

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 2013 г.



Новосибирск-2014

СОДЕРЖАНИЕ

Научно-организационная деятельность.....	4
Важнейшие результаты научных исследований в 2013 г.	14
Лаборатория методов Монте-Карло	29
Лаборатория численного анализа стохастических дифференциальных уравнений.....	39
Лаборатория стохастических задач	45
Лаборатория вычислительной физики.....	55
Лаборатория математических задач химии	66
Лаборатория математического моделирования процессов в атмосфере и гидросфере	75
Лаборатория математического моделирования гидродинамических процессов	91
в природной среде	
Лаборатория численного анализа и машинной графики.....	100
Лаборатория математических задач геофизики	108
Лаборатория численного моделирования сейсмических полей	120
Лаборатория математического моделирования волн цунами	130
Лаборатория геофизической информатики	137
Лаборатория обработки изображений.....	147
Лаборатория системного моделирования	159
Лаборатория прикладных систем	163
Лаборатория моделирования динамических процессов в информационных сетях	171
Лаборатория синтеза параллельных программ.....	178
Лаборатория параллельных алгоритмов решения больших задач	190
Лаборатория Сибирский суперкомпьютерный центр	199
Справочная информация	207

НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Премия Правительства РФ в области науки и техники 2013 г. присуждена Сергею Всеволодовичу Бредихину за создание информационно-телекоммуникационной инфраструктуры междисциплинарных научных исследований как основы экономического и социального развития восточных регионов России (Распоряжение Правительства РФ от 27 февраля 2013 г.).

В 2013 г. проведено 10 заседаний Ученого совета института, на которых рассмотрены научные, кадровые и организационные вопросы, заслушаны следующие научные доклады: "Обратные и некорректные задачи в науке, образовании и промышленности" (чл.-корр. РАН С. И. Кабанихин), "Численное моделирование процессов облако- и осадкообразования" (д.ф.-м.н. В. М. Мальбахов), "Моделирование динамики астрофизических объектов на суперЭВМ" (к.ф.-м.н. И. М. Куликов).

В 2013 г. грантами Президента РФ поддержаны ведущие научные школы академика РАН Б. Г. Михайленко "Прямые и обратные задачи в науках о Земле, в экологии и рациональном природопользовании. Математические модели геофизических процессов и их связи со свойствами среды. Применение супер-ЭВМ для моделирования в природных и техногенных системах" и чл.-корр. РАН Г. А. Михайлова "Разработка методов численного статистического моделирования для решения задач математической физики и индустриальной математики".

Грант Президента РФ по государственной поддержке молодых российских ученых – кандидатов наук получил к.ф.-м.н. К. В. Калгин, название проекта: "Моделирование производительности параллельных программ". В 2013 г. продолжалась работа по грантам Президента РФ: к.ф.-м.н. И. М. Куликов, название проекта "Разработка эффективных параллельных алгоритмов для моделирования гравитационных магнитно-газодинамических процессов на высокопроизводительных вычислительных системах, оснащенных графическими ускорителями"; к.ф.-м.н. А. В. Терехова, название проекта "Разработка численных алгоритмов для решения систем линейных алгебраических уравнений больших размерностей в задачах моделирования упругих волновых полей на многопроцессорных вычислительных системах".

В 2013 г. защитили кандидатские диссертации сотрудники института А. А. Леженин, Д. С. Бутюгин, Н. А. Каргаполова, С. А. Роженко, А. Е. Киреева.

Институт является базовым для кафедр вычислительной математики, вычислительных систем, математических методов геофизики, параллельных вычислений ММФ Новосибирского государственного университета; параллельных вычислительных технологий и сетевых информационных технологий Новосибирского государственного технического университета; кафедры информатики Сибирского университета потребительской кооперации; имеет филиал кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования Сибирской государственной академии геодезии.

В институте проводят работу следующие научно-образовательные центры:

– "Учебно-научный центр по вычислительной математике и информатике"; центр создан совместно с НГУ и ИСИ СО РАН, имеет терминальный класс на 12 рабочих мест с компьютерами, подсоединенными к сети ИВМиМГ СО РАН и Интернету;

– "Научно-образовательный центр по современным проблемам математического моделирования и вычислительной математики"; центр создан совместно с НГУ, ИВЦ НГУ, ИМ СО РАН и ИТПМ СО РАН;

– "Параллельные вычислительные технологии"; центр создан на базе НГУ.

В 2013 г. проводились работы по 9 базовым проектам фундаментальных научных исследований; 18 интеграционным проектам СО РАН (из них в 6 проектах институт высту-

пает головной организацией); 22 проектам по программам Президиума РАН и ОМН РАН; 32 инициативным проектам РФФИ.

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

По результатам проведенного в 2013 г. в Министерством связи и массовых коммуникаций РФ и Министерством образования и науки РФ конкурса на создание исследовательских центров мирового уровня в области информационных технологий совместно с ИСИ СО РАН, ИЦИГ СО РАН, ИМ СО РАН, НГУ и компанией "УНИПРО" создан исследовательский центр "Наукоемкое программное обеспечение и биоинформатика" (научные координаторы: акад. РАН Н. А. Колчанов, чл.-корр. РАН С. И. Кабанихин, к.т.н. Ю. М. Зыбарев).

Институт является базой для Фонда алгоритмов и программ СО РАН. В настоящее время в ФАП СО РАН зарегистрированы примерно 200 программ, примерно 40 баз данных. Свои разработки регистрируют организации не только СО РАН, но и всей России: из Москвы (11 зарегистрированных программ), Калуги (5 программ), Пензы (6 программ). Назначение разработок различное – от обучающих программ до крупных программных комплексов, таких как "Комплекс для компьютерного моделирования физико-химических свойств органических матричных нанокompозитов", разработанный в МГУ и Курчатовском центре.

Конференции, школы

В 2013 г. институтом проведены четыре международные конференции:

1. Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвященная 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева.

Срок проведения – 10–13 октября 2013 г. Место проведения – ИВМиМГ СО РАН и Дом ученых СО РАН, Академгородок, Новосибирск. Количество участников – 220, в том числе 217 из России, 3 из Казахстана.

2. 5-я Международная молодежная научная школа-конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", посвященная 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева.

Срок проведения 8–13 октября 2013 г. Место проведения – ИВМиМГ СО РАН и Дом ученых СО РАН, Академгородок, Новосибирск. Количество участников – 200, в том числе 198 из России, 2 из Франции.

3. 12th International conference on parallel computing technologies (PaCT-2013).

Срок проведения – 30 сентября – 4 октября 2013 г. Место проведения – Санкт-Петербург. Количество участников – 212, из них 177 из России, 35 из других стран, в том числе: США – 4, Италия – 3, Ирландия – 3, Испания – 2, Япония – 2, Германия – 3, Бразилия – 1, Финляндия – 1, Бельгия – 1, Великобритания – 2, Австрия – 1, Польша – 2, Украина – 2, Республика Корея – 2, Турция – 1, Казахстан – 5.

4. 9-я Международная Азиатская школа-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем", Алма-Ата (Республика Казахстан).

Срок проведения – 15–25 июля 2013 г. Место проведения – Алма-Ата (Республика Казахстан). Количество участников – 150 (38 российских, 112 иностранных, в том числе Республика Казахстан – 91, Киргизская Республика – 4, Республика Узбекистан – 14, Азербайджан – 3). Среди участников 7 академиков, 3 члена-корреспондента, 44 доктора и 36 кандидатов наук.

Международные соглашения, контракты, гранты

Выполнялись либо были заключены 3 соглашения и 2 договора:

1. Соглашение о научном сотрудничестве по проведению совместных исследований в области математического моделирования информационных сетей между ИВМиМГ СО РАН (Новосибирск, Россия) и Сункъянкванским Национальным университетом (Республика Корея). Координаторы: от института – зав. лаб. д.т.н. А. С. Родионов; от Сункъянкванского национального университета – руководитель исследовательского центра по распознаванию образов Донгхо Вон. Срок соглашения – с 01.01.2007 г. по 31.12.2013 г.

2. Договор об издании научных трудов между компанией "Pleiades Publishing Ltd." (Британские Виргинские Острова, США) и ИВМиМГ СО РАН (Новосибирск, Россия). Координаторы: от "Pleiades Publishing Ltd." – президент А. Шусторович, от института – директор, гл. редактор рецензируемого журнала "Сибирский журнал вычислительной математики", акад. РАН Б. Г. Михайленко. 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) и ИВМиМГ СО РАН (Новосибирск, Россия). Координаторы: от Университета им. Сулеймана Демиреля – ректор Месут Акгул; от института – директор акад. РАН Б. Г. Михайленко и зав. лаб. чл.-корр. РАН С. И. Кабанихин. Срок соглашения – с 15.03.2011 г. по 15.03.2014 г.

4. Договор о научно-исследовательском сотрудничестве по развитию методов математического моделирования для целей рационального природопользования и охраны окружающей среды между ИВМиМГ СО РАН (Новосибирск, Россия) и Восточно-Казахстанским государственным техническим университетом им. Д. Серикбаева (Усть-Каменогорск, Республика Казахстан). Координаторы: от института – директор, акад. РАН Б. Г. Михайленко; от Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева – ректор Н. М. Темирбеков. Срок действия договора – с 29.11.2012 г. по 29.11.2017 г.

5. Соглашение о научно-техническом сотрудничестве по исследованиям в области информационных технологий, системного и прикладного программного обеспечения суперкомпьютеров и разработки суперкомпьютерных приложений между ИВМиМГ СО РАН (Новосибирск, Россия) и Технологическим университетом (Джохор-бару, шт. Джохор, Малайзия (Johor-bahru, Johor, Malaysia)). Координаторы: от института – зав. лабораторией д.т.н. проф. В. Э. Малышкин; от малазийского технологического университета – проф., доктор наук, зам. директора по исследованиям и инновациям Мохд Азраай Казим (Mohd Azraai Kassim). Срок соглашения – с 28.11.2013 г. по 28.11.2017 г.

Командировки за рубеж

В 2013 г. за рубеж командировано 100 сотрудников института вместо 98 в 2012 г. Причем командировок для участия в международных конференциях 80 (из них в ближнее зарубежье – 20); краткосрочных командировок, касающихся научной кооперации – 12, для чтения лекций – 6, на стажировку – 2. Страны, в которые было осуществлено командирование: Германия, Австрия, Франция, Швейцария, Великобритания, Италия, Австралия, США, Канада, Швеция, Финляндия, Норвегия, Тунис, Сербия и Черногория, Словения, Болгария, Турция, Кипр, Индия, Япония, Сингапур, Китай, Республика Корея, Вьетнам, Украина, Казахстан, Киргизстан.

В 2013 г. не было принято ни одного иностранного гостя, как и в 2012 г.

Германия

1. Снытников А. В., н.с. Научная работа по теме: "Моделирование взаимодействия электронных пучков с плазмой", г. Дюссельдорф, Германия, с 12.01.13 г. по 25.09.13 г.
2. Сандер И. А., ведущий программист. Проведение научных работ по теме: разработка комплекса программ дистанционного обучения в среде Android в Высшей школе техники, экономики и культуры, г. Лейпциг, Германия, с 28.05.13 г. по 30.06.13 г.
3. Кучин Н. В., гл. специалист. Участие в Международной конференции по суперкомпьютерам, г. Лейпциг, Германия, с 12.06.13 г. по 21.06.13 г.
4. Пригарин С. М., с.н.с., д.ф.-м.н. Проведение совместных работ по теме: "Перенос радиации в облачной атмосфере", университет Людвига-Максимилиана, г. Мюнхен, Германия, с 07.10.13 г. по 06.12.13 г.
5. Сабельфельд К. К., г.н.с., д.ф.-м.н. Научная работа по моделированию роста нанопроводников, Институт твердотельной электроники г. Берлина и университет г. Зигена, Германия, с 19.10.13 г. по 20.11.13 г.
6. Крупчатников В. Н., в.н.с., д.ф.-м.н. Участие в работе совещания по гидрологии суши, г. Гамбург, Германия, с 11.11.2013 г. по 27.11.2013 г.

Австрия

7. Воскобойникова Г. М., м.н.с. Участие в Генеральной ассамблее Европейского Геофизического союза – 2013, г. Вена, Австрия, с 04.04.13 г. по 14.04.13 г.
8. Голубева Е. Н., с.н.с., д.ф.-м.н. Участие в Генеральной ассамблее Европейского Геофизического союза, г. Вена, Австрия, с 06.04.13 г. по 14.04.13 г.
9. Малахова В. В., н.с. Участие в Генеральной ассамблее Европейского Геофизического союза, г. Вена, Австрия, с 06.04.13 г. по 14.04.13 г.
10. Пененко В. В., зав. лабораторией, д.ф.-м.н. Участие в Генеральной ассамблее Европейского Геофизического союза, г. Вена, Австрия, с 06.04.13 г. по 14.04.13 г.
11. Пененко А. В., м.н.с. Участие в Генеральной ассамблее Европейского Геофизического союза, г. Вена, Австрия, с 06.04.13 г. по 14.04.13 г.

Франция

12. Голубева Л. А., н.с. Обсуждение совместных проектов для задач математической химии, г. Рен, Франция, с 22.04.13 г. по 17.06.13 г.
13. Шишленин М. А., с.н.с., к.ф.-м.н. Участие в Международной конференции "Решение некорректных и обратных задач математической физики", г. Бордо, Франция, с 27.05.13 г. по 30.06.13 г.
14. Кабанихин С. И., зав. лабораторией, чл.-корр. РАН. Участие в Международной конференции "Обратные задачи: дизайн и оптимизация"; обсуждение планов совместных работ по теме "Обратные задачи", г. По, Франция, с 18.06.13 г. по 01.07.13 г.
15. Гусяков В. К., зав. лабораторией, д.ф.-м.н. Участие в Международной конференции "Береговая динамика-2013", г. Аркашон, Франция, с 20.06.13 г. по 24.06.13 г.
16. Воронина Т. А., с.н.с., к.ф.-м.н. Участие в 4-м Международном симпозиуме по обратным задачам и оптимизации, г. Элби, Франция, с 25.06.13 г. по 29.06.13 г.
17. Лукинов В. Л., н.с., к.ф.-м.н. Участие в Международном семинаре по математике и вычислительной технике, университет Савойи, г. Аннеси, Франция, с 14.07.13 г. по 19.07.13 г.
18. Решетова Г. В., в.н.с., д.ф.-м.н. Участие в совместных исследованиях по обратным задачам сейсмологии, г. По, Бордо, Франция с 08.09.13 г. по 20.09.13 г.

19. Чеверда В. А., ведущий инженер. Участие в совместных исследованиях по обратным задачам сейсмологии, г. По, Бордо, Франция с 08.09.13 г. по 20.09.13 г.

Швейцария

20. Ильин В. П., д.ф.м.н., г.н.с. Участие в Международной конференции по методам разложения областей, г. Лугано, Швейцария, с 15.09.13 г. по 22.09.13 г.

Великобритания

21. Куликов И. М., м.н.с., к.ф.-м.н. Участие в Международной конференции "О космическом разломе", г. Кембридж, Великобритания, с 06.06.13 г. по 18.07.13 г.

22. Решетова Г. В., в.н.с., д.ф.-м.н. Участие в Международной конференции геофизиков, г. Лондон, Великобритания, с 10.06.13 г. по 13.06.13 г.

23. Воронин К. В., инженер. Участие в Международной конференции геофизиков, г. Лондон, Великобритания, с 10.06.13 г. по 15.06.13 г.

24. Суродина И. В., с.н.с., к.ф.-м.н. Участие в Международной конференции "Методы преобусловливания для научных и технических приложений", университет г. Оксфорда, Великобритания, с 18.06.13 г. по 25.06.13 г.

25. Шалимова И. А., с.н.с., к.ф.-м.н. Повышение квалификации по преподаванию на английском языке, Оксфорд Хаус колледж, г. Лондон, Великобритания, с 03.11.13 г. по 18.11.13 г.

26. Медведев И. Н., н.с., к.ф.-м.н. Повышение квалификации по преподаванию на английском языке, Оксфорд Хаус колледж, г. Лондон, Великобритания, с 03.11.13 г. по 18.11.13 г.

Италия

27. Бурмистров А. В., н.с. Участие в Международном семинаре по математическому моделированию, г. Римини, Италия, с 18.05.13 г. по 26.05.13 г.

28. Коротченко М. А., н.с. Участие в Международном семинаре по математическому моделированию, г. Римини, Италия, с 18.05.13 г. по 26.05.13 г.

29. Соколова О. Н., с.н.с., г. Римини, Италия, Участие в 7-м Международном симпозиуме по математическому моделированию, г. Римини, Италия, с 18.05.13 г. по 27.05.13 г.

30. Пригарин С. М., в.н.с., д.ф.-м.н. Участие в 7-м Международном симпозиуме по математическому моделированию, г. Римини, Италия, с 18.05.13 г. по 27.05.13 г.

31. Марченко М. А., к.ф.-м.н., ученый секретарь. Участие в 7-м Международном симпозиуме по математическому моделированию, г. Римини, Италия, с 19.05.13 г. по 21.05.13 г.

32. Ухинов С. А., в.н.с., д.ф.-м.н., Участие в 7-м Международном симпозиуме по математическому моделированию, г. Римини, Италия, с 19.05.13 г. по 21.05.13 г.

33. Рогазинский С. В., зав. лабораторией, д.ф.-м.н. Участие в 7-м Международном симпозиуме по математическому моделированию, г. Римини, Италия, с 19.05.13 г. по 26.05.13 г.

