методе Шварца // Труды Междунар. суперкомп. конф. "Научный сервис в сети интернет: поиск новых решений", Новороссийск, 17–22 сент. 2012 г. М.: Изд-во МГУ, 2012. С. 222–226 (CD-ROM).

Сдано в печать

1. Суродина И. В., Эпов М. И. Моделирование диаграмм ВЭМКЗ в скважинах с высокополимерным раствором // Науч.-техн. вестн. "Каротажник".

Прочие издания

1. Михайлов А. А., Михайленко Б. Г. Моделирование распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн для модели "Земля–Атмосфера" при наличии ветра в атмосфере // Труды Всерос. конф. "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. С. 70–71.

2. Имомназаров Х. Х., Михайлов А. А. Моделирование сейсмических волновых полей в вязкоупругой и пористой среде с диссипацией энергии. Там же. С. 48–49.

3. Михайленко Б. Г., Михайлов А. А. Решение прямой задачи моделирования распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн для модели "Земля–Атмосфера" при наличии ветра // Тез. Междунар. конф. "Обратные и некорректные задачи математической физики", посвященной 80-летию со дня рождения акад. М. М. Лаврентьева, Новосибирск, 5–12 августа 2012 г. С. 279.

4. Имомназаров Х. Х., Михайлов А. А. Решение прямой динамической задачи сейсмологии для совмещенной модели вязкоупругой и пористой среды с диссипацией энергии. Там же. С. 269.

5. Urev M. Maxwell equations with new dissipative memory boundary conditions // Proc. of the 3rd Europ. sem. of comput., Pilsen (Czech Republic), June 25–29, 2012. P. 146.

6. Urev M., Kremer I., Ivanov M. The method of regularization of quasi-stationary Maxwell equations in inhomogeneous conducting medium // Proc. of the 3rd European sem. of computing, Pilsen (Czech Republic), June 25–29, 2012. P. 147.

Общее число публикаций

Центральные издания	– 7
Зарубежные издания	– 5
Материалы конференций	– 11

Участие в конференциях и совещаниях

1. The 3rd European seminar of computing, Pilsen (Czech Republic), June 25–29, 2012. – 2 доклада (Урев М. В.).

2. Международная конференция "Обратные и некорректные задачи математической физики", посвященная 80-летию со дня рождения акад. М. М. Лаврентьева, Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. – 8 докладов (Урев М. В., Суродина И. В., Соболева О. Н., Решетова Г. В., Мартынов В. Н., Михайлов А. А., Михайленко Б. Г.).

3. EAGE International Conference & Exhibition, Saint Petersburg, 2–5 Apr, 2012. – 1 доклад (Решетова Г. В.).

4. The 74th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2012, Copenhagen (Denmark), 4–7 June, 2012. – 1 доклад (Решетова Г. В.).

5. Международная суперкомпьютерная конференция "Научный сервис в сети интернет: поиск новых решений", Новороссийск, 17–22 сент. 2012 г. – 1 доклад (Решетова Г. В.).

6. Международная молодежная конференция-школа "Современные проблемы прикладной математики и информатики", Дубна, 22–27 авг. 2012 г. – 1 доклад (Решетова Г. В.).

7. 3-я Российская конференция "Суперкомпьютерные технологии в нефтегазовой отрасли, Москва, 28–30 ноября 2012 г. – 1 доклад (Решетова Г. В.).

8. European congress on computational methods in applied science and engineering (ECCOMAS 2012), Vienna (Austria), Sept. 10–14, 2012. – 1 доклад (Решетова Г. В.).

9. Innovations in wave modelling (InnoWave 2012), Nottingham (UK), 3–7 Sept., 2012. – 1 доклад (Решетова Г. В.).

10. The 1st Russian-French conference on mathematical geophysics, mathematical modeling in continuum mechanics and inverse problems, Biarritz (France), June 18–22, 2012. – 4 доклада (Решетова Г. В., Михайленко Б. Г., Мартынов В. Н., Фатьянов Г. А.).

11. Workshop on the state-of-the-art in scientific and parallel computing, Helsinki (Finland), June 10–13, 2012. – 1 доклад (Решетова Г. В.).

12. 19-я Всероссийская конференция "Теоретические основы конструирования численных алгоритмов и решение задач математической физики", посвященная памяти К. И. Бабенко (КИБ2012), Новороссийск, 10–16 сент. 2012 г. – 1 доклад (Решетова Г. В.).

13. Международная конференция "ПАВТ-2012", 26–30 марта 2012 г., Новосибирск. – 2 доклада (Суродина И. В., Михайлов А. А.).

14. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", 12–15 июня 2012 г., Новосибирск. – 4 доклада (Соболева О. Н., Суродина И. В., Михайлов А. А.).

15. "ГЕОСИБИРЬ-2012", Новосибирск, 10–20 апр. 2012 г. – 2 доклада (Суродина И. В.).

16. The 15th GAMM-IMACS International symposium on scientific computing, computer arithmetics and verified numerics (SCAN2012), 23–20 Sept., Novosibirsk – 1 доклад (Суродина И. В.).

17.3-я тектонофизическая конференция "Тектонофизика и актуальные проблемы наук о Земле", Москва, 8–12 окт. 2012 г. – 1 доклад (Суродин И. В.).

18. 2-й Международный российско-узбекский симпозиум "Уравнения смешанного типа и родственные проблемы анализа и информатики", Нальчик, 28 мая – 1 июня 2012 г. – 1 доклад (Михайлов А. А.).

Всего докладов – 31, в том числе 4 пленарных.

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

Михайленко Б. Г. – председатель организационного комитета "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г.

Михайленко Б. Г. – член программного комитета "Восьмой Международной Азиатской Школы-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем", Омск, 2–12 июля 2012 г.

Михайленко Б. Г. – председатель программного комитета "Обратные и некорректные задачи математической физики", посвященной 80-летию со дня рождения академика М. М. Лаврентьева, Новосибирск, 5–12 августа 2012.

Кадровый состав лаборатории

1. Михайленко Б. Г.	директор,	д.ф.-м.н., академик РАН
2. Урев М. В.		в.н.с., д.ф.-м.н.
3. Фатьянов А. Г.	в.н.с.,	д.ф.-м.н.
4. Мартынов В. Н.	с.н.с.	
5. Мاستрюков А. Ф.	с.н.с.,	к.ф.-м.н.
6. Решетова Г. В.	в.н.с.,	д.ф.-м.н.
7. Соболева О. Н.	с.н.с.,	д.ф.-м.н.
8. Суродин И. В.	с.н.с.,	к.ф.-м.н.
9. Михайлов А. А.	н.с.	к.ф.-м.н.
10. Терехов А. В.	м.н.с.	к.ф.-м.н.
11. Куликов А. И.	вед. программист	
12. Чимаева Е. В.	вед. программист	
13. Трибис Д. Ю.	программист	
14. Гулина М. А.	инженер 1-й категории	
15. Кабанихина Е. С.	инженер 1-й категории	
Терехов А. В. – молодой научный сотрудник		

Педагогическая деятельность

1. Михайленко Б. Г.	– зав. кафедрой НГУ
2. Урев М. В.	– доцент НГУ
3. Урев М. В.	– профессор СибАГС
4. Соболева О. Н.	– профессор НГТУ

Руководство студентами

1. Чимитова Н. В.	– бакалавр, 4-й курс НГУ, руководитель – Решетова Г. В.
2. Бродт К. В.	– бакалавр, 4-й курс НГУ, руководитель – Урев М. В.
3. Шимонаева Т. В.	– 2-й курс магистратуры НГУ, руководитель – Урев М. В.
4. Денисова М. А.	– 1-й курс магистратуры НГУ, руководитель – Урев М. В.

Лаборатория математического моделирования волн цунами

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

Важнейшие достижения

На основе анализа исторических данных о проявлениях сильнейших субдукционных землетрясений выделен класс мегаземлетрясений с магнитудой $M_w \geq 9,0$, способных возбуждать трансокеанские цунами, затрагивающие весь океанический бассейн. Статистически доля таких событий составляет менее 0,5 % от общего числа цунамигенных событий, однако они вносят значительный вклад в цунамиопасность многих участков океанского побережья. Для участков побережья, не имеющих в непосредственной близости перед собой зон субдукции (например, все побережья окраинных морей Тихого океана), вклад таких событий в общую цунамиопасность становится определяющим. Адекватная оценка повторяемости и определение возможных мест возникновения землетрясений класса M_9 является одной из основных задач, которую необходимо решать при создании карт цунамирайонирования побережья.

Д.ф.-м.н. Гусяков В. К.

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2012 г. в соответствии с планом НИР института

Приоритетное направление I.4. Математическое моделирование в науке и технике.
Программа 1.4.1. "Математическое моделирование в задачах геофизики, физики океана и атмосферы и охраны окружающей среды"

Координатор – акад. Михайленко Б. Г.

Проект: 1.4.1.1. "Математическое моделирование сейсмических и электромагнитных физических полей в средах сложной геометрии и реологии".

Номер государственной регистрации НИР 01201002449.

Руководители: акад. Михайленко Б. Г., д.ф.-м.н. Гусяков В. К., д.ф.-м.н. Кабанихин С. И.

Раздел 3. "Моделирование и оценка цунамигенных геофизических явлений".

Руководитель – д.ф.-м.н. Гусяков В. К.

Реализован метод расчета волнового фронта на основе уравнений эйконала. Тестирование метода на известных точных решениях показало высокую точность моделирования линии волнового фронта (порядка 0,1 % длины пути, пройденного волной). В рамках разработки эффективных методов расчета кинематики волнового фронта цунами продолжалась работа по нахождению точных формул, задающих фронт волны для различных моделей сред (среда со степенной зависимостью глубины океана от расстояния до береговой линии; среда с точечными неоднородностями). Эти формулы могут использоваться, в частности, для тестирования численных методов расчета кинематики волн цунами.

Создана расчетная схема цунамирайонирования западного побережья Японского моря. Выполнено сеймотектоническое обоснование расчетов цунамиопасности для юго-восточного побережья Кореи. Совместно с группой моделирования цунами ИВТ СО РАН созданы численные модели нескольких разрушительных цунами, проис-

шедших вблизи побережья Японии (2011 г. – Тохоку, 1946 г. – Токай, 1923 г. – Токио). Целью этих расчетов является верификация численных моделей и алгоритмов путем сравнения данных расчетов и наблюдений.

Осуществлен первый этап восстановления реального источника цунами: проведены тестовые расчеты синтетических мареограмм для Шикотанского цунами 1994 г. и реальной батиметрии на кластере НГУ на основе MPI.

В рамках дальнейшего развития графической оболочки базы данных о цунами PDM_TSU создана подсистема ввода, коррекции и компактной параметризации границ очагов цунами, что позволяет перейти от точечного представления очагов к пространственному. С использованием технологии CSS подготовлена основа-конструктор для создания новой версии лабораторного сайта, обеспечивающая быстрое заполнение содержимого веб-страниц по шаблонам, быстрое изменение оформления и наполнения, удобное редактирование разделов.

Проведено дальнейшее пополнение и верификация базы данных об импактных структурах Земли. По состоянию на конец 2012 г. в базе содержатся данные о 1112 структурах, 3593 фотографий, 945 текстов, 1485 ссылок. За отчетный период добавлено 3 новых структуры, 35 фото, 36 текстовых описаний, 85 библиографических ссылок. Добавлено поле для значений кинетической энергии удара, в него помещены данные для 399 достоверных и предполагаемых структур. По материалу базы данных импактных структур Земли проведен расчет частоты падений космических тел с учетом эрозии кратеров и степени геологической изученности территории.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ 12-07-00406-а "Электронный атлас очагов цунами в Дальневосточном регионе РФ".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Гусяков В. К.

Разработан и введен в состав графической оболочки GIMAS новый программный блок, реализующий процедуру делинеации и параметризации пространственных очагов цунами. Работа блока опробована на материалах наблюдений нескольких разрушительных цунами, происшедших в дальневосточном регионе в инструментальный период наблюдений (после 1950 г.). Модифицирован блок расчета карт времен добеганий (изохрон) цунами, входящий в состав графической оболочки WinITDB, для обеспечения возможности быстрого расчета обратных изохрон цунами, которые используются для оценки положения внешних границ области генерации цунами. Проведена предварительная оценка наличия и доступности материалов наблюдений цунами в доинструментальный период (ранее 1950 г.), подобраны материалы (каталоги, отчеты, публикации), необходимые для осуществления коррекции и дополнения массива наблюденных высот дальневосточных цунами за весь период имеющихся наблюдений.

Проект РФФИ 12-07-00564-а "Экспертная база данных по импактным структурам Земли".

Руководитель проекта – к.ф.-м.н. Амелин И. И.

Проведена конвертация данных об импактных структурах Земли из предыдущей версии каталога в СУБД Access. Существенно обновлен и расширен общий объем данных. Уточнено местоположение некоторых структур на территории России. Добавлена информация о новых предполагаемых импактных структурах. Разработаны специализированный пользовательский интерфейс в виде графической системы

PDM/ИМПАСТ под управлением операционной системы Windows, в которую интегрирована разнородная информация об импактных структурах Земли (тексты, фотографии, схемы, карты, библиография), а также web-версия экспертной базы данных по импактным структурам Земли (expert database on the Earth impact structures (EDEIS)) для удаленных пользователей с использованием php-технологий. Созданная база данных отличается от аналогов возможностью поиска, выборки и сортировки данных по любому из параметров, а также количеством импактных структур с различной степенью достоверности. Проведен расчет кинетической энергии ударника перед столкновением для достоверных и предполагаемых импактных структур. Разработана методика оценки частоты падений астероидов по данным экспертной базы данных импактных структур Земли с учетом эрозии кратеров, получена зависимость частоты падений астероидов от диаметра кратера.

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

Проект Президиума РАН № 23.3 "Математические проблемы в физике океана и моделирования волн цунами".

Подпроект "Создание расчетных основ карты цунамирайонирования Дальневосточного побережья России".

Руководитель д.ф.-м.н. Гусяков В. К.

По данным сводного сейсмологического каталога Дальневосточного региона проведен анализ сейсмичности региона, выделены основные зоны возникновения цунамигенных землетрясений, угрожающих дальневосточному побережью РФ. Построена предварительная сеймотектоническая схема региона и выбраны параметры очагов модельных землетрясений в диапазоне магнитуд 7,8–9,0 на основе комплексного анализа морфологических особенностей прибрежных частей океана, механизмов очагов подводных землетрясений, данных о разломной тектонике. На основе разработанного ранее алгоритма решения статической задачи упругости о деформациях однородного упругого полупространства под действием внутреннего источника дислокационного типа создана графическая оболочка, позволяющая задавать параметры источника, быстро рассчитывать поле деформаций и визуализировать результаты расчетов (изолинии, сечения, 3D). Программа позволяет также получать интегральные характеристики рассчитанных смещений дна (объем, начальная энергия цунами). Результаты расчетов используются в качестве начальных данных для программы расчета распространения цунами на конкретных участках акватории Дальневосточного региона. Получены оценки сравнительной цунамиактивности для трех основных зон, угрожающих Дальневосточному побережью РФ (Курило-Камчатская зона, Японское море, Охотское море)

МИП СО РАН № 117 "Геодинамическое, гидродинамическое и вычислительное моделирование в задачах оценки цунами-риска для побережья России".

Координатор в институте – д.ф.-м.н. Гусяков В. К.

На основе анализа исторических каталогов наблюдений цунами выделен класс трансокеанских событий, способных вызывать значительный материальный ущерб и приводить к человеческим жертвам на больших удалениях от источника (более 5000 км). Среди более чем 2200 цунамигенных событий, происшедших в Мировом океане с 2000 года до н. э. по настоящее время, таких событий оказывается 12

(т. е. порядка 0,5 %), однако они вносят главный вклад в цунамиопасность побережья. Для протяженных участков побережья окраинных морей (Охотского, Берингова), не имеющих субдукционных зон в непосредственной близости, вклад трансокеанских цунами в цунамиопасность может быть определяющим. Создана система модельных очагов с магнитудой 9,0, покрывающих основные цунамигенные зоны Тихого океана, для оценки влияния трансокеанских цунами на Дальневосточное побережье РФ. Проведены тестовые расчеты распространения цунами от таких очагов по всей акватории Тихого океана.

МИП СО РАН – ДВО РАН № 37 "Фундаментальные проблемы совершенствования оперативного прогноза цунами и создания карты цунамирайонирования Дальневосточного побережья РФ".

Координатор в институте – д.ф.-м.н. Гусяков В. К.

Проведен анализ сейсмичности дальневосточного региона, выделены основные зоны возникновения цунамигенных землетрясений, угрожающих дальневосточному побережью РФ. Построена предварительная сеймотектоническая схема региона и выбраны параметры очагов модельных землетрясений в диапазоне магнитуд 7,8–9,0 на основе комплексного анализа механизмов очагов подводных землетрясений и данных о разломной тектонике. На основании анализа фактических высот цунами при реальных цунамигенных землетрясениях и результатов численного моделирования уточнено положение южной (в районе Хоккайдо) и восточной (в районе Командорских островов) границ зоны ответственности дальневосточной СПЦ. Предложены магнитудные пороги подводных землетрясений, превышение которых создает непосредственную угрозу цунами для дальневосточного побережья РФ. Выполнена серия вычислительных экспериментов по моделированию распространения в Охотском море волн цунами, возникающих при землетрясениях, происходящих в Курило-Камчатской зоне.

Публикации

Центральные издания

1. Москаленский Е. Д. Об изменении фронта плоской волны, проходящей через область, содержащую неоднородности // Сиб. журн. вычисл. матем. 2012. Т. 15, № 4. С. 387–392.
2. Викулин А. В., Мелекесцев И. В., Акманова Д. Р., Иванчин А. Г., Водинчар Г. М., Долгая А. А., Гусяков В. К. Информационно-вычислительная система моделирования сейсмического и вулканического процессов как основа изучения волновых геодинамических явлений // Выч. технол. 2012. Т.17, № 3. С. 34–54.

Зарубежные издания

1. Voronina T. A. An inverse algorithm for reconstructing an initial tsunami waveform // Tsunami: From Fundamentals to Mitigation. UK . WIT PRESS, 2012. P. 35–59.

Материалы международных конференций

1. Marchuk A., Marinin I., Krivorotko O., Karas A., Khidasheli D. 3D GIS Integrated natural and man-made hazards research and information system // Proc. of the Joint Intern. conf. on human-centered computer environments "HCCE 2012", Aizu-Wakamatsu and Hamamatsu (Japan), Duesseldorf (Germany), March 8–13, 2012. Aizu-Wakamatsu, 2012. P. 225–229.

2. Сергеев В. А. Задачи и инновации в IT-системах // Труды 5-й Междунар. науч.-теор. конф. "Коммуникативные стратегии информационного общества", Санкт-Петербург, 14–16 нояб. 2012 г. С. 81–91.
3. Сергеев В. А. Генезис-гипотезы WE20. Там же. С. 230–236.
4. Сергеев В. А. Проект RE-алия. Там же. С. 236–241.

Сдано в печать

1. Gusiakov V. K. Tsunami impact on the African coast: historical cases and hazard assessment // *Extreme Natural Hazards, Disaster Risks and Societal Implications*. Cambridge Univ. Press, 2013.
2. Amelin I. I., Gusiakov V. K., Lyapidevskaya Z. A. Estimates of the impact frequency of cosmic bodies on the Earth based on the data from the Expert Database on the Earth impact structures // *Bul. Novosibirsk Comput. Center. Ser.: Mathematical modeling in geophysics*. 2013.
3. Gusiakov V. K., Chubarov L. B., Beisel S. A. Impact of the far-field tsunamis to the Far-East coast of Russia // *Tsunamis in the Pacific and Indian Oceans: 2010–2012. PAGEOPH: Topical issue*.
4. Москаленский Е. Д. Об изменении фронта плоской волны, проходящей через область, содержащую неоднородности // *Сиб. ЖВМ (в печати)*.
5. Гаврилов Н. В., Ляпидевский В. Ю., Ляпидевская З. А. Влияние дисперсии на распространение внутренних волн в шельфовой зоне // *Фундаментальная и прикладная гидрофиз.* 2013. Т. 6, № 2 (в печати).
6. Воронина Т. А. Применение r-решений для восстановления первоначальной формы волны цунами // *Выч. методы и программирование*. М.: Изд-во МГУ.

Патенты, свидетельства о регистрации

1. Патент РФ № 2012621201. База данных результатов моделирования волн цунами "Waves on Water" / В. А. Бабайлов, С. А. Бейзель, В. К. Гусяков, Д. А. Камаев, И. В. Рульков, Л. Б. Чубаров. 11.07.2012.

Прочие издания

1. Гусяков В. К. Теория больших волн // *В мире науки*. 2012. № 1. С. 3–8.
2. Гусяков В. К. От Тунгуски до Чикскулуба // *В мире науки*. 2012. № 3. С. 50–57.
3. Бейзель С. А., Гусяков В. К., Чубаров Л. Б., Шокин Ю. И. Моделирование воздействия удаленных цунами на Дальневосточное побережье России // *Труды 1-й Всерос. конф. "Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики"*. СПб.: Наука, 2012. С. 226–229.
4. Gusiakov V. K. Inverse and direct problems in the study of tsunami behavior // *Abs. of the 6th Intern. Conf. "Inverse problems: modeling and simulation"*, Antalia (Turkey), May 21–26, 2012. Izmir University, 2012. P. 60–61.
5. Marchuk An. G. Methods for computing inverse problems of tsunami propagation // *Abs. of the 6th Intern. conf. "Inverse problems: Modeling and simulation"*, Antalya (Turkey), May 21–26, 2012. Izmir University, 2012. P. 59.
6. Марчук Ан. Г. Цифровые модели рельефа земной поверхности и океанического дна // *Труды Всерос. науч.-техн. конф. "Наука. Промышленность. Оборона"*, Новосибирск, 18–20 апр. 2012 г. Новосибирск, 2012. С. 404–408.

Общее число публикаций

Центральные издания	– 2
Зарубежные издания	– 1
Материалы международных конференций и совещаний	– 4
Патенты, свидетельства о регистрации	– 1

Участие в международных конференциях и совещаниях

1. International conference on human-centered computer environments (HCCE 2012), Aizu-Wakamatsu & Hamamatsu (Japan), Duesseldorf (Germany), March 8–13, 2012. – 1 доклад (д.ф.-м.н. Марчук Ан. Г.).

2. Всероссийская научно-техническая конференция "Наука. Промышленность. Оборона", Новосибирск, 18–20 апр. 2012 г. – 1 приглашенный доклад (д.ф.-м.н. Марчук Ан. Г.).

3. European geosciences union general assembly (EGU2012), Vienna (Austria), Apr. 21–27, 2012. – 1 доклад (к.ф.-м.н. Воронина Т. А.).

4. 11-я Всероссийская конференция "Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики", Санкт-Петербург, 21–24 мая 2012 г. – 1 доклад (д.ф.-м.н. Гусяков В. К.).

5. 6th International conference "Inverse problems: Modeling and simulation", May 21–26, 2012, Antalia (Turkey). Symph. M3 "Numerical methods of solving inverse problems of mathematical physics". – 2 доклада (д.ф.-м.н. Гусяков В. К., д.ф.-м.н. Марчук Ан. Г.).

6. 4-я Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием "Информационные технологии в науке, образовании и экономике", Якутск, 6–9 июня 2012 г., Северо-Восточный федеральный университет. – 1 доклад (Сергеев В. А.).

7. US – Russia Geohazards Symposium "Developing a road map to improved disaster risk reduction through collaborative actions", Moscow, Jul. 17–19, 2012. – 1 приглашенный доклад (д.ф.-м.н. Гусяков В. К.).

8. 34th International geological congress, Symposium 30.4 "Geohazards in subduction zones", Brisbane (Australia) Aug. 2–10, 2012. – 1 доклад (д.ф.-м.н. Гусяков В. К.).

9. Международная конференция "Обратные и некорректные задачи математической физики", Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. – 2 доклада (д.ф.-м.н. Марчук Ан. Г., к.ф.-м.н. Воронина Т. А.).

10. AOGS 9th Annual general meeting, Singapore, Joint Assembly with AGU Western Pacific Geophysics Meeting, Aug. 13–17, 2012. – 2 доклада (д.ф.-м.н. Марчук Ан. Г.).

11. 4-я Международная молодежная научная школа-конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 5–15 авг. 2012 г. – 1 доклад (д.ф.-м.н. Марчук Ан. Г.).

12. Выездное расширенное заседание Совета РАН по координации деятельности региональных отделений и региональных научных центров РАН "Природные и техногенные катастрофы", Петропавловск-Камчатский, 11–16 сент. 2012 г. – 1 приглашенный доклад (д.ф.-м.н. Гусяков В. К.).

13. Научно-техническое совещание по фундаментальным и прикладным проблемам развития Российской системы предупреждения о цунами, Новосибирск, 8–12 окт. 2012 г. – 2 доклада (д.ф.-м.н. Гусяков В. К.).

14. 5-я Международная научно-теоретическая конференция "Коммуникативные стратегии информационного общества", Санкт-Петербург, 14–16 нояб. 2012 г. – 3 доклада (Сергеев В. А.).

Всего докладов – 20, в том числе приглашенных – 3.

Участие в оргкомитетах конференций

Д.ф.-м.н. Гусяков В. К. – член оргкомитета международного симпозиума US – Russia Geohazards Symposium "Developing a road map to improved disaster risk reduction through collaborative actions", Moscow, Russia, July 17–19, 2012; член оргкомитета Научно-технического совещания по фундаментальным и прикладным проблемам развития Российской системы предупреждения о цунами, Новосибирск, 8–12 окт. 2012 г.

Кадровый состав лаборатории

Гусяков В. К.	зав. лаб.	д.ф.-м.н.
Марчук А. Г.	в.н.с.	д.ф.-м.н.
Воронина Т. А.	с.н.с.	к.ф.-м.н.
Амелин И. И.	м.н.с.	к.ф.-м.н.
Сергеев В. А.	н.с.	
Москаленский Е. Д.	м.н.с. 0,5 ст.	
Лысковская Е. В.	вед. инженер.	
Калашникова Т. В.	вед. инженер	
Ляпидевская З. А.	вед. программист	
Зиновьев П. С.	инженер	
Амелин И. И. – молодой научный сотрудник		

Педагогическая деятельность

К.ф.-м.н. Воронина Т. А. – преподаватель СУНЦ НГУ.