34. Лукинов В. Л., н.с., к.ф.-м.н. Участие в 7-м Международном симпозиуме по математическому моделированию, г. Римини, Италия, с 19.05.13 г. по 26.05.13 г.

35. Огородников В. А., г.н.с., к.ф.-м.н. Участие в 7-м Международном симпозиуме по математическому моделированию, г. Римини, Италия, с 19.05.13 г. по 26.05.13 г.

36. Каргин Б. А., зав. лабораторией, д.ф.-м.н. Участие в 7-м Международном симпозиуме по математическому моделированию, г. Римини, Италия, с 19.05.13 г. по 26.05.13 г.

37. Медведев И. Н., н.с. к.ф.-м.н. Участие в 7-м Международном симпозиуме по математическому моделированию, г. Римини, Италия, с 19.05.13 г. по 26.05.13 г.

38. Каргаполова Н. А., инженер. Участие в 7-м Международном симпозиуме по математическому моделированию, г. Римини, Италия, с 20.05.13 г. по 27.05.13 г.

39. Сергеева О. В., м.н.с. Участие в 7-м Международном симпозиуме по математическому моделированию, г. Римини, Италия, с 20.05.13 г. по 27.05.13 г.

Австралия

40. Криворотько О. И., инженер. Участие в Международной конференции "Совмещенная обратная задача цунами", г. Брисбен, Австралия, с 02.07.13 г. по 06.07.13 г.

41. Лукинов В. Л. н.с., к.ф.-м.н. Участие в семинаре по алгебре, логике, геометрии и комбинаторике, г. Сидней, Австралия, с 16.11.13 г. по 02.12.13 г.

США

42. Решетова Г. В., в.н.с., д.ф.-м.н. Участие в Международной конференции по разведочной геофизике, г. Хьюстон, США с 22.09.13 г. по 27.09.13 г.

43. Чеверда В. А., ведущий инженер. Участие в Международной конференции по разведочной геофизике, г. Хьюстон, США с 22.09.13 г. по 27.09.13 г.

44. Голубева Е. Н., с.н.с, д.ф.-м.н. Участие в работе совещания по международному проекту FAMOS (Форум по арктическим моделям и синтезированным наблюдениям), г. Вудс Холл, США, с 18.10.13 г. по 27.10.13 г.

45. Платов Г. А., с.н.с, д.ф.-м.н. Участие в работе совещания по международному проекту FAMOS (форум по арктическим моделям и синтезированным наблюдениям), г. Вудс Холл, США, с 18.10.13 г. по 27.10.13 г.

Канада

46. Кузин В. И., д.ф.-м.н., зав. лабораторией Участие в Международной конференции PICES (Pacific International Scientific Organization (Тихоокеанская Международная научная организация)), г. Нанаймо, Канада, с 10.10.13 г. по 21.10.13 г.

Швеция

47. Городничев М. А., м.н.с. Научная работа по теме: "Численное решение задач сейсмоки на суперкомпьютерах", г. Лунд, Швеция, с 14.03.13 г. по 30.03.13 г.

48. Кабанихин С. И., зав. лабораторией, чл.-корр. РАН. Рабочая встреча по решению обратных задач и их приложениям, г. Стокгольм, Швеция, с 29.04.13 г. по 10.05.13 г.

49. Воронина Т. А., с.н.с., к.ф.-м.н. Участие в Объединенной ассамблее "Научные знания для будущего", г. Гетеборг, Швеция, с 21.07.13 по 27.07.13 г.

50. Гусяков В. К., зав. лабораторией, д.ф.-м.н. Участие в Генеральной ассамблее Международной ассоциации сейсмологии и физики недр Земли и Международной ассоциации физики океана, г. Гетеборг, Швеция, с 10.08.13 г. по 14.08.13 г.

Финляндия

51. Бандман О. Л., г.н.с., д.ф.-м.н. Участие в Международной конференции по высокопроизводительным вычислениям и моделированию, г. Хельсинки, Финляндия, с 30.06.13 г. по 06.07.13 г.

Норвегия

52. Решетова Г. В., в.н.с., д.ф.-м.н. Участие в совещании по моделированию волновых полей, г. Осло, Норвегия, с 26.05.13 г. по 30.05.13 г.

Тунис

53. Кандрюкова Т. А., м.н.с. Участие в Международной конференции "Волны-2013", г. Гаммарт, Тунис, с 01.06.13 г. по 09.06.13 г.

54. Воронин К. В., инженер. Участие в Международной конференции "Волны-2013", г. Гаммарт, Тунис, с 01.06.13 г. по 09.06.13 г.

55. Решетова Г. В., в.н.с., д.ф.-м.н. Участие в Международной конференции "Волны-2013", г. Гаммарт, Тунис, с 03.06.13 г. по 07.06.13 г.

Сербия и Черногория

56. Хайретдинов М. С., г.н.с., д.т.н. Участие в Международной конференции "Математические и информационные технологии", г. Косовка Матровица, Сербия и г. Будва, Черногория, с 05.09.13 г. по 17.09.13 г.

57. Глинский Б. М., зав. лабораторией, д.т.н. Участие в Международной конференции "Математические и информационные технологии", г. Косовка Матровица, Сербия и г. Будва, Черногория, с 05.09.13 г. по 15.09.13 г.

58. Ковалевский В. В., зам.директора, д.т.н. Участие в Международной конференции "Математические и информационные технологии", г. Косовка Матровица, Сербия и г. Будва, Черногория, с 05.09.13 г. по 17.09.13 г.

59. Соколова О. Н., с.н.с., к.ф.-м.н. Участие в Международной конференции "Математические и информационные технологии", г. Косовка Матровица, Сербия и г. Будва, Черногория, с 05.09.13 г. по 14.09.13 г.

60. Свешников В. М., зав. лабораторией, д.ф.-м.н. Участие в Международной конференции "Математические и информационные технологии", г. Косовка Матровица, Сербия и г. Будва, Черногория, с 05.09.13 г. по 15.09.13 г.

61. Платов Г. А., с.н.с., д.ф.-м.н. Участие в Международной конференции "Математические и информационные технологии", г. Косовка Матровица, Сербия и г. Будва, Черногория, с 05.09.13 г. по 15.09.13 г.

Словения

62. Кандрюкова Т. А., м.н.с. Участие в Международной конференции "MATCOS-13" ("Middle-European conference on applied theoretical computer science" ("Средне-европейская конференция по прикладной и теоретической вычислительной технике")), г. Копер, Словения, с 08.10.13 г. по 11.10.13 г.

Болгария

63. Роженко А. И., с.н.с., д.ф.-м.н. Участие в Международной конференции "Конструктивная теория функций", г. Созополь, Болгария, с 08.06.13 г. по 16.06.13 г.

Турция

64. Марчук А. Г., в.н.с., д.ф.-м.н. Участие в 26-м Международном симпозиуме по цунами, Ближневосточный технический университет, г. Гочек, Турция, с 23.09.13 г. по 29.09.13 г.

Кипр

65. Черных И. Г., н.с. Участие в Международной конференции по вычислениям ("Scientific computing"), г. Пафос, Кипр, с 01.12.13 г. по 08.12.13 г.

Индия

66. Гусяков В. К., д.ф.-м.н., зав. лабораторией. Участие в 20-й Школе-семинаре по морской геологии, г. Хайдерабад, Индия, с 17.11.13 г. по 30.11.13 г.

Япония

67. Михеева А. В., м.н.с. Чтение лекций по теме: "Методы расчета параметров сейсмического режима", Университет г. Айзу, Япония, с 28.07.13 г. по 26.09.13 г.

Сингапур

68. Козлов Д. С., инженер. Участие в Международной конференции по компьютерной графике "Pacific Graphics-2013", г. Сингапур, Сингапур, с 06.10.13 г. по 12.10.13 г.

Китай

69. Шишленин М. А., с.н.с., к.ф.-м.н. Участие в Рабочей встрече по вычислениям обратных задач в приложениях, г. Наньчан, Китай, с 11.07.13 г. по 15.07.13 г.

70. Кузин В. И., д.ф.-м.н., зав. лабораторией. Участие в Международной конференции "WCO-2013" ("World congress of Ocean-2013" ("Конгресс по изучению Мирового Океана-2013")), г. Ханжжоу, Китай, с 22.09.13 г. по 28.09.13 г.

71. Михайленко Б. Г., академик РАН, директор ИВМиМГ СО РАН. Участие в Международной конференции "SET-2013" ("World congress on engineering and technology-2013" ("Мировой конгресс по инжинирингу и технологиям-2013")), Гонконг, г. Санья, Китай, с 23.10.13 г. по 31.10.13 г.

72. Решетова Г. В., с.н.с., д.ф.-м.н. Участие в Международной конференции "SET-2013" ("World congress on engineering and technology-2013" (Мировой конгресс по инжинирингу и технологиям-2013)), Гонконг, г. Санья, Китай, с 23.10.13 г. по 31.10.13 г.

73. Черных И. Г., н.с. Участие в 6-м Азиатско-тихоокеанском конгрессе по катализаторам, г. Тайбей, Тайвань, с 11.10.2013 г. по 19.10.2013 г.

Республика Корея

74. Криворотько О. И., инженер. Участие в Международной конференции "Прикладные обратные задачи", г. Тэджон, Республика Корея, с 23.06.13 г. по 26.06.13 г.

75. Шишленин М. А., с.н.с., к.ф.-м.н. Участие в Международной конференции по прикладным обратным задачам, г. Данжам, Республика Корея, с 30.06.13 г. по 03.07.13 г.

Вьетнам

76. Шахов В. В., с.н.с., к.ф.-м.н. Участие в Международной конференции по вычислительной математике и приложениям, г. Хошимин, Вьетнам, с 11.06.13 г. по 28.06.13 г.

Украина

77. Пяткин В. П., д.т.н., зав. лабораторией. Участие в Международной конференции "Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе" ("IT+SE'2013"), г. Ялта, г. Гурзуф, Украина, с 22.05.13 г. по 06.06.13 г.

Казахстан

78. Решетова Г. В. с.н.с., д.ф.-м.н. Научная работа по проекту РФФИ "Численное моделирование флюидонасыщенных потоков в трещиноватых средах", г. Алма-Ата, Республика Казахстан, с 24.03.13 г. по 21.04.13 г.

79. Пененко В. В., зав. лабораторией, д.ф.-м.н.. Участие в совещании по методам управления качеством атмосферы городов и чтение лекций, г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, с 16.04.13 г. по 30.04.13 г.

80. Пененко А. В., м.н.с. Участие в совещании по методам управления качеством атмосферы городов и чтение лекций, г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан, с 16.04.13 г. по 30.04.13 г.

81. Попков В. К., г.н.с., д.ф.-м.н. Организация 9-й Международной конференции "Проблемы оптимизации сложных систем", Институт проблем информатики и управления, г. Алма-Ата (Казахстан), с 27.05.13 г. по 30.05.13 г.

82. Кабанихин С. И., зав. лабораторией, чл.-корр. РАН. Участие в 9-й Международной Азиатской школе-семинаре: "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Алма-Ата (Казахстан), с 06.08.13 г. по 18.08.13 г.

83. Криворотько О. И., инженер. Подготовка и участие в 9-й Международной Азиатской школе-семинаре "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Алма-Ата (Казахстан), с 06.08.13 г. по 18.08.13 г.

84. Скопин И. Н., с.н.с., к.ф.-м.н. Участие в 9-й Международной Азиатской школе-семинаре "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Алма-Ата (Казахстан), с 12.08.13 г. по 27.08.13 г.

85. Попков В. К., г.н.с., д.ф.-м.н. Участие в 9-й Международной Азиатской школе-семинаре "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Алма-Ата (Казахстан), с 13.08.13 г. по 28.08.13 г.

86. Малышкин В. Э., зав. лабораторией, д.т.н. Чтение лекций и проведение совместных научных работ по теме "Высокопроизводительные вычислительные системы" в Казахском национальном университете им. аль-Фараби, г. Алма-Ата (Казахстан), с 13.08.13 г. по 23.08.13 г.

87. Городничев М. А., м.н.с. Чтение лекций и проведение совместных научных работ по теме "Высокопроизводительные вычислительные системы" в Казахском национальном университете им. Аль-Фараби, г. Алма-Ата (Казахстан), с 13.08.13 г. по 23.08.13 г.

88. Токтошов Г. Ы., м.н.с. Участие в 9-й Международной Азиатской школе-семинаре "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Алма-Ата, Республика Казахстан, с 15.08.13 г. по 25.08.13 г.

89. Краатов С. В., м.н.с. Участие в 9-й Международной Азиатской школе-семинаре "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Алма-Ата (Казахстан), с 15.08.13 г. по 22.08.13 г.

90. Шахов В. В., с.н.с., к.ф.-м.н. Участие в 9-й Международной Азиатской школе-семинаре "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Алма-Ата (Казахстан), с 15.08.13 г. по 25.08.13 г.

91. Зыбарев Ю. М., зам.директора. Участие в 9-й Международной Азиатской школе-семинаре "Проблемы оптимизации сложных систем", г. Алма-Ата (Казахстан), с 16.08.13 г. по 25.08.13 г.

92. Кабанихин С. И., зав. лабораторией, чл.-корр. РАН. Чтение лекций студентам и магистрантам по теме "Обратные задачи геоэлектрики", Кызылординский государственный университет, г. Кызыл-Орда, Казахстан, с 22.10.13 г. по 27.10.13 г.

93. Кабанихин С. И., зав. лабораторией, чл.-корр. РАН. Чтение лекций студентам и магистрантам по теме "Обратные задачи геоэлектрики", КазНТУ им. К. И. Сатпаева, г. Алма-Ата, Казахстан, с 12.11.13 г. по 22.11.13 г.

94. Пененко А. В., м.н.с. Научная работа по теме "Прямые и обратные задачи для экологического мониторинга и охраны окружающей среды", г. Усть-Каменогорск, Казахстан, с 01.12.13 г. по 17.12.13 г.

95. Кабанихин С. И., зав. лабораторией, чл.-корр. РАН. Чтение лекций студентам и магистрантам по теме "Обратные задачи геоэлектрики", КазНТУ им. К. И. Сатпаева, г. Алма-Ата, Казахстан, с 03.12.13 г. по 15.12.13 г.

96. Пененко В. В., зав. лаб., д.ф.-м.н. Научная работа по теме "Математическое моделирование для решения задач окружающей среды", Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алма-Ата (Казахстан), с 12.12.13 г. по 24.12.13 г.

97. Пененко А. В., м.н.с. Научная работа по теме "Математическое моделирование для решения задач окружающей среды", Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алма-Ата (Казахстан), с 18.12.13 г. по 24.12.13 г.

98. Зятьков Н. Ю., инженер. Научная работа по теме: "Моделирование прямых задач химической кинетики", АО "Научный центр противомикробных препаратов", г. Алма-Ата (Казахстан), с 17.12.13г. по 21.12.13г.

99. Черных И. Г., н.с. Научная работа по теме "Моделирование прямых задач химической кинетики", АО "Научный центр противомикробных препаратов", г. Алма-Ата, Казахстан, с 17.12.13г. по 20.12.13г.

Киргизстан

100. Попков В. К., г.н.с., д.ф.-м.н. Организация 9-й Международной Азиатской школы-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем", Институт теоретической и прикладной математики, г. Бишкек, Киргизстан, с 24. 05.13 г. по 26.05.13 г.

Важнейшие результаты научных исследований в 2013 г.**Приоритетное направление I.2 Вычислительная математика****Программа I.2.1 "Вычислительные методы в задачах естествознания".****1. Общая теория полностью консервативных, сопряжено-согласованных разностных схем для динамических задач линейной теории упругости и вязкоупругости.**

Акад. РАН Коновалов А. Н.

На основе смешанной постановки (скорость – деформации) завершена разработка общей теории полностью консервативных, сопряжено-согласованных разностных схем для динамических задач линейной теории упругости и вязкоупругости. Построенные явно разрешимые дискретные модели позволяют, в частности, управлять дисбалансом полной энергии и обладают той же степенью распараллеливания, что и обычные явные схемы.

Публикации:

1. Коновалов А. Н. Полностью консервативные разностные схемы для динамических задач линейной теории упругости и вязкоупругости // Дифференциальные уравнения. 2013. Т. 49, № 7. С. 885–896.

Конференции:

1. Вторая международная конференция "Суперкомпьютерные технологии математического моделирования", Якутск, 8–11 июля 2013 г. Пленарный доклад "Полностью консервативные разностные схемы для динамических задач линейной теории упругости и вязкоупругости"

2. Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. Пленарный доклад "О построении теоретических сейсмограмм".

2. Минимаксная оптимизация весовых параметрических оценок метода Монте-Карло.

Член-корр. РАН Михайлов Г. А., к.ф.-м.н. Роженко С. А.

Решена задача минимаксной параметрической оптимизации весовых оценок "метода подобных траекторий" для различных семейств вспомогательных распределений, моделируемых в соответствующих алгоритмах. Получены новые утверждения о приближенно минимаксных алгоритмах, которые эффективно реализуются и обеспечивают конечность дисперсии оценок функционалов в достаточно широком интервале параметра; для расширения такого интервала дополнительно используется ветвление траекторий. В частности, показано, что для решения задач теории переноса частиц может быть почти оптимальным вспомогательное распределение, равное среднему арифметическому соответствующих "физических" распределений для граничных значений параметра радиационной модели. С использованием алгоритма такого типа детально исследована погрешность классического "транспортного приближения" для вероятностей прохождения, поглощения и альbedo частицы.

Публикации:

1. Михайлов Г. А., Роженко С. А. Минимаксные параметрические весовые оценки в методе Монте-Карло // ЖВМиМФ. 2013. Т. 53, № 9.

2. Михайлов Г. А., Роженко С. А. Минимаксная оптимизация численно-статистического "метода подобных траекторий" // ДАН.-2012. Т. 446, № 1. С. 15–17.

Конференции:

1. Международная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей, Новосибирск, ИВМиМГ СО РАН, 10–13 октября 2013 года.

3. Стохастическая модель формирования и роста нанопроводников (nanowires) и оптимизация молекулярно-пучкового эпитаксиального выращивания наноструктур из нитридов галлия.

Д.ф.-м.н. Сабельфельд К. К.

Разработана стохастическая модель формирования и роста ансамбля нанопроводников из нитрида галлия методами молекулярно-лучевой эпитаксии в виде системы стохастических дифференциальных уравнений со случайными начальными и граничными условиями. Рассчитаны критический радиус устойчивого нанопроводника и эволюция спектра размеров по диаметру и высоте, получено хорошее согласие с данными экспериментов, проведенными в соавторстве с группой немецких физиков из Института твердотельной электроники им. П. Друде (Берлин).

Публикации:

1. Sabelfeld K. K., Shalimova I. A. Spherical and plane integral operators for PDEs. Construction, analysis, and applications. Berlin; Boston: Walter de Gruyter, 2013.

2. Sabelfeld K. K., Kaganer V. M., Limbach F., Dogan P., Brandt O., Geelhaar L., Riechert H. Height self-equilibration during the growth of dense nanowire ensembles: Order emerging from disorder // Appl. Phys. Lett. 2013. 103, 133105.

3. Fernandez-Garrido S., Kaganer V. M., Sabelfeld K. K., Gotschke T., Grandal J., Calleja E., Geelhaar L., Brandt O. Self-regulated radius of spontaneously formed GaN nanowires in molecular beam epitaxy // Nano Letters. 2013. V. 13, N 7. P. 3274–3280.

4. Kurbanmuradov O., Sabelfeld K., Kramer P. Randomized spectral and Fourier-Wavelet methods for multidimensional Gaussian random vector fields // J. Comput. Phys. 2013. V. 245. P. 218–234.

Конференции:

1. 7th nanowire growth workshop. Lausanne, June 10–12, 2013.

4. Принцип конструирования схем расщепления для решения многомерных уравнений векторного теплового потока и использование полученных схем при разработке трехмерной модели термохронологии некоторых коллизионных процессов в литосфере.

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

В рамках анонсированной ранее методики конструирования схем расщепления для уравнений вектора теплового (диффузионного) потока построены новые схемы для решения трехмерных задач и исследованы некоторые свойства полученных методов. Изучено свойство перестановочности процедур взятия сеточной дивергенции и исключения дробных шагов. Показано, что отсутствие такой перестановочности приводит к понижению порядка аппроксимации. На основе построенных алгоритмов разработана трехмерная модель термохронологии коллизионного процесса надвижения Карской плиты на Сибирский кратон. В частности, промоделирована динамика изоповерхности температуры образования гранитоидов.

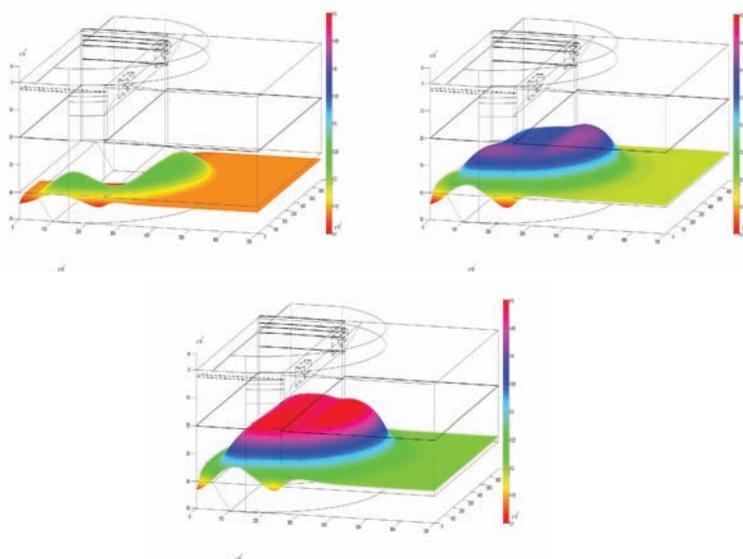


Рис. 1. Результат 3D моделирования: на рисунках изображена динамика изоповерхности $T = 650\text{ }^{\circ}\text{C}$ (температура образования гранитоидов) при движении Карской плиты на Сибирский кратон в моменты времени $t = 10$ млн лет, $t = 50$ млн лет, $t = 100$ млн лет

Публикации:

1. Лаевский Ю. М., Воронин К. В. Схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов решения задач теплопереноса // Матем. моделир. 2012. Т. 24. № 8. С. 109–120.
2. Voronin K., Laevsky Yu. Splitting schemes for geothermal processes simulation // Proc. of the 11th Intern. conf. on mathematical and numerical aspects of waves ("Waves-2013"). P. 41.
3. Воронин К. В. Численное исследование MPI/OpenMP реализации на основе асинхронной работы с потоками для трехмерной схемы расщепления в задачах теплопереноса. Материалы международной научной конференции "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвященной 85летию со дня рождения академика А. С. Алексеева, Новосибирск, 2013. С. 26.
4. Верниковская А. Е., Даценко В. М., Верниковский В. А., Матушкин Н. Ю., Лаевский Ю. М., Романова И. В., Травин А. В., Воронин К. В., Лепехина Е. Н. Эволюция магматизма и карбонатит-гранитная ассоциация в неопротерозойской активной континентальной окраине Сибирского кратона: термохронологические реконструкции // Докл. РАН. 2013. Т. 448, № 5. С. 555–562.
5. Vernikovskaya A. E., Datsenko V. M., Vernikovskiy V. A., Matushkin N. Yu., Laevsky Yu. M., Romanova I. V., Travin A. V., Voronin K. V., Lepekhina E. N. Magmatism evolution and carbonatite-granite association in the neoproterozoic active continental margin of the Siberian craton: Thermochronological reconstructions // Doklady Earth Sci. 2013. V. 448, N 2. P. 161–167.

Конференции:

1. 75th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2013, London, June 8–15. 2013.
2. International conference on mathematical and numerical aspects of waves ("WAVES-2013"), Gammarth (Tunisia), June 3–7, 2013.
3. Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвященная 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 октября 2013 г.

5. Новое семейство радиальных базисных функций для многомерной сплайн-аппроксимации

Д.ф.-м.н. Роженко А.И.

Предложено новое семейство радиальных базисных функций, обобщающее известные конструкции сплайна с натяжением и регуляризованного сплайна. Показана условная положительная определенность предложенных базисных функций в R^d для любого натурального d . Обоснована их применимость для решения задач многомерной сплайн-аппроксимации на хаотических сетках. С помощью предложенных радиальных базисных функций можно строить сплайн, минимизирующий вариационный функционал, содержащий производные разных порядков, что существенно расширяет возможности приближения физической модели задачи и требований к гладкости решения.

Публикации:

1. Роженко А. И. О новом семействе условно положительно-определенных радиальных базисных функций // Труды Ин-та математики УрО РАН. 2013. Т. 19, № 2. С. 256–266.

2. Роженко А. И., Шайдоров Т. С. О построении сплайнов методом воспроизводящих ядер // СибЖВМ. 2013. Т. 16, № 4. С. 365–376.

3. Rozhenko A. I. On new families of radial basis functions // Abs. of the Intern. conf. "Constructive theory of functions - 2013", Sozopol, June 9–15, 2013. P. 35–36. [Electron. resource]. <http://www.math.bas.bg/mathmod/CTF-2013/files/abstractsCTF2013.pdf>

Конференции:

1. Constructive theory of functions – 2013, Sozopol (Bulgaria), June 9–15, 2013.

Приоритетное направление I.3 Математическое моделирование

Программа I.3.1. "Математическое моделирование и разработка новых численных методов в задачах геофизики, физики океана и атмосферы, и охраны окружающей среды".

1. "Численное решение прямой динамической задачи распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн для модели земля – атмосфера при наличии ветра в атмосфере".

К.ф.-м.н. Михайлов А. А., академик РАН Михайленко Б. Г.

Разработан эффективный численный алгоритм решения динамической задачи моделирования распространения 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 разных алгоритмов распараллеливания.

Исследованы особенности распространения и взаимогенерации сейсмических и акусто-гравитационных волн на границе раздела упругой среды и атмосферы, а также влияние ветра в атмосфере на их распространение. Проведены детальные исследования особенностей распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн вблизи границы раздела земля – атмосфера от источников различных типов, располагающихся в твердой среде или атмосфере. Исследовано влияние ветра на конфигурацию фронта акусто-гравитационных и поверхностных сейсмических волн.

В результате проведенных исследований выявлены новые особенности распространения поверхностных сейсмических и акусто-гравитационных волн вблизи границы раздела земля – атмосфера при наличии ветра в атмосфере. Установлен факт влияния ветра на скорость распространения поверхностных волн Стоунли и перераспределение энергии по ее фронту. Такое же влияние ветер оказывает и на нелучевую сферическую акусто-гравитационную

обменную волну, распространяющуюся в атмосфере в случае расположения источника в твердой среде.

Публикации:

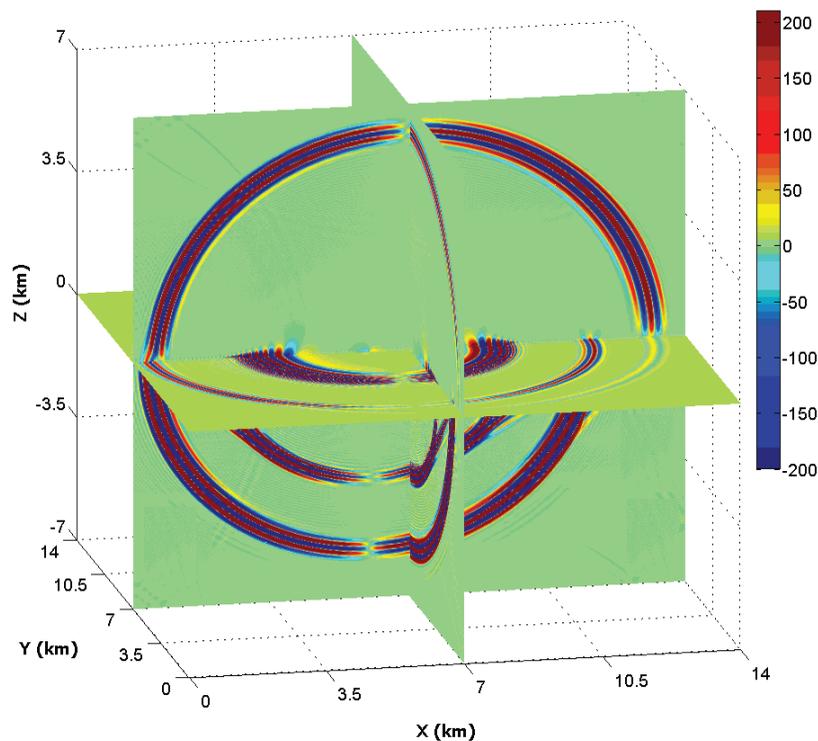
1. Mikhailenko B. G., Mikhailov A. A., Reshetova G. V. Numerical modeling of acoustic-gravity waves propagation in a heterogeneous earth-atmosphere model with a wind in the atmosphere // J. of Applied Mathematics and Physics. 2013. N 2. P. 123–129.

Конференции:

1. 2-я Международная конференция "Суперкомпьютерные технологии математического моделирования". Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Амосова, г. Якутск, 5–12 августа 2013 г.

2. 8-я Международная научно-техническая конференция "Аналитические и численные методы моделирования естественнонаучных и социальных проблем" (АЧМ-2013), посвящ. 70-летию Пензенского государственного университета, Пенза, 22–25 окт. 2013 г.

$u_x(x,y,z)$ for $t=20$ s. Point source with coordinates $x = 6$ km, $y = 7$ km, $z = -0.075$ km.



Мгновенный снимок волнового поля для горизонтальной компоненты скорости $u_x(x, y, z)$ в момент времени $t = 20$ сек. при наличии ветра в атмосфере (скорость ветра – 50 м/с)

2. Алгоритм определения амплитуды переднего фронта волны.

Член-корр. РАН Кабанихин С. И., к.ф.-м.н. Шишленин М. А., Криворотько О. И.

Исследована задача определения амплитуды переднего фронта волны цунами. Построены численные алгоритмы вычисления амплитуды волны, порожденной точечным источником и произвольным источником цунами.

В случае линейного разлома вида $h(x, y, 0) = h(y) \cdot d(x)$ амплитуда переднего фронта волны $S(z, y)$ является решением системы уравнений в частных производных первого порядка

$$\begin{cases} S_z + b^2 t_y S_y + \left(\frac{1}{2} b^2 (t_{xx} + t_{yy}) + \frac{b_z}{b} + b b_y t_y \right) S = 0, & z, y > 0, \\ S(0, y) = h(y) \left(b^{-2}(0, y) - t_y^2(0, y) \right)^{-1/2}, & y > 0. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь $z = t(x, y)$, а $t(x, y)$ является решением задачи Коши для уравнения эйконала

$$\begin{cases} \tau_x^2 + \tau_y^2 = \frac{1}{c^2(x, y)}, & x > 0, y \in \mathbb{R}, \\ \tau(0, y) = 0, \tau_x > 0, & y \in \mathbb{R}, \end{cases}$$

$c(x, y) = \sqrt{gH(x, y)}$, $H(x, y) > 0$ – глубина в точке (x, y) . Предложенный алгоритм позволяет вычислить амплитуду фронта волны, приходящей в заданную точку (x_0, y_0) , а также время прихода волны, не решая основное двумерное уравнение.

В одномерном случае решение системы (1) находится в явном виде:

$$S(z) = S(0) \sqrt[4]{\frac{H(0)}{H(z)}}. \quad (2)$$

Выражение для амплитуды переднего фронта волны цунами (2) совпадает с известной формулой Эри-Грина.

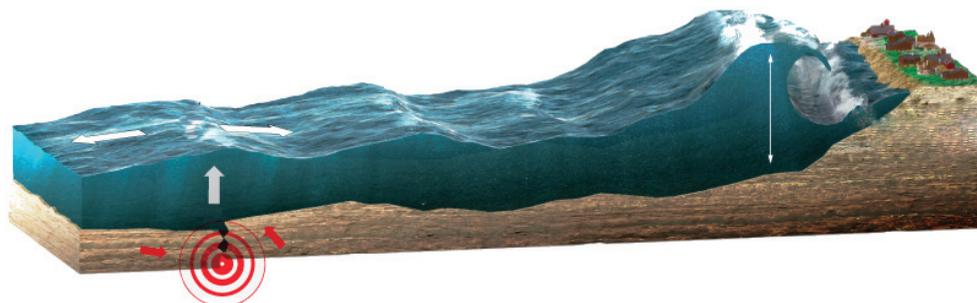


Рис. 1. Амплитуды переднего фронта волны растет с уменьшением глубины

Публикации:

1. Кабанихин С. И. Линейная регуляризация многомерных обратных задач для гиперболических уравнений // Препр. Ин-та математики СО АН СССР, 27, Новосибирск, 1988. 43 с.

2. Kabanikhin S. I., Krivorotko O. I. A numerical method for determining the amplitude of a wave edge in shallow water approximation // Appl. Comput. Math. 2013. V. 12, N 2. P. 91–96.

3. Kabanikhin S. I., Krivorotko O. I. Combined inverse tsunami problem // Bull. of Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Math. model. in geophysics. 2013. V. 16. P. 45–58.

Результаты исследований докладывались на конференциях:

1. 4-я Междунар. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения чл.-корр. РАН, акад. Европейской акад. наук Л. Д. Кудрявцева "Об определении амплитуды переднего фронта волны в приближении мелкой воды", Москва, 25–29 марта 2013 г.

2. 4th Intern. symp. on inverse problems, design and optimization "Optimization method for reconstruction of tsunami source using measurements of the passing tsunami wave height" (IPDO-2013), Albi (France), June 26–28 2013.

3. Intern. conf. on applied inverse problem “Gradient algorithm of tsunami source reconstruction”, Daejeon (Korea), 1–5 July 2013.

4. Междунар. конф., посвящ. 105-летию со дня рождения акад. С. Л. Соболева “Совмещенная обратная задача цунами”, Новосибирск, 18–24 авг. 2013 г.

3. Методика оценки частоты падений небесных тел на Землю

К.ф.-м.н. Амелин И. И., д.ф.-м.н. Гусьяков В. К., Ляпидевская З. И.

Предложен новый метод оценки частоты падений небесных тел на Землю, учитывающий скорость эрозии кратеров. Количественное описание динамики популяции земных кратеров осуществляется с помощью обыкновенного дифференциального уравнения, учитывающего два процесса: образование импактных структур вследствие падений небесных тел и эрозию кратеров с течением времени из-за воздействия эндогенных и экзогенных сил. Полученное аналитическое решение для частоты падений содержит одну эмпирическую константу – число импактных структур, диаметр которых лежит в заданном диапазоне. Проведена оценка частоты падений с использованием экспертной базы данных импактных структур Земли EDEIS (Expert database on the Earth impact structures), которая была разработана и используется в лаборатории цунами ИВМиМГ СО РАН. Расчеты проведены как для достоверных импактных структур, так и для структур, генезис которых находится в процессе доказательства. Сравнение полученных результатов с опубликованными оценками других авторов, полученными независимыми методами (астрономические наблюдения, исследования популяций кратеров на Марсе и Луне, данные болидных сетей) показало хорошее согласие. Наибольшие расхождения в оценках частоты падений составляют порядок по величине и соответствуют диапазону диаметров кратера и ударника, где другие методы пока недостаточно надежны.