Лаборатория геофизической информатики

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

Важнейшие достижения

Впервые проведены экспериментальные исследования вибросейсмического поля мощного виброисточника ЦВО-100, установленного на Южнобайкальском геодинамическом полигоне СО РАН для целей вибросейсмического зондирования глубинных структур Монголо-Сибирского региона с применением трехкомпонентной регистрации колебаний на пятисоткилометровом профиле Байкал – Улан-Батор, Монголия. Работа выполнена совместно с ГИН СО РАН, БурФ ГС СО РАН и ИЦАиГ МАН. Получены новые данные о формировании и распространении сейсмических волн от управляемого вибрационного источника в зоне Байкальского рифта и континентальной коры Северной Монголии. Результаты имеют важное значение для задач исследования строения земной коры в регионе и верификации существующих скоростных моделей.

Д.т.н. Ковалевский В. В., к.т.н. Авроров С. А., Брагинская Л. П., Макаров В. А., Григорюк А. П.

Отчет по этапам НИР, завершающимся в 2012 г. 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".

Номер государственной регистрации НИР 0120.0712227.

Руководители: д.т.н. Ковалевский В. В., д.т.н. Пяткин В. П.

Раздел 1. Математическое моделирование волновых полей и процессов вибросейсмического зондирования и мониторинга сейсмо-вулканоопасных зон. Численное моделирование, создание программно-алгоритмических средств обработки данных и проведение экспериментальных вибросейсмических исследований в сейсмо-вулканоопасных зонах. Разработка информационно-аналитических систем в области активной сейсмологии.

Руководитель – д.т.н. Ковалевский В.В.

Выполнена разработка параллельного алгоритма и программного обеспечения для численного моделирования 3D сейсмических полей в неоднородных упругих средах на гибридных архитектурах для математического моделирования вибросейсмических полей различной природы в сложно построенных средах. Решение прямой геофизической задачи основано на решении системы уравнений теории упругости, записанной в терминах вектора скоростей смещения и тензора напряжений. В качестве метода решения использован разностный метод, адаптированный к трехмерному варианту. Разработана параллельная реализация алгоритма и программа для использования гибридных кластеров, в состав которых входят вычислительные узлы с GPU (Graphics Processor Unit). Для этого параллельный алгоритм реализован на языке C++ с использованием MPI (Message Passing Interface) и технологии CUDA

(Compute Unified Device Architecture). Разработаны программы с использованием CPU и с использованием CPU и GPU. Для изучения возможности использования GPU для численного моделирования 3D сейсмических полей проведено сравнение эффективности работы программ по времени, затраченному на вычисления. На тестовой модели на кластере НКС-30T+GPU ССКЦ СО РАН показано, что использование CPU и GPU, комбинации MPI и CUDA, для проведения эффективных вычислений для представленного метода дает лучшие результаты, чем использование только CPU.

Выполнены экспериментальные вибросейсмические исследования методами активной сейсмологии в Алтае-Саянском и Байкальско-Монгольском регионах.

В 2012 г. продолжены работы по исследованию характеристик волнового поля мощного вибратора СВ-100, расположенного на Южно-Байкальском вибросейсмическом полигоне СО РАН (пос. Бабушкин), для вибросейсмического зондирования глубинных структур Монголо-Сибирского региона. Исследованы характеристики волнового поля сеймовибратора в режиме излучения свип-сигналов и гармонических сигналов с регистрацией излучаемых волн на двух региональных профилях: Бабушкин – Сухэ-Батор – Дархан – Улан-Батор от 205 до 500 км в южном направлении от источника и Бабушкин – Сухэ-Батор – Орхон-Тола от 205 до 356 км в юго-юго-западном направлении от источника. Регистрация осуществлялась малыми сейсмическими группами с линейной расстановкой в каждой точке профиля. Определены амплитудные, энергетические и частотные характеристики вибрационных сейсмограмм и гармонических сигналов в зависимости от расстояния от вибратора. Впервые определены закономерности затухания амплитуд волн в земной коре на удалениях от 200 до 500 км от вибрационного источника сейсмических волн.

Исследованы сезонные вариации волнового поля вибратора ЦВО-100 на Южно-байкальском полигоне СО РАН на основе анализа данных вибросейсмического мониторинга Байкальской рифтовой зоны. Выделен летний временной период резонансного возрастания мощности излучения в диапазоне частот 6,5–7 Гц. Исследована закономерность изменения во времени максимума мощности и резонансной частоты. На основе анализа вибрационных сейсмограмм, регистрируемых сеймостанциями региональной сети Хурамша (HRM) и Тырган (TRG), предложен алгоритм коррекции спектров сейсмограмм для компенсации сезонных вариаций и выделения долговременных трендов.

Проведено экспериментальное исследование особенностей распространения сейсмических и акустических волновых полей, порождаемых центробежным вибратором ЦВ-40 Быстровского полигона СО РАН и взрывами, проводимыми на Шиловском полигоне (Новосибирская обл.) в период июнь – октябрь 2012 г. Изучены особенности регистрации акустических волновых полей с помощью сейсмических датчиков: магнитоиндукционных СК1-П, GS-3, молекулярно-электронных СМЕ-3011. Оценены эффекты пространственной фокусировки акустических волновых полей от ЦВ-40 и взрывов в зависимости от метеоусловий. Получены количественные характеристики эффекта фокусировки акустических полей в области инфранизких частот под влиянием направления и силы ветра. Выполнено оценивание удельной акустической энергии от взрывов и сопоставление их с предельно допустимыми значениями по условиям геоэкологической безопасности.

Проведена модернизация комплекса программно-алгоритмических средств, разработанных для обработки данных вибросейсмических экспериментов на основе усовершенствования пользовательского интерфейса и расширения набора встроенных функций. Комплекс программ обработки вибросейсмических данных включает: интерактивную систему обработки сейсмических данных "Астра", выполненную как

комплект инструментальных средств, поддерживающих широкий диапазон операций по обработке сеймотрасс в интерактивном режиме; многофункциональную компьютерную программу V12, предназначенную для обработки, анализа и визуализации записей сейсмических сигналов (сеймотрасс); программную систему цифровой обработки сигналов SeismoDetector.

Развиты алгоритмы определения параметров сейсмических волн на основе вейвлет-фильтрации, обратной фильтрации Винера – Колмогорова, фрактального подхода, применения алгоритмов поисковой оптимизации и взвешенной порядковой фильтрации. Области исследований в задачах обработки сигналов были разделены, с одной стороны, на различные аспекты статистической обработки, анализа и восстановления зашумленных частотно-модулированных сигналов как одномерных временных рядов, с другой – на развитие компьютерной системы поддержки соответствующей обработки и анализа таких сигналов. По первому направлению сформулированы формально-логические правила анализа кластерных образований сигнала для оценки периода его существования и локализации на временной шкале, по второму – компьютерная система поддержки обработки и анализа периодических сигналов развита в части расширения ее функциональных возможностей.

Продолжено развитие геоинформационных и Интернет-технологий для задач активной сейсмологии и вибросейсмического мониторинга сейсмо- и вулканоопасных зон. Разработана концепция Интернет-ориентированной научной информационной системы для комплексного информационного обеспечения теоретических и экспериментальных исследований сейсмического поля, позволяющей охватить все основные этапы научных исследований: эксперимент, моделирование, публикацию и обсуждение результатов. В рамках данной концепции разработан и развивается Интернет-ресурс "Активная сейсмология" (<http://opg.sssc.ru>). В качестве программной платформы использована современная система управления содержимым сайта (Content Management System (CMS)) Joomla. В настоящее время Информационная система "Активная сейсмология" предоставляет пользовательские сервисы по базе данных научных работ: электронной библиотеке, библиографическому каталогу публикаций, базе данных экспериментов, программам обработки данных и моделированию. Файловый архив ИВС "Вибросейсмическое просвещение Земли", включенной в Интернет-ресурс "Активная сейсмология", содержит данные полевых экспериментальных данных 2006–2012 гг. В 2012 г. введены данные, полученные в ходе экспериментов вибросейсмического зондирования на профилях Байкал – Улан-Батор, и регистрации акустических и сейсмических полей взрывов Шиловского полигона. Объем архива – около 40000 сеймотрасс.

Результаты работ по проектам РФФИ

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

Руководитель проекта – д.т.н. Хайретдинов М. С.

Исполнители: Авроров С. А., Воскобойникова Г. М., Макаров В. А., Седухина Г. Ф., Якименко А. А.

Предложен и реализован экологически безопасный подход к оцениванию геоэкологического риска от воздействия массовых мощных полигонных и карьерных взрывов для окружающей социальной инфраструктуры. Метод основан на примене-

нии сейсмических вибраторов в качестве источников, имитирующих взрывы, но обладающих в сравнении с ними намного меньшей мощностью. Такие источники обладают способностью возбуждать в среде одновременно сейсмические и акустические колебания с прецизионными метрологическими силовыми и частотно-временными характеристиками, что, в отличие от взрывов, обеспечивает высокую воспроизводимость результатов исследований. На основе применения предложенного подхода выполнены теоретические и экспериментальные исследования. Основные результаты работ связаны с изучением закономерности распространения акустических и сейсмических волновых полей от вибратора ЦВ-40, полигонных взрывов утилизируемых запасов боеприпасов (полигон Шилово) и короткозамедленных карьерных взрывов в зависимости от метеоусловий (направления и силы ветра), а также учета влияния ландшафта и неоднородности дневной поверхности Земли. Получены количественные характеристики эффекта фокусировки акустических полей в области инфранизких частот под воздействием метеоусловий. Это обосновывает вывод о том, что даже маломощные взрывы могут становиться экологически опасными вследствие многократного увеличения потока акустической энергии в направлении ветра. Показано, что в связи с явлением взаимодействия сейсмических и акустических волн дополнительно развивается многократно усиленный геоэкологический эффект сейсмоакустического воздействия на окружающую среду. Результаты экспериментальных исследований подтверждены численными расчетами. Разработано и реализовано программное обеспечение для измерения статических и динамических характеристик сейсмоакустических волн от взрывов.

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

Руководитель проекта – д.т.н. Ковалевский В. В.

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

Выполнено исследование характеристик вибросейсмического поля мощного 100-тонного вибрационного сейсмического источника, расположенного на Южно-байкальском геодинамическом полигоне, для целей глубинного вибросейсмического зондирования Монголо-Сибирского региона. Исследованы характеристики волнового поля сеймовибратора в режиме излучения свип-сигналов и гармонических сигналов с регистрацией излучаемых волн на двух региональных профилях: Бабушкин – Сухэ-Батор – Дархан – Улан-Батор от 205 до 500 км в южном направлении от источника и Бабушкин – Сухэ-Батор – Орхон-Тола от 205 до 356 км в юго-юго-западном направлении от источника. Выполнена пространственная селекция приходящих волн на полученных вибрационных сейсмограммах с использованием разработанных программ обработки данных для малых сейсмических групп. Определены амплитудные, энергетические и частотные характеристики вибрационных сейсмограмм и гармонических сигналов. Определены параметры затухания амплитуд основных волн в зависимости от расстояния до виброисточника. Исследована спектральная плотность мощности (СПМ) микросейсмического шума во всех точках регистрации и ее временные вариации в течение ночного времени. Подготовлена программа и выполнено математическое моделирование волнового поля на профиле регистрации для сравнения с экспериментом и верификации существующей скоростной модели земной коры Прибайкалья и северной Монголии. Работы проведены сотрудниками ИВМиМГ СО РАН, ГИН СО РАН, БурФ ГС СО РАН (Россия) и ИЦАГ МАН (Монголия).

Проект РФФИ № 12-05-00786 "Исследование сейсмовулканических процессов Эльбрусской вулканической области на основе комплексного наблюдения геофизических полей и регистрации низкоэнергетических сейсмических событий".

Руководитель проекта – д.т.н. Ковалевский В. В.

Исполнители: д.т.н. Ковалевский В. В., к.т.н. Авроров С. А., Макаров В. А., Брагинская Л. П., к.ф.-м.н. Белоносов. А. С.

Выполнен анализ существующих данных по исследованию сейсмовулканических процессов и вулканической активности Эльбрусской вулканической области, проведено сопоставление данных комплексного мониторинга вулкана Эльбрус. Для сейсмической группы в штольне Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН подготовлена аппаратура из шести трехкомпонентных сейсмоприемников СК-1П с автономными цифровыми регистраторами "Байкал-АСН". Выполнена обработка данных проведенного эксперимента по развертыванию во вспомогательной штольне БНО ИЯИ РАН линейной сейсмической группы с апертурой 2,5 км. Определена спектральная плотность мощности (СПМ) микросейсмического шума в шести точках штольни на расстояниях от 1,5 до 4 км от входа. Значения СПМ микросейсмического шума в штольне БНО ИЯИ РАН в диапазоне частот 1–80 Гц близки к неуровневой модели сейсмического шума Петерсона. Подготовлена база данных локальных и региональных сейсмических событий, зарегистрированных линейной группой во время эксперимента.

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

Проект Президиума РАН № 4.9 "Природная среда России: проблемы моделирования сейсмоопасных зон, мониторинга загрязнения окружающей среды и изменения климата".

Подпроект "Моделирование и экспериментальные исследования вулканических структур методами активной и пассивной сейсмологии".

Руководитель – д.т.н. Глинский Б. М.

Выполнено исследование эффективности вычислительных алгоритмов в задачах моделирования волновых полей при вибросейсмическом зондировании вулканов. Разработана программа на основе масштабируемого параллельного алгоритма численного моделирования сейсмических полей в 3D неоднородных упругих средах при использовании комбинации технологий программирования CUDA и MPI, предназначенная для решения прикладных задач геофизики на суперкомпьютерах с гибридной архитектурой. Исследование реализации алгоритма численного моделирования проведено с использованием имитационного моделирования работы экзафлопсного суперкомпьютера в системе AGNES. Для проверки адекватности результатов имитационного моделирования проведено их сравнение с результатами работы данного алгоритма на гибридном кластере НКС-30T+GPU ССКЦ. Имитационное моделирование показало возможность масштабирования алгоритмов на большое число (сотни тысяч и миллионы) вычислительных ядер предполагаемого экзафлопсного суперкомпьютера. Начата разработка алгоритма и программы для моделирования процессов вибрационного зондирования грязевых вулканов с учетом поглощения сейсмических волн во флюидонаполненных областях вулкана на модели вязко-упругой среды. Предполагается реализация численного моделирования разработанной модели вязко-упругой среды с использованием разработанной программы на основе масштабируе-

мого параллельного алгоритма численного моделирования сейсмических полей в 3D неоднородных упругих средах.

Проект Президиума СО РАН 4.9 "Природная среда России: проблемы моделирования сейсмоопасных зон, мониторинга загрязнения окружающей среды и изменения климата".

Подпроект "Исследования строения земной коры и геодинамических процессов в южной части Байкальской рифтовой зоны и северной Монголии вибросейсмическими методами".

Руководитель – д.т.н. Ковалевский В. В.

Для исследования геодинамических процессов в южной части Байкальской рифтовой зоны на основе анализа данных вибросейсмического мониторинга определены сезонные вариации волнового поля вибратора ЦВО-100 на Южнобайкальском полигоне СО РАН. Определен летний временной период резонансного возрастания мощности излучения в диапазоне частот 6,5–7 Гц. Исследована закономерность изменения максимума мощности и резонансной частоты во времени. По результатам анализа вибрационных сейсмограмм, регистрируемых сейсмостанциями региональной сети Хурумша (HRM) и Тырган (TRG), предложен алгоритм коррекции спектров сейсмограмм для компенсации сезонных вариаций и выделения долговременных трендов. Выполнено исследование спектральной плотности мощности (СПМ) микросейсмического шума на сейсмических станциях мониторинга в Байкальском регионе. По данным вибросейсмического мониторинга Байкальской рифтовой зоны с виброисточником ЦВО-100 исследованы закономерности изменения спектральных характеристик фонового микросейсмического шума, зарегистрированного сейсмостанциями Фофаново (FFN), Онгурены (OGRR), Листвянка (LST) и Хурамши (HRM). Подготовлена база данных экспериментов по регистрации вибросейсмических волновых полей в южном Прибайкалье и северной Монголии.

Партнерский ИП СО РАН № 54 "Развитие методов математического моделирования геофизических полей и экспериментальные исследования геодинамических процессов в сейсмоопасных и вулканических зонах".

Координатор – акад. Михайленко Б. Г., координатор в институте – д.т.н. Ковалевский В. В.

В теоретической части проекта продолжено развитие метода решения динамических задач теории упругости. Разработан аналитический метод расчета сейсмических волновых полей в средах 2D-геометрии, основанный на спектральных разложениях решения по пространственным и временным частотам. Выполнена разработка параллельного спектрально-разностного алгоритма для моделирования динамики акустических и упругих волновых полей в присутствии сложного рельефа местности и высококонтрастных моделей сред с зонами малых скоростей в верхней части разреза, наличием трещиноватости и т. д. Начаты работы по реализации спектрально-разностного алгоритма с использованием большого числа процессорных ядер с высокой эффективностью для решения такого класса задач. Анализ результатов первых вычислительных экспериментов при моделировании акустических волновых и упругих полей показал, что применение ступенчатой аппроксимации для моделирования взаимодействий упругих волн с криволинейной границей приводит к существенному нефизическому рассеиванию волн.

В экспериментальной части проекта проводилось исследование характеристик волнового поля мощного сейсмовибратора, расположенного на Южнобайкальском геодинамическом полигоне для вибросейсмического зондирования глубинных

структур Монголо-Сибирского региона. Цель работ – определение энергетических характеристик вибросейсмического поля вибратора ЦВО-100 и возможности использования его для проведения работ по виброГСЗ в условиях Монголо-Сибирского региона. Проведен анализ времени пробега сейсмических волн и проанализированы поляризационные характеристики основных групп волн по данным регистрации на с/с "Хурамша" (удаление 67 км, азимут от источника 98 град.). Подготовлена база данных вибрационных сейсмограмм региональной сети Прибайкалья для анализа временных вариаций характеристик волн.

МИП СО РАН № 14 "Обратные задачи и их приложения: теория, алгоритмы, программы".

Координатор – член-корр. РАН Романов В. Г., координатор в институте – д.т.н. Хайретдинов М. С.

Предложен и реализован подход на основе совмещения алгоритмов предварительной помехоустойчивой обработки исходных данных, регуляризации распознавания внешних источников и алгоритма решения обратной задачи, позволяющий повысить точность решения обратных задач сейсмики. Выполнение первого этапа проекта включает накопление в базе данных записей сейсмических и акустических волновых форм, возбуждаемых в земле и атмосфере короткозамедленными карьерными и полигонными взрывами (полигон Шилов) утилизируемых запасов боеприпасов.

Экспедиционный грант СО РАН "Экспериментальные работы по изучению неоднородности строения земной коры, геодинамических процессов и проведение вибросейсмического мониторинга Байкальской сейсмоопасной зоны и Алтае-Саянского региона с использованием низкочастотных вибраторов, регистрация сейсмических и акустических полей от взрывов и вибраторов".

Руководитель – д.т.н. Ковалевский В. В.

В 2012 г. проведены две экспедиции для регистрации сейсмических сигналов от 100-тонного источника на удалениях от 229 до 439 км на профиле Бабушкин, Байкал – Улан-Батор, Монголия малыми сейсмическими группами. Организации-участники: Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН (Новосибирск), Геологический институт СО РАН (Улан-Удэ, Бурятский филиал ГС СО РАН, Улан-Удэ), и ИЦАиГ МАН (Улан-Батор, Монголия). Объем накопленного архива файлов, включающего 300 трасс длительностью по 7 часов каждая, составляет примерно 4 ГБ. Проведена экспресс-обработка и анализ полученных данных. Проведены полевые работы по регистрации сейсмических и акустических сигналов от вибратора ЦВ-40 и взрывов на полигоне Шилов в период июнь – октябрь 2012 г. Получены экспериментальные данные условий распространения сейсмических и акустических волновых полей взрывов на полигоне Шилов, а также порождаемых центробежным вибратором ЦВ-40, с учетом метеоусловий.

Публикации

Центральные издания

1. Хайретдинов М. С., Авроров С. А., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф. Оценивание сейсмоакустических эффектов техногенных взрывов с помощью сейсмических вибраторов // Технол. сейсморазведки. 2012. № 12. С. 98–105.

2. Хайретдинов М. С., Авроров С. А., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф. Оценивание геоэкологического риска от массовых взрывов с помощью сейсмических вибраторов // Вестн. КемГУ. 2012. Т. 1, № 4. С. 115–121.

3. Григорюк А. П., Брагинская Л. П. Информационная система для комплексной поддержки научных исследований в области активной сейсмологии // Вестн. КемГУ. 2012. Т. 2, № 4. С. 43–48.

4. Хайретдинов М. С., Авроров С. А. Обнаружение и распознавание взрывных источников // Вестн. НЯЦ РК. 2012. № 12. С. 17–24.

5. Ковалевский В. В., Глинский Б. М., Хайретдинов М. С., Караваев Д. А. О возможности вибросейсмических исследований грязевых вулканов // Вестн. НЯЦ РК. 2012. № 12. С. 55–66.

6. Ковалевский В. В., Седухина Г. Ф., Хайретдинов М. С., Якименко А. А., Геза Н. И., Юшин В. И. Технология вибросейсмической нанометрии в проблеме активного мониторинга // Вестн. НЯЦ РК. 2012. № 12. С. 48–54.

7. Хайретдинов М. С., Авроров С. А., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф. Результаты экспериментов по оцениванию метеозависимых сейсмоакустических эффектов от мощных взрывов и сейсмических вибраторов // Вестн. НЯЦ РК. 2012. № 2. С. 62–66.

Зарубежные издания

1. Znak V. I. Computer_aided system of supporting the processing the periodic signals, their analysis and visual control of results // Pattern Recogn. and Image Analysis. 2012. V. 22, N 3. P. 1–6.

Материалы международных конференций

1. Alekseev A. S., Tsibulchik G. M., Glinsky B. M., Khairtdinov M. S., Kovalevsky V. V. Vibroseismic technology of detection and monitoring of seismic- volcano- prone zones // Proc. of the Intern. Congr. "Natural Cataclysms and Global Problems of the Modern Civilization". London, SWB-2012. P. 113–123.

2. Khairtdinov M. S., Avrorov S. A., Voskoboinikova G. M., Sedukhina G. F. Evaluation of geoeological risk of mass explosions by seismic vibrators // Proc. of the 7th Intern. forum on strategic technology (IFOST-2012). Tomsk: Polytechnic University, 2012. P. 658–662.

3. Khairtdinov M. S., Avrorov S. A., Voskoboynikova G. M. The combined methods of processing and recognition of signals in a geoeological monitoring problem // Intelligent information processing of the 9th International conf. IIP-2012. Montenegro, Budva, 2012. P. 532–535.

4. Vladimir I. Znak. Something about processing, analysis and restoration of periodic signals // Proc. of the IASTED Intern. conf. "Signal processing, pattern recognition and applications (SPPRA 2012)", Crete (Greece), June 18–20, 2012. Anaheim; Calgary; Zurich: ACTA Press, 2012. P. 154–160.

5. Ковалевский В. В. Исследование характеристик подземной сейсмической группы в районе Эльбрусского вулканического центра // Материалы 8-го Междунар. науч. конгр. "Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012", "Дистанционные методы зондирования земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология". Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. С. 80–84.

6. Якименко А. А. Использование гибридных вычислительных систем для численного моделирования волновых полей. Там же. С. 85–89.

7. Ефимов С. А. Исследование особенностей распространения монохроматических вибросейсмических волн по данным мониторинга района озера Байкал. Там же. С. 103–108.

8. Ефимов С. А. Метод сейсмического исследования поверхности земли. Там же. Т. 3. С. 37–42.
9. Караваев Д. А., Ковалевский В. В., Глинский Б. М., Хайретдинов М. С. Виброндирование грязевого вулкана Карабетова гора, эксперимент и математическое моделирование. Там же. Т. 1. С. 109–113.
10. Брагинская Л. П., Ковалевский В. В., Татьков Г. И., Григорюк А. П., Тубанов Ц. А., Базаров А. Д. Сезонные изменения вибросейсмического поля вибратора ЦВ-100 Южно-байкальского геодинамического полигона. Там же. С. 114–119.
11. Брагинская Л. П., Григорюк А. П. Опыт создания тематического интернет-ресурса "Активная сейсмология". Там же. С. 120–125.
12. Якименко А. А. Преимущества применения GPU для численного моделирования 3D сейсмических волновых полей разностным методом // Материалы Междунар. конф. "Современные вопросы науки и образования – XXI век". Тамбов: ТРОО "Бизнес-Наука-Общество", 2012. Ч. 6. С. 158–161.
13. Глинский Б. М., Родионов А. С., Марченко М. А., Караваев Д. А., Подкорытов Д. И., Винс Д. В. Использование имитационного моделирования для настройки параметров масштабируемых алгоритмов при высокопроизводительных вычислениях // Труды Международной суперкомпьютерной конференции и конференции молодых ученых "Научный сервис в сети интернет: поиск новых решений", Абрау-Дюрсо, 17–22 сент. 2012 г. М.: Изд-во МГУ, 2012. С. 93–98.
14. Ефимов С. А. Моделирование алгоритма фильтрации для повышения качества сейсмограмм при исследовании структуры земли вибросейсмическими методами // Труды Междунар. конф. "Моделирование-2012", Киев (Украина), 12–16 мая 2012 г. Киев: Институт проблем моделирования в энергетике НАН Украины, 2012. С. 63–69.

Сдано в печать

1. Ковалевский В. В., Глинский Б. М., Хайретдинов М. С., Караваев Д. А. Экспериментальные вибросейсмические исследования грязевого вулкана гора Карабетова и результаты математического моделирования // Вулканология и сейсмология.
2. Глинский Б. М., Родионов А. С., Марченко М. А., Караваев Д. А., Подкорытов Д. И., Винс Д. В. Использование имитационного моделирования для настройки параметров масштабируемых алгоритмов при высокопроизводительных вычислениях // Вестн. УГАТУ.

Прочие издания

1. Воскобойникова Г. М., Хайретдинов М. С. Результаты некоторых экспериментов по оцениванию геоэкологических эффектов от массовых взрывов и сейсмических вибраторов // Материалы 40-й конф. "Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования", "Экология. Экономика. Информатика", пос. Дюрсо – Ростов на Дону, 3–8 сент. 2012 г. С. 492–496.
2. Знак В. И. Некоторые аспекты статистической обработки, анализа и восстановления зашумленных частотно-модулированных сигналов // Материалы Всерос. конф. "Управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах" (УТЭОСС-2012), 9–11 октября 2012 г. Санкт-Петербург, 2012. С. 285–288.
3. Хайретдинов М. С., Юркевич Н. В. Технология высокоточной временной синхронизации для метода непрерывного сейсмического профилирования // 2-я Всерос. науч.-техн. конф. "Научное и технические обеспечение исследований и освоения шельфа Северного Ледовитого океана", 2–6 июля. Новосибирск, 2012. С. 120–126.

4. Авроров С. А., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф., Хайретдинов М. С., Якименко А. А. Вибрационная технология оценивания геоэкологических рисков // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. "Новые технологии в науке о земле и горном деле", Новый Афон, 13–21 сент. 2012 г. Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2012. С. 35–43.

5. Глинский Б. М., Караваев Д. А., Сапетина А. Ф. Использование GPU для реализации параллельных алгоритмов численного моделирования в геофизике // Труды Всерос. конф. "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. Новосибирск, 2012. [Electron. resousce]. <http://parbz.sscs.ru/fcp/apm2012/pdf/Sapetina.pdf>.

6. Хайретдинов М. С. Совмещенные методы обработки сейсмических данных в решении обратных задач // Тез. Междунар. конф., посвященной 80-летию со дня рождения акад. М. М. Лаврентьева "Обратные и некорректные задачи математической физики", Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. С. 288.

7. Хайретдинов М. С. Совмещенные методы обработки сейсмических данных в решении обратных задач // Тез. 4-й Междунар. молодежной науч. школы-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 5–15 авг. 2012 г. С. 118–119.

Общее число публикаций

Центральные издания	– 7
Зарубежные издания	– 1
Материалы международных конференций	– 14

Участие в конференциях и совещаниях

1. 7-я Международная конференция "Мониторинг ядерных испытаний и их последствий", г. Курчатова, 6–10 авг. 2012 г. – 2 доклада (Ковалевский В. В., Хайретдинов М. С., Якименко А. А., Авроров С. А., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф.).

2. 7th International forum on Strategic Technology (IFOST), Tomsk Polytechnic University, Sep. 18–21, 2012. – 1 доклад (Хайретдинов М. С., Авроров С. А., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф.).

3. 9th International conference "Intelligent information processing IIP-2012". Montenegro, Budva, 2012. – 1 доклад (Хайретдинов М. С., Авроров С. А., Воскобойникова Г. М.).

4. International conference "Inverse problems: Modeling and simulation (IPMS)", Antalya (Turkey), May 21–26, 2012. – 1 доклад (Хайретдинов М. С.).

5. The IASTED International conference "Signal processing, pattern recognition and applications (SPPRA 2012)", Crete (Greece), June 18–20, 2012. – 1 доклад (Знак В. И.).

6. 8-й Международный научный конгресс "Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012", "Дистанционные методы зондирования земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология". Новосибирск, 17–19 апр. 2012 г. – 9 докладов (Ковалевский В. В., Якименко А. А., Ефимов С. А., Караваев Д. А., Хайретдинов М. С., Брагинская Л. П., Григорюк А. П., Авроров С. А., Плизга В. В., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф.).

7. Международная конференция "Современные вопросы науки и образования – XXI век", Тамбов, 29 февраля 2012 г. – 1 доклад (Якименко А. А.).

8. Международная суперкомпьютерная конференция и конференция молодых ученых "Научный сервис в сети интернет: поиск новых решений", пос. Абрау-Дюрсо, 17–22 сент. 2012 г. – 1 доклад (Караваев Д. А.).

9. Международная конференция "Моделирование-2012", Киев, 12–16 мая 2012 г. – 1 доклад (Ефимов С. А.).

10. Международная конференция, посвященная 80-летию со дня рождения академика М. М. Лаврентьева "Обратные и некорректные задачи математической физики", Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. – 1 доклад (Хайретдинов М. С.).

11. Международная молодежная научная школа-конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 5–15 авг. 2012 г. – 1 приглашенный доклад (Хайретдинов М. С.).

12. 40-я конференция "Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования", "Экология. Экономика. Информатика", пос. Абрау-Дюрсо, 3–8 сент. 2012 г. – 1 доклад (Хайретдинов М. С., Воскобойникова Г. М.).

13. Всероссийская конференция "Управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах" (УТЭОСС-2012), Санкт-Петербург, 9–11 окт. 2012 г. – 1 доклад (Знак В. И.).

14. 2-я Всероссийская научно-техническая конференция "Научное и технические обеспечение исследований и освоения шельфа Северного Ледовитого океана", Новосибирск, 2–6 июля 2012 г. – 1 доклад (Хайретдинов М. С., Юркевич Н. В.).

15. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. – 1 доклад (Караваев Д. А.).

16. Всероссийская научно-практическая конференция "Новые технологии в науке о земле и горном деле", Новый Афон, 13–21 сент. 2012 г. – 1 доклад (Авроров С. А., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф., Хайретдинов М. С., Якименко А. А.).

17. 11-я Международная конференция "Геоинформатика: теоретические и практические аспекты" ("EAGE-2012"). Киев (Украина), 13–17 мая 2012 г. – 1 доклад (Брагинская Л. П., Григорюк А. П.).

18. 14-я Всероссийская конференция с международным участием "Распределенные информационные и вычислительные ресурсы" ("DICR'2012"). Новосибирск, 26–30 ноября 2012 г. – 1 доклад (Брагинская Л. П., Григорюк А. П.).

19. 8-я Международная Азиатская школа-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем", Омск, 2–12 июня 2012 г. – 1 приглашенный доклад (Хайретдинов М. С.).

Всего докладов – 28.

Участие в выставках

1. Постоянно действующая выставка Сибирского отделения РАН, научная разработка "Вибросейсмический мониторинг сейсмоопасных зон".

Кадровый состав

1. Ковалевский В. В.	и.о. зав. лаб.	д.т.н.
2. Хайретдинов М. С.	г.н.с.,	д.т.н.
3. Знак В. И.	с.н.с. 0.5 ст.,	к.т.н.
4. Григорюк А. П.	н.с.	
5. Ефимов С. А.	н.с., 0.5 ст.	
6. Кайсина Н. В.	н.с., 0.5 ст.	
7. Седухина Г. Ф.	н.с.	
8. Авроров С. А.	м.н.с.,	к.т.н.
9. Воскобойникова Г. М.	м.н.с.	
10. Караваев Д. А.	м.н.с.,	к.т.н.
11. Борисов В. В.	вед. инженер	

12. Иванова И. Н. вед. инженер
13. Макаров В. А. вед. инженер-электроник
14. Брагинская Л. П. вед. программист
Авроров С. А., Караваев Д. А. – молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

- Хайретдинов М. С. – зав. кафедрой СИТ, профессор НГТУ
Воскобойникова Г. М. – ассистент кафедры СИТ НГТУ
Авроров С. А. – доцент кафедры СИТ НГТУ

Руководство аспирантами

- Якименко А. А. – НГТУ, 3-й год, руководитель – Хайретдинов М. С.
Юркевич Н. В. – НГТУ, 3-й год, руководитель – Хайретдинов М. С.
Плизга В. В. – НГТУ, 1-й год, руководитель – Хайретдинов М. С.
Скоморохов Е. В. – НГТУ, 2-й год, руководитель – Хайретдинов М. С.

Руководство студентами

- Молдахметова С. – НГТУ, магистрант, 1-й курс, руководитель – Хайретдинов М. С.

Лаборатория обработки изображений

Зав. лабораторией д.т.н. Пяткин В. П.

Важнейшие достижения

Метод восстановления функции распределения ориентаций кристаллической структуры по данным сферического преобразования Радона.

К.ф.-м.н. Казанцев И. Г.

Сферическое преобразование Радона определяется на сфере в 4-мерном пространстве как интегралы от некоторой функции по большим окружностям. Это преобразование встречается в задачах количественного текстурного анализа в кристаллофизике для восстановления функции распределения ориентаций кристаллографической текстуры в поликристаллах по экспериментальным данным, полученным из дифракционного эксперимента. Данные являются интенсивностями дифракционных изображений. Восстановленная функции распределения ориентаций зерен поликристаллического образца дает возможность исследования анизотропии усредненных упругих свойств материалов.

Известны формулы аналитического обращения (Минковский, Функ). Однако практическое применение формул обращения требует регулярных сеток на сфере в 4-мерном пространстве. Для работы с ограниченными по углам просвечивания данными более эффективными представляются итерационные методы, которые работают с более широким набором сеток в области изображения. Нами обосновано [1, 2] применение к этой задаче одной из лучших квазирегулярных сеток, известных в отечественной литературе по работе А. Г. Сухарева (Сухарев А. Г. Об оптимальных стратегиях поиска экстремума // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1971. № 4. С. 910–924). Проведены численные эксперименты и реконструкции итерационным методом Качмажа на иерархических сетках (рис. 1), позволяющим гладко заполнять сетку восстанавливаемого изображения.

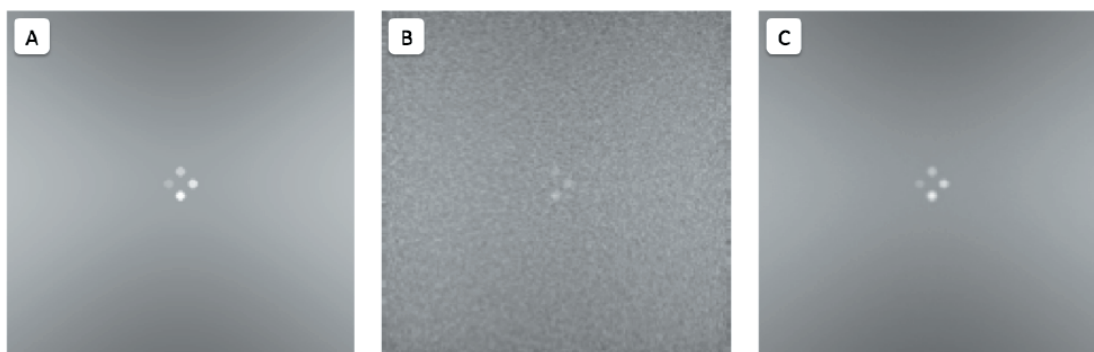


Рис. 1. *A* – сечение тестового изображения; *B* – восстановление без иерархического удвоения сетки; *C* – реконструкция с последовательным использованием иерархических сеток со стороной в 16, 32, 64, 128 и 256 элементов

Результаты исследований опубликованы в работах:

1. Kazantsev I. G., Schmidt S., Poulsen H. F. A discrete spherical X-ray transform of orientation distribution functions using bounding cubes // *Inverse Problems*. 2009. V. 25. P. 105009.

2. Schmidt S., Gade-Nielsen N. F., Hostergaard M., Dammann B., Kazantsev I. G. High resolution orientation distribution function // Materials Science Forum. 2012. V. 702–703. P. 536–539.

**Отчет по этапам НИР, завершённым в 2012 г.
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".

Номер государственной регистрации НИР 01201002445.

Руководители: д.т.н. Ковалевский В. В., д.т.н. Пяткин В. П.

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. Пяткин В. П.

Этап 2012 г.: разработка схемы пространственной базы данных природных явлений; создание клиентского и серверного приложений распределенной системы высокопроизводительной обработки данных ДЗЗ с использованием вычислительных возможностей GPU; создание технологии ускоренных радиационных расчетов для моделирования результатов измерений бортовой аппаратуры ИСЗ; апробирование параллельной версии алгоритма восстановления внутренней структуры грязевого вулкана на больших объемах данных; создание эффективного последовательного непараметрического алгоритма для обнаружения движущихся объектов в последовательности наблюдаемых зашумленных изображений; создание программного комплекса отображения трехмерной динамической модели местности; разработка гистограммного алгоритма кластеризации данных ДЗЗ на основе поиска максимумов гистограммы методом среднего сдвига; создание параллельной версии алгоритма нечеткой кластеризации данных ДЗЗ методом С-средних.

Получены результаты применения томографических методов для реконструкции структуры грязевого вулкана Карабетова сопка. Классические томографические методы восстановления весьма эффективны в условиях большого объема проекционных данных, обладающих регулярностью, т. е. равномерностью взятия отсчетов по углам просвечивания и пространству детекторов. Геометрия сбора геофизических данных вибропросвечивания вулкана позволяет моделировать задачу восстановления скоростных профилей приповерхностных объемов в виде преобразования Радона в полосу, на одной стороне которой находятся источники, на другой – приемники. Небольшое количество отсчетов, зарегистрированных на практике, не позволяет применять аналитические методы обращения преобразования Радона. Поэтому реконструкция проводится в два этапа. На первом этапе используется метод конечных характеристических элементов, в котором искомая функция двух переменных представляется в виде конечной суперпозиции по характеристическим функциям носителей областей (узких полос) распространения вибросигнала. На втором этапе используется параметрический подход, в котором структура вулкана описывается суперпозицией радиально симметричных базисных функций различной гладкости и известным центром. Небольшое количество данных позволяет делать качественные заклю-

чения о наличии структур и положении их в объекте, если использовать подходы теории оптимизации. Местоположения скачков плотности вулкана, вычисленные томографическими методами, могут быть использованы для моделировании прямой задачи методами волнового уравнения.

Проблема скорейшего обнаружения момента появления движущихся малоразмерных точечных объектов (целей) в последовательности зашумленных изображений (кадров) весьма актуальна. На данном этапе разработаны две схемы последовательных алгоритмов для двух задач скорейшего обнаружения момента появления движущегося малоразмерного точечного объекта (цели) в последовательности зашумленных изображений. В первой задаче предполагается, что объект движется прямолинейно на наблюдателя таким образом, что на изображениях объект может оказаться в одной и той же точке, что технически облегчает задачу обнаружения, но не делает ее простой с точки зрения статистической теории обнаружения. Во второй, более сложной задаче, движение объекта таково, что регистрируется трек (след) движения, но по частям в разных точках на разных изображениях последовательно. Разработанные в лаборатории схемы алгоритмов обнаружения, основанные на новых статистиках и непараметрических статистических тестах (критериях), не требуют априорной информации.

Продолжены работы по созданию программной технологии, интегрирующей удаленный высокопроизводительный сервер на базе графических ускорителей в процесс обработки и интерпретации данных ДЗЗ. Актуальность исследований определяется постоянно растущими требованиями задач обработки ДЗЗ к вычислительным характеристикам компьютерных систем, почти полным отсутствием алгоритмов и программ автоматизированной обработки данных ДЗЗ в существующем программном обеспечении ССКЦ и других суперкомпьютерных центров, а также технологическими трудностями использования удаленных суперЭВМ для рядового пользователя. В рамках этапа 2012 г. разработаны прототипы клиентской и серверной компонент системы.

В программном комплексе *PlanetaMonitoring* разработан новый программный модуль, предназначенный для яркостного и контрастного выравнивания космических снимков. Реализована параллельная версия алгоритма С-средних нечеткой кластеризации данных дистанционного зондирования Земли. В рамках развития комплекса *PlanetaMonitoring* и в соответствии с пожеланиями Заказчика разработаны программные модули для анализа и интерпретации результатов нечеткой кластеризации. Программный комплекс *PlanetaMonitoring*, предназначенный для обработки информации как с низкоорбитальных, так и с геостационарных спутников Земли, рекомендуется для внедрения в практику научной и производственной деятельности центров приема и обработки спутниковых данных. В настоящее время комплекс внедрен в ФГБУ “НИЦ “Планета”.

Получено геометрическое место точек-центров окружностей, образующих фрагменты полидуги, аппроксимирующей заданный профиль моделируемой поверхности. Таким образом обеспечивается возможность аналитического описания процесса построения минимальной оболочки – модели динамической поверхности. Полученный результат позволяет качественно ускорить работу программного комплекса отображения трехмерной динамической модели местности, обеспечивая непрерывное формоизменение динамического рельефа. Физической интерпретацией масштабируемой модели рельефа, подлежащей визуализации, является сплошная упругая пленка, ограничивающая заполненные жидкими объемами, несжимаемыми в областях разбиения. Формоизменение происходит путем динамического перераспреде-

ния объемов. Исследование минимальных поверхностей относится к классическим задачам математики. Уравнения Лапласа – Пуассона, Эйлера – Лагранжа оказываются неэффективными в случае неаналитичности (формульной непредставимости) рассматриваемой формы. В ходе выполнения этапа получены геометрические места центров окружностей конструкторов полидуг – ключевых элементов алгоритмов построения минимальных оболочек. Представленные результаты обеспечивают качественно новый конструктивистский подход к построению минимальных поверхностей.

В отчетном периоде продолжены работы по улучшению некоторых алгоритмов кластеризации данных ДЗЗ: 1) разрабатывался алгоритм на основе широко известного метода Mean Shift (среднего сдвига); 2) исследовалось применение предложенного ранее делимого иерархического гистограммного алгоритма (http://loi.sccc.ru/lab/RFFI10/RU/sidorova_separability.htm). Показано, что новый делимый гистограммный иерархический алгоритм дает существенно меньше кластеров, чем прямой классический алгоритм Нарендры по всему ряду исследованных пятиспектральных спутниковых изображений за счет оптимизации выбора сеток квантования векторного пространства спектральных признаков. Алгоритм позволяет исследовать многоспектральные данные ДЗЗ на различных уровнях детальности, получая при этом на каждом уровне кластеры с заданной предельной делимостью.

Доработана Web-страницы “База данных мониторинга (БДМ) окружающей среды” (<http://loi.sccc.ru/lab/RFFI10/RU/database.htm>). Добавлено описание облачной технологии базы данных мониторинга природных явлений.

В июле–сентябре 2012 г. лабораторный сервер подготовлен для переноса на новую платформу Windows Server 2012, являющуюся трехкомпонентной облачной ОС, включающей общедоступную (Windows Azure), частную (Windows Server) и локальную части (локально размещенный Windows Server). Лицензионный финал релиз Windows Server 2012 будет установлен на сервер в конце 2012 г.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 10-07-00131-а “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 проекта – д.т.н. Пяткин В. П.

Разработана актуальная схема многоагентной пространственной БД и Web-интерфейсы программных агентов семантического агрегирования геоданных. Разработаны серверная компонента на платформе облачной Windows Server 2012 и программный агент лабораторной БД мониторинга природных явлений на платформе смартфона Android. Научная новизна и значимость схемы многоагентной пространственной БД подтверждается мировой тенденцией расширяющегося применения Web-технологий к организации семантических баз геоданных. Многоагентная пространственная БД позволяет интегрировать информацию о текущем и прогнозируемом состоянии природной среды и экологии городского района.

Итерационные методы остаются самыми популярными в томографии. В рамках проекта реализованы принципы расщепления Брегмана с регуляризацией повышенного порядка в задачах 3D эмиссионной томографии. Методы итераций Брегмана перспективны для томографических сканеров в клиниках, использующих два вида излучения: МРТ и ПЭТ.

Начата разработка подхода к проблеме получения (вычисления) подходящих критических значений установленного в лаборатории в 2011 г. нового непараметрического статистического теста (критерия), основанная на сравнительном анализе этого критерия с хорошо известным и широко применяемым в приложениях статистическим критерием Вилкоксона и требующая в общем случае применения современной суперЭВМ. Установлен следующий важный факт: с увеличением объема выборок сужается окрестность проверяемой гипотезы, только в которой критерий Вилкоксона имеет незначительное преимущество в мощности по сравнению с новым критерием. С удалением альтернативной гипотезы от проверяемой растает преимущество нового критерия. Разработанные в лаборатории схемы алгоритмов обнаружения не требуют априорной информации и основаны на новых, более информационных статистиках и более эффективном непараметрическом статистическом тесте (критерии).

Реализованы прототипы клиентского и серверного приложения распределенной системы высокопроизводительной обработки данных ДЗЗ с использованием вычислительных возможностей GPU.

Для ускорения алгоритма кластеризации Mean Shift (среднего сдвига) при вычислении среднего вектора, помимо предварительного выстраивания присутствующих на изображении векторов в линейный список, предложено учитывать перекрытие окрестностей последовательных точек сдвига и сохранять уже вычисленные суммы перекрытий. Предложенный новый кластерный алгоритм среднего сдвига введен в комплекс "Автоматическая классификация изображения по спектральным и текстурным признакам", реализованный в программной среде системы объектно-ориентированного программирования Visual C++ версии 5.0 фирмы Microsoft с библиотекой классов MFC, разработанной для ОС Windows.

Поддерживался Web-сайт проекта, расположенный по адресу <http://loi.sccc.ru/lab/RFFI10/RU/main10.htm>. Представлен итоговый отчет.

Хоздоговоры

ФЦП "Федеральная космическая программа России" на 2006–2015 гг.

Проект в рамках хоздоговора с ФГБУ «НИЦ "Планета"» (Москва) "Доработка методов и СПО моделирования измерений аппаратуры ИКФС-2, МСУ-МР КА "Метеор-М" № 2-1 и № 2-2 для использования в комплексах тематической обработки".

Руководитель – д.т.н. Пяткин В. П.

Выполнены работы по валидации на данных реальных наблюдений программного обеспечения ускоренных радиационных расчетов для моделирования результатов измерений бортовой аппаратуры ИКФС-2 КА "Метеор-М" № 2 МСУ-ГС КА "Электро-Л"; намечены направления дальнейших исследований для повышения точности быстрых радиационных моделей. Создан графический интерфейс функции построения быстрой радиационной модели. Реализована функция импорта прогнозных данных состояния атмосферы NCEP.

Публикации

Зарубежные издания

1. Asmus V. V., Krovotyntsev V. A., Pyatkin V. P. Satellite monitoring of ice conditions in Polar regions // Pattern Recogn. and Image Analysis. 2012. V. 22, N1. P. 1–9.
2. Buchnev A. A., Pyatkin V. P. Pattern recognition in satellite monitoring of water and ice surfaces // Pattern Recogn. and Image Analysis. 2012. V. 22, N 4. P. 546–550.

3. Schmidt S., Gade-Nielsen N. F., Hostergaard M., Dammann B., Kazantsev I. G. High resolution orientation distribution function // *Materials Sci. Forum*. 2012. V. 702, N 1. P. 536–539.
4. Kazantsev D. I., Arridge S. R., Pedemonte S., Bousse A., Erlandsson K., Hutton B. F., Ourselin S. An anatomically driven anisotropic diffusion filtering method for 3D SPECT reconstruction // *Phys. in Med. and Biol.* 2012. V. 57, N 12. P. 3793–3810.
5. Rusin E. V. Technology of high performance image processing on multiprocessor computer // *Pattern Recogn. and Image Analysis*. 2012. V. 22, N 3. P. 470–472.
6. Sidorova V. S. Hierarchical cluster algorithm for remote sensing data of Earth // *Pattern Recogn. and Image Analysis*. 2012. V. 22, N 2. P. 373–379.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Бучнев А. А., Пяткин В. П. Некоторые вопросы тематической обработки данных дистанционного зондирования Земли // *Труды 8-го Междунар. науч. конгр. и выставки "ИНТЕРЭКСПО ГЕО-Сибирь-2012"*, Новосибирск, 10–20 апр. 2012 г. С. 203–212.
2. Бучнев А. А., Пяткин В. П. Программное обеспечение технологий обработки данных дистанционного зондирования Земли // *Труды 40-й Междунар. конф. "Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе" (IT+SE-2012), Ялта-Гурзуф (Украина), 25 мая – 4 июня 2012 г. Прил. к журн. "Открытое образование" (майская сессия).* С. 201–203.
3. Бучнев А. А., Пяткин В. П., Салов Г. И. Космическая охрана Земли: проблема выделения импактных кратеров на космических снимках // *Материалы Междунар. науч. конгр. "СИББЕЗОПАСНОСТЬ-СПАССИБ-2012"*, Новосибирск, 25–27 сент. 2012 г. Новосибирск: СГГА, 2012. С. 9–16.
4. Казанцев И. Г. О конструктивном вычислении сечений многомерного куба // *Труды 8-го Междунар. науч. конгр. и выставки "ИНТЕРЭКСПО ГЕО-Сибирь-2012"*, Новосибирск, 10–20 апр. 2012 г. Т. 1. С. 167–170.
5. Калантаев П. А. Облачные технологии базы данных мониторинга природных явлений. Там же. С. 155–159.
6. Ким П. А. Масштабируемая модель гиперрельефа в 4D-пространстве. Там же. С. 171–175.
7. Ким П. А. О технологиях представления минимальных оболочек // *Труды Междунар. конф. "Технологическое образование и устойчивое развитие региона"*, Новосибирск, 13–20 окт. 2012 г. С. 30–33.
8. Сидорова В. С. Новый гистограммный алгоритм с автоматическим выбором детальности кластеризации по заданной разделимости кластеров // *Труды 8-го Междунар. науч. конгр. и выставки "ИНТЕРЭКСПО ГЕО-Сибирь-2012"*, Новосибирск, 10–20 апр. 2012 г. Т. 1. С. 149–154.

Патенты

1. Пат. RU 2461891 C2. Устройство моделирования полидуги / Ким П. А. // Бюл. 2012. № 26. С. 1–6.
2. Сидорова В. С. Разделение векторного пространства на унимодальные кластеры / Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН № PR10025 от 27.10.2010. (Ранее в отчет не включался).
3. Сидорова В. С. Реализация иерархического гистограммного кластерного алгоритма. Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН № PR11071 от 26.12.2011. (Ранее в отчет не включался).

4. Сидорова В. С. Программная реализация гистограммного кластерного алгоритма для текстурных данных. Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН № PR11072 от 26.12.2011. (Ранее в отчет не включался).

5. Сидорова В. С. Программная реализация гистограммного кластерного алгоритма с выбором детальности квантования пространства признаков. Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН № PR11073 от 26.12.2011. (Ранее в отчет не включался).

Сдано в печать

1. Сидорова В. С. Выявление кластеров заданной отделимости многоспектральных данных на разных иерархических уровнях // Pattern Recognition and Image Analysis.

2. Бучнев А. А., Пяткин В. П., Русин Е. В. Программные технологии для обработки данных дистанционного зондирования Земли // Pattern Recognition and Image Analysis.

3. Казанцев И. Г., Шмид С. Быстрый метод вычисления центрального сечения гиперкуба с использованием гномонической проекции // Pattern Recognition and Image Analysis.

4. Ким П. А. Устройство моделирования полидуги. Заявка № 2010130916/12(043826) от 23.07.2010 // 2012. Бюл. № 3. С. 1.

Прочие издания

1. Брагинская Л. П., Казанцев И. Г., Караваев Д. А., Ковалевский В. В., Пяткин В. П. Моделирование структуры грязевого вулкана методом преобразования Радона в полосу // Тез. Всерос. конф. "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. [Electron. resource]. <http://parbz.sccc.ru/fcp/apm2012/pdf/Kazantsev.pdf>.

2. Ким П. А. Моделирование геометрических примитивов // Труды 4-й Всерос. науч. конф. "Информационные технологии в системе социально-экономической безопасности России и ее регионов", Казань, 23–26 апр. 2012 г. Казань: КФУ, 2012. С. 83–87.