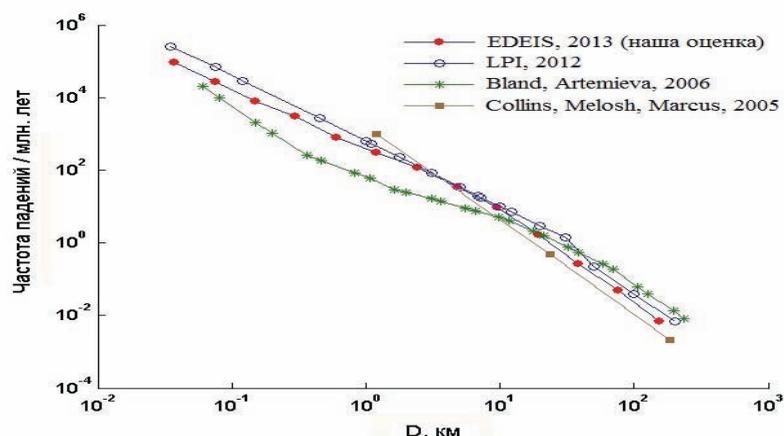


Рис. 1. Оценки частоты падения астероидов в зависимости от диаметра образуемого кратера

Публикации

1. Amelin I. I., Gusiakov V. K., Lyapidevskaya Z. A. Estimates of the impact frequency of cosmic bodies on the Earth// Bull. NCC. Ser.: Math. modeling in geophys. 2013. Iss. 16. P. 1–17.

2. Амелин И. И., Гусьяков В. К., Ляпидевская З. А. Методика оценки частоты импактных событий // Пробл. передачи информ. 2013. № 4. С.21–35.

3. Амелин И. И., Бучнев А. А., Пяткин В. Ф., Пяткин В. П., Салов Г. И. Выделение импактных кратеров по данным дистанционного зондирования Земли // Вестн. Московского университета им. С. Ю. Витте. 2013. Сер. 1: Экономика и управление. (Прил.). С. 89–91.

Конференции:

1. Международная конференция "Околосветная астрономия – 013", Краснодар, 7–11 окт. 2013 г.

4. Модификация RTTOV-моделей измерений аппаратуры ИКФС-2 и МСУ-МР космических аппаратов "Метеор-М" № 2-1, 2-2.

Д. т. н. Пяткин В. П., к.т.н. Русин Е.В.

Существенно повышена точность разработанных ранее ускоренных моделей измерений аппаратуры перспективных космических аппаратов "Метеор-М" № 2-1 (планируемое время запуска – зима 2014 г.) и № 2-2. Разработанные в 2009–2012 гг. в лаборатории "ускоренные" радиационные модели следуют известной методологии RTTOV, основанной на "предсказании" интегральных оптических характеристик слоев атмосферы посредством представления вкладов отдельных оптически активных газов в полное поглощение слоя в виде линейных регрессионных зависимостей от характеристик атмосферы (температуры, газовых концентраций и их нелинейных функций). Отличие от "точных" (полинейных) моделей состоит в том, что последние основаны на многократном (с высоким спектральным разрешением во всей полосе чувствительности прибора) явном решении уравнения переноса излучения, приводящем к большим вычислительным затратам в случае приборов с "широкими" аппаратными функциями.

Необходимость оптимизации модели инфракрасного Фурье-спектрометра ИКФС-2 (2701 "узкий" спектральный канал, покрывающий полосу 660-2000 см^{-1}) была обусловлена неудовлетворительной точностью моделирования в важной для решения задач восстановления параметров системы "атмосфера-подстилающая поверхность" полосе прозрачности атмосферы 700-1000 см^{-1} , ошибка в которой в несколько раз превышала инструментальный шум ИКФС-2. Задача была решена за счет отдельного учета вклада континуума водяного пара в поглощение излучения (ранее вклад континуума учитывался совместно с вкладом водяного пара).

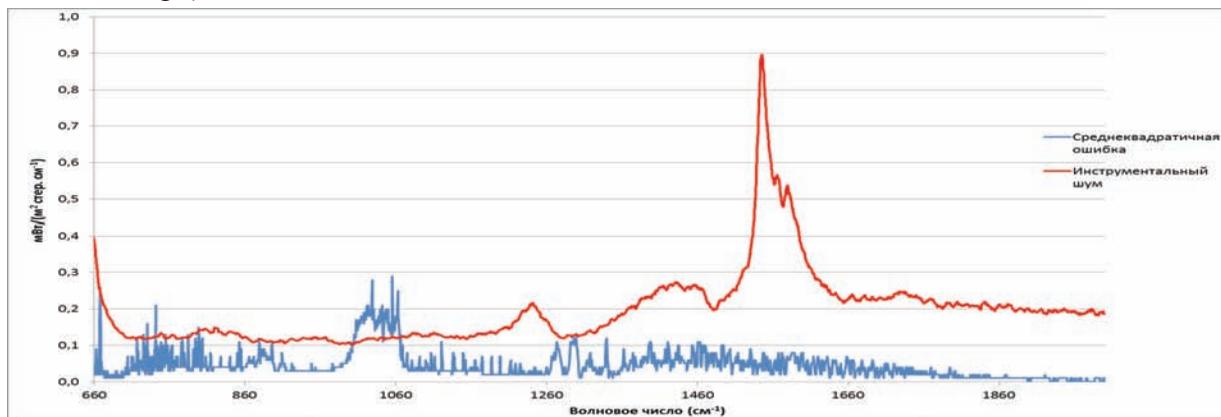


Рис. 1. Точность расчетов по разработанной "ускоренной" модели ИКФС-2 (по отношению к расчетам по "точной" полинейной модели LBLRTM) в сравнении с аппаратным шумом прибора

Дополнительно выполнена оптимизация разработанной ранее ускоренной модели измерений в инфракрасных каналах аппаратуры МСУ-МР (два "широких" канала: № 10 (790-950 см^{-1}) и № 9 (856–1050 см^{-1})), необходимость которых также была обусловлена исходной неудовлетворительной точностью моделирования (среднеквадратичная ошибка яркостной температуры по отношению к расчетам по LBLRTM – 3,3 К и 0,8 К, соответственно). В процессе проведенных исследований выявлено, что причиной такой низкой точности являлось пренебрежение при построении модели существенной изменчивостью функции Планка

в полосе чувствительности "широких" каналов МСУ-МР (допустимой для "узких" каналов ИКФС-2), а также высокая чувствительность кода библиотеки RTTOV к определению условного "центра" широкого канала. Учет изменчивости функции Планка с последующим подбором оптимальных центров каналов позволил уменьшить ошибку моделирования до 0,07 К (канал № 10) и 0,32 К (канал № 9).

Публикации:

1. Успенский А. Б., Рублев А. Н., Русин Е. В., Пяткин В. П. Быстрая радиационная модель для анализа данных гиперспектрального ИК-зондировщика спутников серии "Метеор-М" // Исследование Земли из космоса. 2013. № 6. С. 16–24.

Конференции:

1. Конференция с международным участием "Применение космических технологий для развития арктических регионов" КТАР 2013, Архангельск, 17–19 сент. 2013 г.

5. Вибросейсмоакустическая технология экологохранного прогнозирования.

Д.т.н. Ковалевский В. В., д.т.н. Хайретдинов М. С., к.т.н. Авроров С. А., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф., Якименко А. А.

Разработана новая технология прогнозирования метеозависимых геоэкологических рисков для окружающей социальной среды от энергетического воздействия инфразвуковых колебаний, порождаемых мощными техногенными и природными взрывами. Технология базируется на разработанном авторами оригинальном экологически безопасном методе, предусматривающем применение сейсмических вибраторов в качестве источников, имитирующих взрывы, но обладающих в сравнении с ними намного меньшей мощностью. На основе численного моделирования и экспериментальных исследований с применением вибратора ЦВ-40 (Быстровский полигон), использованием полигонных взрывов (Шилово), а также карьерных взрывов Кузбасса выделены основные метеофакторы, определяющие закономерности направленного распространения инфразвука и распределение его энергетических характеристики в пространстве. Доказана резко выраженная ветрозависимая концентрация их максимумов на определенных азимутальных направлениях, потенциально опасных для окружающей среды.

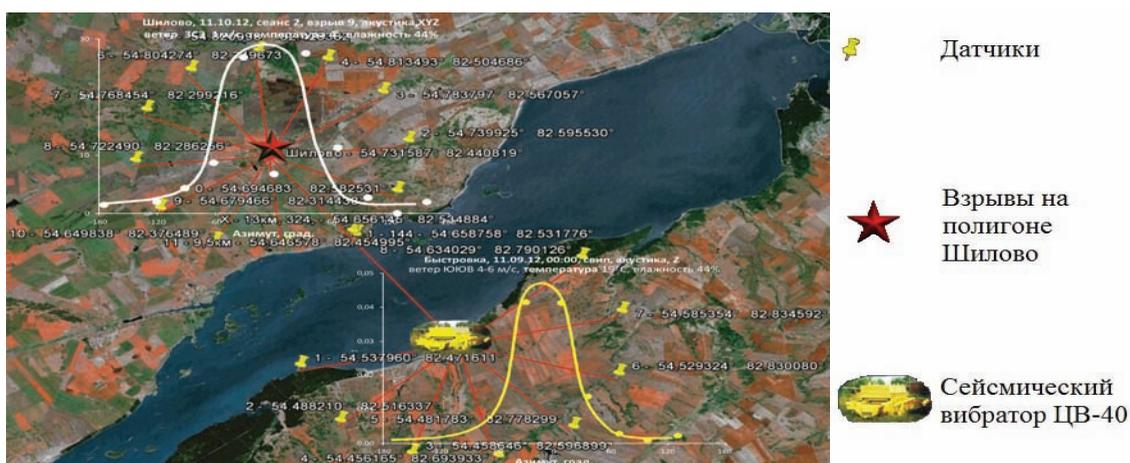


Рис. 1. Схема регистрации сейсмоакустических колебаний от сейсмического вибратора ЦВ-40 и взрывов (полигон Шилово). Графики ветровой зависимости уровней инфразвука обоих источников от азимутальных направлений, характеризующие узконаправленную концентрацию акустической энергии в пространстве

Публикации:

1. Хайретдинов М. С., Авроров С. А., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф. Оценивание геоэкологического риска от массовых взрывов с помощью сейсмических вибраторов // Вестн. Кем. гос. ун-та. 2012. Т. 1, № 4. С. 115–122.

2. Хайретдинов М. С., Юркевич Н. В. Метод высокоточной временной синхронизации процессов управления в технологии морской нефтеразведки // Автометрия. 2013. Т. 49, № 3.

3. Ковалевский В.В., Хайретдинов М. С. Экологическое прогнозирование с помощью сейсмических вибраторов // Пробл. информ. 2013. № 3. С. 42–53. ISSN 2073-0667.

Конференции:

1. 8th International forum on strategic technology (IFOST 2013), Ulaanbaatar (Mongolia), June 28 – July 1, 2013.

2. Международная конференция “Математические и информационные технологии” MIT-2013”, Врнячка Баня (Сербия); Будва (Черногория), 9–14 сент. 2013 г.

3. Международная научная конференция “Методы создания, исследования и идентификации математических моделей”, посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г.

4. Всероссийская конференция с международным участием “50 лет сейсмологического мониторинга Сибири”, Новосибирск, 21–25 окт. 2013 г.

6. Вариационная методика с использованием интегрирующих множителей и решений сопряженных задач для моделей динамики и химии атмосферы и природоохранного прогнозирования.

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

Разработана новая вариационная методика построения гибридных дискретно-аналитических численных схем для решения прямых и обратных задач конвекции-диффузии и жестких систем уравнений химической кинетики. Принципиальную новизну методики составляют совместное использование классической концепции интегрирующих множителей для дифференциальных уравнений порядка, большего или равного единице, и разработанной нами техники локальных сопряженных задач в рамках вариационного принципа в сочетании с методами декомпозиции и расщепления. Построенные схемы точны в классе задач с разрывными кусочно-постоянными коэффициентами. Они обладают свойствами монотонности и устойчивости и обеспечивают точный учет краевых условий первого, второго и третьего рода. Разработанные схемы применяются в совместных задачах динамики и химии атмосферы и охраны окружающей среды.

Публикации:

1. Пененко В. В., Цветова Е. А. Вариационные методы построения монотонных аппроксимаций для задач химии атмосферы // СибЖВМ. 2013. Т. 16. № 3. С. 239–252.

2. Пененко В. В. Вариационные методы построения дискретно-аналитических схем с использованием техники интегрирующих множителей. В сб. "Современные проблемы математического моделирования". Ростов-н/Д.: Изд-во ЮФУ. 2013. С. 198–202.

3. Penenko V., Penenko A., Tsvetova E. Variational methods for direct/inverse problems of atmospheric dynamics and chemistry // Geophys. Res. Abs. 2013. V. 15. EGU2013-4760. EGU General Assembly 2013.

7. Исследование процессов атмосферного загрязнения территорий Сибири на основе гидродинамических моделей и данных наблюдений.

К.ф.-м.н. Леженин А. А.

На основе расчетов по статистико-гидродинамической модели, адаптированной к условиям г. Томска, проведены исследования распространения формальдегида по территории города. Построенная модель прогноза формальдегидного загрязнения для г. Томска позволяет заблаговременно оценить возможность формирования опасных концентраций по территории города (рис. 1а). В сравнении с предложенной моделью унифицированная модель ОНД-86, принятая в методиках Росгидромета, ориентирована на расчеты максимально возможных концентраций на плоскости и дает заметные ошибки (в данном случае – занижение концентрации) при оценках на сложно-пересеченном рельефе (рис. 1б).

На основе оценок параметров качества воздуха в процессе распространения выбросов промышленных предприятий в атмосфере над городом предложен новый подход к обоснованию нормативов качества атмосферного воздуха. В качестве лимитирующих показателей приняты критерии приемлемого канцерогенного и токсикологического рисков. Для некоторых специфических загрязняющих веществ рассчитаны допустимые объемы выбросов для воздушного бассейна г. Красноярска. Полученные оценки характеризуют фактический ресурсный потенциал атмосферы города.

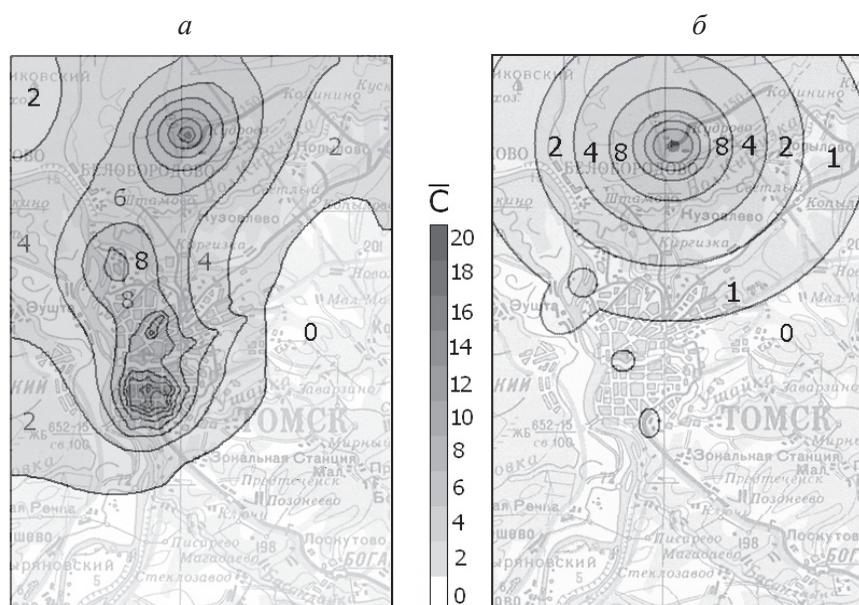


Рис. 1. Расчетное поле среднегодовой концентрации формальдегида (в единицах ПДК_{СС}) на уровне $z = 2$ м (а); поле концентрации, полученное по модели ОНД-8 (б)

Публикации:

1. Леженин А. А. Исследование процессов атмосферного загрязнения территорий Сибири на основе гидродинамических моделей и данных наблюдений // Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук, ИВМиМГ СО РАН. Новосибирск. 2013. 16 с.
2. Тасейко О. В, Михайлюта С. В., Леженин А. А. Обоснование нормативов качества атмосферного воздуха в городе // Экология и промышленность России. 2013. № 4. С. 56–61.
3. Селегей Т. С., Филоненко Н. Н., Шлычков В. А., Леженин А. А., Ленковская Т. Н. Формальдегидное загрязнение городской атмосферы и его зависимость от метеорологических факторов // Оптика атмосферы и океана, 2013. Т. 26, № 5. С. 422–426.

4. 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 // Метеорология и гидрология. 2012. № 4. С. 35–44.

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

Конференции:

1. 9-й Международный научный конгресс "Интерэкспо-Гео-Сибирь-2013", Новосибирск, апрель 2013 г.

2. Научно-практическая конференция "Загрязнение атмосферы городов", Санкт-Петербург, октябрь 2013 г.

3. Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, октябрь 2013 г.

4. Юбилейная 20-я Рабочая группа "Аэрозоли Сибири", Томск, ноябрь 2013 г.

8. Математические модели и методы обеспечения эффективного функционирования беспроводных сенсорных сетей.

Д.т.н. Родионов А. С., к.ф.-м.н. Шахов В. В., к.ф.-м.н. Мигов Д. А., к.ф.-м.н. Бакулина М. П.

Разработаны методы расчета и оценки вероятностно-временных характеристик беспроводных сенсорных сетей (БСС) с учетом специфики их функционирования, в частности, подверженность отказам сенсоров и каналов связи, ограничение на количество транзитных узлов при передаче информации между сенсором и стоком. С использованием теории Марковских процессов построены математические модели, позволяющие оценить отказоустойчивость узла БСС с учетом специфики функционирования его аппаратной части и поведения окружающей среды. С использованием теории оптимального планирования экспериментов, предложен подход к решению проблемы улучшения качества оценки мониторинга, осуществляемого сенсорами. Принимая во внимание ограниченность ресурсов узлов БСС разработан адаптивный метод кодирования данных, требующий существенно меньшего объема памяти кодера, чем в существующих методах, что позволяет снизить энергозатраты на передачу сообщений. Комплексное использование разработанных методов позволяет улучшить качество обслуживания в БСС, а также существенно снизить затраты на организацию и эксплуатацию указанных сетей.

Публикации:

1. Migov D. A., Rodionov A. S. Decomposing graph with 2-node cuts for diameter constrained network reliability calculation // Proc. of the 7th Intern. conf. on ubiquitous information management and communication (ACM ICUIMC 2013), Kota Kinabalu (Malaysia), Jan. 17–19, 2013. N. Y.: ACM, 2013, Art. N 39. ISBN: 978-1-4503-1958-4 (SCOPUS).

2. Shakhov V. V. Experiment design for parameter estimation in sensing models // Springer Lect. Notes in Comp. Sci. 2013. V. 8072. P. 151–158. ISSN0302-9743. (Springer, SCOPUS).

3. Shakhov V. V. Protecting wireless sensor networks from energy exhausting attacks // Ibid. V. 7971. P. 184–193. ISSN0302-9743. (Springer, SCOPUS);

4. Бакулина М. П. Эффективное кодирование длин серий при факсимильной передаче данных по сети // Ползуновский вестн. 2013. № 2. С. 257–259.

Конференции:

1. 7th Intern. conf. on ubiquitous information management and communication (ACM ICUIMC 2013), Kota Kinabalu (Malaysia), Jan. 17–19, 2013.

2. 13th Intern. conf. on computational science and its applications (ICCSA 2013), Ho Chi Minh City (Vietnam), June 24–27, 2013.

3. 1st Intern. workshop on wireless access flexibility (WiFlex 2013), Kaliningrad, Sept. 4–6, 2013.

4. 9th Asian international workshop on optimization problems of complex systems, Almaty (Kazakhstan), Aug. 15–25, 2013.

5. 7th Intern. workshop on simulation, Rimini (Italy), May 21–25, 2013.

9. Гиперсетевая технология оптимального проектирования линейных сооружений городских инженерных сетей.

К.т.н. Попков Г. В., к.т.н. Токтошов Г. Ы.

Решена задача оптимизации структур городских инженерных сетей (связь, электричество, вода, газ и т. д.) как единой системы жизнеобеспечения городских территорий. Предложена методика проектирования инженерных сетей с использованием теории S-гиперсетей, а также модели, описывающие взаимодействие между собой различных классов коммуникационных сетей и других линейных инженерных сооружений. В результате предложенных подходов, разработана математическая модель, позволяющая оценивать параметры стоимости, надежности и живучести инженерных сетей с учетом их совместного взаимодействия. Разработан метод прокладки совмещенных инженерных коммуникаций по единым строительным конструкциям (коллекторам, трассам и т. д.) в условиях недостатка свободных территорий.

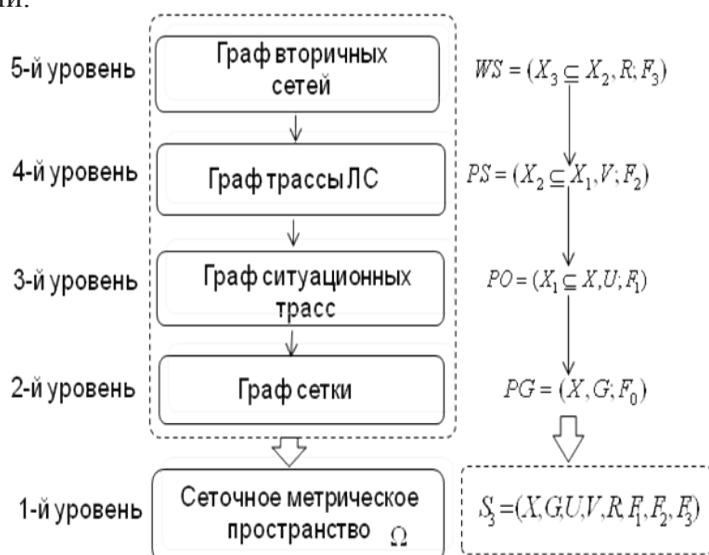


Рис. 1. Гиперсетевой подход к проектированию инженерных сетей

Публикации:

1. Попков Г. В., Попков В. К. Вопросы проектирования, строительства и эксплуатации первичных сетей // Пробл. информ. 2013. № 4. С. 51–57.

2. Попков Г. В., Попков В. К. Система распределенной обработки данных // Вестн. Бурят. гос. ун-та. Сер.: Матем. и информ. 2013. Вып. 9. С. 174–181.

3. Попков Г. В., Конин М. В., Лепнер Э. Ю. Применение S-гиперсетей для автоматизированного проектирования инженерной инфраструктуры предприятия // Пробл. информ. 2013. № 2. С. 65–72.

4. Жумагулов Б. Т., Калимолдаев М. Н., Попков В. К., Токтошов Г. Ы. Гиперсетевая модель и методы оптимизации проектных решений для прокладки нефтепроводов в сложных условиях // Т-сomm. Телекоммуникации и транспорт. 2013. № 2. С. 36–40.

Конференции:

1. 9th Asian International workshop on optimization problems of complex systems, Almaty (Kazakhstan), Aug. 15–25, 2013.

2. 2-я Международная конференция, посвященная 20-летию образования Кыргызско-Российского Славянского университета и 100-летию основателя математической школы в Кыргызстане проф. Я. В. Быкова, Бишкек, 2013 г.

Приоритетное направление I.4. "Высокопроизводительные вычисления".

Программа I.4.1. "Математическое моделирование с использованием параллельных и распределенных вычислений".

1. Численное моделирование транспортировки и сжатия пучка сходящимся магнитным полем при его инжекции в многопробочную ловушку ГОЛ-3.

Д.ф.-м.н. Свешников В. М.

Проведено численное моделирование транспортировки и инжекции электронного пучка в магнитную пробку открытой магнитной ловушки ГОЛ-3. Проверена численным моделированием и подтверждена гипотеза об определяющем влиянии угловой расходимости скоростей электронов пучка на его предельный ток, который ограничивается отражением электронов от входной магнитной пробки ловушки. Показано, что полученные в численной модели предельные токи соответствуют экспериментальным данным при условии нейтрализации пространственного заряда пучка ионами или наработанной в канале транспортировки плазмой.

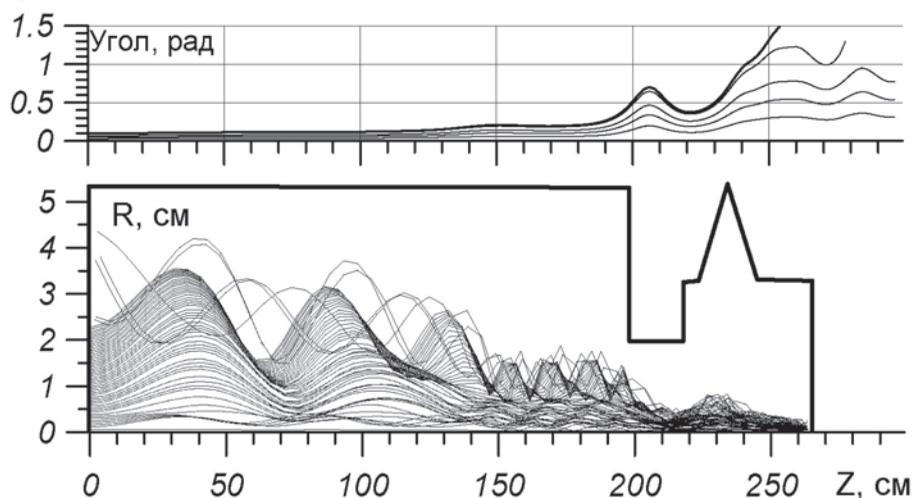


Рис. 1. Питч-углы (вверху) и траектории (внизу) электронов пучка, ток $I = 70$ А

Публикации:

1. Астрелин В. Т., Кандауров И. В., Свешников В. М. Численное моделирование транспортировки и сжатия электронного пучка сходящимся магнитным полем при его инжекции в многопробочную ловушку ГОЛ-3 // Успехи прикл. физ. 2013. Т. 1, № 5. С. 580 – 584.

Конференции:

1. 11-й Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики", Москва, НПО "Орион", 28–30 мая 2013 г.

2. Моделирование упруго-пластических деформаций при сварке взрывом на Супер-ЭВМ.

К.ф.-м.н. Куликов И. М.

В задаче моделирования упруго-пластических деформаций при сварке взрывом рассмотрены требования к формулировке уравнения состояния. Для этого выписаны основные инварианты, из которых строится уравнение состояния, и для каждого инварианта выписаны условия его корректности. В результате:

- сформулирована область корректности уравнения состояния упруго-пластичной среды;
- с помощью вычислительных экспериментов на многоядерных суперЭВМ смоделирован процесс волнообразования при сварке взрывом в упруго-пластической модели.

Результат получен в рамках совместной работы с Институтом математики СО РАН (акад. С. К. Годунов), ИТПМ СО РАН и ИГиЛ СО РАН.

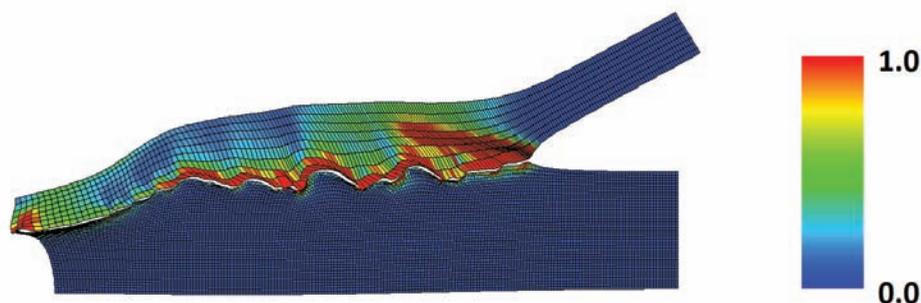


Рис. 1. Распределение безразмерной нормированной величины $\|I - B\|$, показывающей насколько эффективные деформации отличаются от упругих

Публикации:

1. Годунов С. К., Киселев С. П., Куликов И. М., Мали В. И. Численное и экспериментальное моделирование образования волн при сварке взрывом // Совр. пробл. механ. Сб. статей к 80-летию со дня рождения акад. А. Г. Куликовского. Труды МИАН. 2013. № 281. С. 16–31.

Конференции:

1. Международная конференция "Современные проблемы механики", посвященная 80-летию академика А. Г. Куликовского, Москва, 18–19 марта 2013 г. Пленарный доклад: Годунов С. К., Киселев С. П., Куликов И. М., Мали В. И., Пешков И. М. Новые точки зрения на схему Годунова через 60 лет после ее появления.
2. Всероссийская конференция "Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования", Новосибирск, 12–15 июня 2012 г. Пленарный доклад: Годунов С. К., Киселев С. П., Куликов И. М., Мали В. И., Пешков И. М. Численное и экспериментальное моделирование образования волн при сварке взрывом.

Лаборатория методов Монте-Карло

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

Важнейшие достижения

Решена задача минимаксной параметрической оптимизации весовых оценок метода подобных траекторий для различных семейств вспомогательных распределений, моделируемых в соответствующих алгоритмах. Получены новые утверждения о приближенно минимаксных алгоритмах, которые эффективно реализуются и обеспечивают конечность дисперсии оценок функционалов в достаточно широком интервале изменения параметра; для расширения такого интервала дополнительно используется ветвление траекторий. В частности, показано, что для решения задач теории переноса частиц почти оптимальным может быть вспомогательное распределение, равное среднему арифметическому соответствующих физических распределений для граничных значений параметра радиационной модели. С использованием алгоритма такого типа детально исследована погрешность классического "транспортного приближения" для вероятностей прохождения, поглощения и альbedo частицы.

Член-корр. РАН Михайлов Г. А., аспирант ИВМиМГ СО РАН Роженко С. А.

Отчет по этапам НИР, завершаемым в 2013 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР I.2.1.2 "Разработка алгоритмов статистического моделирования для суперкомпьютерного решения задач математической физики, а также индустриальной математики".

Номер государственной регистрации НИР 01201370225.

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

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

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

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

Дополнительно изучен модельный процесс стохастической кинетики ансамбля взаимодействующих частиц, представляющий собой однородную марковскую цепь, переходы в которой осуществляются в результате элементарных парных взаимодействий. Распределение времени между взаимодействиями определяется состоянием системы и является обобщенным экспоненциальным распределением с переменной интенсивностью, которое моделируется методом мажорантной частоты. В предположении пуассоновости ансамбля частиц построена эффективная функциональная оценка решения уравнения Больцмана. Соответствующая оценка трудоемкости статистического алгоритма подтверждает высокую эффективность метода мажорантной частоты. Кроме того, показано, что уравнение Больцмана является физически адекватной моделью в предположении молекулярного хаоса и пуассоновости ансамбля.

Разработан трехмерный параллелизуемый алгоритм метода Монте-Карло для моделирования развития электронных лавин в газе. Отличительной особенностью метода Монте-Карло является возможность учета влияния маловероятных процессов, что практически невозможно для других моделей (например, при использовании диффузионного прибли-

жения). Обратим особое внимание на необходимость хранить в памяти ЭВМ координаты всех электронов лавины в шестимерном фазовом пространстве, количество которых экспоненциально увеличивается со временем. Частично эту проблему решает используемая нами лексикографическая схема ветвления траекторий. Выигрыш во времени расчетов достигнут посредством использования технологии распараллеливания, реализованной в программе ELSHOW (ELectron SHOWer). Параллельная реализация осуществляется с помощью библиотеки PARMONC, что ускоряет получение таких интегральных характеристик, как число частиц в лавине, коэффициент ударной ионизации, скорость дрейфа и других, а также способов выбора подходящей величины временного шага с использованием техники зависимых статистических испытаний. Составными частями алгоритма являются специальные методы моделирования распределений, лексикографическая схема реализации ветвления траекторий, "русская рулетка", обоснованное построение гистограммы и вычисление вероятностной погрешности оценок функционалов. Приводится сравнение полученных результатов для азота с опубликованными ранее теоретическими и экспериментальными данными.

Рассмотрено уравнение Смолуховского с линейными коэффициентами коагуляции, зависящими от двух параметров. Построены весовые алгоритмы для оценки линейных функционалов от решения рассматриваемого уравнения. Предложенные алгоритмы позволяют одновременно оценивать как функционалы для различных наборов параметров, так и параметрические производные. Дополнительно разработаны ценностные алгоритмы и проанализирована их эффективность для вычисления двух функционалов: концентрации мономеров в ансамбле в заданный момент времени, а также концентрации мономеров и димеров.

Рассмотрена модель автотранспортного потока (АТП) с выделенным ускорением. В отличие от газовой динамики, взаимодействия в системе проявляются в виде скачков ускорения, а не скачков скорости. Для исходной вероятностной модели АТП построено интегральное уравнение второго рода, которое связано с линейной многочастичной моделью, описывающей эволюцию системы автомобилей. Также предложены алгоритмы метода Монте-Карло для оценки функционалов от решения полученного уравнения. Практическая целесообразность данного подхода к решению автотранспортных задач продемонстрирована численными экспериментами по оценке распределения скорости и ускорения в пространственно однородном случае с пороговыми профилями взаимодействия, зависящими от скорости.

Для метода прямого статистического моделирования (ПСМ), широко используемого в динамике разреженного газа, проведено сравнение трех наиболее теоретически обоснованных подходов к оцениванию статистической погрешности, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Первый из подходов основан на результатах равновесной статистической физики. В основе второго лежит асимптотическое оценивание дисперсий. Третий подход к оцениванию статистических погрешностей метода ПСМ основан на центральной предельной теореме для марковских процессов. Сравнение этих подходов реализовано на примере ряда классических задач динамики разреженного газа с различной степенью неравновесности.

Для различных моделей экспоненциально коррелированных случайных сред, связанных с пуассоновскими точечными ансамблями, построены асимптотические оценки средней вероятности прохождения частицы (кванта излучения) с помощью эффективного осреднения соответствующего уравнения переноса. На этой основе изучена возможность восстановления параметров радиационной модели по значению осредненной вероятности про-

хождения. При этом была эффективно использована асимптотическая оценка вероятности прохождения, полученная на основе транспортного приближения и соответствующей пространственной асимптотики интенсивности излучения. В частности, показана возможность восстановления корреляционного масштаба среды по измерениям интенсивности прохождения излучения.