3. Русин Е. В., Рублев А. Н., Успенский А. Б. Развитие быстрой радиационной модели для анализа данных спутниковых ИК-зондировщиков // Материалы 10-й Всерос. открытой ежегод. конф. "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса". Москва, 12–16 ноября 2012 г. М.: ИКИ РАН, 2012. С. 40–43.

4. Пяткин В. П., Салов Г. И. О применении алгоритма стохастической аппроксимации в Гильбертовом пространстве к интегральному уравнению Фредгольма, возникающему в задачах обнаружения объектов на зашумленных изображениях // Тез. Междунар. конф. "Обратные и некорректные задачи математической физики", Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. С. 221–222.

5. Kazantsev D. I., Hutton B. F., Ourselin S., Arridge S. R. Bregmanized forward-backward splitting with anatomically weighted higher order total variation regularization for 3D emission tomography. Там же. С. 200–201.

6. Казанцев И. Г. Использование комптоновского рассеяния в эмиссионной томографии. Там же. С. 202–203.

Общее число публикаций

Зарубежные издания	– 6
Материалы международных конференций	– 8
Патенты	– 5

Участие в конференциях и совещаниях

1. Международная конференция "Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе IT+SE'2012", Ялта – Гурзуф (Украина), 25 мая – 4 июня 2012 г. – 1 доклад (Пяткин В. П.).
2. Международный научный конгресс "ГЕО-Сибирь-2012", Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г. – 5 докладов (Бучнев А. А. (пленарный), Казанцев И. Г., Калантаев П. А., Ким П. А., Сидорова В. С.).
3. International workshop on early warning and crises/disaster and emergency management, Novosibirsk, Apr. 18–19, 2012. – 1 доклад (Пяткин В. П.).
4. Международная конференция "Технологическое образование и устойчивое развитие региона", Новосибирск, 13–20 окт. 2012 г. – 1 доклад (Ким П. А.).
5. Международная конференция "Обратные и некорректные задачи математической физики", Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. – 3 доклада (Казанцев Д. И., Казанцев И. Г., Салов Г. И.).
6. Международный научный конгресс "СИББЕЗОПАСНОСТЬ-СПАССИВ-2012", Новосибирск, 25–27 сент. 2012 г. – 1 доклад (Пяткин В. П. (пленарный)).
7. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. – 1 доклад (Казанцев И. Г.).
8. 10-я всероссийская открытая ежегодная конференция "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса", Москва, 12–16 нояб. 2012 г. – 1 доклад (Русин Е. В.).
9. 4-я Всероссийская научная конференция "Информационные технологии в системе социально-экономической безопасности России и ее регионов", Казань, 23–26 апр. 2012 г. – 1 доклад (Ким П. А.).

Всего докладов – 15, в том числе пленарных 2.

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

1. Пяткин В. П. – руководитель секции Международного конгресса "ГЕО-Сибирь-2012".

Международные научные связи

1. К.ф.-м.н. Казанцев Д. И. – научная работа в Компьютерном центре обработки медицинских изображений университетского Колледжа Лондона, сентябрь 2012 – декабрь 2013 г.
2. Д.т.н. Пяткин В.П. – участие в Международной конференции "Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе IT+SE'2012", Ялта – Гурзуф (Украина), 25 мая – 4 июня 2012 г.

Кадровый состав лаборатории

1. Пяткин В. П.	г.н.с., зав. лаб.,	д.т.н.
2. Бучнев А. А.	с.н.с.,	к.т.н.
3. Казанцев И. Г.	с.н.с.,	к.ф.-м.н.
4. Калантаев П. А.	с.н.с.,	к.т.н.
5. Ким П. А.	с.н.с.,	к.ф.-м.н.

6. Салов Г. И.	с.н.с.,	к.т.н.
7. Казанцев Д. И.	н.с.,	к.ф.-м.н.
8. Русин Е. В.	н.с.,	к.т.н.
9. Сидорова В. С.	н.с.	
10. Калашникова Е. Г.	инженер	
11. Карогодина 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. лабораторией к.т.н. Забияко Г. И.

Важнейшие достижения

Разработан метод эволюционного синтеза, объединяющий преимущества генетических алгоритмов и генетического программирования, основанный на эволюционных вычислениях, темплейтах (шаблонах, скелетонах) алгоритмов и заданного множества пар входных-выходных данных. Исследовано влияние степени специализации шаблона на пространство поиска при эволюционном синтезе, получены оценки величины сокращения пространства поиска при введении в шаблон дополнительной информации в виде формул, уточняющих модель. Теоретически и экспериментально показано существенное (на несколько порядков) сокращение времени работы метода эволюционного синтеза при увеличении степени специализации шаблона. На основе метода эволюционного синтеза реализован параллельный алгоритм, который был применен для автоматизации поиска оптимальных параметров финансовых стратегий с точки зрения максимизации показателей доходности. Экспериментально с использованием кластерной системы и графических ускорителей показано, что предложенный алгоритм позволяет увеличить доходность финансовых стратегий и имеет отличную масштабируемость и линейное ускорение при параллельных вычислениях на суперЭВМ с 53000 ядер.

К.т.н. Монахов О. Г.

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2012 г. 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".

Номер государственной регистрации НИР 0120.0 712228.

Руководители: д.ф.-м.н. Попков В. К., к.т.н. Бредихин С. В., к.т.н. Забияко Г. И., д.т.н. Родионов А. С.

Раздел 3. "Исследование и разработка математического аппарата и программной среды для решения задач анализа и синтеза систем информатики".

Руководитель – к.т.н. Забияко Г. И.

Исследовано влияние степени специализации шаблонов на пространство поиска при эволюционном синтезе моделей. Получены оценки величины сокращения пространства поиска при введении в шаблон дополнительной информации в виде формул, уточняющих модель. Теоретически и экспериментально показано существенное сокращение времени работы алгоритма синтеза при увеличении степени специализации шаблона.

Новая параллельная реализация эволюционного алгоритма оптимизации стратегий биржевой торговли выполнена в Сибирском Суперкомпьютерном центре на кластерной суперЭВМ НКС-30Т с гибридной архитектурой, включающей 40 вычислительных модулей, каждый из которых содержит 2 CPU Intel Xeon X5670 (по 6 ядер) и 3 графических ускорителя Tesla M 2090 (по 512 ядер), всего – 480 ядер CPU и 61440 ядер GPU. Программа реализована в системе программирования CUDA с использованием библиотеки MPI путем распараллеливания по данным с равномерным

распределением популяции по потокам графической подсистемы. Показано, что при линейно возрастающем объеме вычислений (при линейном росте величины объема популяции) время исполнения остается постоянным (с отклонениями не более 1 %), что свидетельствует об отличном масштабировании, высокой эффективности распараллеливания и линейном ускорении, превышающем два порядка по отношению к одному процессору GPU, для параллельного эволюционного алгоритма. (К.т.н. Монахов О.Г.).

При решении задачи оптимизации и построения структур сетей связи получены новые нижние оценки максимально достижимого числа вершин циркулянтных сетей размерности четыре и любого диаметра. Построены бесконечные семейства циркулянтных сетей, достигающих полученные оценки, предложены описания типовых структур (семейств этих графов) и метод их построения. Найденные семейства графов улучшают известные результаты при любых диаметрах, а для диаметров, кратных четырем, являются, вероятно, максимально возможными циркулянтами размерности четыре, что подтверждено проведенными вычислительными экспериментами. Экспериментально получены также значения максимумов достижимого числа вершин циркулянтных графов размерности четыре и их параметрические описания для ряда других диаметров.

Разработана программа эволюционного поиска описаний оптимальных циркулянтных сетей любых размерностей, предназначенная для поиска описаний семейств циркулянтных графов с минимальным диаметром. Входными параметрами программы являются размерность графа (полустепень вершины) и диапазон порядков (числа вершин) синтезируемых графов. Программа определяет и выдает описания (формулы) множества образующих для семейства оптимальных графов, описания их порядков и диаметр для каждого графа из заданного диапазона. Программа основана на эволюционном методе поиска описаний семейств оптимальных циркулянтных сетей с использованием темплейтов, который значительно сокращает время поиска, что позволяет синтезировать циркулянтные сети со степенью вершин до 8 и с числом вершин до 100 тыс. (К.т.н. Монахова Э. А.)

Рассмотрены вопросы оценивания параметров работ сетевых моделей управления проектами. Предложена классификация операций для нормирования параметров работ. Описаны особенности построения сетевых моделей для различных условий применения сетевого планирования. (К.э.н. Ляхов О.А.).

В части разработки алгоритмов и программного обеспечения для задач математического программирования выполнены работы по повышению надежности и эффективности программ решения задач с учетом линейных ограничений.

Разработан параллельный алгоритм частично целочисленного программирования с сепарабельными переменными. Нелинейные сепарабельные функции монотонно изменяются в области определения, что позволяет построить простой алгоритм учета сепарабельных переменных. Условие целочисленности не распространяется на сепарабельные переменные. (К.т.н. Забиняко Г. И., Котельников Е. А.).

Публикации

Центральные издания

1. Монахов О. Г. Оптимизация торговых стратегий с помощью параллельных эволюционных вычислений на графических процессорах // Выч. методы и программирование. 2012. Т. 13. С. 28–32.

2. Монахов О. Г. Исследование влияния степени специализации шаблонов на пространство поиска при эволюционном синтезе моделей // Прикл. дискр. матем. 2012. № 3. С. 84–94.

3. Монахов О. Г. Эффективное использование графических ускорителей при параллельной оптимизации финансовых стратегий на кластерной системе // Изв. Томск. политехн. ун-та. 2012. Т. 321, № 5. С. 121–127.

4. Котельников Е. А. Об одном способе построения начального допустимого базиса в задачах оптимизации // Пробл. информатики. 2012. № 3. С. 56–61.

5. Попков В. К., Токтошов Г. Ы., Юргенсон А. Н. Об одном подходе к оптимизации инфраструктуры инженерных сетей // Вестн. СибГУТИ. 2012. № 3. С. 11–28.

Зарубежные издания

1. Monakhova E. A. A survey on undirected circulant graphs // Discrete Mathematics, Algorithms and Applications. 2012. V. 4, № 1. С. 17–47.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Забияко Г. И. Параллельный алгоритм частично целочисленного линейного программирования с сепарабельными переменными // Труды Междунар. науч. конф. "Параллельные вычислительные технологии", Новосибирск, 26–30 марта 2012 г. Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2012. С. 496–503.

2. Ляхов О. А. Операции в сетевом планировании сложных комплексов работ // Материалы 8-й Междунар. азиат. shk.-семина. "Проблемы оптимизации сложных систем", Щучинск (Казахстан), 4–12 июля 2012 г. Новосибирск: 2012. С. 1–9.

3. Токтошов Г. Ы. Об одном методе в задачах оптимизации инженерных коммуникаций // Там же. С. 191–194.

4. Монахов О. Г. Масштабируемый параллельный алгоритм для оптимизации финансовых стратегий на гибридном кластере с графическими процессорами // Труды 6-й Междунар. конф. "Параллельные вычисления и задачи управления" (РАСО-2012), Москва, 24–26 окт. 2012. М.: ИПУ РАН, 2012. С. 113–119.

Патенты, базы данных, программы

1. Забияко Г. И., Котельников Е. А. Программный комплекс целочисленного квадратичного программирования // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012618855. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2012.

2. Монахова Э. А., Монахов О. Г. Программа эволюционного поиска описаний оптимальных циркулянтных сетей // Свидетельство об официальной регистрации программ на ЭВМ № 2012617451. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2012.

3. Монахов О. Г. Программа оптимизации по методу моделирования отжига для отображения параллельных программ на архитектуру вычислительных систем / Свидетельство об официальной регистрации программ на ЭВМ № 2012617452. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2012.

4. Монахов О. Г. Программная система ТОПАС для отображения параллельных программ на архитектуру вычислительных систем / Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН № PR12008. Новосибирск: Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2012.

5. Монахова Э. А. Программа синтеза оптимальных циркулянтных сетей / Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН № PR12006. Новосибирск: Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2012.

6. Котельников Е. А. Пакет программ квадратичного программирования / Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН № PR12003. Новосибирск: Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2012.

7. Ляхов О. А. Программный комплекс сетевого планирования и управления (ППСПП) / Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН № PR12002. Новосибирск: Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2012.

Сдано в печать

1. Монахова Э. А. О максимально достижимых циркулянтных сетях размерности четыре // Дискретный анализ и исследование операций. 2013. Т. 19, № 1. (Принято в печать.)

Общее число публикаций

Центральные издания – 5

Зарубежные издания – 1

Материалы международных конференций – 4.

Патенты – 7.

Участие в конференциях и совещаниях

1. Международная научная конференция "Параллельные вычислительные технологии", Новосибирск, 26–30 марта 2012 г. – 1 доклад (Забиняко Г. И.).

2. 6-я Международная конференция "Параллельные вычисления и задачи управления" (РАСО-2012), Москва, 24–26 окт. 2012 г. – 1 доклад (Монахов О. Г.).

3. Международная азиатская школа-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем", Щучинск (Казахстан), 2–12 июля 2012 г. – 2 доклада (Ляхов О. А., Токтошов Г. Ы.).

4. IV Всероссийская научно-практическая конференция "Информационные технологии в науке, образовании и экономике", Якутск, 7–8 июня 2012 г. – 1 доклад (Ляхов О. А.).

Всего докладов – 4.

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

Токтошов Г. Ы. – сопредседатель оргкомитета 8-й Международной азиатской школы-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем", Щучинск (Казахстан), 2–12 июля 2012 г.

Кадровый состав

1. Забиняко Г. И.	зав.лаб.	к.т.н.
2. Монахов О. Г.	в.н.с.	к.т.н.
3. Монахова Э. А.	с.н.с.	к.т.н.
4. Ляхов О. А.	н.с.	к.э.н.
5. Котельников Е. А.	с.н.с.	
6. Токтошов Г. Ы.	м.н.с.	к.т.н.
7. Марусина О. А.	техник	

Токтошов Г. Ы. – молодой научный сотрудник.

Лаборатория прикладных систем

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

Отчет по этапам НИР, завершаенным в 2012 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.4.1.4. "Развитие теории и разработка математических моделей и методов мониторинга, анализа и оптимизации инфокоммуникационных систем".

Номер государственной регистрации НИР 01201002442.

Руководитель – д.ф.-м.н. Попков В. К.

Раздел 1. "Исследование и разработка математического аппарата и программной среды для решения задач анализа и синтеза систем информатики".

Руководитель – к.т.н. Бредихин С. В.

В 2012 г. получены следующие результаты.

Исследовались структурные свойства инфокоммуникационных систем, в частности, проведен анализ влияния структурных характеристик на качество функционирования систем. Рассматривались задачи синтеза S-гиперсетей для моделирования сложных динамических систем сетевой структуры, например систем с распределенной обработкой данных (СРОД). Исследовались структурные и временные характеристики прохождения данных по иерархической сети. Получен результат: решение задач для СРОД становится возможным на специально синтезированных нестационарных S-гиперсетях.

Изучалась модель рынка процессорного времени в многопроцессорной системе, включающей процессоры с различными скоростями и эксплуатационными затратами. Каждый пользователь имеет задание с известными объемом и бюджетом, а также функцию полезности, которая линейно зависит от величины выполненной части задания за распределенный период. Бюджет задания совпадает с денежной составляющей его полезности для пользователя. Основной результат: доказано, что при сделанных предположениях цены равновесия и равновесное распределение времени работы процессоров между заданиями можно получить путем решения задачи линейного программирования.

Рассматривалась задача идентификации P2P-трафика. Дан краткий обзор методов выявления такого трафика и представлен метод идентификации потоков трафика путем анализа информации транспортного уровня. В основе метода лежат эмпирические предположения о поведении участников P2P-обмена. Исходными данными являются потоки трафика, сформированные сетевой операционной системой. Разработан и реализован алгоритм деления потоков на два класса. Проведена апробация алгоритма на реальных данных, получена оценка его эффективности.

Задача моделирования транспортного потока исследовалась как задача принятия решения. Рассматривались микроскопические модели, в которых явно моделируется движение каждого автомобиля. Такой подход позволяет достичь более точного описания движения автомобилей по сравнению с усредненным макроописанием, однако этот подход требует больших вычислительных ресурсов. Рассмотрены: модель следования за лидером, модель оптимальной скорости, модель разумного водителя (модель Трайбера), клеточные автоматы.

Рассматривалась задача построения потоков минимальной стоимости. В качестве базы данных использована реляционная СУБД PostgreSQL. В нее импортировались данные, полученные из проекта OpenStreetMap (некоммерческий веб-картографический проект по созданию подробной свободной и бесплатной географической карты мира). В качестве веб-интерфейса использована веб-страница со встроенной картой на основе JavaScript-библиотеки OpenLayers. Это позволяет использовать заранее отрисованные фрагменты карты, а также взаимодействовать с пользователем, отображать различные маркеры, линии и прочие примитивы. Рассматривалась задача Хитчкока, для которой соответствующая сеть является двусторонней. Для ее решения использован алгоритм поиска потока минимальной стоимости в произвольных сетях с ограничениями пропускной способности на дугах.

Продолжено исследование алгоритмов многоадресной рассылки сообщений в беспроводных сетях. Традиционно в беспроводных сетях, работающих в инфраструктурном режиме, режиме ad hoc или в mesh-сетях, передача пакета группе получателей осуществляется путем широковещательной передачи пакета без проверки успешности доставки. Однако с ростом доли мультимедийного трафика в общем объеме трафика телекоммуникационных операторов возрастает необходимость передачи пакетов, в том числе групповых, с предоставлением гарантии определенного уровня качества передачи, которое для мультимедийных приложений выражается в величине задержки пакетов при передаче и доле недоставленных пакетов. Разработаны алгоритмы, учитывающие особенности различных методов надежной доставки. Проведено тестирование разработанных алгоритмов на сетях с различными топологиями. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы: 1) применение методов блочной передачи и безусловных повторных передач на маршруте, построенном классическим алгоритмом, не учитывающем широковещательную природу передачи в беспроводной среде, позволяет снизить стоимость маршрута; 2) в зависимости от доли узлов сети, являющихся получателями, и вероятности ошибки при передаче, стоимость снижается примерно на 10–45 % для пакетов, размер которых соответствует видеотрафику, и на 20–65 % для пакетов, соответствующих по размеру голосовому трафику.

Продолжено развитие интегрированной платформы управления облачной инфраструктурой и виртуальными окружениями для предоставления математического моделирования как услуги. В качестве основы такой платформы предложено использовать концепцию облачных вычислений (технология распределенной обработки данных, в которой компьютерные ресурсы и мощности предоставляются пользователю как Интернет-сервис). Проведена апробация нескольких свободно распространяемых платформ для организации облачных вычислений (таких как CloudStack, Cloud Foundry, OpenNebula, OpenStack, Xen Cloud Platform). В качестве пилотной версии по совокупности характеристик выбрана платформа OpenStack, ее апробация осуществлена на вычислительных мощностях ИВМиМГ СО РАН. Практическим результатом работ является создание пилотной версии сайта, посвященного имитационному моделированию мелкозернистых алгоритмов и структур. Помимо разработки базовых программных сервисов сайта выполнено его первоначальное наполнение тематическими информационными материалами.

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

Проект Президиума РАН № 15.9 "Вычислительные, информационные, управляющие и интеллектуальные технологии и системы в задачах математического моделирования".

Подпроект "Развитие теории, разработка математических моделей, алгоритмов и комплексов программ структурного анализа и синтеза систем информатики".

Руководитель – д.ф.-м.н. Попков В. К.

Математические задачи анализа живучести сетей возникают в связи с исследованием работоспособности сетей передачи данных при отказах их элементов, вызванных техногенными сбоями или целенаправленными разрушениями. Решение таких задач позволяет выявить узкие места сети, прогнозировать возможный ущерб до наступления разрушений, и в дальнейшем укрепить или модернизировать сети, сводя к минимуму возможные потери.

Исследовались следующие задачи сети оповещения и экстренных сообщений (СОиЭС). В сети общего пользования для обмена сообщениями при ЧС возникает необходимость передавать сообщения, в которых входной формат может отличаться от выходного (например, абонент "интернет-сети" передает короткое сообщение телефонному абоненту). В общем случае речь идет о большом потоке информации величины N , протекающей по СОиЭС. Одна задача состоит в минимизации ресурсов при построении шлюзов между разнотипными сетями различных операторов. Другая постановка предполагает минимизацию времени прохождения этих сообщений.

В ходе работы по проекту рассмотрена концептуальная модель СОиЭС на базе теории нестационарных S-гиперсетей. В основе сетей общего пользования лежат, как правило, разнотипные сети, к тому же принадлежащие различным собственникам, поэтому нестационарные S-гиперсети очень подходят для описания иерархии и взаимодействия потоков в таких сетях. Каждой сети связи определенного типа сопоставляется своя вторичная сеть. Сети объединяются в одну структуру для передачи и обработки входных сообщений.

Так как в нестационарной гиперсети очередность срабатываний, показатели, атрибуты зависят от времени, т. е. определяются составленным расписанием, то процедура составления расписания и его модификация описываются системой управлений. Найденные оптимальные потоки, проходящие через определенные шлюзы, задают расписание работы этих шлюзов и всей сети в целом.

Публикации

Центральные издания

1. Бредихин С. В. Щербакова Н. Г. Диагностика р2р-активности на основе анализа потоков NetFlow // Пробл. информ. 2012. № 1. С. 40–51.
2. Омарова Г. А. Основные этапы процесса прогнозирования и планирования транспортных потоков // Пробл. информ. 2012. № 3. С. 62–67.
3. Попков Г. В. Об организации бесперебойной сети для передачи коротких сообщений в случае чрезвычайных ситуаций // Програм. продукты и сист. 2012. № 4. С. 206–211.
4. Попков В. К., Попков Г. В. Об одном подходе к размещению пунктов обслуживания в транспортных сетях // Пробл. информ. 2012. № 3. С. 37–41.

5. Попков Г. В. MESH–сети: перспективы развития, возможные применения // Пробл. информатики. 2012. № 3. С. 74–79.
6. Попков В. К., Макшанова Л. М., Содномова М. С., Воробьев А. Г. Алгоритм анализа голосового трафика // Пробл. информатики. 2012. № 4. С. 24–29.
7. Щербакова Н. Г. Анализ IP-трафика методами Data Mining. Проблема классификации. // Пробл. информ. 2012. № 4. С. 30–46.
8. Попков В. К., Токтошов Г. Ы., Юргенсон А. Н. Об одном подходе к оптимизации инфраструктуры инженерных сетей // Вестн. СибГУТИ. 2012. № 3. С. 11–28.

Зарубежные издания

1. Lyakhov A., Safonov A., Yurgenson A., Sokolova O. Wireless groupcast routing with palette of transmission methods // Springer, Lect. Notes Comput. Sci. 2012. V. 7642. P. 97–108.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Sokolova O., Yurgenson A. Using graph, hypergraph and hypernet models for network analysis problems // / Proc. of the 7th International forum on strategic technologies, Tomsk, Sept. 18–21, 2012. P. 666–669.
2. Zybarev Y., Kratov S. The information support system of corporate software resources development // Ibid. P. 683–685.
3. Ахмедиярова А. Г., Попков В. К. Задача определения маршрутов городского транспорта с учетом пересадок // Материалы 8-й Междунар. азиат. шк.-семина. "Проблемы оптимизации сложных систем", Омск, 2–12 июля 2012 г. С. 25–27.
4. Кравченко П. С., Омарова Г. А. Сравнительный анализ микроскопических математических моделей транспортных потоков // Там же. С. 111–114.
5. Щербакова Н. Г. Два метода классификации IP-трафика // Там же. С. 198–200.
6. Зыбарев Ю. М., Кратов С. В. Об использовании свободного ПО в программной среде СО РАН // Труды Междунар. суперкомпьютерной конференции "Научный сервис в сети Интернет: поиск новых решений", Новороссийск, 17–22 сент. 2012 г. С. 577–581.
7. Зыбарев Ю. М., Кратов С. В. Система информационной поддержки развития корпоративных программных ресурсов // Труды XV Междунар. науч.–практ. конф. "Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения и информационных технологий", Ларнака (Кипр), 30 сент. – 5 окт. 2012 г. М.: МГУПИ, 2012. С. 75–80.
8. Костюкова Н. И. Разработка системы поддержки принятия решений на основе технологии DATA MINING // Материалы 40-й Междунар. конф. "Информационные технологии в науке, социологии и бизнесе" (IT+S&E'12). Ялта – Гурзуф (Украина), 1–10 окт. 2012 г. С. 45–47.
9. Костюкова Н. И. Объектно-ориентированный анализ // Там же. С. 89–92.
10. Костюкова Н. И. Фундаментальные концепции объектно-ориентированного проектирования // Там же. С. 92–95.
11. Костюкова Н. И. Создание математического аппарата загруженности линий связи // Там же. С. 95–97.

Учебные пособия с грифом УМО

1. Бредихин С. В., Кузнецов А. Ю. Методы библиометрии и рынок электронной научной периодики. Новосибирск: Омега-принт, 2012.

2. Попков В. К., Попков Г. В., Величко В. В. Математические основы моделирования сетей связи. М.: Горячая линия-Телеком, 2012.

Прочие публикации

1. Попков В. К. Опыт проведения мастер-классов для студентов университета // Материалы 53-й межвуз. науч.-метод. конф. "Дидактические особенности образовательного процесса в условиях перехода на новые стандарты". Новосибирск: СибГУТИ, 2012.

2. Сафонов А. А., Ляхов А. И., Юргенсон А. Н., Соколова О. Д. Анализ взаимодействия алгоритмов многоадресной маршрутизации и методов передачи в беспроводной сети // Тез. 35-й конф. молодых ученых и специалистов "Информационные технологии и системы – 2012", 19–25 августа, Петрозаводск.

Принято в печать

1. Соколова О. Д., Юргенсон А. Н., Ляхов А. И., Сафонов А. А. Анализ взаимодействия алгоритмов многоадресной маршрутизации и методов передачи в беспроводной сети // Автоматика и телемеханика (В печати).

2. Щербакова Н. Г. Анализ IP-трафика методами Data Mining. Проблема классификации // Пробл. информ. (В печати).

3. Кравченко П. С., Омарова Г. А. Сравнительный анализ микроскопических математических моделей транспортных потоков // Материалы 8-й междунар. азиат. шк.-семина. "Проблемы оптимизации сложных систем", Щучинск (Казахстан), 4–12 июля 2012 г. (В печати).

4. Щербакова Н. Г. Анализ IP-трафика с использованием методов машинного обучения // Пробл. информ. 2012. № 4. С.

Общее число публикаций

Центральные издания	– 8
Зарубежные издания	– 1
Материалы международных конференций	– 11

Участие в конференциях и совещаниях

1. IEEE 7th Intern. forum on strategic technologies, Tomsk, Sept. 18–21, 2012. – 2 доклада (Зыбарев Ю. М., Кратов С. В., Соколова О. Д., Юргенсон А. Н.).

2. 8-я Международная азиатская школа-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем", Омск, 2–12 июля 2012 г. – 3 доклада, из них 1 – пленарный (Попков В. К., Омарова Г. А., Кравченко П. С., Щербакова Н. Г.).

3. XL Международная конференция "Информационные технологии в науке, социологии и бизнесе IT+S&E'12", Ялта – Гурзуф (Украина). 1–10 октября 2012 г. – 4 доклада (Костюкова Н. И.).

4. XV Международная научно-практическая конференция "Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения и информационных технологий", Ларнака (Кипр), 30 сентября – 5 октября 2012 г. – 1 доклад (Зыбарев Ю. М., Кратов С. В.).

5. Международная суперкомпьютерная конференция "Научный сервис в сети Интернет: поиск новых решений", Новороссийск, 17–22 сентября 2012 г. – 1 доклад (Зыбарев Ю. М., Кратов С. В.).

6. 5th International workshop on multiple access communications (MACOM-2012), Ireland, Nov. 19–20, 2012. – 1 доклад (Соколова О. Д., Юргенсон А. Н.).

7. 35-я конференция молодых ученых и специалистов "Информационные технологии и системы – 2012", Петрозаводск, 19–25 авг. 2012 г. – 2 доклада, из них 1 пленарный (Соколова О. Д., Юргенсон А. Н.).

Всего докладов – 14, в том числе пленарных – 2.

Участие в программных и организационных комитетах конференций

1. Попков В. К., Соколова О. Д. – члены Программного комитета 8-й Международной азиатской школы-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем", Омск – Щучинск, 2–12 июля 2012 г.

2. Попков Г. В., Юргенсон А. Н., Заварзина О. Г., Трофимова Л. В. – члены Оргкомитета 8-й Международной азиатской школы-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем", Омск – Щучинск, 2–12 июля 2012 г.

3. Попков В. К. – член Программного комитета V Всероссийской конференции "Проблемы оптимизации и экономические приложения" (Омск, 2–6 июля 2012 г.)

4. Зыбарев Ю. М. – член Программного комитета 4-й Международной школы-конференции "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 5–15 августа 2012 г.

Проведение международных конференций

8-я Международная азиатская школа-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем", Омск – Щучинск, 2–12 июля 2012 г.

Всего участников: 140 из России, Казахстана, Киргизии, Узбекистана.

Международные научные связи

Проводятся плановые работы в рамках международного научного сотрудничества лаборатории прикладных систем со следующими научными организациями:

1. Монгольский государственный университет, г. Улан-Батор,
2. Институт проблем информатики и управления КН МОН РК, г. Алма-Ата,
3. НИИ "Алгоритм-Инжиниринг" АН РУз, г. Ташкент,
4. Институт математики НАН Киргизии, г. Бишкек.

Кадровый состав

- | | | | |
|-----|-----------------|-------------------|-----------|
| 1. | Бредихин С.В. | зав. лаб. | к.т.н. |
| 2. | Попков В. К. | г.н.с. | д.ф.-м.н. |
| 3. | Зыбарев Ю. М. | зам. директора | к.т.н. |
| 5. | Соколова О. Д. | с.н.с. | к.т.н. |
| 6. | Щербакова Н. Г. | с.н.с. | |
| 7. | Попков Г. В. | н.с. | к.т.н. |
| 8. | Омарова Г. А. | н.с. | к.ф.-м.н. |
| 9. | Юргенсон А. Н. | н.с. | к.ф.-м.н. |
| 10. | Кратов С. В. | м.н.с. | |
| 11. | Ляпунов В.М. . | вед. инженер | |
| 12. | Трофимова Л. В. | вед. инженер | |
| 13. | Заварзина О. Г. | инженер | |
| 14. | Климов М. А. | техник 0,1 ставки | |

Кратов С. В., Юргенсон А. Н. – молодые научные сотрудники

Педагогическая деятельность

Попков В. К.	– профессор СибГУТИ, НГУ, НГТУ
Костюкова Н. И.	– доцент НГУ, ВКИ
Омарова Г. А.	– доцент НГУ

Руководство аспирантами

Поросятников В. И.	– 2-й год,	ИВМиМГ,	руководитель – Попков В. К.
Ситников А. В.	– 3-й год,	ИВМиМГ,	руководитель – Попков В. К.
Кальянов О. В.	– 3-й год,	ИВМиМГ,	руководитель – Зыбарев Ю. М.
Бухтияров И. В.	– 3-й год,	ИВМиМГ,	руководитель – Зыбарев Ю. М.
Кудинов А. Е.	– 3-й год,	ИВМиМГ,	руководитель – Костюкова Н. И.
Залевский А. А.	– 3-й год,	ИВМиМГ,	руководитель – Костюкова Н. И.
Москвин Н. В.	– 3-й год,	ИВМиМГ,	руководитель – Костюкова Н. И.
Кравченко П. С.	– 2-й год,	ИВМиМГ,	руководитель – Омарова Г. А.
Цыденова Ю. В.	– 3-й год,	СибГУТИ,	руководитель – Попков В. К.
Поллер А. Б.	– 3-й год,	СибГУТИ,	руководитель – Попков В. К.
Падалко Ю. Г.	– 2-й год,	СибГУТИ,	руководитель – Попков В. К.
Анисимов А. А.	– 3-й год,	СибГУТИ,	руководитель – Попков В. К.
Чесноков С. С.	– 3-й год,	НГТУ,	руководитель – Попков В. К.

Премии и награды

Бухтияров И. В., Ситников А. В. – лауреаты молодежного конкурса научных работ ИВМиМГ СО РАН.

Лаборатория моделирования динамических процессов в информационных сетях

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

Важнейшие достижения

Разработаны и исследованы алгоритмы точного расчета и оценивания различных показателей надежности сетей, в том числе для случая с ограничением на диаметр сети. Реализована модификация кумулятивного подхода к принятию решения о надежности (ненадежности) сети по отношению к заданному порогу, основанная на последовательном уточнении границ надежности для определенных подсетей исходной сети. Полученные алгоритмы существенно ускоряют процессы расчета, что позволяет использовать их при анализе и оптимизации структур сетей размерности, представляющей практический интерес

Д.т.н. Родионов А. С., к.ф.-м.н. Мигов Д. А.

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2012 г. 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".

Номер государственной регистрации 01201002442.

Руководители: д.ф.-м.н. Попков В. К., к.т.н. Бредихин С. В., к.т.н. Забиняко Г. И., д.т.н. Родионов А. С.

Разработаны новые методы анализа надежности сетей. Изучалась задача вычисления одного показателя надежности для сетей с отказами узлов. Предполагается, что сеть содержит один или более узлов-стоков, для которых необходимо обеспечить связность. Для функционирования сети также необходимо, чтобы доля работающих узлов, связанных с каким-либо стоком, была ограничена снизу наперед заданным числом. Объектом исследования могут быть, например, беспроводные сенсорные сети, предназначенные для сбора информации различного рода. Для вычисления вероятности функционирования такой сети предложена модификация известного метода ветвления.

Разработаны параллельные алгоритмы выбора оптимального графа по критерию количества связных пар вершин, при этом граф выбирается из изначально заданного множества графов. Для графов большой размерности и при большом количестве таких графов данная задача является трудоемкой и требует проведения значительного объема вычислений.

Разработаны методы ускорения расчета кумулятивных оценок вероятности связности случайного графа с ненадежными ребрами, учитывающие возможное наличие в графе сечений мощности 1 и 2.

Получено теоретическое обоснование сходимости быстрого метода вычисления функции Эрланга. Предложены эффективные методы вычисления обратных функций Эрланга, получены оценки их производительности. Тем самым предложено эффективное решение ряда задач теории телетрафика.

Продолжены работы по развитию математического инструментария для анализа сложных систем и средств имитационного моделирования сложных систем с дискретными событиями. Создана и зарегистрирована в ФАП СО РАН мультиагентная отказоустойчивая система распределенного моделирования AGNES (AGent-oriented NEtwork Simulator). Система успешно применена для моделирования сложных систем различных классов, включая исполнение параллельных программ на суперЭВМ экзафлопсной производительности.

Разработан эффективный алгоритм кодирования, основанный на преобразовании Барроуза – Уилера (BWT) и двухэтапном кодировании полученной после BWT-преобразования последовательности длин серий. Проведено сравнение экспериментальных результатов сжатия данных предложенным методом и архиватором bzip2, использующим BWT-преобразование. Сравнение показало, что предлагаемый метод имеет лучшую степень сжатия и скорость кодирования, чем bzip2. Продолжено исследование алгоритмов универсального кодирования источников, энтропия которых имеет малое значение. Предложен адаптивный код, избыточность которого в среднем не превосходит r ($0 < r < 1$), исследована сложность построенного метода. Доказано, что предложенная конструкция кода позволяет существенно уменьшить общий объем памяти кодера и декодера по сравнению с методом, использующим обычное скользящее окно.

Продолжены работы по исследованию эволюционных алгоритмов решения оптимизационных задач на графах и сетях. Проведен анализ представлений орграфов в зависимости от поставленных задач. Предложено представление мультиграфов, деревьев. Проведен анализ основных операторов эволюционных алгоритмов: скрещивания и мутации. Частично реализован конструктор работы с эволюционными алгоритмами для различных задач и представлений (BIGOS).

Разработаны модели и программное обеспечение для исследования поведения научного процесса академического института, оценки его качественных характеристик, прогнозирования результатов деятельности.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 11-07-00183-а "Математические методы и программные средства анализа отказоустойчивости мультисервисных сетей".

Руководитель проекта – к.ф.м.н. Шахов В. В.

С использованием математического и имитационного моделирования разработан и обоснован подход к оценке разрушающего воздействия атаки hello flood в беспроводных сенсорных сетях. Проанализирована возможность использования указанной атаки для организации атак, основанных на "затоплении" сетевых узлов пакетами. Проведены исследования эффективности атаки hello flood, в частности показано, что эффективность данной атаки существенно снижается в случае использования механизма установления соединения по инициативе сенсора-получателя в беспроводных сенсорных сетях с использованием асинхронного MAC протокола, при наличии ограничения на степень вершин в дереве маршрутизации, которое часто используется в различных энергосберегающих алгоритмах. Обоснована возможность снижения эффективности атак, основанных на "затоплении" сетевых узлов пакетами, при использовании методов агрегирования трафика. Для описания нового вида атак в беспроводных сенсорных сетях, объектом которых является батарея сенсора, введен новый термин DoB атака (Depletion of Battery). DoB атака во многом сходна с DoS атаками, но обладает также и рядом отличий. В частности показано, что некоторые по-

казатели качества обслуживания в условиях DoB атаки могут быть улучшены на протяжении достаточно длительного периода времени, до полной разрядки батарей группы сенсоров. В беспроводных сенсорных сетях, оснащенных средствами получения энергии из окружающей среды, исследования которых начаты сравнительно недавно, атаки, основанные на "затоплении" сетевых узлов пакетами, не приводят к эффекту указанному выше. Тем не менее показано, что указанные атаки могут влиять на производительность сенсоров, существенно снижать показатели QoS. Разработана и исследована предварительная формальная модель атаки. Разработана таксономия DDoS атак в OBS сетях (Optical Burst Switching Network), организуемых с использованием "затопления" сетевых узлов пакетами. Обоснована возможность организации атаки указанного типа с использованием фальшивых заголовочных пакетов (header packets). Разработана формальная модель указанной атаки. Предложены математические модели и методы анализа живучести сети в условиях данной атаки.

Публикации

Центральные издания

1. Подкорытов Д. И. Агентно-ориентированная среда моделирования сетевых систем AGNES // Ползуновский вестн. 2012. № 2/1. С. 94–99.
2. Глинский Б. М., Родионов А. С., Марченко М. А. и др. Агентно-ориентированный подход к имитационному моделированию суперЭВМ экзафлопсной производительности в приложении к распределенному статистическому моделированию // Вестн. ЮУрГУ. 2012. № 18 (277), вып. 12. С. 93–106.
3. Бакулина М. П. Эффективное сжатие данных на основе преобразования Барроуза –Уилера // Ползуновский вестн. 2012. № 2/1. С. 112–114.
4. Мигов Д. А. Расчет надежности двухполюсной сети с ограничением на диаметр с использованием сечений // Пробл. информ. 2011. № 3. С.4–9.

Зарубежные издания

1. Rodionov A. S., Migov D. A., Rodionova O. K. Improvements in the efficiency of cumulative updating of all-terminal network reliability // IEEE Trans. Reliability. 2012. V. 61, N 2. P. 460–465.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Shakhov V. V. DDoS flooding attacks in OBS networks // Proc. of the 7th Intern. forum on strategic technologies. Tomsk. 2012. P. 704–707.
2. Глинский Б. М., Родионов А. С., Марченко М. А. Об агентно-ориентированном подходе к имитационному моделированию суперЭВМ экзафлопсной производительности // Труды Междунар. суперкомпьютер. конф. "Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее". Новороссийск. 2012. С. 159–165.
3. Glinsky B., Rodionov A., Marchenko M., Podkorytov D., Weins D. Scaling the distributed stochastic simulation to exaflop supercomputers // Proc. of the Intern. conf. on high performance computing and communication and 2012 IEEE 9th Intern. conf. on embedded software and systems (HPCC-ICISS. 2012. P. 1131–1136.
4. Глинский Б. М., Родионов А. С., Марченко М. А., Подкорытов Д. И., Винс Д. В. Мультиагентное моделирование параллельных высокопроизводительных вычислений для прогноза масштабируемости алгоритмов и настройки их параметров // Труды 6-й Междунар. конф. "Параллельные вычисления и задачи управления" (РАСО'2012). М.: ИПУ РАН, 2012. Т. 2. С. 59–63.

5. Podkorytov D., Rodionov A. S., Choo H. Agent-based simulation system AGNES for networks modeling: Review and researching // Proc. of the 6th Intern. conf. on ubiquitous information management and communication (ACM ICUIMC 2012), Kuala Lumpur (Malaysia), 2012. Paper 115. 4 p.
6. Migov D. A., Rodionova O. K. Calculating two-terminal reliability in a diameter constrained network with cutnodes. Ibid. 6 p.
7. Shakhov V. V., Sangyep Nam, Seung-Jung Shin, Hyunseung Choo. Potential intrusions in wireless networks. Ibid. 5 p.
8. Бакулина М. П. Использование преобразования Барроуза – Уилера для сжатия данных // Материалы 2-й Междунар. науч.-техн. конф. “Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2012)”, Тольятти, апр. 2012. С. 154–158.
9. Бакулина М. П. Адаптивное кодирование источников с малой энтропией, эффективное в среднем // Материалы 13-й Междунар. науч.-техн. конф. "Измерение, контроль, информатизация" (ИКИ-2012), Барнаул, 2012. С. 214–217.
10. Wang H., Zalyubovskiy V., Shakhov V. V., Choo H. TA-MAC: A traffic-adaptive MAC protocol for asynchronous wireless // Proc. of the World Congr. in Computer Science, Computer Engineering, and Applied Computing. LV (USA). 2012. 7 p.
11. Мигов Д. А. Об одном показателе надежности для сетей с отказами узлов // Труды 2-й Междунар. конф. молодых ученых "Математическое моделирование фрактальных процессов, родственные проблемы анализа и информатики", Нальчик, 2012. С. 172–175.
12. Родионов А. С. Проблемы генерации случайных сетей большой разерности // Материалы 8-й Междунар. азиат. школы-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем", Омск – Щучинск, 2–12 июля 2012 г. С. 157–158.

Патенты и регистрация программ для ЭВМ

1. Моисеенко В. В. Научный рейтинг. Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН. Новосибирск: Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2012.
2. Мигов Д. А. Расчет одного показателя надежности для сетей с отказами узлов. Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН. Новосибирск: Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2012.
3. Мигов Д. А. Принятие решения о надежности (ненадежности) сети по отношению к заданному порогу для различных показателей надежности. Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН. Новосибирск: Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2012.
4. Шахов В.В. Библиотека для моделирования атаки hello-flood в беспроводных сенсорных сетях. Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН. Новосибирск: Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2012.
5. Шахов В. В. Оценка уязвимости узлов OBS сетей. Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН. Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2012.
6. Подкорытов Д. И. Система имитационного моделирования AGNES (AGent NEtwork Simulator). Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН. Новосибирск: Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2012.

Общее число публикаций

Центральные издания	– 4
Зарубежные издания	– 1

Материалы международных конференций – 12
Патенты – 6.

Участие в конференциях и совещаниях

1. 8-я Международная азиатская школа-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем". Омск – Щучинск (Россия – Казахстан), 2–12 июля 2012 г. – 1 пленарный доклад (Родионов А. С.), 1 доклад (Мигов Д. А.).
2. The 6th International conference on ubiquitous information management and communication (ACM ICUIMC 2012), Kuala Lumpur (Malaysia), Feb. 20–22, 2012. – 3 доклада (Родионов А. С., Подкорытов Д. И., Мигов Д. А., Шахов В. В.).
3. 14th International conference on high performance computing and communication & 2012 IEEE 9th International conference on embedded software and systems ("HPCC-ICESSE"), Liverpool (UK), June 25–27, 2012. – 1 доклад (Родионов А. С., Подкорытов Д. И.).
4. 6-я Международная конференция "Параллельные вычисления и задачи управления" (РАСО'2012), Москва, 24–26 окт. 2012 г. – 1 доклад (Родионов А. С., Подкорытов Д. И.).
5. 2-я Международная конференция молодых ученых "Математическое моделирование фрактальных процессов, родственные проблемы анализа и информатики", Нальчик, 28 нояб. – 1 дек. 2012 г. – 1 доклад (Мигов Д. А.).
6. 2-я Международная научно-техническая конференция "Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации" (ITRT-2012), Тольятти, апр. 2012 г. – 1 доклад (Бакулина М. П.).
7. 13-я Международная научно-техническая конференция "Измерение, контроль, информатизация (ИКИ-2012)", Барнаул, 28–29 марта 2012 г. – 1 доклад (Бакулина М. П.).
8. The 2012 World congress in computer science, computer engineering, and applied computing, Las Vegas (USA), Jul. 16–19, 2012. – 1 доклад (Шахов В. В.).
9. 14-я Всероссийская конференция с международным участием "Распределенные информационные и вычислительные ресурсы" (DICR'2102), Новосибирск, 26–30 нояб. 2012 г. – 2 доклада (Шахов В. В.).
10. IEEE 7th International forum on strategic technologies, Tomsk, Sept. 18–21, 2012. – 1 доклад (Шахов В. В.).

Всего докладов – 14, в том числе пленарных – 1.

Участие в программных и организационных комитетах конференций

1. Родионов А. С. – член организационного комитета конференции "The 6th International conference on ubiquitous information management and communication", Kuala Lumpur (Malaysia), Feb. 20–22, 2012.
2. Родионов А. С. – член программного комитета 8-й Международной азиатской школы-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем", Омск, 2–12 июля 2012 г.
3. Родионов А. С. – член программного комитета конференции "Workshop on mobile communications" (MC 2012), June 18–21, 2012.
4. Шахов В. В. – член программного комитета конференции: "Workshop on mobile communications" (MC 2012), June 18–21, 2012.
5. Шахов В. В. – член организационного комитета конференции "The 6th International conference on ubiquitous information management and communication", Kuala Lumpur (Malaysia), Feb. 20–22, 2012.

6. Шахов В. В. – член программного комитета конференции "Mobile-computing, sensing, and actuation for cyber physical systems" (MSA4CPS 2012), June 18–21, 2012.

Международные научные связи

Сотрудничество с университетом Sungkyunkwan (Республика Корея) в области математического моделирования и анализа производительности беспроводных сенсорных сетей.

Кадровый состав

1. Родионов А.С.	зав. лаб.	д.т.н.
2. Шахов В.В.	с.н.с.	к.ф.-м.н.
3. Бакулина М.П.	н.с.	к.ф.-м.н.
4. Карпачев Г.И.	н.с.	к.т.н.
5. Метляев Ю.В.	н.с.	к.т.н.
6. Мигов Д.А.	н.с.	к.ф.-м.н.
7. Моисеенко В.В.	н.с.	
8. Подкорытов Д. И.	н.с. (0,5 ставки)	
9. Нечунаева К. А.	м.н.с. (0.2 ставки)	
10. Капустина Г.А.	вед. инженер (0,5 ставки).	

Мигов Д. А., Подкорытов Д. И., Нечунаева К. А. – молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Родионов А. С.	– профессор НГУ, профессор СибГУТИ
Бакулина М. П.	– ст. преподаватель НГУ
Нечунаева К. А.	– преподаватель ВКИ НГУ
Шахов В. В.	– профессор Sungkyunkwan University.

Руководство аспирантами

Винс Д. В. – 3-й год, ИВМиМГ, руководители: Родионов А. С., Глинский Б. М.

Королев Е. С. – 3-й год, ИВМиМГ, руководитель – Родионов А. С.

Защита дипломов

Каневский В. И.	– бакалавр ММФ НГУ, руководитель – Родионов А. С.
Керманов Д. С.	– бакалавр ММФ НГУ, руководитель – Родионов А. С.
Афлатонов Б. С.	– бакалавр ММФ НГУ, руководитель – Бакулина М. П.
Ложкина О. А.	– специалист ММФ НГУ, руководитель – Родионов А. С.
Рыговский И. А.	– магистр ИВТ СибГУТИ, руководитель – Родионов А. С.

Защита диссертаций

Подкорытов Д. И.: защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – "Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей". Тема: "Разработка отказоустойчивых мульти-агентных средств имитационного моделирования систем с дискретными событиями". Научный руководитель – д.т.н. Родионов А. С.

Лаборатория синтеза параллельных программ

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

Отчет по этапам НИР, завершённым в 2012 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.2. "Параллельные и распределённые вычисления в задачах математического моделирования".

1.3.2.1. "Параллельные и грид-технологии реализации задач математического моделирования на супер-ЭВМ".

Номер государственной регистрации НИР 01201002444.

Руководитель – д.т.н. Малышкин В. Э.

Раздел 1. Алгоритмы и средства конструирования параллельных программ численного моделирования. Разработка наукоемких программных систем.

Руководитель – д.т.н. Малышкин В. Э.

Этап 1.3. Разработка сборочного программного обеспечения.

Разработка прототипа пользовательского интерфейса на основе веб-технологий. Разработаны модели командного пользовательского интерфейса и веб-интерфейса для пользователей и администраторов системы. Разработана архитектура сервера управления задачами для метакомпьютеров NumGRID (вычислительных систем, построенных на основе объединения вычислительных кластеров с помощью инструментария NumGRID). Программное обеспечение NumGRID реализует единую коммуникационную среду для процессов, выполняемых на вычислительных узлах объединяемых кластеров. Сервер хранит информацию о кластерах, входящих в состав объединения, способах доступа к ним и периодически опрашивает их состояние, на основании полученных данных формирует состояние метакомпьютера.

Административный интерфейс является типовым графическим Web-интерфейсом, через который администратор метакомпьютера может добавлять кластеры к интерфейсу, управлять пользователями интерфейса и выдавать/отбирать разрешения на запуск задач на определенных кластерах.

Разработан язык описания задачи на основе синтаксиса, принятого в PBS-подобных системах управления прохождением задач. Задача описывается как набор пронумерованных "частей". Основные параметры части: количество групп процессоров и количество процессорных ядер в каждой группе для исполнения данной части, ее связь с другими частями: указывается тип связи (hard – обязательно размещение в одном кластере, soft – желательное размещение в одном кластере) и номера связанных частей.

Разработка методики адаптации программ численного моделирования к работе в среде NumGRID. При разработке методики адаптации к неоднородным вычислительным системам типа NumGRID учитываются различия в производительности процессорных элементов, устройстве вычислительных узлов (количество процессоров, ядер, наличие сопроцессоров), а также пропускной способности каналов связи между вычислительными узлами. В ходе выполнения программы может изменяться соотношение долей работы в соответствии с природой моделируемых явлений и особенностями применяемых вычислительных методов. Так, в ходе моделирования горения газа на равномерной прямоугольной сетке обсчет узлов сетки, примы-

кающих к фронту горения, может занимать больше времени, чем обсчет узлов сетки, в которых уже есть горение или пока отсутствует. Для поддержания равномерности распределения работы требуется применение алгоритмов динамической балансировки вычислительной нагрузки. Решение волнового уравнения на сетке относится к другому классу задач, в которых обеспечение баланса распределения работы осуществляется правильным распределением в начале работы программы.

Существуют задачи, которые не могут быть эффективно решены на NumGRID из-за высоких требований к скорости и задержке передачи данных между процессами. Для решения таких задач полезно развивать механизмы, автоматизирующие обеспечение динамических свойств параллельных программ. Это делается в системе фрагментированного программирования, разрабатываемой в лаборатории. Система обладает высоким потенциалом автоматизации динамического распределения вычислений, реализации коммуникаций на фоне счета и может использоваться для разработки эффективных программ для NumGRID.

Разработка алгоритмов использования профиля для оптимизации исполнения фрагментированных программ; разработка алгоритмов адаптации прикладной программы к вычислителю и алгоритмов преобразования профильной информации в индексированную форму. В системе фрагментированного программирования LuNA исполнение прикладной программы автоматически оптимизируется по времени путем ее настройки на конфигурацию аппаратного обеспечения с учетом структуры вычислений прикладной программы (самообучение программы). Для осуществления такой настройки используется профилирование, заключающееся в том, что по ходу исполнения фрагментированной программы фиксируется информация о времени исполнения фрагментов вычислений, называемая профилем исполнения фрагментированной программы. Выполняется анализ профиля с целью определения простоев оборудования, вызванного недостатком нагрузки на процессоры, после чего выявляются причины возникновения простоев и осуществляется корректировка исполнения прикладной программы при последующих запусках.

Разработан алгоритм свертки профильной информации в индексную форму. При профилировании реальных фрагментированных программ размер профиля исчисляется миллионами записей, что затрудняет анализ профиля. В связи с этим разработан алгоритм, осуществляющий свертку записей профиля заданного вида в ограниченный набор индексированных записей, каждая из которых задает множество записей исходного набора. Алгоритм свертки реализован в виде отдельного модуля для системы фрагментированного программирования LuNA.