Рассмотрены различные аспекты использования и обоснования стандартного векторного алгоритма статистического моделирования переноса поляризованного излучения. В связи с тем, что соответствующие оценки могут иметь бесконечную дисперсию, построен алгоритм, частично учитывающий поляризацию и свободный от этого недостатка. Рассмотрены также модификации локальной оценки интенсивности поляризованного излучения и двойственное представление среднего квадрата оценки функционала, расширяющее возможности исследования условий конечности дисперсии.

Исследованы вопросы построения весовых оценок метода Монте-Карло для решения системы интегральных уравнений 2-го рода с конечной дисперсией. В частности, исследованы модификации критерия конечности дисперсии весовой скалярной оценки на основе построения подходящей системы линейных интегральных уравнений с мажорантными ядрами. Получен мажорантный критерий конечности векторной весовой оценки путем сравнения со скалярной оценкой, получаемой методом рандомизации. Доказано, что дисперсия скалярной оценки и среднее время моделирования одной траектории для соответствующего рандомизированного алгоритма ограничены, если ограничено исходное решение. Исследована также возможность использования ветвления для построения векторной оценки решения системы интегральных уравнений.

Предложен новый решающий алгоритм в теории нейронных сетей. Его функционирование напоминает действие искусственных нейронных сетей. Однако функционирование этого алгоритма основано на других принципах, в определении алгоритма не используются понятия сети и нейрона. Доказана теорема обучения для нового алгоритма.

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 – чл.-корр. РАН Михайлов Г. А.

Построена эффективная функциональная оценка решения уравнения Больцмана в предположении пуассоновости модельного ансамбля частиц. Соответствующая оценка трудоемкости статистического алгоритма подтверждает высокую эффективность метода мажорантной частоты. Кроме того, показано, что уравнение Больцмана является физически адекватной моделью в предположении молекулярного хаоса и пуассоновости ансамбля.

Для различных моделей экспоненциально коррелированных случайных сред, связанных с пуассоновскими точечными ансамблями, построены асимптотические оценки средней вероятности прохождения частицы (кванта излучения) с помощью эффективного осреднения соответствующего уравнения переноса. На этой основе изучена возможность восстановления параметров радиационной модели по значению осредненной вероятности прохождения. При этом эффективно использована асимптотическая оценка вероятности прохождения, полученная на основе транспортного приближения и соответствующей пространственной асимптотики интенсивности излучения. В частности, показана возможность восстановления корреляционного масштаба среды по измерениям интенсивности прохождения излучения.

Рассмотрены различные аспекты использования и обоснования стандартного векторного алгоритма статистического моделирования процесса переноса поляризованного излучения. В связи с тем, что соответствующие оценки могут иметь бесконечную дисперсию, построен алгоритм, частично учитывающий поляризацию и свободный от этого недостатка. Рассмотрены также модификации локальной оценки интенсивности поляризованного излучения и двойственное представление среднего квадрата оценки функционала, которое расширяет возможности исследования условий конечности дисперсии.

Рассмотрено уравнение Смолуховского с линейными коэффициентами коагуляции, зависящими от двух параметров. Построены весовые алгоритмы для оценки линейных функционалов от решения рассматриваемого уравнения. Предложенные алгоритмы позволяют одновременно оценивать как функционалы для различных наборов параметров, так и параметрические производные. Дополнительно разработаны ценностные алгоритмы и проанализирована их эффективность для вычисления двух функционалов: концентрации мономеров в ансамбле в заданный момент времени, а также концентрации мономеров и димеров.

Рассмотрена модель автотранспортного потока (АТП) с выделенным ускорением. В отличие от газовой динамики, взаимодействие в системе проявляется в виде скачков ускорения, а не скачков скорости. Для исходной вероятностной модели АТП построено интегральное уравнение второго рода, которое связано с линейной многочастичной моделью, описывающей эволюцию системы автомобилей. Также предложены алгоритмы метода Монте-Карло для оценки функционалов от решения полученного уравнения. Практическая целесообразность данного подхода к решению автотранспортных задач продемонстрирована численными экспериментами по оценке распределения скорости и ускорения в пространственно однородном случае с пороговыми профилями взаимодействия, зависящими от скорости.

Проведено сравнение трех наиболее теоретически обоснованных подходов к оцениванию статистической погрешности для метода прямого статистического моделирования (ПСМ), широко используемого в динамике разреженного газа, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Первый из подходов основан на результатах равновесной статистической физики и "persistent random walk". В основе второго лежит асимптотическое оценивание дисперсий. Третий подход к оцениванию статистических погрешностей метода ПСМ основан на центральной предельной теореме для марковских процессов. Сравнение этих подходов реализовано на примере ряда классических задач динамики разреженного газа с различной степенью неравновесности.

Исследованы вопросы построения весовых оценок метода Монте-Карло для решения системы интегральных уравнений 2-го рода с конечной дисперсией. В частности, исследованы модификации критерия конечности дисперсии весовой скалярной оценки на основе построения подходящей системы линейных интегральных уравнений с мажорантными ядрами. Получен мажорантный критерий конечности векторной весовой оценки путем сравнения со скалярной оценкой, которая получается методом рандомизации. Доказано, что для соответствующего рандомизированного алгоритма дисперсия скалярной оценки и среднее время моделирования одной траектории ограничены, если ограничено исходное решение. Исследована также возможность использования ветвления для построения векторной оценки решения системы интегральных уравнений.

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

Программа Президиума РАН № 15, проект № 15.9, подпроект "Методы и технологии распараллеливания алгоритмов и параллельная реализация численного моделирования на многопроцессорных системах".

Руководители: чл.-корр. РАН Михайлов Г. А., д.т.н. Малышкин В. Э.

Разработан трехмерный параллелизуемый алгоритм метода Монте-Карло для моделирования развития электронных лавин в газе. Отличительной особенностью метода Монте-Карло является возможность учета влияния маловероятных процессов, что практически невозможно для других моделей (например, при использовании диффузионного приближения). Обратим особое внимание на необходимость хранить в памяти ЭВМ координаты всех электронов лавины в шестимерном фазовом пространстве, количество которых экспоненциально увеличивается со временем. Частично эту проблему решает используемая нами лексикографическая схема ветвления траекторий. Выигрыш во времени расчетов достигнут посредством использования технологии распараллеливания, реализованной в программе ELSHOW (ELeCtron SHOWer). Параллельная реализация осуществляется с помощью библиотеки PARMONC, что ускоряет получение таких интегральных характеристик, как число частиц в лавине, коэффициент ударной ионизации, скорость дрейфа и других, а также способов выбора подходящей величины временного шага с использованием техники зависимых статистических испытаний. Составными частями алгоритма являются специальные методы моделирования распределений, лексикографическая схема реализации ветвления траекторий, "русская рулетка", обоснованное построение гистограммы и вычисление вероятностной погрешности оценок функционалов. Выполнено сравнение полученных результатов для азота с опубликованными ранее теоретическими и экспериментальными данными.

Программа ОМН РАН №1.3, проект №1.3.2, 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.

Реализованы различные варианты метода подобных траекторий (МПТ) путем численно-статистического моделирования траекторий частиц – "квантов" излучения – соответственно вспомогательной радиационной модели и построения весовых оценок функционалов одновременно для различных значений физических параметров. Решена задача выбора вспомогательной модели с целью минимизации параметрического максимума среднеквадратической погрешности весовых оценок. В качестве параметров рассматриваются плотность среды, коэффициент "выживания" кванта при столкновениях и средний косинус рассеяния, определяющий используемую индикатрису Хеньи – Гринштейна. С помощью МПТ численно исследована параметрическая зависимость погрешности транспортного приближения для вероятностей прохождения, поглощения и альbedo частицы.

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 47.

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

Рассмотрен модельный процесс стохастической кинетики ансамбля взаимодействующих частиц, который представляет собой однородную марковскую цепь, переходы в которой осуществляются в результате элементарных парных взаимодействий. Распределение времени между взаимодействиями определяется состоянием системы и является обобщен-

ным экспоненциальным распределением с переменной интенсивностью. Предложен алгоритм моделирования обобщенного экспоненциального распределения для таких ансамблей взаимодействующих частиц, сравнительно эффективный в случае, когда интенсивность соответствующего пуассоновского точечного потока равна сумме трудно вычисляемых разно-масштабных элементов. Алгоритм строится на основе поэлементного мажорирования этой интенсивности путем рандомизированного прореживания мажорантного потока.

Реализован метод подобных траекторий (МПТ) путем численно-статистического моделирования траекторий частиц – "квантов" излучения – соответственно вспомогательной радиационной модели и построения весовых оценок функционалов одновременно для различных значений физических параметров. Решена задача выбора вспомогательной модели с целью минимизации параметрического максимума среднеквадратической погрешности весовых оценок. Уточнены ранее известные и получены новые утверждения о минимаксных алгоритмах МПТ. С помощью МПТ численно исследована параметрическая зависимость погрешности "транспортного приближения" для вероятностей прохождения, поглощения и альбеда частицы.

Рассмотрены различные модели экспоненциально коррелированных случайных сред, связанных с пуассоновскими точечными ансамблями. Построены асимптотические оценки средней вероятности прохождения частицы (кванта излучения) через среды такого типа на основе пуассоновости потока пересечений траекторий с областями постоянства случайной плотности и с помощью центральной предельной теоремы для соответствующей оптической длины. Изучена возможность восстановления параметров радиационной модели по значению осредненной вероятности прохождения.

Рассмотрены различные аспекты использования и обоснования стандартного векторного алгоритма статистического моделирования переноса поляризованного излучения. В связи с тем, что соответствующие оценки могут иметь бесконечную дисперсию, построен алгоритм, частично учитывающий поляризацию и свободный от этого недостатка. Рассмотрены также модификации локальной оценки интенсивности поляризованного излучения и двойственное представление среднего квадрата оценки функционала, которое расширяет возможности исследования условий конечности дисперсии.

Разработан трехмерный параллельный алгоритм метода Монте-Карло для моделирования развития электронных лавин в газе. Отличительной особенностью метода Монте-Карло является возможность учета влияния маловероятных процессов, что практически невозможно для других моделей (например, при использовании диффузионного приближения). Нужно обратить особое внимание на необходимость хранить в памяти ЭВМ координаты всех электронов лавины в шестимерном фазовом пространстве, количество которых экспоненциально увеличивается со временем. Частично эту проблему решает используемая нами лексикографическая схема ветвления траекторий. Выигрыш во времени расчетов достигнут посредством использования технологии распараллеливания, которая была реализована в программе ELSHOW (ELeCtron SHOWer). Параллельная реализация осуществляется с помощью библиотеки PARMONC, что ускоряет получение таких интегральных характеристик, как число частиц в лавине, коэффициент ударной ионизации, скорость дрейфа и других, а также способов выбора подходящей величины временного шага с использованием техники зависимых статистических испытаний. Составными частями алгоритма являются специальные методы моделирования распределений, лексикографическая схема реализации ветвления траекторий, "русская рулетка", обоснованное построение гистограммы и вычисление вероятностной погрешности оценок функционалов. Приводится сравнение по-

лученных результатов для азота с опубликованными ранее теоретическими и экспериментальными данными.

Рассмотрено уравнение Смолуховского с линейными коэффициентами коагуляции, зависящими от двух параметров. Построены весовые алгоритмы для оценки линейных функционалов от решения рассматриваемого уравнения. Предложенные алгоритмы позволяют одновременно оценивать как функционалы для различных наборов параметров, так и параметрические производные. Разработаны ценностные алгоритмы и проанализирована их эффективность для вычисления двух функционалов: концентрации мономеров в ансамбле в заданный момент времени, а также концентрации мономеров и димеров. Значительное уменьшение трудоемкости достигается путем ценностного моделирования двух элементарных переходов: выбора времени между взаимодействиями и выбора номера пары взаимодействующих частиц.

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 126.

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

Разработан численный алгоритм и программа для численного анализа трехмерных течений в реальной геометрии плазматрона химически реагирующих газов по методу прямого статистического моделирования. В программе используется эффективный метод моделирования распределения временного интервала между взаимодействиями в ансамбле модельных частиц. Программа адаптирована к выполнению на высокопроизводительных суперЭВМ.

Разработан трехмерный параллельный алгоритм метода Монте-Карло для моделирования развития электронных лавин в газе. При моделировании влияние собственного электрического поля электронов и ионов лавины на внешнее электрическое поле не учитывалось, т. е. исследовалась только начальная стадия развития лавины (до формирования критической лавины). Отличительной особенностью метода Монте-Карло является возможность учета влияния маловероятных процессов, что практически невозможно для других моделей (например, при использовании диффузионного приближения). Нужно обратить особое внимание на необходимость хранить в памяти ЭВМ координаты всех электронов лавины в шестимерном фазовом пространстве (x, y, z, V_x, V_y, V_z) , количество которых экспоненциально увеличивается со временем. Частично эту проблему решает используемая нами лексикографическая схема "ветвления" траекторий. Практически достаточный выигрыш расчетов во времени позволяет получить использование технологии распараллеливания, что и было реализовано в программе ELSHOW (ELeCtron SHOWer). Параллельная реализация осуществляется с помощью библиотеки PARMONC, что ускоряет получение таких интегральных характеристик, как число частиц в лавине, коэффициент ударной ионизации, скорость дрейфа и других, а также способов выбора подходящей величины временного шага с использованием техники зависимых статистических испытаний. Составными частями алгоритма являются специальные методы моделирования распределений, лексикографическая схема реализации ветвления траекторий, "русская рулетка", обоснованное построение гистограммы и вычисление вероятностной погрешности оценок функционалов. Приводится сравнение полученных результатов для азота с опубликованными ранее теоретическими и экспериментальными данными.

Публикации

Центральные издания

1. Антюфеев В. С. Теорема обучения для алгоритма конкуренции // СибЖВМ. 2013. Т. 16, № 1. С.1–9.
2. Антюфеев В. С. Регуляризация решения системы линейных алгебраических уравнений методом максимального правдоподобия // Там же. Т. 16, № 3. С. 213–224.
3. Антюфеев В. С. Граничная задача переноса излучения через плоский слой // Вестн. НГУ. Сер.: Математика, механика, информатика. 2013. Т. 13, вып. 1. С. 13–23.
4. Михайлов Г. А., Роженко С. А. Минимаксные весовые оценки в методе Монте-Карло // ЖВМиМФ. 2013. Т. 53, № 9. С. 65–78.

Зарубежные издания

1. Medvedev I. N. Vector estimators of the Monte Carlo method with a finite variance // Russ. J. Analyses. Math. Modelling. 2013. V. 28, № 3. P. 231–244.
2. Antyufeev V. S. Theorem of learning for the competition algorithm // Num. Analysis and Appl. 2013. V. 6, N 1. P. 1–8.
3. Antyufeev V. S. Finding the most probable nonnegative solutions of systems of linear algebraic equations by the maximum likelihood method // Ibid. No. 3. P. 187–196.
4. Mikhailov G. A. Asymptotic estimates of radiation transfer through a stochastic medium and reconstruction of parameters of averaged radiation transfer model // Ibid. V. 28, N 2. P. 173–186.
5. Rozhenko S. A., Mikhailov G. A. Minimax parametric optimization of numerical-statistical "method of similar trajectories" for solution of radiation transfer theory problems // Ibid. P. 201–212.
6. Lotov K. V., Lotova G. Z., Lotov V. I., Upadhyay A., Tückmantel T., Pukhov A., Caldwell A. Natural noise and external wakefield seeding in a proton-driven plasma accelerator // Phys. Rev. ST Accel. 2013. Beams 16, 041301.
7. Korda A. S., Mikhailov G. A., Ukhinov S. A. Mathematical problems of statistical modelling of polarized radiation transfer // Russ. J. Numer. Analyses. Math. Modelling. 2013. V. 28, N 3. P. 213–230.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Medvedev I. N. The use of the scalar Monte Carlo estimators for the optimization of the corresponding vector weight algorithms // Abs. 7th Intern. Workshop on simulation, Bologna (Italy), 21–25 May, 2013. P. 242–244.
2. Antyufeev V. S. Pattern recognition by the Monte-Carlo method // Proc. of the Intern. workshop on appl. math. of stat. analysis. appl. in surv. analysis, reliab. and quality control (AMSA`2013), Novosibirsk, Sept. 25–27, 2013. Novosibirsk: NSTU publ., 2013. ISBN 978-5-7782-2311-0.
3. Лотова Г. З., Марченко М. А., Рогазинский С. В. Моделирование наносекундных газоразрядных процессов методом Монте-Карло на суперЭВМ // Сб. докл. Всерос. конф. с участием иностранных ученых "Современные проблемы динамики разреженных газов" // ИТ СО РАН, Новосибирск, 26–29 июля 2013 г. С. 137–138.
4. Mikhailov G. A. Remarks about algorithms of statistical simulation // Proc. of the Intern. workshop on appl. math. of stat. analysis. appl. in surv. analysis, reliab. and quality control (AMSA`2013), Novosibirsk, Sept. 25–27, 2013. Novosibirsk: NSTU publ., 2013. ISBN 978-5-7782-2311-0. P. 189–197.

5. Mikhailov G. A., Ukhinov S. A. Some problems of statistical simulation of the polarized radiation transfer // *Ibid.* P. 198–205.