Построение событийно-ориентированного интерфейса, обеспечивающего встраивание в информационно-вычислительную среду пользователя системы WinALT внешних модулей. Построен интерфейс для встраивания внешних модулей, реализующих фрагменты пользовательского интерфейса, в информационно-вычислительную среду пользователя системы имитационного моделирования мелкозернистых алгоритмов и структур WinALT. Разработаны внешние модули, реализующие фрагменты режимов отображения объектов: 1) с цветовым выделением; 2) с печатью числового значения клетки; 3) с показом значения в виде стрелки с направлением; 4) с показом клеточных объектов на прямоугольной сетке; 5) с показом клеточных объектов на гексагональной сетке; 6) композиционного режима отображения, позволяющего совмещать несколько других режимов для показа одного клеточного объекта. Интерфейс выполняет встраивание в систему расширяемого множества внешних модулей, представляющих все основные аспекты реализации пользова-

тельского интерфейса (режимы отображения и редактирования данных, диалоговые окна, меню, панели инструментов), что обеспечивает адаптацию среды пользователя к программно-аппаратной платформе, предметной области.

Этап 2.3. Реализация крупномасштабных моделей на суперЭВМ.

Разработка и исследование методов распараллеливания асинхронных вероятностных клеточно-автоматных моделей и их многопроцессорная реализация.

Проведено исследование эффективности распараллеливания асинхронных вероятностных клеточно-автоматных моделей. Путем проведения серии вычислительных экспериментов по моделированию химической реакции окисления монооксида углерода на каталитической поверхности получены конкретные значения эффективности параллельных реализаций на всех доступных параллельных архитектурах: кластере, 32-ядерной машине, графических ускорителях. Полученные результаты показали, что без проведения предварительных преобразований асинхронного клеточного автомата к блочно-синхронному виду эффективность распараллеливания достигает не более 70 % и невозможно применение графических ускорителей для повышения эффективности. При применении блочно-синхронных вариантов на всех архитектурах достигается высокая эффективность ($\cong 90\%$), а применение графического ускорителя увеличивает производительность в 30–40 раз. При этом статистические исследования погрешности, вносимой блочно-синхронным преобразованием, проведенные на тестовом примере, показали ее практическое отсутствие, хотя известны асинхронные клеточные автоматы, эволюция которых искажается блочно-синхронными преобразованиями. Возникла задача определения области применимости блочно-синхронных преобразований, которую пока не удалось решить.

Разработка условий корректности параллельных реализаций для сложных клеточно-автоматных моделей процессов самоорганизации; получение оценок производительности и эффективности параллельных реализаций клеточных автоматов при различных режимах функционирования.

Исследованы два вида клеточно-автоматных моделей процессов самоорганизации: 1) тоталистические клеточные автоматы со взвешенными шаблонами; 2) системы из взаимодействующих клеточных автоматов – параллельная композиция клеточных автоматов. Для первых определены свойства устойчивых структур, получаемых в результате их эволюции, и выявлен инвариант модели в виде отношения значений весов активаторных связей к ингибиторным (p/n). Доказана теорема о равенстве эволюций клеточных автоматов с одинаковыми значениями p/n . Показано, что для этого класса клеточных автоматов блочно-синхронные преобразования недопустимы. Исследования процессов самоорганизации, представленных системой взаимодействующих клеточных автоматов, проводились на результатах моделирования динамики популяций некоторых организмов в оз. Байкал, где каждому виду организмов соответствует свой клеточный автомат. Исследована эффективность распараллеливания композиции в многоядерном компьютере с общей памятью путем размещения каждого автомата системы на своем ядре.

Разработка в системе имитационного моделирования параллельных мелкозернистых алгоритмов и структур WinALT средств сборки сложных моделей процессов с мелкозернистым параллелизмом из библиотечных элементов и средств их исполнения на параллельных ЭВМ (кластерах, графических картах).

Разработаны средства сборки сложных моделей процессов с мелкозернистым параллелизмом из библиотечных элементов. В языке системы имитационного моде-

лирования параллельных мелкозернистых алгоритмов и структур WinALT реализованы конструкции для подключения модулей из этих библиотек: директива препроцессора `include` для подключения фрагментов моделей и операторы `import` и `use` для загрузки внешних модулей из библиотеки функций. Реализованы модули системы моделирования WinALT, обеспечивающие исполнение моделей клеточных автоматов и их расширений на кластерах машин под ОС GNU Linux и на машинах с графическими картами NVIDIA. Параллельная реализация на кластере использует библиотеку MPI. Параллельная реализация для машин с графической картой основана на библиотеке CUDA.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект № 10-07-00454-а. "Фрагментированные алгоритмы численного моделирования для библиотеки параллельных подпрограмм".

Руководитель проекта – д.т.н. Малышкин В. Э.

Разработана пилотная версия системы фрагментированного программирования LuNA, которая использовалась для тестирования качества фрагментированных алгоритмов. В системе LuNA имеется возможность генерировать программы реализации фрагментированных алгоритмов не только как параллельные библиотечные подпрограммы, а как скелетоны (*skeleton*, *framework*) в самом широком смысле этого термина.

Разработана методика фрагментации численных алгоритмов, основанная на теории синтеза параллельных программ, что обеспечивает единый подход как к построению, так и представлению алгоритмов. Кроме того, обеспечивается расширение проекта в направлении полностью автоматического конструирования алгоритмов решения прикладных задач и автоматической генерации параллельных программ. Разработаны алгоритмы автоматической генерации параллельных программ для исполнения фрагментированных алгоритмов и средства автоматического обеспечения динамических свойств параллельных библиотечных численных подпрограмм.

Методом фрагментации распараллелен ряд численных алгоритмов: алгоритмы реализации метода частиц-в-ячейках (PIC) в приложении к задачам астрофизики, алгоритмы симплекс-метода, алгоритм работы кинетического клеточного автомата, моделирующего реакцию окисления CO на поверхности металлов платиновой группы. Выявлены особенности и проблемы параллельной реализации PIC-метода, разработаны дополнительные требования к системе LuNA для генерации таких программ.

Проект № 11-01-00567-а "Разработка и исследование клеточно-автоматных методов и алгоритмов моделирования нелинейных физико-химических процессов, ориентированных на реализацию на современных суперкомпьютерах".

Руководитель проекта – д.т.н. Бандман О. Л.

Проведено исследование клеточных автоматов (КА), моделирующих процессы самоорганизации. Разработаны два типа КА-моделей самоорганизации: 1) тоталистический КА с взвешенными шаблонами; 2) композиция КА, взаимодействующих по принципу "хищник–жертва".

Проведено исследование КА со взвешенными шаблонами путем сочетания теоретического анализа и вычислительного экспериментирования. Доказана теорема об

определяющем параметре КА-модели (отношении веса активатора к весу ингибитора в шаблоне), от которого зависит мотив устойчивого глобального состояния КА. На основе этой теоремы построена классификация синхронных и асинхронных КА этого типа. Для всех выделенных классов путем компьютерного моделирования определены характеристики получаемых устойчивых структур.

Построена КА-модель динамики численности организмов оз. Байкал. Модель является сложной композицией восьми тесно взаимодействующих КА. Она отличается от существующих моделей тем, что позволяет наблюдать изменения численности основных организмов как по времени, так и по пространству озера. Разработаны последовательная и параллельная версии программ моделирования. Проведены вычислительные эксперименты по моделированию распределения плотности организмов по пространству при начальном скоплении хищников и в случае загрязнения области.

Продолжены работы по созданию математического аппарата и совершенствованию программных средств: 1) для моделирования порошковой струи решена задача оптимизации алгоритма вычисления правил переходов; 2) создан язык и транслятор для моделирования процессов "реакция-диффузия", отладка велась на примере моделирования реакции окисления монооксида углерода на платине с учетом перестройки ее кристаллической структуры.

Проект № 12-01-31455-мол_а "Дискретное моделирование гетерогенных химических процессов на суперкомпьютерах".

Руководитель проекта – к.-ф.м.н. К.В. Калгин К. В.

Разработан метод построения блочно-синхронных модификаций асинхронных клеточно-автоматных моделей, основанный на множествах разбиений клеточного пространства на подмножества, удовлетворяющие условиям корректности синхронного исполнения функций переходов.

Разработаны новые расширенные блочно-синхронные режимы, дающие меньшее отклонение эволюции клеточного автомата от эволюции с асинхронным режимом по сравнению с блочно-синхронными режимами. При этом эффективность параллельной реализации расширенных блочно-синхронных режимов та же, что и для блочно-синхронных.

На моделях окисления угарного газа на поверхностях платины и палладия показано, что замена асинхронных режимов на блочно-синхронные и расширенные блочно-синхронные не влияет на эволюцию клеточного автомата. Это подтверждает предположение, что замена асинхронного режима на блочно-синхронный в клеточно-автоматных моделях физико-химических процессов с большой долей диффузионной компоненты не изменяет эволюцию.

Построены клеточные автоматы, для которых с помощью статистических методов установлено, что замена асинхронного режима на блочно-синхронный существенно сказывается на эволюции клеточного автомата. Таким образом, опровергнуто предположение, что замена асинхронного режима на блочно-синхронный не влияет на эволюцию клеточного автомата.

Проект № 11-07-00561-а. "Разработка фундаментальных основ создания виртуальных коллекций научного наследия".

Ответственный исполнитель – д.т.н. Фет Я. И.

В 2012 г. выполнен ряд работ над теоретическими основами создания виртуальных коллекций и наполнением базы данных создаваемой коллекции конкретными материалами.

Предлагается ввести в виртуальные коллекции научного наследия новую структурную категорию – кластер. В данном случае кластер представляет собой объединение нескольких информационных материалов (статей, очерков, воспоминаний, документов, фотографий), которые относятся к конкретному ученому или его научной школе. В качестве идентификатора используется имя ученого.

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

Проект Президиума СО РАН № 15.9 "Вычислительные, информационные, управляющие и интеллектуальные технологии и системы в задачах математического моделирования".

Подпроект "Методы и технологии распараллеливания алгоритмов и параллельная реализация численного моделирования на многопроцессорных системах".

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

Разработаны алгоритмы конструирования и анализа профиля исполнения фрагментированных программ, которые выявляют причины возникновения простоев оборудования и автоматически конструируют новое управление с учетом результатов анализа для улучшения качества исполнения прикладной программы. Таким образом, прикладная программа самообучается.

Задание прямого управления во фрагментированных программах является средством повышения эффективности их исполнения (уменьшения времени выполнения или расхода памяти). Разработаны средства задания прямого управления и совмещения ресурсов, которые являются частью спецификации языка описания фрагментированных программ LuNA.

Проект Президиума СО РАН № 14.6 "Создание информационно-вычислительной среды (GRID-сегмента) на базе СО РАН".

Подпроект "Конструирование адаптивных пользовательских интерфейсов сетевой информационно-вычислительной системы для обеспечения кроссплатформенной и параллельной реализации математических моделей на кластерах и грид-системах".

Руководители: акад. Михайленко Б. Г., к.т.н. Пискунов С. В.

Спроектирована архитектура новой параллельной версии системы WinALT, которая может выполняться на различных параллельных вычислительных системах, включая системы с гибридной архитектурой. Главное отличие новой архитектуры от реализованной ранее заключается в том, что в явном виде выделены унифицированные интерфейсы доступа к данным модельных объектов и выполнения операций виртуальной машины на вычислителях с различной архитектурой. Эти единые интерфейсы могут быть реализованы более чем одним модулем системы, что позволяет одновременно использовать произвольный набор протоколов доступа к данным. Реализации интерфейсов предоставляются внешними модулями (dll в Windows, shared object в Linux). Внешние модули, реализующие один и тот же интерфейс, объединяются в библиотеку. В рамках спроектированной архитектуры построена параллельная версия системы WinALT, использующая для исполнения моделей графические карты. Версия использует технологию OpenCL. В этой версии реализованы: 1) новый менеджер объектов, позволяющий хранить клеточные объекты в памяти графической карты и обеспечивающий доступ к объектам и их клеткам как из подпрограмм, выполняемых на центральном процессоре, так и из подпрограмм (ядер), исполняемых на графической карте, 2) новый модуль поиска подстановок, встраи-

вающийся в существующий менеджер подстановок и позволяющий производить операции поиска применимых подстановок не только на центральном процессоре, но и на графической карте.

Проект Президиума РАН № 15.9 "Вычислительные, информационные, управляющие и интеллектуальные технологии и системы в задачах математического моделирования".

Подпроект "Клеточно-автоматное моделирование физико-химических процессов в дискретных пространствах микро- и наноразмерности".

Руководитель – д.т.н. Бандман О. Л.

Проведены исследования двумерных и трехмерных тоталистических клеточных автоматов (КА) с взвешенными шаблонами, моделирующих процессы формирования устойчивых структур. На основе анализа результатов многочисленных вычислительных экспериментов построена классификация получаемых структур по значениям отношения положительных весов к отрицательным (p/n). Доказана теорема о равенстве эволюций КА при равных p/n . Выявлены зависимости свойств устойчивых структур от p/n . Предложен общий подход к определению соответствия параметров КА-модели с физическими величинами, характеризующими моделируемый процесс. Подход базируется на понятии инварианта КА – безразмерной характеристике процесса, не зависящей от формы его представления. Показано применение концепции инвариантов для масштабирования модельных клеточно-автоматных параметров. КА-моделирование пространственной динамики востребовано в научных исследованиях при изучении физико-химических процессов на микро- и наноуровнях и может использоваться там, где применение непрерывной математики невозможно.

МИП СО РАН № 47. "Суперкомпьютерная реализация стохастической эволюции ансамблей взаимодействующих частиц различной природы для решения естественно-научных и нанотехнологических задач".

Координаторы: Михайлов Г. А., д.ф.-м.н. Иванов М. С.; исполнитель – д.т.н. Бандман О. Л.

Разработана клеточно-автоматная (КА) модель (асинхронный вероятностный клеточный автомат) и ее программная реализация, описывающая колебания и поверхностные волны в реакции $\text{CO} + \text{O}_2$ на нанесенных наночастицах палладия с динамически изменяющейся морфологией поверхности. Введение в модель эффекта "спилловера" дает принципиальную возможность наблюдения синхронизации колебаний на соседних частицах за счет диффузии CO по поверхности носителя. На основе метода преобразования асинхронного клеточного автомата к блочно-синхронному разработаны эффективные параллельные вычислительные алгоритмы моделирования этого процесса. Проведенные серии вычислительных экспериментов показали, что метод перехода к блочно-синхронному режиму не искажает моделируемый стохастический процесс.

МИП СО РАН № 39 "Методы параллельной обработки данных и моделирование на распределенных вычислительных системах".

Координатор в институте – д.т.н. Глинский Б. М.

Выполнялись работы по развитию аппаратурно-программного инструментария распределенного моделирования сложных задач. Разработана архитектура программного пакета NumGRID для создания и параллельного выполнения больших числен-

ных моделей на пространственно-распределенных мультикластерных вычислительных системах. В состав пакета входят подсистемы межкластерных коммуникаций с блоком оптимизации, интерфейсного приложения для управления задачами на пользовательском уровне и подсистема централизованного управления мультикластерной ВС. Проведены эксперименты по объединению вычислительных кластеров ССКЦ и ИВЦ НГУ, в ходе которых процессы параллельных программ распределялись по вычислительным узлам двух территориально рассредоточенных кластеров, обмен информацией выполнялся посредством подсистемы межкластерных коммуникаций (использован канал связи между ИВЦ НГУ и ИВМиМГ СО РАН).

Выполнен анализ подходов к интеграции системы фрагментированного программирования LuNA с пакетом NumGRID. Проведены эксперименты по выполнению фрагментированных программ в распределенной среде NumGRID. Исследована возможность динамического изменения числа MPI-процессов в ходе выполнения фрагментированных программ. Выработаны требования по модификации runtime-системы LuNA.

ИП СО РАН № 130. "Математические модели, численные методы и параллельные алгоритмы для решения больших задач СО РАН и их реализация на многопроцессорных суперЭВМ".

Координатор – акад. РАН Михайленко Б. Г., координатор в институте – д.т.н. Малышкин В. Э.

Разработаны алгоритмы конструирования начального и динамического распределения ресурсов на основе анализа профиля исполнения фрагментированной программы. Особенностью алгоритма является его "чувствительность" к неоднородности вычислителя, так как он регистрирует фактический дисбаланс загрузки вне зависимости от того, был дисбаланс вызван неравномерным распределением загрузки или неоднородностью вычислителя. Это позволяет применять алгоритм в среде программирования LuNA+NumGRID. Тестирование фрагментированной программы на NumGRID, объединяющем кластеры ССКЦ и НГУ, показало, что производительность LuNA-программы сравнима с производительностью MPI-программы.

Публикации

Монографии

1. Kostsov E. G., Piskunov S. V., M.B. Ostapkevich M. B. 3D ICs with optical interconnections / Ch. 4 In: Optical Communication. Narothem Das (Ed.) InTech, 2012. 438 p.
2. Ya. Fet (Ed.) / Book Ser. "History of computer science" (Digest) / Novosibirsk: ICM&MG SB RAS, 2012. 73 p.

Центральные издания

1. Малышкин В. Э. Технология фрагментированного программирования // Вестн. ЮУрГУ. Сер. Выч. мат. и информатика. 2012. № 46 (305). С. 45–55.
2. Остапкевич М. Б., Пискунов С. В. Система имитационного моделирования алгоритмов с мелкозернистым параллелизмом WinALT // Вестн. НГУ. 2012. Т. 10, № 3. С. 34–45.
3. Бандман О. Л. Инварианты клеточно-автоматных моделей реакционно-диффузионных процессов // Прикл. дискретная мат. 2012. № 3. С. 108–120.
4. Калгин К. В. Параллельная реализация асинхронных клеточных автоматов на 32-ядерной вычислительной системе // СибЖВМ. 2012. Т. 15, №.1. С.55–65.

5. Артемьев С. С., Иванов А. А., Корнеев В. Д. Численный анализ стохастических осцилляторов на суперкомпьютерах // СибЖВМ. 2012. Т. 15, № 1. С. 31–43.
6. Афанасьев И. В. Клеточно-автоматная модель динамики численности организмов озера Байкал // Прикл. дискретная мат. 2012. № 1. С. 121–130.
7. Бандман О. Л., Медведев Ю. Г., Кедринский В. К. и др. Динамика структурно-фазовых состояний и клеточно-автоматное моделирование процессов кумулятивного синтеза / Разд. 3.3 в кн.: Фундаментальные основы кумулятивного синтеза наноконструктов. Сер. Интеграционные проекты СО РАН. Изд-во СО РАН, 2012. 328 с.

Зарубежные издания

1. Malyshkin V., Perepelkin V. Optimization methods of parallel execution of numerical programs in the LuNA fragmented programming system // J. Supercomput. Springer. 2012. V. 61, № 1. P. 235–248.
2. Bandman O. The concept of invariants in reaction-diffusion cellular-automata // Bull. NCC Ser. Comp. sci. 2012. Iss. 33. P. 23–34.
3. Piskunov S. V., Ostapkevich M. B. The construction and simulation of Petri nets in WinALT // Ibid. P. 59–68.
4. Afanasyev I. The CA-model of populations' dynamics of organisms living in Baikal // Ibid. P. 35–42.
5. Markova V. P. Diffusion effect in lattice gas automata waves // Ibid. P. 55–65.
6. Sharifulina A. Stable patterns formation by totalistic cellular automata // Ibid. P. 69–78.
7. Nepomniashchaya A. S. A Technique for finding the second simple shortest paths using associative parallel processors // Ibid. P. 43–57.
8. Непомнящая А. Ш. Ассоциативная версия алгоритма Рамалингама для динамической обработки подграфа кратчайших путей после добавления к графу новой дуги // Киберн. и сист. анализ. 2012. № 3. С. 45–57.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Malyshkin V. Two approaches to program synthesis or implementation of partially defined theories // Proc. of the 11th Intern. conf. on new trends in software methodologies, tools and techniques, Genoa (Italy). IOS Press, 2012. V. 246. P. 285–291.
2. Малышкин В. Параллельные вычисления и представление активных знаний // Труды 6-й Междунар. конф. "Параллельные вычисления и задачи управления" (РАСО'2012), Москва, 2012. М.: ИПУ РАН. Т. 1. С. 70–77.
3. Городничев М. А. Реализация MPI для распределенного исполнения параллельных программ на объединении вычислительных кластеров в проекте NumGRID // Там же. С. 270–277.
4. Sharifulina A. Investigation of stable patterns formed by totalistic cellular automata evolution // Proc. of the Intern. conf. G.C. ACRI 2012. Lect. Notes on Comput. Sci. 2012. V. 7495. P. 161–170.
5. Ya. Fet. From the history of Russian computer science // Proc. of the Intern. conf. IFIP ICEC 2012. Lect. Notes on Comput. Sci. 2012. V. 7522. P. 265–288.
6. Пискунов С. В., Остапкевич М. Б. Система имитационного моделирования WinALT, построение и исследование алгоритмов и структур с мелкозернистым параллелизмом // Труды Междунар. конф. "Моделирование-2012", Киев, 2012. С. 322–326.
7. Городничев М. А. Объединение вычислительных кластеров для крупномасштабного численного моделирования в проекте NumGRID // Труды Междунар. конф. "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ'2012). Новосибирск, 2012. Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2012. С. 432–443.

8. Артемьев С. С., Корнеев В. Д. Анализ точности численного решения стохастических дифференциальных уравнений на суперкомпьютерах // Там же. С. 41–53.
9. Киреев С. Е. Фрагментация полуинтерпретированных численных алгоритмов // Там же. С. 454–463.
10. Перепелкин В. А. Алгоритмы распределения ресурсов в системе фрагментированного программирования LuNA // Там же. С. 444–453.
11. Городничев М. А. Неблокирующие коллективные коммуникации в NumGRID // Труды Междунар. конф. "Научный сервис в сети Интернет: поиск новых решений". Новороссийск, 2012. М.: Изд-во МГУ. С. 244–248.
12. Остапкевич М. Б. Параллельная реализация мелкозернистых алгоритмов в системе WinALT // Там же. С. 307–314.
13. Перепелкин В. А. Проблема распределения ресурсов мультимпьютера в технологии фрагментированного программирования // Там же. С. 398–401.

Свидетельства о регистрации программ и баз данных для ЭВМ

1. Пискунов С. В., Остапкевич М. Б. Консольная версия системы имитационного моделирования мелкозернистых алгоритмов и структур WinALT. Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН № PR11054. Дата регистрации 2011.11.02. Новосибирск: Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2011. [Electron. resource]. <http://fap.sbras.ru/node/2486>. (Не вошло в отчет 2011 г.).
2. Пискунов С. В., Остапкевич М. Б. Система имитационного моделирования мелкозернистых алгоритмов и структур WinALT. Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН № PR11053. Дата регистрации 2011.11.02. [Electron. resource]. <http://fap.sbras.ru/node/2455>. (Не вошло в отчет 2011 г.)
3. Пискунов С.В., Остапкевич М.Б. Графическая оболочка системы имитационного моделирования мелкозернистых алгоритмов и структур WinALT. Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН № PR11055. Дата регистрации 2011.11.02. [Electron. resource]. <http://fap.sbras.ru/node/2485>. (Не вошло в отчет 2011 г.)
4. Пискунов С. В., Остапкевич М. Б. Пакет стандартных библиотек пользователя системы имитационного моделирования мелкозернистых алгоритмов и структур WinALT. Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН № PR11056. Дата регистрации 2011.11.03. [Electron. resource]. <http://fap.sbras.ru/node/2487>. (Не вошло в отчет 2011 г.)

Прочие издания

1. Малышкин В. Э. Технология фрагментированного программирования для реализации численных моделей // Материалы 9-й Рос. конф. с междунар. участием "Новые информационные технологии в исследовании сложных структур", Томск, 2012. Томск: Изд-во НТЛ. С. 12.
2. Киреев С. Е. Фрагментация метода частиц-в-ячейках // Там же. С. 8.
3. Маркова В. П. Наличие диффузионного эффекта в клеточно-автоматном волновом процессе // Там же. С. 23.
4. Калгин К. В. Подобие эволюций клеточного автомата при асинхронном и блочно-синхронных режимах // Там же. С. 21.
5. Городничев М. А. Задача объединения кластеров для крупномасштабного численного моделирования и ее решение в проекте NumGRID // Там же. С. 7.
6. Перепелкин В. А. Полуавтоматическое распределение ресурсов в системе фрагментированного программирования LuNA // Там же. С. 14.

7. Шарифулина А. Е. Исследование устойчивых структур, формирующихся в результате эволюции синхронного и асинхронного клеточных автоматов // Там же. С. 27.
8. Медведев Ю. Г. Программная реализация клеточно-автоматной модели FHP-GP // Там же. С. 22.
9. Перепелкин В. А., Ткачева А. А. Особенности параллельной реализации синхронных и блочно-синхронных клеточных автоматов в технологии фрагментированного программирования // Труды 13-й Всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям. Новосибирск, 2012. С. 29–30.
10. Киреев С.Е. Методика фрагментации численных алгоритмов для библиотеки параллельных численных подпрограмм // Труды 6-й Сиб. конф. по параллельным и высокопроизводительным вычислениям. Томск, 2012. Томск: Изд-во ТГУ. С. 142–148.
11. Медведев Ю. Г. Программный комплекс клеточно-автоматного моделирования газопорошковых потоков // Труды Междунар. конф. "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ'2012). Новосибирск, 2012. Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2012. С. 732.
12. Ya. Fet. History of Russian computer science // Proc. of the 5th Intern. conf. of the European Society for the history of science, Athens (Greece), 2012. P. 227.

Общее число публикаций

- Монографии – 2
- Центральные издания – 7
- Зарубежные издания – 8
- Материалы международных конференций – 13
- Патенты – 4.

Участие в конференциях и совещаниях

1. The 11th Intern. conf. on new trends in software methodologies, tools and techniques. Genoa (Italy), 2012. – 1 доклад (Малышкин В. Э.).
2. The 11th Intern. conf. on cellular automata (ACRI-2012). Italy. – 1 докл. (Шарифулина А. Е.).
3. Международная конференция "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ'2012). – 7 докладов (Городничев М. А., Киреев С. Е., Корнеев В. Д., Малышкин В. Э., Медведев Ю. Г., Перепелкин В. А., Шарифулина А. Е.).
4. Международная конференция "Научный сервис в сети Интернет", Абрау-Дюрсо, 2012. – 3 доклада (Городничев М. А., Перепелкин В. А., Остапкевич М. Б.).
5. Международная конференция "Параллельные вычисления и задачи управления", (РАСО'12), Москва, 2012. – 2 доклада (Городничев М. А. Малышкин В. Э.).
6. Международная конференция "Моделирование-2012", Киев. – 1 доклад (Остапкевич М. Б.)
7. The 5th International conference of the European Society for the history of science, Athens (Greece), 2012. – 1 доклад (Фет Я. И.).
8. International conference IFIP ICES 2012. – 1 доклад (Фет Я. И.).
9. The 8th International conference on bioinformatics of genome regulation and structure systems biology, Novosibirsk, 2012. – 1 доклад (Калгин К. В.).
10. 9-я Всероссийская конференция с международной участием "Новые информационные технологии в исследовании сложных структур", Томск, 2012. – 9 докладов (Городничев М. А., Калгин К. В., Киреев С. Е., Малышкин В. Э., Маркова В. П., Медведев Ю. Г., Перепелкин В. А., Шарифулина А. Е., Дубовик А. С.).

11. 13-я Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Новосибирск, 2012. – 1 доклад (Перепелкин В. А., Ткачева А. А.).

12. Конференция "Водные и экологические проблемы Сибири и центральной Азии", Барнаул. 2012. – 1 доклад (Афанасьев И. В.).

13. Конференция молодых ученых ИВМиМГ, 2012. – 2 доклада (Подстригайло А. С., Шарифулина А. Е.).

Всего докладов – 31.

Участие в программных и организационных комитетах конференций

1. Бандман О. Л. Cellular automata in research and industry (ACRI-2012).

2. Бандман О. Л. The Intern. conf. on high performance computing & simulation (HPCS 2012). Special session on cellular automata algorithms & architectures (CAAA 2012).

3. Бандман О. Л. 9-я Рос. конференция с Международная участием "Новые информационные технологии в исследовании сложных структур", Томск. 2012.

4. Малышкин В. Э. The annual IEEE Intern. conf. on high performance computing (HiPC), Pune (India). 2012.

5. Малышкин В. Э. The 11th Intern. conf. on intelligent software methodologies, tools and techniques (SoMeT_12), Genoa (Italy). 2012.

6. Малышкин В. Э. 6-я Международная конференция "Параллельные вычисления и задачи управления" (РАСО'2012), Москва. 2012.

7. Малышкин В. Э. Международная конференция "Параллельные вычислительные технологии" (ПАВТ-2012). Новосибирск. 2012.

8. Малышкин В. Э. The Intern. conf. on high performance computing & simulation (HPCS 2012). Madrid (Spain). 2012.

9. Малышкин В. Э. The 4th IEEE Intern. conf. and workshops on cloud computing technology and science. Taipei (Taiwan). 2012.

10. Фет Я. И. 3 Международная конференция "Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР". Казань. 2012.

Международные научные связи

Малышкин В. Э. – член редколлегии журнала "The International Journal of Computational Science and Engineering" (<http://www.inderscience.com/browse/index.php?journalCODE=ijcse>), изд-во "Nescience publishers".

В. Э. Малышкин – приглашенный редактор журнала "The Journal of Supercomputing".

Я. И. Фет – член редколлегии журналов "Parallel and Distributed Computing Practice" и "Scalable Computing: Practice and Experience".

Кадровый состав

- | | | |
|-------------------|------------|--------|
| 1. Малышкин В. Э. | зав. лаб., | д.т.н. |
| 2. Бандман О. Л. | г.н.с., | д.т.н. |
| 3. Фет Я. И. | г.н.с., | д.т.н. |
| 4. Ачасова С. М. | с.н.с., | д.т.н. |

- | | | |
|----------------------|---------------|-----------|
| 5. Корнеев В. Д. | с.н.с., | к.ф.-м.н. |
| 6. Маркова В. П. | с.н.с., | к.т.н. |
| 7. Медведев Ю. Г. | с.н.с., | к.т.н. |
| 8. Непомнящая А. Ш. | с.н.с., | к.ф.-м.н. |
| 9. Арыков С. Б. | м.н.с. | к.ф.-м.н. |
| 10. Калгин К. В. | м.н.с. | к.ф.-м.н. |
| 11. Киреев С. Е. | н.с. | |
| 12. Городничев М. А. | м.н.с. | |
| 13. Остапкевич М. Б. | м.н.с. | |
| 14. Перепелкин В. А. | м.н.с. | |
| 15. Савукова В. А. | техник 1 кат. | |

Арыков С. Б., Городничев М. А., Калгин К. В., Киреев С. Е., Перепелкин В. А., – молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

- | | |
|------------------|-----------------------------------|
| Малышкин В. Э. | – профессор, зав. каф. НГУ и НГТУ |
| Фет Я. И. | – профессор НГУ |
| Корнеев В. Д. | – доцент НГУ и НГТУ |
| Маркова В. П. | – доцент НГУ и НГТУ |
| Арыков С. Б. | – ст. преподаватель НГУ |
| Киреев С. Е. | – ст. преподаватель НГУ |
| Медведев Ю. Г. | – ст. преподаватель ВКИ НГУ |
| Городничев М. А. | – ассистент НГУ и НГТУ |
| Калгин К. В. | – ассистент НГУ |
| Остапкевич М. Б. | – ассистент НГУ и НГТУ |
| Перепелкин В. А. | – ассистент НГУ |
| Щукин Г. А. | – ассистент НГУ |

Руководство аспирантами

- | | |
|------------------|---|
| Перепелкин В. А. | – ИВМиМГ, руководитель – Малышкин В. Э. |
| Щукин Г. А. | – НГТУ, руководитель – Малышкин В. Э. |
| Шарифулина Н. Е. | – ИВМиМГ, руководитель – Бандман О. Л. |
| Афанасьев И. В. | – ИВМиМГ, руководитель – Бандман О. Л. |
| Витвицкий А. А. | – ИВМиМГ, руководитель – Бандман О. Л. |

Защита дипломов

- | | |
|--------------------|---|
| Дубовик А. С. | – 6-й курс НГТУ, руководитель – Малышкин В. Э. |
| Сороковой А. А. | – 6-й курс НГТУ, руководитель – Малышкин В. Э. |
| Никитин А. А. | – 4-й курс НГУ, руководитель – Перепелкин В. А. |
| Подстригаило А. С. | – 4-й курс, НГУ, руководитель – Пискунов С. В. |

Руководство студентами

- | | |
|-----------------|--|
| Пушкова Е. А. | – 6-й курс НГУ, руководитель – Ачасова С. М. |
| Ткачева А. А. | – 6-й курс НГТУ, руководитель – Маркова В. П. |
| Черникова А. Г. | – 5-й курс НГУ, руководитель – Малышкин В. Э. |
| Чайка М. А. | – 5-й курс НГТУ, руководитель – Малышкин В. Э. |

Волков А. В.	– 5-й курс НГТУ, руководитель – Малышкин В. Э.
Двореченская Ю. Н.	– 5-й курс НГУ, руководитель – Корнеев В. Д.
Никитин А. А.	– 5-й курс НГУ, руководитель – Перепелкин В. А.
Подстригаило А. С.	– 5-й курс НГУ, руководитель – Калгин К. В.
Пашкин Т. И.	– 4-й курс НГУ, руководитель – Маркова В. П.
Зайцев В. К.	– 4-й курс НГУ, руководитель – Остапкевич М. Б.
Пясс И. А.	– 4-й курс НГУ, руководитель – Киреев С.Е.
Сафин А. Р.	– 4-й курс НГУ, руководитель – Киреев С.Е.
Мустаков Р. П.	– 4-й курс НГУ, руководитель – Перепелкин В. А.

Защита кандидатской диссертации

Калгин К. В. "Клеточно-автоматное моделирование физико-химических процессов на вычислителях с параллельной архитектурой". Защита 19.06.2012.

Лаборатория параллельных алгоритмов решения больших задач

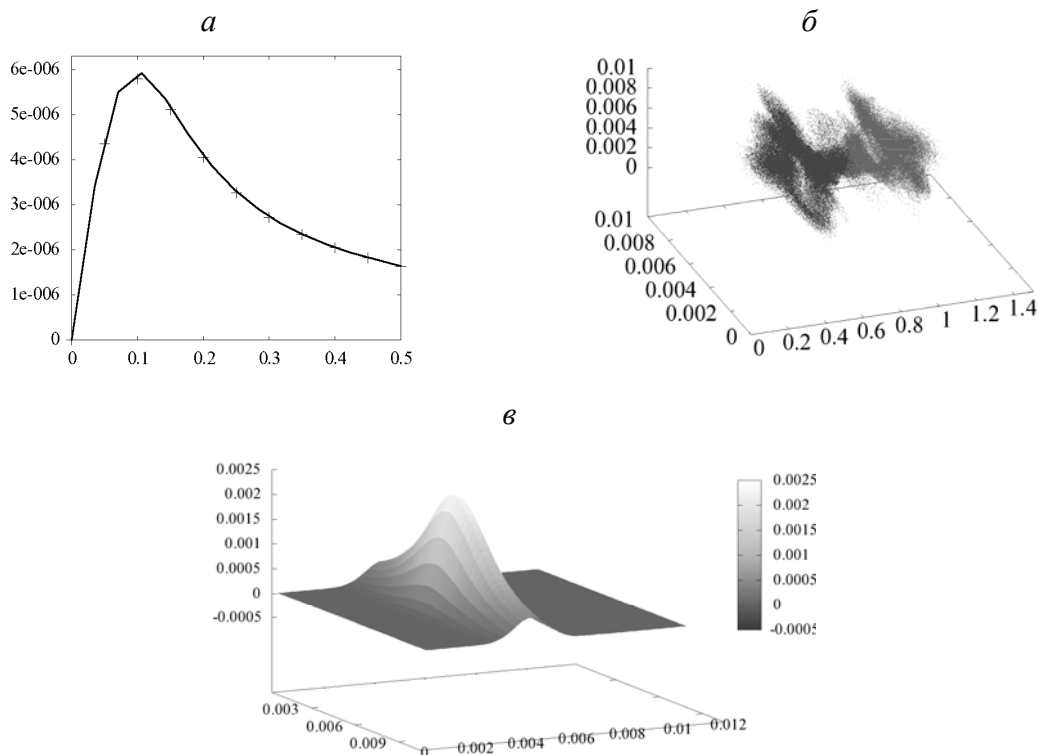
Зав. лабораторией д.ф.-м.н. Вшивков В. А.

Важнейшие достижения

Параллельный трехмерный алгоритм динамики ультрарелятивистских пучков заряженных частиц.

В лаборатории созданы модель и соответствующий алгоритм решения задач динамики встречных пучков в самосогласованных электромагнитных полях. Модель наиболее полно учитывает трехмерность и ультрарелятивизм задачи ($\gamma \sim 10^3$). Исследованы различные методы задания начальных и граничных условий для электромагнитных полей, проведена их оптимизация в условиях ультрарелятивизма. Вычислительные эксперименты для динамики веера частиц в поле встречного пучка цилиндрической формы с гауссовым распределением в поперечном направлении, продемонстрировали хорошее совпадение с аналитическим решением задачи. Создана параллельная версия программы, основанная на методе декомпозиции области по пространству. Результаты численных исследований продемонстрировали целесообразность использования нового метода.

Д.ф.-м.н. Вшивков В. А., к.ф.-м.н. Боронина М. А.



Сравнение с аналитическим отклонения частиц под действием поля цилиндра в зависимости от начального смещения после пролета пучка через область (*a*), разрушение встречных пучков в процессе взаимодействия (*б*), поперечное поле пучка в плоскости x,z (*в*)

Результаты исследований опубликованы в работе:

Боронина М. А., Вшивков В. А. Трехмерное моделирование динамики ультрарелятивистских пучков заряженных частиц: особенности вычисления начальных и граничных условий // Матем. моделир. 2012. Т. 24, № 2. С. 67–83.

Результаты исследований докладывались на конференциях:

1. Боронина М. А., Вшивков В. А. О задании начальных и граничных условий при трехмерном моделировании динамики ультрарелятивистских пучков заряженных частиц // Тез. 19-й Всерос. конф. "Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов решения задач математической физики", посвященной памяти К. И. Бабенко, Абрау-Дюрсо, 10–16 сент. 2012 г. Дюрсо: Изд-во ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, 2012. С.13–14.

2. Боронина М. А. О задании начальных и граничных условий при трехмерном моделировании динамики пучков заряженных частиц в ультрарелятивистском случае // Материалы 13-й Всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Новосибирск, 15–17 окт. 2012 г. Новосибирск, 2012. С.16–17.

Отчет по этапам НИР, завершнным в 2012 г. 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 суперЭВМ".

Номер государственной регистрации 01201002448.

Руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г.

Раздел 1. "Параллельные и распределенные вычисления в задачах математического моделирования".

Руководитель – д.ф.-м.н. Вшивков В. А.

Разработаны параллельные алгоритмы и программы для суперЭВМ и гибридных суперЭВМ на основе созданных и усовершенствованных наборов моделей для решения фундаментальных и прикладных задач физики плазмы, электрофизики, астрофизики, геофизики. Проведены крупномасштабные вычислительные эксперименты на суперЭВМ, выполнено обобщение полученных результатов. Разработана методология решения и сделаны практические приложения к задачам гравитационной газовой динамики, астрофизики, геофизики и ядерной физики на суперЭВМ. Созданы основные вычислительные компоненты для инструментальной поддержки проблемно-ориентированного математического обеспечения в широком классе наукоемких приложений. В частности:

- разработана параллельная реализация динамики трехмерных астрофизических газовых объектов для гибридных суперЭВМ. Получены параметры процесса звездообразования в галактиках;

- разработан метод распараллеливания алгоритма численного моделирования динамики ультрарелятивистских пучков заряженных частиц. Для распараллеливания выбран метод декомпозиции области по пространству;

- создана параллельная трехмерная численная модель для исследования проблемы устойчивости и нагрева плазмы электронным пучком на основе метода частиц в ячейках. В зависимости от разброса электронов пучка по скоростям различают несколько режимов неустойчивости: гидродинамический, переходный и кинетический. Для этих трех режимов исследовано насыщение роста отдельно взятой неустойчи-

вой, для каждого случая была вычислена величина инкременты неустойчивости и проведено сравнение с аналитическим решением;

– получены параметры плавления гравитационно-неустойчивых систем в земной коре в рамках модели сжимаемой сплошной среды.

Результаты работы по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 11-01-00178-а "Численное моделирование на суперЭВМ динамики ультрарелятивистских пучков заряженных частиц".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Вшивков В. А.

Проведены дополнительные исследования алгоритмов задания начальных и граничных условий в случае полностью трехмерного движения пучка в форме цилиндра. Исследовано движение веера частиц, проходящих через поле встречного пучка цилиндрической формы. Конечное распределение отклонений этих частиц от оси может быть описано аналитически. Численные эксперименты показали хорошие результаты работы методов выделения особенности в подынтегральных выражениях граничных условий для потенциала и при использовании формы модельных частиц в виде игл. Тем не менее, в решении первым методом в передней части пучка присутствует быстроспадающее поле, не соответствующее релятивистской физике явления.

Проект РФФИ № 11-01-00249-а "Численное моделирование турбулентности при взаимодействии электронного пучка с плазмой в установках УТС".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Дудникова Г. И.

Создан полностью трехмерный численный код, позволяющий моделировать процессы релаксации теплого электронного пучка малой плотности в плазме. Рассмотрены несколько методов получения численного инкремента неустойчивости, из которых выбран наименее чувствительный к численным шумам – расчет инкремента неустойчивости по амплитуде главной волны энергии напряженности электрического поля. Амплитуда главной волны электрического поля нечувствительна к саморазогреву модельной плазмы на начальной стадии, а использование его для расчета инкремента позволяет использовать в 10 раз меньшее число частиц в ячейке, чем при расчете инкремента по энергии электрического поля, что позволяет сократить время вычислений. Показано, что вычисление инкремента по амплитуде напряженности электрического поля является достаточно чувствительной диагностикой, которую можно использовать даже в кинетическом режиме развития неустойчивости (когда во взаимодействие с возбуждаемой волной вступает малая часть электронов пучка, и амплитуда электрического поля становится сравнима по величине с численными шумами), что позволяет провести количественную оценку полученного результата. Для вычисления инкремента с ошибкой 20 % в гидродинамическом режиме достаточно использовать 50 частиц в ячейке, в переходном – 500–1000, а в кинетическом режиме потребуется использовать около 10000 частиц в ячейке.

Проект РФФИ 12-01-31352-а "Разработка эффективных параллельных алгоритмов для моделирования динамики многофазных астрофизических объектов на гибридных высокопроизводительных вычислительных системах"

Руководитель проекта – к.ф.-м.н. Куликов И. М.

Проведено исследование модели процесса звездообразования во взаимодействующих галактиках на основе усложненного уравнения состояния. Разработана параллельная реализация динамики трехмерных астрофизических газовых объектов для гибридных суперЭВМ.

Проект РФФИ № 12-07-00065-а "Решение кинетического уравнения Больцмана в задачах физики плазмы и астрофизики методом частиц в ячейках для суперЭВМ гибридной архитектуры".

Руководитель проекта – к.ф.-м.н. Снытников А. В.

Проведена разработка методов решения уравнения Больцмана и уравнения Пуассона в контексте задач физики плазмы и астрофизики на основе параллельного метода частиц в ячейках и параллельного сеточного метода решения уравнения Пуассона, использующего трехмерную декомпозицию области с помощью предвычисления функции Грина и вычисления граничных условий с помощью алгоритма Джеймса. Разработана архитектура программного комплекса, реализующего эти методы на суперЭВМ гибридной архитектуры. На суперкомпьютере Сибирского суперкомпьютерного центра, использующего серверную систему на основе узлов HP SL390s G7 (NVIDIA Tesla M2090), проведены тестовые расчеты и экспериментальное исследование алгоритма с использованием более чем 50 тыс. вычислительных ядер (нитей). Показана масштабируемость данного алгоритма, представлены теоретические оценки вплоть до 6 млн вычислительных ядер (нитей). Ускорение, полученное на одном узле (3 видеокарты Tesla и один процессор Xeon) по сравнению с использованием одного процессора Xeon, составило порядка 100 раз.

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

МИП СО РАН № 130 "Математические модели, численные методы и параллельные алгоритмы для решения больших задач СО РАН и их реализация на многопроцессорных суперЭВМ".

Координатор – акад. РАН Михайленко Б. Г.

Создан параллельный алгоритм моделирования полностью трехмерной динамики пучков заряженных частиц на основе метода пространственной декомпозиции. Созданы и отлажены процедуры задания начальных условий для частиц, вычисления плотности, начальных электромагнитных полей, а также процедуры пересчета электромагнитных полей по уравнениям Максвелла. Проведено исследование по улучшению параллельного алгоритма решения системы уравнений Власова – Пуассона, основанного на декомпозиции расчетной области и предвычислении функции Грина на границах подобластей области. Разработан подход динамической балансировки частиц между трехмерными подобластями, основанный на предварительной реструктуризации и сортировке частиц. В тестовых расчетах показана принципиальная возможность адаптации данного подхода для гибридных суперЭВМ, использующих графические процессоры.

Госконтракты

ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг."

Госконтракт № 14.740.11.0350.

Руководитель д.ф.-м.н. Кабанихин С. И.

Исследован процесс волнообразования при сварке взрывом на основе упруго-пластической модели. Получены области применимости этой модели, экспериментально показана необходимость введения модели молекулярной динамики для моде-

лирования кумулятивной струи. Численно смоделирован процесс волнообразования при сварке взрывом.

Госконтракт № 16.740.11.0573.

Руководитель к.ф.-м.н. Куликов И. М.

Проведено теоретическое и экспериментальное исследование базовых алгоритмов линейной алгебры (матрично-векторные операции, решение системы линейных алгебраических уравнений, сингулярное разложение). Доказаны гарантированные оценки точности алгоритмов, разработаны их программные реализации, проведена верификация. На основе реализованных алгоритмов линейной алгебры построена процедура решения линеаризованной задачи о распаде произвольного разрыва с гарантированной оценкой точности. Планируется дальнейшее использование данной процедуры в программных пакетах для решения задач астрофизики.

ФЦП "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 гг."

Госконтракт № 07.514.11.4016.

Руководитель – д.т.н. Глинский Б. М.

Разработан параллельный сверхмасштабируемый алгоритм для решения задач механики сплошной среды, реализованный для гибридных суперЭВМ. Программная реализация выполнена на рекордном количестве независимо работающих программных потоков (порядка 86 млн потоков). На имитационной модели показана масштабируемость алгоритма и ее ограничение.

Госконтракт № 07.514.11.4016.

Руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г.

Создан параллельный алгоритм решения системы уравнений Власова – Пуассона, возникающих при численном моделировании задачи астрофизики и физики плазмы. Алгоритм основан на декомпозиции трехмерной области решения для вычисления гравитационного потенциала и методе частиц для решения уравнения Власова. Оценка производительности алгоритма проведена на расчетах с более чем 50 тыс. вычислительных ядер на гибридном суперкомпьютере Сибирского суперкомпьютерного центра, состоящего из вычислительных узлов, включающих GPU и CPU. Экспериментальные исследования реализации алгоритма на реальных запусках показали его масштабируемость до 50 тыс. вычислительных ядер. Теоретические оценки показали масштабируемость алгоритма вплоть до 6 миллионов вычислительных ядер.

Публикации

Центральные издания

1. Вшивков В. А., Снытников А. В. Особенности проведения экзафлопс-расчетов в физике плазмы // Выч. мет. и программир. 2012. Т. 13, № 1. С. 44–48.
2. Боронина М. А., Вшивков В. А. Трехмерное моделирование динамики ультрарелятивистских пучков заряженных частиц: особенности вычисления начальных и граничных условий // Матем. моделир. 2012. № 2. С. 67–83.
3. Лазарева Г. Г. Комплекс параллельных программ для моделирования динамики ударных волн в пузырьковых системах // Вестн. НГУ. Сер. Математика, механика, информатика. 2012. Т. 11, вып. 2. С. 41–54.

4. Лазарева Г. Г., Куликов И. М., Вшивков В. А., Кошкарлова Е. А., Берендеев Е. А., Горр М. Б., Антонова М. С. Параллельная реализация численной модели столкновения галактик // Вестн. НГУ. Сер. Информационные технологии. 2011. Т. 9. № 4. С. 71–78.

Зарубежные издания

1. Snytnikov N. V. Scalable parallel algorithm for solving the collisionless Boltzmann – Poisson system of equations // Astronomical Society of the Pacific Conference Series. 2012. V. 453. P. 393.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Берендеев Е. А., Иванов А. В., Лазарева Г. Г., Снытников А. В. Эффективное использование суперЭВМ для решения больших задач физики плазмы методом частиц в ячейках // Материалы Междунар. конф. "Высокопроизводительные вычисления НРС-UA". Киев (Украина), 2012. С. 94–101.

2. Берендеев Е. А., Ефимова А. А. Реализация эффективных параллельных вычислений при моделировании больших задач физики плазмы методом частиц в ячейках // Труды Междунар. конф. "Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2012)", Новосибирск, 26–30 марта 2012 г. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. С. 380–385.

3. Kulikov I. M., Vshivkov V. A., Lazareva G. G., Snytnikov A. V., Tutukov A. V. Hydrodynamical code for numerical simulation of interacting galaxies // Proc. of the Intern. conf. "Interacting galaxies and binary quasars: A Cosmic rendezvous", Trieste (Italy), Apr. 2–5, 2012. [Electron. resource]. http://www.sissa.it/ap/igbq2012/igbq2012/Igor_Kulikov.html.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

1. Куликов И. М. Программа для решения нестационарных задач акустики в трехмерной постановке на гибридных суперЭВМ: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012618663 от 21 сентября 2012 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2012.

2. Куликов И. М. Программный пакет для решения задач гравитационной газовой динамики PEGAS: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012617347 от 15 июня 2012 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2012.

Прочие издания

1. Вшивков В. А., Ефимова А. А. Дисперсионный анализ задачи о двухпотоковой неустойчивости в полной гидродинамической постановке // Тез. 6-й Всерос. конф. "Актуальные проблемы прикладной математики и механики", Абрау-Дюрсо, 10–16 сент. 2012 г. Екатеринбург: УрО РАН, 2012. С. 24–25.

2. Боронина М. А., Вшивков В. А. О задании начальных и граничных условий при трехмерном моделировании динамики ультрарелятивистских пучков заряженных частиц // Тез. 19-й Всерос. конф. "Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов решения задач математической физики". Дюрсо: Изд-во ИПМ РАН, 2012. С. 13–14.

3. Шваб И. В., Якункин Н. И., Медведев С. Б. Численное моделирование динамики плазмы в неоднородном магнитном поле. Там же. С. 18.

4. Месяц Е. А., Снытников А. В. Трехмерная численная модель насыщения двух-поточковой неустойчивости электронного пучка в плазме. Там же. С. 73–74.
5. Лазарева Г. Г., Бабичев А. В., Корнеев В. Д., Васкевич В. Л. Математическое моделирование динамики температурного поля при всплывании гранитного вещества с учетом сжимаемости и температурной зависимости реологических свойств // Тез. Всерос. конф. "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. С. 61.
6. Лазарева Г. Г., Иванов А. В., Берендеев Е. А., Емелев И. С., Шваб И. В. Математическое моделирование динамики плазменных электронов в ловушке с инверсными магнитными пробками и мультипольными магнитными стенками. Там же. С. 62.
7. Боронина М. А. О задании начальных и граничных условий при трехмерном моделировании динамики пучков заряженных частиц в ультрарелятивистском случае // Материалы 13-й Всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Новосибирск, 15–17 окт. 2012 г. С. 16–17.
8. Месяц Е. А., Снытников А. В. Трехмерная численная модель релаксации электронного пучка в плазме. Там же. С. 28.
9. Лазарева Г. Г., Корнеев В. Д., Бабичев А. В. Параллельный алгоритм для моделирования динамики мантийных течений // Материалы Междунар. конф. "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ'2012), Новосибирск, 26–30 марта 2012 г. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. С. 728.
10. Якункин Н. И. Особенности численного решения осесимметричных задач физики плазмы методом частиц-в-ячейках // Тез. Междунар. конф. "Обратные и некорректные задачи математической физики", Новосибирск, 5–12 августа 2012 г. Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2012. С. 258.
11. Лазарева Г. Г., Корнеев В. Д., Вшивков В. А., Бабичев А. В., Васкевич В. Л. Численная модель динамики мантийных течений в приближении слабосжимаемой жидкости. Там же. С. 315.
12. Лазарева Г. Г., Берендеев Е. А., Иванов А. В., Емелев И. С., Шваб И. В. Метод моделирования динамики плазменных электронов в ловушке с инверсными магнитными пробками и мультипольными магнитными стенками. Там же. С. 314.
13. Снытников Н. В. Параллельный алгоритм декомпозиции области для решения задач звездной динамики на гибридных суперкомпьютерах. Там же. С. 331.
14. Берендеев Е. А. Численное моделирование турбулентности при взаимодействии электронного пучка с плазмой в установках УТС // Материалы 50-й Междунар. науч. студ. конф. "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирск, 13–19 апр. 2012 г. Новосибирск: НГУ, 2012. Сер. Математика. С. 241.
15. Якункин Н. И. Параллельный алгоритм моделирования магнитного сопла. Там же. С. 295.