6. Шкарупа Е. В., Плотников М. Ю. Сравнение различных подходов к оцениванию статистической погрешности метода прямого статистического моделирования // Сб. докл. Всерос. конф. с участием иностранных ученых "Современные проблемы динамики разреженных газов", Новосибирск, 26–29 июля 2013 г. С. 238–240.

7. Burmistrov A., Korotchenko M. Parametric analysis of the solution to Smoluchowski equation by weight simulation of multi-particle system // Proc. of the Intern. workshop on appl. math. of stat. analysis. appl. in surv. analysis, reliab. and quality control (AMSA `2013), Novosibirsk, Sept. 25–27, 2013. Novosibirsk: NSTU publ., 2013. ISBN 978-5-7782-2311-0. P. 68–76.

8. Burmistrov A., Korotchenko M. Weight Monte Carlo estimators for parametric derivatives of the solution to coagulation equation // Сб. докл. Всерос. конф. с участием иностранных ученых "Современные проблемы динамики разреженных газов", Новосибирск, 26–30 июля 2013 г. С. 3–5.

9. Михайлов Г. А., Рогазинский С. В. Вероятностная модель многочастичной эволюции и глобальная оценка решения нелинейного кинетического уравнения // ИТ СО РАН, Новосибирск, 26–29 июля 2013 г. С. 149–150.

10. Burmistrov A., Korotchenko M. Monte Carlo algorithm for simulation of the vehicular traffic flow within the kinetic model with velocity dependent thresholds // Proc. of the 7th Intern. workshop on simulation, Rimini (Italy), May 21–25, 2013. 8 pages (submitted).

11. Mikhailov G. A., Korda A. S., Ukhinov S. A. Mathematical problems of statistical simulation of the polarized radiation transfer // *Ibid.*

12. Korda A. S., Ukhinov S. A. Monte Carlo methods for reconstructing a scattering phase function from polarized radiation observations // *Ibid.*

13. Mikhailov G. A., Rogasinsky S. V. Probability model of the interacting particles ensemble evolution and the parametric estimate of the nonlinear kinetic equation solution // *Ibid.*

Сдано в печать

1. Бурмистров А. В., Коротченко М. А. Весовые алгоритмы метода Монте-Карло для оценки и параметрического анализа решения кинетического уравнения коагуляции // СибЖВМ, 2014, 14 стр.

2. Лотова Г. З., Марченко М. А., Михайлов Г. А., Рогазинский С. В., Рыжов В. В., Ухинов С. А., Шкляев В. А. Параллельная реализация метода Монте-Карло для моделирования развития электронных лавин в газе // Изв. ВУЗов, Физика.

3. Antyufeev V. S., Danilenko K. V., Verevkin E. G., Wirz A. Justice, The hockey-stick method to estimate evening dim light melatonin onset (DLMO) in humans // *Chronobiology International.*

Общее число публикаций

Центральные издания – 4

Зарубежные издания – 7

Материалы международных конференций и совещаний – 13.

Участие в конференциях и совещаниях

1. Ускорение алгоритма конкуренции Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей" Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. – 1 доклад (Антюфеев В. С.).

2. Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", Новосибирск, 3–5 авг. 2013 г. – 2 доклада (Лотова Г. З.)

3. 7th International Workshop on simulation, May 21–25, 2013, Rimini (Italy). "Quaderni di Dipartimento" of the Department of Statistical Sciences of the University of Bologna, 21–25 May 2013. – 5 докладов (Коротченко М. А., Ухинов С. А., Рогазинский С. В., Марченко М. А.).

4. 5-я Международная молодежная научная школа-конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. – 1 доклад (Марченко М. А.).

5. Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", Новосибирск, 5–9 авг. 2013 г. – 2 доклада (Марченко М. А., Михайлов Г. А.).

6. 11-я Международная конференция "Газоразрядная плазма и ее применения", Томск, 21–26 сент. 2013 г. – 2 доклада (Лотова Г. З.).

Всего докладов 13.

Кадровый состав

1. Рогазинский С. В.	зав. лабораторией,	д.ф.-м.н.
2. Михайлов Г. А.	советник РАН,	чл.-корр. РАН
3. Антифеев 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. Рожено С. А.	м.н.с.	
12. Усов А. Г.	ведущ. программист	
13. Гурова З. В.	техник	

Трачева Н. В., Коротченко М. А., Корда А. С., Рожено С. А., Медведев И. Н – молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Михайлов Г. А.	– профессор, зав. кафедрой НГУ
Антифеев В. С.	– профессор НГУ
Рогазинский С. В.	– доцент НГУ
Ухинов С. А.	– зам. декана, профессор НГУ
Усов А. Г.	– зам. декана НГУ
Лотова Г. З.	– ст. преподаватель НГУ
Медведев И. Н.	– ст. преподаватель НГУ

Руководство студентами НГУ

Амбос В. Д. – 1 год, аспирант НГУ, руководитель чл.-корр. Михайлов Г. А.

Лаборатория численного анализа стохастических дифференциальных уравнений

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

Отчет по этапам НИР, завершённым в 2013 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР I.2.1.2. "Разработка алгоритмов статистического моделирования для суперкомпьютерного решения задач математической физики, а также индустриальной математики".

Номер государственной регистрации НИР 01201370225.

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

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

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

С помощью алгоритмов с параллельными вычислениями проведен анализ точности оценок математического ожидания численных решений СДУ с колебаниями траекторий и первых моментов, а также решений СДУ со случайной структурой. Введены новые частотные характеристики численного решения СДУ, обобщающие интегральную кривую и фазовую траекторию, которые часто используются при анализе осциллирующих решений систем ОДУ. Проведен анализ влияния случайных шумов на странные аттракторы, в частности, аттракторы Лоренца, Ресслера, Рикитакки. Начаты исследования различных стохастических моделей движения управляемых летательных аппаратов: баллистических ракет и искусственных спутников Земли на стационарной и эллиптической орбитах.

Продолжено создание комплекса параллельных программ для анализа стохастических осцилляторов, включающего параметрический анализ случайных аттракторов, моделей движения по орбите ИСЗ и ракет, движения заряженных частиц в электромагнитных полях, автоколебательных режимов химических реакций.

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

Разработан модифицированный алгоритм статистического моделирования динамических систем с условной марковской структурой при распределенных переходах. С помощью численных схем, адаптированных к скачку, проведено исследование влияния пуассоновских импульсов в задачах радиотехники. Проведено сравнение статистического алгоритма и спектрального метода при решении задач радиотехники.

Построена двухуровневая модификация асимптотически несмещенного численного метода решения СДУ для моделирования разномасштабных процессов. Построенный метод использован для моделирования образования неточечных радиационных дефектов пористости в многослойных средах.

Начата работа по разработке комплекса вычислительных методов и расчетных программ на основе численного решения СДУ для исследования теплопроводности неоднородных тел. Предполагается, что полученные результаты найдут практическое применение в конструировании и исследовании теплофизических свойств новых теплозащитных материалов в самолетостроении. Разработана расчетная программа для оценки функционалов диффузионного процесса с разрывными коэффициентами. С помощью этой программы проведены пробные расчеты оценки температур для теплозащитного материала сотовой конструкции, используемого для теплоизоляции обшивок самолетов. Расчеты проводились на основе физических данных, полученных в результате летных испытаний.

Продолжено исследование кинетической модели автотранспортного потока с выделенным ускорением, начато обобщение на пространственно неоднородный случай. Построены алгоритмы для оценки различных функционалов от решения возникающего в модели нелинейного уравнения типа Больцмана. Рассмотрены взаимодействия с пороговыми функциями, зависящими от скорости автомобиля. С помощью численных экспериментов продемонстрирована эффективность и практическая целесообразность разработанного подхода к решению ряда автотранспортных задач, т. е. перехода к интегральному уравнению и моделированию цепи Маркова.

На основе процессов блуждания с отражением от границы построены новые оценки методом Монте-Карло для функционалов решений уравнений метаэллиптического типа со случайными спектральными параметрами и смешанными краевыми условиями, описывающие поведение систем в теории упругости. При этом доказаны специальные теоремы о среднем, представляющие решение в виде специальных интегралов от граничных условий по поверхности сфер. Полученные представления использованы для приближенного моделирования поведения соответствующего диффузионного процесса вблизи границы области. Требуемые скалярные оценки построены с помощью техники параметрического дифференцирования стандартной оценки "блуждания по сферам" для решения задачи Дирихле для уравнения Гельмгольца и модификации граничных представлений решения. Новые эффективные оценки статистических свойств решений со случайными спектральными и функциональными параметрами построены с помощью метода частичного осреднения условно независимых траекторий соответствующих случайных процессов.

Закончен цикл работ по созданию эффективных алгоритмов моделирования одномерных случайных переменных с помощью аппроксимации их плотностей вероятности. Подготовлена рукопись монографии "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 2013 г. в ходе выполнения проекта получены следующие результаты.

В Сибирском суперкомпьютерном центре с помощью алгоритмов метода Монте-Карло с параллельными вычислениями проведены исследования точности оценок моментных функций линейных и нелинейных стохастических осцилляторов, решений СДУ со случайной структурой. Проведенные исследования на точность оценки математического ожидания решений СДУ со случайной структурой показали сильную потерю точности оценки в детерминированные или случайные моменты времени изменения структуры СДУ, что потребовало использования для статистического моделирования высокопроизводительных суперкомпьютеров. Исследованы проблемы точности, связанные с необходимостью оценки функционалов от решения СДУ с растущей дисперсией, сильной асимметрией распределения решений, неопределенностью времени выхода траекторий решений на границы заданных областей.

Построены параллельные весовые статистические алгоритмы для решения широкого класса краевых задач для уравнений с частными производными, использующие сведение исходной дифференциальной задачи к системе локальных интегральных уравнений. На их основе разработаны алгоритмы оценки решений и параметрических производных для за-

дач со случайными параметрами. Исследован вопрос о конечности дисперсии полученных оценок, проведена оптимизация внутренних параметров алгоритмов с целью уменьшения их трудоемкости.

Построены методы Монте-Карло для решения метаэллиптических уравнений со случайными функциональными параметрами, предназначенные для изучения колебаний тонких пластин под действием случайных нагрузок. Продолжена разработка и исследование экономичных статистических алгоритмов для решения метаэллиптических уравнений с граничными условиями различных типов.

Построены новые статистические алгоритмы с использованием параметрических производных решений краевых задач, основанные на эффективном аналитическом продолжении начального элемента резольвенты путем приближения целыми функциями и использования методов обобщенного суммирования за пределами круга сходимости ряда Неймана. Исследованы методологические ограничения, накладываемые достаточными условиями возможности аналитического продолжения и границами областей голоморфности соответствующих рядов Неймана.

Для изучения вопроса группирования автомобилей в кластеры рассмотрено кинетическое уравнение Смолуховского, описывающее процессы коагуляции частиц с целочисленными размерами в пространственно однородном случае с коэффициентом коагуляции, который является линейной комбинацией постоянного и аддитивного коэффициентов. Построены весовые модификации алгоритма выбора номера взаимодействующей пары частиц в процессе коагуляции. Численные результаты показали значительное уменьшение трудоемкости при одновременном использовании ценностного моделирования обоих элементарных переходов в цепи Маркова: времени между взаимодействиями и номера пары взаимодействующих частиц. Этот эффект наблюдается для различных параметров. Более того, для больших значений временного интервала уменьшение трудоемкости приобретает более ярко выраженный характер. Кроме того, с помощью разработанных алгоритмов удалось оценить экстремально малые величины, которые не представляется возможным оценить с помощью прямого метода за приемлемое время. Также для уравнения коагуляции рассмотрена задача параметрического анализа. Разработаны весовые алгоритмы одновременной оценки функционалов для набора различных параметров с моделированием ансамбля траекторий при фиксированных значениях параметров. Кроме того, построены весовые алгоритмы для оценки параметрических производных от функционалов.

Построен алгоритм оценки решения краевой задачи для уравнения теплопроводности третьего рода с негладкой матрицей при вторых производных. Разработана программа, позволяющая оценивать значение температуры внутри неоднородного материала, представляющего собой жесткий каркас из правильных шестиугольников, заполненный веществом с низкой теплопроводностью. Теплозащитные конструкции такого типа используются в авиационной технике. По данным, полученным в результате летных испытаний, проведены численные эксперименты по определению изменения температуры в заданных точках внутри обшивки в процессе полета.

Публикации

Центральные издания

1. Артемьев С. С., Корнеев В. Д., Якунин М. А. Численное решение стохастических дифференциальных уравнений со случайной структурой на суперкомпьютерах // СибЖВМ. 2013. Т. 16, № 4. С. 303–311.

2. Николаев В. Н., Гусев С. А. Определение оптимальных значений толщины теплоизоляции кабины экипажа и салонов пассажиров магистрального самолета // *Авиакосм. приборостроение*. 2013. № 7. С. 46–55.

3. Аверина Т. А. Модифицированный алгоритм статистического моделирования систем со случайной структурой с распределенными переходами // *СибЖВМ*. 2013. Т. 16, № 2. С. 97–105.

4. Аверина Т. А. Исследование влияния пуассоновских дельта-импульсов в задачах радиотехники // *Вест. Тамбов. гос. ун-та*. 2013. Т. 18, вып. 5. С. 2431–2433.

5. Аверина Т. А., Рыбаков К. А. Новые методы анализа воздействия пуассоновских дельта-импульсов в задачах радиотехники // *Журн. радиоэлектроники: электрон. журн*. 2013. № 1. [Электрон. ресурс]. <http://jre.cplire.ru/jre/jan13/13/text.pdf>.

6. Артемьев С. С., Корнеев В. Д. Анализ точности численного решения стохастических дифференциальных уравнений на суперкомпьютерах // *Вестн. УГАТУ*. 2013. Т. 17, № 2(55). С. 101–111.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Burmistrov A., Korotchenko M. Parametric Analysis of the Solution to Smoluchowski Equation by Weight Simulation of Multi-Particle System // *Proc. of the 2nd Intern. workshop "Applied methods of Statistical Analysis. Applications in Survival Analysis, Reliability and Quality Control" (AMSA–2013)*, Novosibirsk, Sept. 25–27 2013. Novosibirsk: NSTU publ. P. 68–76.

2. Makhotkin O. A. Simulation of random variates by approximation // *Ibid.* P. 163–172.

3. Аверина Т. А. Статистическое моделирование систем со случайной структурой, заданной стохастическими дифференциальными уравнениями // *Abs. of the Intern. math. conf. "Bogolyubov readings. Dif. equations, theory of functions and their applications" (DIF–2013)*, Sevastopol (Ukraine), June 23–30, 2013. Kyiv: Inst. Math. NAS Ukraine, 2013. P. 150–151.

4. Аверина Т. А. Статистическое моделирование стохастических систем при импульсных воздействиях // *Материалы 18-й Междунар. конф. по вычисл. механике и современным прикладным прогр. сист. (ВМСПИС'2013)*, Алушта, 22–31 мая 2013 г. С. 29–31.

5. Burmistrov A. Enhancement of the Acceleration Oriented Kinetic Model for the Vehicular Traffic Flow // *Abs. of the 7th Intern. workshop on simulation*, May 21–25 2013, Rimini (Italy). "Quaderni di Dipartimento" of the Department of Statistical Sciences of the University of Bologna. ISSN 1973-9346. 2013. N. 3. P. 94–95.

6. Lukinov V. Random walks methods for solving BVP of some meta elliptic equations // *Ibid.* P. 228–229.

Прочие публикации

1. Николаев В. Н., Гусев С. А. Математическое моделирование электромагнитной совместимости бортового радиоэлектронного оборудования самолета. Программа для ЭВМ // *Роспатент. Патент РФ № 2013660722*. 2013. Бюл. № 4.

2. Николаев В. Н., Гусев С. А. Математическое моделирование теплового состояния отсеков и систем самолета. Программа для ЭВМ // *Там же. Патент РФ № 2013616848*. 2013. Бюл. № 3.

3. Аверина Т. А., Рыбаков К. А. Два метода анализа стохастических систем с пуассоновской составляющей // *Диф. уравнения и процессы управл.* № 3. 2013. С. 1–31. [Электрон. ресурс]. <http://www.math.spbu.ru/diffjournal>.

4. Burmistrov A., Korotchenko M. Weight Monte Carlo estimators for parametric derivatives of the solution to coagulation equation // *Сб. докл. Всерос. конф. с участием иностр. ученых*

"Современные проблемы динамики разреженных газов", Новосибирск, 26–30 июля 2013 г. С. 3–5.

5. Лукинов В. Л. Решение краевых задач второго и третьего типа для бигармонического уравнения методом Монте-Карло // Труды конф. молодых ученых. Новосибирск: ИВМиМГ СО РАН. 2014. С. 143–150.

6. Lukinov V. The method of random walk on spheres for solving BVP's from elasticity Theory // Abs. of the 9th IMACS seminar on Monte Carlo methods, Annecy-le-Vieux (France), July 15–19 2013. P. 71.

Сдано в печать

1. Гусев С. А., Докучаев Н. Г. О дифференцировании функционалов, содержащих время первого выхода диффузионного процесса из области // Теория вероятностей и ее применения.

2. Gusev S. A. Estimation of solutions of parabolic moving boundary value problems using SDE // Appl. Math. Sci.

3. Бурмистров А. В., Коротченко М. А. Весовые алгоритмы метода Монте-Карло для оценки и параметрического анализа решения кинетического уравнения коагуляции // СибЖВМ. 2014.

4. Burmistrov A., Korotchenko M. Monte Carlo Algorithm for simulation of the vehicular traffic flow within the kinetic model with velocity dependent thresholds // Proc. of the 7th Intern. workshop on simulation, Rimini (Italy), May 21–25, 2013. 8 p.