Общее число публикаций

Центральные издания – 4

Зарубежные издания – 1

Материалы международных конференций и совещаний – 3

Патенты – 2.

Участие в конференциях и совещаниях

1. 6-я Международная научная конференция "Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ 2012)", ИВМиМГ, Новосибирск, Россия, 26–30 марта 2012. – 2 доклада (Берендеев Е. А., Лазарева Г. Г.).

2. Международная конференция "Interacting galaxies and binary quasars: A Cosmic rendezvous", Триест (Италия), 2–5 апр. 2012 г. – 1 доклад (Куликов И. М.).
3. 50-я международная научно-студенческая конференция "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирск, НГУ, 13–19 апр. 2012 г. – 2 доклада (Берендеев Е. А., Якункин Н. И.).
4. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. – 4 доклада (Лазарева Г. Г., Берендеев Е. А., Куликов И. М., Снытников Н. В.).
5. Международная конференция "Обратные и некорректные задачи математической физики", посвященная 80-летию со дня рождения акад. М. М. Лаврентьева, ИМ СО РАН, Новосибирск, 5–12 авг. 2012 г. – 5 докладов (Берендеев Е. А., Лазарева Г. Г., Куликов И. М., Снытников Н. В., Якункин Н. И.).
6. 6-я Всероссийская конференция "Актуальные проблемы прикладной математики и механики", посвященная памяти акад. А. Ф. Сидорова, Дюрсо, 10–16 сент. 2012 г. – 1 доклад (Ефимова А. А.).
7. 19-я Всероссийская конференция "Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов решения задач математической физики", посвященная памяти К. И. Бабенко, Дюрсо, 16–20 сент. 2012 г. – 3 доклада (Боронина М. А., Месяц Е. А., Якункин Н. И.).
8. 2-я Международная научно-техническая конференция "Высокопроизводительные вычисления НРС-UA", Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", Киев (Украина), 8–10 окт. 2012 г. – 1 доклад (Берендеев Е. А.).
9. 13-я Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям". Новосибирск, Россия, 15–17 окт. 2012 г. – 2 доклада (Боронина М. А., Месяц Е. А.).

Всего докладов – 21.

Участие в программных и организационных комитетах конференций

1. Конференция молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, Новосибирск, ИВМиМГ, 24–25 апреля 2012 г. (Куликов И. М.).
2. 6-я международная научная конференция "Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ 2012)", Новосибирск, ИВМиМГ, 26–30 марта 2012 г. (Вшивков В. А., Куликов И. М., Лазарева Г. Г., Боронина М. А., Берендеев Е. А., Ефимова А. А.).
3. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, ИВМиМГ, 12–15 июня 2012 г. (Вшивков В. А., Куликов И. М., Лазарева Г. Г., Боронина М. А., Месяц Е. А., Ефимова А. А., Лазарева Г. Г., Берендеев Е. А.).
4. Международная конференция "Обратные и некорректные задачи математической физики" посвященная 80-летию со дня рождения академика М. М. Лаврентьева, Новосибирск, 5–12 августа 2012 г., (Куликов И. М., Лазарева Г. Г.).
5. Всероссийская научная конференция студентов и молодых ученых "Наука. Технологии. Инновации", Новосибирск, 29 ноября – 2 декабря 2012 г. (Куликов И. М.).

Кадровый состав

- | | | |
|--------------------|------------|-----------|
| 1. Вшивков В. А. | зав. лаб., | д.ф.-м.н. |
| 2. Лазарева Г. Г. | с.н.с., | к.ф.-м.н. |
| 3. Снытников А. В. | н.с., | к.ф.-м.н. |

- | | | |
|--------------------|---------------|-----------|
| 4. Снытников Н. В. | н.с., | к.ф.-м.н. |
| 5. Куликов И. М. | м.н.с., | к.ф.-м.н. |
| 6. Боронина М. А. | м.н.с., | к.ф.-м.н. |
| 7. Ефимова А. А. | м.н.с. | |
| 8. Месяц Е. А. | м.н.с. | |
| 9. Дудникова Г. И. | вед. инженер, | д.ф.-м.н. |

Снытников Н. В., Куликов И. М., Боронина М. А., Ефимова А. А., Месяц Е. А. – молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Вшивков В. А. – профессор НГУ, профессор НГТУ
 Лазарева Г. Г. – доцент НГУ
 Куликов И. М. – доцент НГТУ

Защита дипломов

Нартова О. Ю. – 4-й курс НГТУ, руководитель – Куликов И. М.

Руководство аспирантами и студентами

Горпинченко Д. Н. – аспирант ИВМиМГ, руководитель – Вшивков В. А.
 Велькер Н. Н. – аспирант ИВМиМГ, руководитель – Вшивков В. А.
 Вознюк И. В. – аспирант НГТУ, руководитель – Вшивков В. А.
 Ларин В. В. – аспирант НГТУ, руководитель – Вшивков В. А.
 Якункин Н. И. – аспирант НГТУ, руководитель – Вшивков В. А.
 Антонова М. С. – 2-й курс магистратуры НГУ, руководитель – Вшивков В. А.
 Берендеев Е. – 2-й курс магистратуры НГУ, руководитель – Вшивков В. А.
 Горр М. Б. – 2-й курс магистратуры НГУ, руководитель – Вшивков В. А.
 Кошкарлова Е. А. – 2-й курс магистратуры НГУ, руководитель – Лазарева Г. Г.
 Дворников К. П. – 2-й курс магистратуры НГТУ, руководитель – Куликов И. М.
 Нартова О. Ю. – 1-й курс магистратуры НГТУ, руководитель – Куликов И. М.
 Спешиллов К. В. – 1-й курс магистратуры НГТУ, руководитель – Куликов И. М.
 Пономарев Н. А. – 4-й курс НГТУ, руководитель – Куликов И. М.
 Протасов В. А. – 4-й курс НГТУ, руководитель – Куликов И. М.
 Серенко А. А. – 4-й курс НГТУ, руководитель – Куликов И. М.

Защита диссертаций

Лазарева Г. Г. "Математическое моделирование динамики многофазных сжимаемых сред с учетом гравитации на суперЭВМ", диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, защита состоялась 2 октября 2012 г.

Лаборатория Сибирский суперкомпьютерный центр КП

Зав. лабораторией – д.т.н. Глинский Б. М.

Важнейшие достижения

Создание системы мультиагентного моделирования параллельных высокопроизводительных вычислений на суперЭВМ экзафлопсной производительности (совместно с лабораториями моделирования в информационных сетях и методов Монте-Карло).

Д.т.н. Глинский Б. М., д.т.н. Родионов А. С., к.ф.-м.н. Марченко М. А., к.т.н. Подкорытов Д. И.

Некоторые результаты

Имитационное моделирование на основе AGNES

Создана система мультиагентного моделирования для оценки поведения алгоритмов при их масштабировании на большое количество ядер. Система имитационного моделирования позволяет выявить узкие места в алгоритмах, понять, как их следует модифицировать, какие параметры алгоритмов необходимо настраивать при масштабировании. Работа системы основывается на пакете программ AGNES, разработанном в лаборатории моделирования в информационных сетях и установленном в ЦКП ССКЦ СО РАН. Исследовано поведение двух типов алгоритмов: распределенного статистического моделирования и численного моделирования трехмерных сейсмических полей. Исходные данные для распределенного статистического моделирования получены с использованием библиотеки PARMONC (лаборатория методов Монте-Карло), предназначенной для использования на современных суперкомпьютерах тера- и петафлопсного уровня, также установленной в ЦКП ССКЦ СО РАН. Для моделирования и расчетов на начальном участке масштабирования использовался кластер НКС-30+GPU.

Предложена и исследована теоретическая модель системы управления потоком поступающих параллельных заданий, доказана эффективность использования мультиагентного подхода для создания модели исследуемой системы. Предложен набор алгоритмов планирования и сохранения отказоустойчивости для работы программ-агентов. Программы-агенты реализованы в мультиагентной системе AGNES, разработанной в ИВМиМГ СО РАН, а также создана библиотека программных агентов, позволяющая использовать любую конфигурацию агентов и исследовать методы и алгоритмы для поиска наиболее эффективного сочетания.

В предложенной модели, в отличие от существующих и разрабатываемых моделей подобных систем, моделируется процесс оперативного принятия решений (управления), что позволяет исследовать и впоследствии создать систему, реагирующую на внешние и внутренние воздействия и способную обучаться в процессе эксплуатации.

Начаты работы по реализации алгоритмов решения прямых задач химической кинетики большой размерности на гибридных супер-ЭВМ.

Вычислительные ресурсы ССКЦ КП СО РАН

1. Кластерный суперкомпьютер НКС-30Т: изготовитель "Hewlett-Packard" (США); введен в эксплуатацию в апреле 2009 г., модернизирован в 2010 и 2011 гг.; гибридное расширение на GPU NVIDIA Tesla M2090 введено в эксплуатацию в феврале 2012 г.; пиковая производительность – 115 ТФлопс, в том числе 79 ТФлопс на GPU NVIDIA Tesla M2090.

ТОП-50 СНГ: 16-е место для расширения кластера на GPU (архитектура GPGPU) и 30-е место для базового кластера на процессорах Intel Xeon (архитектура MPP) в 17-й редакции рейтинга от 18.09. 2012.

Коммуникационная сеть – QDR Infiniband, транспортная и сервисная сети – Gigabit Ethernet. Кластерная файловая система Ibrix, 32 GB полезной емкости (<http://www2.ssc.ru/НКС-30Т/НКС-30Т.htm>).

2. Сервер с общей памятью HP ProLiant DL980 G7 (архитектура SMP) с четырьмя 10-ядерными процессорами Intel E7-4870 с тактовой частотой 2,4 ГГц, оперативной памятью 512 Гбайт и восемью SAS-дисками по 300 Гбайт. Пиковая производительность сервера в текущей конфигурации составляет 384 Гфлопс. В апреле 2012 г. сервер включен в кластер НКС-30Т как нестандартный вычислительный узел.

3. Сервер с общей памятью hp ProLiant DL580 G5 (архитектура SMP) в составе четырех процессоров Intel Quad-Core Xeon X7350 (4 ядра) и 256 Гбайт оперативной памяти с дисковым массивом HP Storageworks SFS20, имеющим 9 Тбайт "сырой" дисковой памяти.

4. Кластерный суперкомпьютер НКС-160 (архитектура MPP), изготовитель "Hewlett-Packard" (США). Пиковая производительность НКС-160 составляет 1 Тфлопс. Выводится из эксплуатации как морально устаревший.

Ниже приведена таблица роста вычислительных ресурсов ЦКП ССКЦ.

Рост вычислительных ресурсов ЦКП ССКЦ

Статистика по кластерам (НКС-30Т + НКС-160)	2009	2010	2011	2012
Суммарная производительность (Тфлопс)	7,1	17,5	31,0	116
Общее время работы центрального процессора (час)	1 924 308,38	2 908 834,93	5 021 778,55	12 799 789,11
Общее количество заданий	38 914	39 750	35 952	83 797

Инфраструктура машинного зала ССКЦ

Центр обработки данных (ЦОД) ССКЦ занимает четыре помещения общей площадью 205 м²: машинный зал № 1 66,7 м², машинный зал № 2 (59,9 м²), узел электропитания (58,5 м²), помещение гидромодуля (20 м²).

ЦОД оборудован автоматической системой газового пожаротушения, пожарной и охранной сигнализациями, источниками бесперебойного питания и прецизионными кондиционерами, системой мониторинга температуры и влажности (<http://www2.ssc.ru/Information/Infrastr/2012/Infrastr-2012.htm>).

Общая мощность двух источников бесперебойного электропитания составляет 240 кВт, общая мощность прецизионных кондиционеров по холоду составляет 276 кВт.

В 2012 г. общее потребление ЦКП ССКЦ составило 1250248 кВт/час.

Вычислительная техника работает в круглосуточном режиме.

ЦКП ССКЦ подключен по выделенному каналу (1 Гбит/с) к сети Новосибирского научного центра и дополнительно по скоростному каналу (10 Гбит/с) к суперкомпьютерной сети ННЦ.

Программное обеспечение, инструментальные средства разработки

На кластере НКС-30Т установлена Intel MPI 4, компиляторы Intel C++ и Intel Fortran Composer XE for Linux Version 2011 Update 5, включающие библиотеки Intel MKL, Intel IPP и Intel TBV. На кластере также установлены параллельные версии Gromacs, Quantum Espresso и Bioscope. Для программирования на GPU Nvidia установлен CUDA Toolkit 5.0.

В 2012 г. закуплены компиляторы PGI Accelerator (годовая лицензия) для работы на GPU, коммерческие пакеты ANSYS CFD (годовая поддержка) и Gaussian 09. В декабре 2012 г. ANSYS CFD обновлен до версии 14.5, в январе 2013 г. PGI Accelerator обновлен до версии 13.1 (release 13.1, updated January 28, 2013).

Сервер с общей памятью HP ProLiant DL980 G7 включен в НКС-30Т, поэтому на нем доступно программное обеспечение кластера. На многопроцессорном сервере с общей памятью ProLiant DL580 G5 также установлены компиляторы Intel C++ и Intel Fortran Composer XE for Linux. Одинаковый комплект базового программного обеспечения на кластерах и серверах упрощает работу пользователей.

Статистика использования услуг ССКЦ (по отчетам пользователей)

Всего пользователей – более 160 Всего организаций – 25, в том числе: институтов РАН – 19, университетов – 3 (НГУ, НГТУ, ИАТЭ, НИЯУ, МИФИ (Обнинск)) прочие организации – 3	Проекты по организациям: ИВМиМГ – 49 ИЦиГ – 30 ИК – 11 ИТПМ – 9 ИТ – 7 ИЯФ – 6 НГУ – 6 ИГ – 5 ИХКиГ – 5 НГТУ – 4 ИКЗ (Тюмень) – 3 ИХБиФМ – 3 ИНГиГ – 3 ИВТ – 2 ИХиХТ (Красноярск) – 2 ОНЦ (Омск) – 2 ИМ – 1 ИНХ – 1 ИФП – 1 ОАО "НИЦЭВТ" (Москва) – 1 СГА – 1	Докторских диссертаций – 1 Кандидатских диссертаций – 8 Дипломов – 19 Патентов – 11
Всего грантов, программ, проектов, тем – 152, из них: российских – 150, международных – 2, грантов РФФИ – 54 программ РАН – 16 проектов СО РАН – 37 программ Минобнауки – 23 прочие – 22		Всего публикаций – 142, из них: российских – 89 зарубежных – 53

Использование процессорного времени ССКЦ в 2012 г. (час)

Организации	НКС-160	НКС-30	Суммарно	Доля, %
ИЦиГ		4220891,76	4220891,76	32,98
ИК	33144,62	2506263,84	2539408,46	19,84
ИВМиМГ	12271,81	1992816,96	2005088,77	15,67
НГУ		1340082,96	1340082,96	10,47
ИХКиГ	23890,90	764479,92	788370,82	6,16
ИХиХТ (Красноярск)	27628,67	572862,72	600491,39	4,69
ИТ		370738,32	370738,32	2,90
ИЯФ		229974,48	229974,48	1,80
ИВТ		167934,48	167934,48	1,31
ИНГиГ		153338,16	153338,16	1,20
ИАТЭ (Обнинск)		127003,92	127003,92	0,99
ИТПМ	4074,11	97296,48	101370,59	0,79
НГТУ		44322,96	44322,96	0,35
ИХБиФМ		33961,44	33961,44	0,27
ИКЗ (Тюмень)	953,07	31831,92	32784,99	0,26
СИСТЕМА		13662,72	13662,72	0,11
ИАО (Томск)		13442,40	13442,40	0,11
ИНХ	96,00	5987,04	6083,04	0,05
ИЛФ		5855,04	5855,04	0,05
ИФП		2852,88	2852,88	0,02
НИЦЭВТ (Москва)		1155,60	1155,60	0,01
ОФ ИМ (Омск)		600,96	600,96	0,00
ОФ ИФП (Омск)		273,60	273,60	0,00
NVIDIA		92,64	92,64	0,00
ИГ		4,32	4,32	0,00
СГА		0,96	0,96	0,00
Другие		1,44	1,44	0,00
ИТОГО	102059,19	12697729,92	12799789,11	100,00

Области исследований задач, решаемых на ССКЦ в 2012 г.

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники
Индустрия наносистем (ИВМиМГ, ИК, ИКЗ (Тюмень), ИТПМ, ИХиХТ (Красноярск), ИХКиГ, ИЯФ, ОНЦ (Омск), ИФП)
Информационно-телекоммуникационные системы (ИВМиМГ, ИГ, ИНХ, НГУ, НГТУ, ИЦиГ, ИЯФ, ИВТ)
Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика (ИВТ, ИВМиМГ, ИГ, ИК, ИТ, ИХКиГ, ИЯФ, НГУ, НГТУ, ИНГиГ)
Науки о жизни (ИГ, ИКЗ (Тюмень), ИХБиФМ, ИЦиГ, НГУ, ОФ ИМ (Омск))
Рациональное природопользование (ИВМиМГ, ИКЗ (Тюмень), ИНГиГ, ИТ, ИХиХТ (Красноярск), НГУ)
Транспортные и космические системы (ИТПМ, НГТУ)

Другие направления
Физика высоких энергий (ИЯФ)
Астрофизика (ИК)
Биоинформатика (ИЦИГ)
Вычислительная математика (ИВМиМГ, НГУ)
Вычислительная гидродинамика (ИК)
Вычислительная техника (ОАО "НИЦЭВТ" (Москва))
Вычислительное моделирование (СГА, НГУ)
Геологические науки (ИВМиМГ, ИНГиГ, НГУ)
Оптика атмосферы и океана (ИВМиМГ)
Механика (ИТ)

Задачи обработки данных в физике высоких энергий

На части кластера НКС-30Т развернута виртуализованная вычислительная среда, основанная на KVM, используемая для обработки данных физических экспериментов в области физики высоких энергий, осуществляемых в ИЯФ СО РАН. Обмен данными между ИЯФ СО РАН и ССКЦ осуществляется через суперкомпьютерную сеть ННЦ (10 Гбит/с).

Эксперимент КЕДР. Работа проводится на электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-4М с детектором КЕДР. Эксперименты в области рождения ψ -резонансов (J/ψ , $\psi(2S)$, $\psi(3770)$) и τ -лептона.

Эксперимент ATLAS. Работа проводится на Большом адронном коллайдере (БАК) (ЦЕРН, Швейцария). Анализ данных эксперимента ATLAS в рамках ATLAS Exotics Working Group.

Эксперимент СНД. Работа проводится на коллайдере ВЭПП-2000 со сферическим нейтральным детектором (СНД). Изучение процессов электрон-позитронной аннигиляции в области энергии до 2 ГэВ в системе центра масс.

Публикации

Центральные издания

1. Глинский Б. М., Родионов А. С., Марченко М. А., Подкорытов Д. И., Винс Д. В. Агентно-ориентированный подход к имитационному моделированию суперЭВМ эксафлопсной производительности в приложении к распределенному статистическому моделированию // Вестн. ЮУрГУ, 2012. № 18 (277). Вып. 12. С. 93–106.

2. Ковалевский В. В., Глинский Б. М., Хайретдинов М. С., Караваев Д. А. О возможности вибросейсмических исследований грязевых вулканов // Вестн. НЯЦ РК. 2012. № 12. С. 55–66.

3. Белов С. Д., Зайцев А. С., Каплин В. И., Король А. А., Сковпень Ю., Сухарев А. М., Адакин А. С., Никульцев В. С., Чубаров Л., Кучин Н. В., Ломакин С. В., Калужный В. А. Использование виртуализованной суперкомпьютерной инфраструктуры Новосибирского научного центра для обработки данных экспериментов физики высоких энергий // Выч. технол. 2012. Т. 17, № 6. С. 36–46.

Зарубежные издания

1. Snytnikov V. N., Mischenko T. I., Snytnikov V. I., Chernykh I. G. Physicochemical processes in a flow reactor using laser radiation energy for heating reactants // Chem. Engineering Research And Design. 2012. V. 90. P. 1918–1922.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Glinsky B., Rodionov A., Marchenko M., Podkorytov D, Weins D. Scaling the distributed stochastic simulation to exaflop supercomputers // Proc. of the IEEE 14th Intern. conf. on high performance comput. and commun., Liverpool (UK), June 25–27 2012. P. 1131–1136.
2. Alekseev A. S., Tsibulchik G. M., Glinsky B. M., Khairtdinov M. S., Kovalevsky V. V. Vibroseismic technology of detection and monitoring of seismic- volcano- prone zones // Proc. of the Intern. Congr. "Natural cataclysms and global problems of the modern civilization". London: SWB-2012. P.113–123.
3. Караваев Д. А., Ковалевский В. В., Глинский Б. М., Хайретдинов М. С. Виброзондирование грязевого вулкана Карабетова гора, эксперимент и математическое моделирование // Материалы 8-й Междунар. науч. конгр. "Дистанционные методы зондирования земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология" ("Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012"), Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г. Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. С. 109–113.
4. Глинский Б. М., Родионов А. С., Марченко М. А., Караваев Д. А., Подкорытов Д. И., Винс Д. В. Использование имитационного моделирования для настройки параметров масштабируемых алгоритмов при высокопроизводительных вычислениях // Труды Междунар. суперкомпьютерной конференции и конференции молодых ученых "Научный сервис в сети Интернет", Абрау-Дюрсо, 17–22 сент. 2012 г. С. 93–98.

Прочие издания

1. Chernykh I., Antonova M. Numerical modeling of chemical kinetics with using of supercomputers // Труды Междунар. науч. конф. "Параллельные вычислительные технологии" (ПАВТ'2012), Новосибирск, 26–30 марта 2012 г. С. 711.
2. Chernykh I., Antonova M. Modeling of chemical reactors with using of high performance computing // Abs. of the Intern. Congr. Chem. Engineering "ANQUE 2012", Sevilla (Spain), June 24–27, 2012. V. 3. P. 23–24.

Сдано в печать

1. Ковалевский В. В., Глинский Б. М., Хайретдинов М. С., Караваев Д. А. Экспериментальные вибросейсмические исследования грязевого вулкана гора Карабетова и результаты математического моделирования // Вулканология и сейсмология (в печати).
2. Глинский Б. М., Родионов А. С., Марченко М. А., Караваев Д. А., Подкорытов Д. И., Винс Д. В. Использование имитационного моделирования для настройки параметров масштабируемых алгоритмов при высокопроизводительных вычислениях // Вестн. УГАТУ. 2012 (в печати).

Общее число публикаций

Центральные издания – 3

Зарубежные издания – 1

Материалы международных конференций – 4.

Участие в конференциях и совещаниях

1. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. – 1 доклад (Глинский Б. М.).
2. IEEE 14th International conference on high performance computing and communications, Liverpool, June 2012. – 1 доклад (Глинский Б. М.).
3. Intern. congress "Natural Cataclysms and Global Problems of the Modern Civilization". London, 2012. – 1 доклад. (Глинский Б. М.).
4. VIII Международный научный конгресс "Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012", "Дистанционные методы зондирования земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология". Новосибирск, 17–19 апреля 2012 г. – 1 доклад (Глинский Б. М.).
5. Международная суперкомпьютерная конференция. "Научный сервис в сети Интернет". Новороссийск, 17–22 сентября 2012 г. – 1 доклад (Глинский Б. М.).
6. Первый национальный суперкомпьютерный форум, Переславль-Залесский, 29–30 ноября 2012 г. – 1 доклад (пленарный) (Глинский Б. М.).
7. Международная конференция "Параллельные вычисления и задачи управления", Москва, 24–26 окт. 2012 г. – 1 доклад (Глинский Б. М.).
8. Международная конференция по инженерной химии "ANQUE 2012", Севилья (Испания), 24–27 июня 2012 г. – 1 доклад (Черных И. Г.).
9. Международная научная конференция "Параллельные вычислительные технологии" (ПАВТ'2012), Новосибирск, 26–30 марта 2012 г. – 2 доклада. (Глинский Б. М., Черных И. Г.)
10. The International symposium on grids and clouds, Taipei (Taiwan), 26 Feb. – 2 March, 2012. – 1 доклад. (Кучин Н. В. Ломакин С. В.)

Всего докладов – 11, в том числе 1 пленарный.

Участие в оргкомитетах и организационных комитетах конференций

1. Глинский Б. М. – член программного комитета Международной научной конференции "Параллельные вычислительные технологии" (ПАВТ'2012), Новосибирск, 26–30 марта 2012 г.
2. Черных И. Г., Кучин Н. В., Ломакин С. В., Зернова Л. В. – члены организационного комитета Международной научной конференции "Параллельные вычислительные технологии" (ПАВТ'2012), Новосибирск, 26–30 марта 2012 г.
3. Черных И. Г. – председатель оргкомитета всероссийской конференции "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, Июнь 2012 г.

Кадровый состав лаборатории

1. Глинский Б. М.	зав. лаб.,	д.т.н.
2. Кучин Н. В.	гл. спец. по СПО	
3. Черных И. Г.	н.с.	к.ф-м.н.
4. Ломакин С. В.	м.н.с.	
5. Винс Д. В.	м.н.с. 0,25	
6. Макаров И. Н.	вед. программист	
7. Зернова Л. В.	вед. программист 0,75	

Справочная информация

Таблица 1

Краткая информация о кадровом составе института, финансовой и научно-организационной деятельности в 2012 г. по сравнению с 2011 г.

№	Показатели	На 31.12.11 г.	На 31.12.12 г.
1.	Общее количество штатных работников	303	303
2.	Общее количество штатных научных работников	170	167
3.	Общее количество штатных молодых научных работников (до 35 лет)	44	44
4.	Общее количество аспирантов (очников/заочников)	37 (33/4)	34 (31/3)
4.1.	Количество докторантов	1	1
5.	Общее число вышедших публикаций (см. табл. 2), в том числе:	303	295
5.1.	– монографий	5	9
5.2.	– в центральных и зарубежных изданиях	155	158
5.3.	– материалов международных конференций	148	125
6.	Общее количество охранных документов (патентов и т. п.), полученных институтом (см. табл. 2), в том числе:	10	8
6.1.	– патентов	1	2
6.2.	– программ зарегистрировано	8	5
6.3.	– баз данных	1	1

В 2012 г. сотрудники института выполняли:

- 8 проектов по основным научным направлениям Института (план НИР 2010-2012 гг.);
- 38 грантов РФФИ (в том числе – 6 молодежных проектов);
- 18 Интеграционных проектов СО РАН;
- 23 проекта по Программам Президиума РАН и Отделения математических наук РАН;
- 9 тем по хоздоговорам;
- 5 тем по молодежным и специализированным грантам СО РАН.