5. Артемьев С. С., Иванов А. А., Смирнов Д. Д. Новые частотные характеристики численного решения стохастических дифференциальных уравнений // СибЖВМ. 2014.

6. Артемьев С. С., Иванов А. А. Анализ влияния случайных шумов на странные аттракторы методом Монте-Карло на суперкомпьютерах // СибЖВМ. 2014.

Общее число публикаций

Центральные издания – 6.

Материалы международных конференций – 6.

Участие в конференциях и совещаниях

1. 5-я Междунар. молодежная науч. шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. – 0,5 доклада (Артемьев С. С.).

2. 18-я Междунар. конф. по Вычислительной механике и современным прикладным программным системам, Алушта, 25–31 мая 2013–г. – 1 доклад (Аверина Т. А.).

3. Междунар. конф. "Разностные схемы и их приложения", посвящ. 90-летию проф. В. С. Рябенского, ИПМ, 27–31 мая 2013 г. – 0,33 доклад (Аверина Т. А.).

4. Междунар. конф. "Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений", Новосибирск, 18–24 авг. 2013 г. – 1 доклад (Аверина Т. А.).

5. Всерос. конф. по математике и механике. Томск, 2–4 окт. 2013 г. – 1 доклад (Аверина Т. А.).

6. Междунар. конф. Боголюбовские чтения, Севастополь, 23–30 июня 2013 г. – 1 доклад (Аверина Т. А.).

7. Междунар. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей". Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. – 1 доклад (Аверина Т. А.).

8. 7th Intern. workshop on simulation, May 21–25, 2013, Rimini (Italy). – 2 доклада (Бурмистров А. В., Лукинов В. Л.).

9. 2nd Intern. workshop "Applied methods of statistical analysis. Applications in survival analysis, reliability and quality control" (AMSA–2013), Novosibirsk, Sept. 25–27, 2013. – 1,5 доклада (Бурмистров А. В., Махоткин О. А.).

10. Всерос. конф. с участием иностр. ученых "Современные проблемы динамики разреженных газов", Новосибирск, 26–30 июля 2013 г. – 0,5 доклада (Бурмистров А. В.).

11. Конф. молодых ученых, Новосибирск, 12–15 апр. 2013 г. – 1 доклад (Лукинов В. В.).

12. 9th IMACS Seminar on Monte Carlo methods, Annecy-le-Vieux (France), July 15–19, 2013. – 1 доклад (Лукинов В. Л.).

13. Intern. conf. dedicated to the 105 anniversary of the birthday of S. L. Sobolev "Differential equations. Functional spaces. Approximation Theory", Novosibirsk, Aug. 18–24 2013 – 0,5 доклада (Лукинов В. Л.).

14. The Workshop on geometry, algebra, combinathorics, PDE and numerical analysis, 18–19 Nov., Auckland (New Zealand); November 23, University of New South Wales, the School of mathematics and Statistics (Australia). – 2 доклада (Лукинов В. Л.).

Всего докладов 15.

Кадровый состав

1. Артемьев Сергей Семенович	зав. лаб.,	д.ф.-м.н.
2. Аверина Татьяна Александровна	с.н.с.,	к.ф.-м.н.
3. Гусев Сергей Анатольевич	с.н.с.,	к.ф.-м.н.
4. Якунин Михаил Александрович	с.н.с.,	к.ф.-м.н.
5. Бурмистров Александр Васильевич	н.с.,	к.ф.-м.н.
6. Лукинов Виталий Леонидович	н.с.,	к.ф.-м.н.
7. Махоткин Олег Александрович	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

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

Лаборатория стохастических задач

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

Важнейшие достижения

Стохастическая модель формирования и роста нанопроводников (nanowires) и оптимизация молекулярно-пучкового эпитаксиального выращивания наноструктур из нитридов галлия.

Д.ф.-м.н. Сабельфельд К. К.

Разработана стохастическая модель формирования и роста ансамбля нанопроводников из нитрида галлия методами молекулярно-лучевой эпитаксии в виде системы стохастических дифференциальных уравнений со случайными начальными и граничными условиями. Рассчитаны критический радиус устойчивого нанопроводника и эволюция спектра размеров по диаметру и высоте, получено хорошее согласие с данными экспериментов, проведенных в соавторстве с учеными из Института твердотельной электроники им. П. Друде (Берлин).

Результаты исследований опубликованы в следующих работах:

Статьи:

1. Sabelfeld K. K., Kaganer V. M., Limbach F., Dogan P., Brandt O., Geelhaar L., Riechert H. Height self-equilibration during the growth of dense nanowire ensembles: Order emerging from disorder // *Appl. Phys. Lett.* 2013. 103, 133105.

2. Fernandez-Garrido S., Kaganer V. M., Sabelfeld K. K., Gotschke T., Grandal J., Calleja E., Geelhaar L., Brandt O. Self-regulated radius of spontaneously formed GaN nanowires in molecular beam epitaxy // *Nano Let.* 2013. N 13. P. 3274–3280.

3. Kurbanmuradov O., Sabelfeld K., Kramer P. Randomized spectral and fourier-wavelet methods for multidimensional gaussian random vector fields // *J. Comput. Phys.* 2013. V. 245. P 218–234.

Доклады на конференциях:

1. Sabelfeld K. K., Kaganer V. M., Limbach F., Dogan P., Brandt O., Geelhaar L., Riechert H. Height self-equilibration during the growth of dense nanowire ensembles: order emerging from disorder // 7th Nanowire growth workshop, Lausanne, June 10–12, 2013.

2. Fernandez-Garrido S., Kaganer V. M., Sabelfeld K. K., Gotschke T., Grandal J., Calleja E., Geelhaar L., Brandt O. Fundamental aspects of the spontaneous formation of GaN NWs in molecular beam epitaxy // *Ibid.*

Отчет по этапам НИР, завершённым в 2013 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР I.2.1.2 "Разработка алгоритмов статистического моделирования для суперкомпьютерного решения задач математической физики, а также индустриальной математики".

Номер государственной регистрации НИР 01201370225.

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

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

Руководитель – д.ф.-м.н. Каргин Б. А.

Построены численные стохастические модели различных метеоэлементов и их комплексов с учетом суточной и сезонной нестационарности. Проведены результаты исследования экстремальных метеорологических явлений с использованием этих моделей. По данным наблюдений построены численные стохастические модели пространственных и пространственно-временных полей суточных сумм жидких осадков на регулярных сетках. Построены численные стохастические модели условных полей суточных сумм осадков на регулярных сетках при заданных значениях на станциях. Модели используются для исследования экстремальных режимов выпадения осадков, исследования статистических свойств суммарных осадков и стохастической интерполяции осадков со станций в произвольную точку области.

Проведены исследования неоднородных двоичных марковских цепей с периодическими матрицами переходных вероятностей. Получены выражения, описывающие корреляционную функцию, а также распределение длительностей серий из одинаковых состояний и его моменты, исследованы различные характеристики серий, накрывающих заданный момент времени. Для этого случая получены условия, при которых вероятности возникновения длинных серий больше вероятностей появления коротких серий. Полученные результаты применяются для исследования свойств рядов индикаторов экстремальных метеорологических явлений.

Предложен динамико-вероятностный подход к исследованию вероятностных свойств речного стока, основанный на совместном использовании численной стохастической модели полей осадков, динамической модели стоков и данных метеорологических и гидрологических наблюдений.

Разработан стохастический спектральный проекционный метод решения краевых задач в 3D областях на основе обращения формулы Пуассона, проведена серия расчетов для диффузионных задач и задач теории упругости.

Построены рандомизированные спектральные и вейвлетные приближения для многомерных случайных полей, исследована их сходимост.

Построена стохастическая модель нуклеации для описания образования островков критического размера при молекулярно-пучковом эпитаксиальном процессе выращивания нанопроводников, обнаружен эффект самосохраняющегося спектра по высотам для ансамбля нановискеров, получивший подтверждение в экспериментальных исследованиях данного процесса в совместных работах с Институтом твердотельной электроники им. П. Друде (Берлин).

Продолжена разработка теории и приложений дискретно-стохастических функциональных алгоритмов метода Монте-Карло. Предложено использование специальных методов сглаживания приближений функций при использовании независимых стохастических оценок в узлах сетки. Исследована возможность использования специальных стохастических алгоритмов для построения подходящих сгущающихся сеток.

Решена задача моделирования переноса частиц в пористых средах на основе стохастического метода коллокаций. Для гидравлической проницаемости, заданной в виде случайного гауссовского поля с известной корреляционной функцией, использовалось разложение Кархунена – Лоева, решение уравнения Дарси, в свою очередь, находилось в виде разложения по полиномам Эрмита.

Построены алгоритмы численного моделирования экстремально высоких океанических волн на основе специальных моделей случайных полей. В рамках проекта для численного моделирования гигантских волн используются условные спектральные модели случайных

полей. При этом предполагается, что поверхность морского волнения достаточно хорошо описывается пространственно-временным случайным полем. Кроме спектра случайного поля для моделирования гигантской волны необходима дополнительная информация о профиле волны, т. е. должны быть заданы значения поля возвышений морской поверхности в некоторых точках в заданные моменты времени. Условные спектральные модели позволяют численно моделировать множество независимых пространственно-временных реализаций морской поверхности, проходящих через заданные точки и, таким образом, исследовать характерные особенности развития и распространения гигантских волн. В частности, несколько неожиданным результатом проведенных вычислительных экспериментов оказалось появление групп из трех гигантских волн, в то время как экстремальный уровень волнения фиксировался лишь в одной точке. Такой тип гигантских волн хорошо известен по наблюдениям и носит название "три сестры".

Исследованы индикатрисы рассеяния излучения в жидкокапельных облаках для различных распределений капель по размеру. Исследованы условия возникновения радуг, глорий и венцов. Результаты расчетов позволяют разработать методики исследования микрофизической структуры облачности.

Результаты работ по проектам РФФИ

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.

Построены стохастические алгоритмы решения задачи о поведении фотолюминесценции при аннигиляции электронов и дырок при наличии диффузии и нерадиационных центров захвата. Проведено сравнение с аналитическим подходом, основанным на уравнениях для статистических моментов и корреляционных функций.

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 переноса излучения и лидарного зондирования в атмосфере с жидкокапельными и кристаллическими облаками с учетом многократного рассеяния и поляризации света, стохастической неоднородности рассеивающих сред, фазового состава и оптической анизотропии облачных полей. Основные результаты получены по следующим направлениям: 1) анализ особенностей переноса излучения в кристаллических облаках; 2) численное моделирование стохастической структуры разорванной облачности и поверхности морского волнения; 3) моделирование лидарных эхо-сигналов; 4) изучение условий возникновения глорий и венцов при рассеянии света в облаках.

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 и реализованы новые параметрические численные алгоритмы модели пространственных и пространственно-временных метеорологических полей и их комплексов,

таких, например, как поля суточных сумм жидких осадков, совместные поля приземной температуры воздуха и относительной влажности. На примере полей индикаторов осадков разработан метод оценки некоторых показателей неоднородности поля, построены приближенные алгоритмы моделирования неоднородных полей с использованием стохастической интерполяции полей со станций в узлы сетки. Для верификации моделей используются специальные характеристики, связанные с выбросами случайных полей, а для проверки качества учета неоднородности – предложенные показатели неоднородности. По модельным выборкам исследованы некоторые свойства экстремальных метеорологических явлений, например, длительные и интенсивные осадки или отсутствие осадков на больших территориях, пространственно-временные характеристики суммарных осадков и др. Построены и реализованы численные алгоритмы моделирования условных полей суточных сумм жидких осадков на сетках при заданных значениях на станциях и проведены оценки вероятности опасных осадков в условиях различных метеорологических ситуаций.

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

Программа Президиума РАН № 15, проект № 15.9, 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.

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

Программа Президиума РАН № 15, проект № 15.9, подпроект "Разработка новых численных моделей сложных многомерных геофизических и атмосферно-физических процессов".

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

На основе серии вычислительных экспериментов численно установлена пространственно-временная структура лидарного эхо-сигнала, отраженного нижней границей жидкокапельного облака для лидара наземного базирования в зависимости от различных оптико-геометрических параметров эксперимента. Указанные расчеты выполнены в диапазоне длин волн от 25 до 250 мкм для оптических моделей облачной среды типа Cumulus, Stratus, Stratus-Stratocumulus.

Разработаны численные стохастические модели совместных временных рядов суточного речного стока и пространственно-временных полей суточных сумм жидких осадков на регулярных сетках с заданными совместными корреляционными функциями и одномерными распределениями, полученными на основе данных многолетних наблюдений на ряде метеостанций и гидрологических постов Сибири

Программа ОМН РАН 1.3, проект 1.3.3, 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.

Рассмотрены две проблемы, связанные с моделированием пространственно-временной структуры световых импульсов при решении прямых задач лазерного зондирования рассеивающих сред. Первая заключается в построении адекватной оптической модели кристаллических облаков, учитывающей их оптическую анизотропию. Вторая касается вопросов моделирования переноса лазерного излучения в оптически анизотропных средах методом Монте-Карло. Приведен ряд результатов численных экспериментов, устанавливающих количественную связь между некоторыми параметрами облаков и величиной и формой временной развертки нестационарного лазерного эхо-сигнала, отраженного однослойным сплошным кристаллическим или жидко-капельным облаком и двухъярусной сплошной облачностью, когда кристаллическое облако расположено над жидко-капельным облаком.

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 52 "Дистанционное зондирование микрофизических характеристик основания облачности в терагерцовом диапазоне на ЛСЭ Сибирского Центра фотохимических исследований".

Координатор – д.ф.-м.н. Каргин Б. А.

Проведена серия вычислительных экспериментов, численно устанавливающих пространственно-временную структуру лидарного эхо-сигнала в диапазоне длин волн от 25 до 250 мкм, отраженного нижней границей жидкокапельного облака для лидара наземного базирования в зависимости от различных оптико-геометрических параметров эксперимента. Учтено ослабление парами воды в атмосфере, аэрозольное поглощение и рассеяние в подоблачном слое. Модель атмосферы выбиралась слоисто-неоднородной относительно оптических параметров. Проанализирована структура локационного сигнала в зависимости от типа облачности, длины волны излучения, концентрации паров воды в атмосфере, фона многократного рассеяния. Вычислены средние значения временного распределения интенсивности эхо-сигнала при вариациях высоты нижней границы облачного слоя.

Публикации

Монографии

1. Sabelfeld K. K., Shalimova I. A. Spherical and Plane Integral Operators for PDEs // Construction, analysis and applications. Berlin-Boston: De Gruyter, 2013. 328 p. ISBN 978-3-11-031529-5.

Центральные издания

1. Войтишек А. В., Хмель Д. С. Аналитический подход к изучению граничного эффекта в одномерном рандомизированном численном алгоритме построения адаптивных сеток // Журн. вычисл. матем. и матем. физ. 2013. Т. 53, № 2. С. 195–208.

2. Prigarin S. M., Bazarov K. B., Kersher M., Oppel U. G. Numerical study of rainbows and glories in water-drop clouds // Rus. J. Numer. Analysis Math. Modelling. 2013. V. 28 N 3. P. 245–266.

3. Ogorodnikov V. A., Kargapolova N. A., Seresena O. V. Numerical stochastic model of spatial fields of daily sums of liquid precipitation // Ibid. V. 28, N 2. P. 187–200.

4. Kargin A. B., Kargin B. A., Lavrov M. V. Aerospace laser sensing of cloudiness: numerical statistical modeling // Russian Physics J. 2013. V. 56, iss. 3. P. 241–250.

Зарубежные издания

1. Voytishek A. V., Khmel D. S. Analytical description of boundary effect in the 1D Kohonen scheme for constructing adaptive grids // Cons. Electron. Times. 2013. V. 2, № 1. P. 68–74.

2. Sabelfeld K. A stochastic spectral projection method for solving PDEs in domains composed by overlapping discs, spheres, and half-spaces // *Appl. Math. and Comput.* 2013. V. 219, N 10. P. 5123–5139.
3. Kurbanmuradov O., Sabelfeld K., Kramer P. Randomized spectral and fourier-wavelet methods for multidimensional gaussian random vector fields // *J. of Comput. Phys.* 2013. V. 245. P. 218–234.
4. Fernandez-Garrido S., Kaganer V. M., Sabelfeld K. K., Gotschke T., Grandal J., Geelhaar L., Brandt O. *Nano Letters*. 2013. V. 13(7). P. 3274–3280.
5. Sabelfeld K. K., Kaganer V. M., Limbach F., Dogan P., Brandt O., Geelhaar L., Riechert H. Height self-equilibration during the growth of dense nanowire ensembles: Order emerging from disorder // *Appl. Phys. Lett.* 2013. 103, 133105.
6. Hahn K., Prigarin S., Hasan K.M. Fitting of two-tensor models without ad hoc assumptions to detect crossing fibers using clinical DWI data // *Magnetic Resonance Imag.* 2013. V. 31, iss. 4. P. 585–595.
7. Prigarin S. M., Sandau K., Kazmierczak M., Hahn K. Estimation of fractal dimension: a survey with numerical experiments and software description // *Intern. J. Biomath. and Biostat.* 2013. V. 2, N 1. P. 167–180.
8. Hahn K., Myers N., Prigarin S., Rodenacker K., Kurz A., Forst H., Zimmer C., Wohlschlagel A. M., Sorg C. Selectively and progressively disrupted structural connectivity of functional brain networks in Alzheimer's disease - Revealed by a novel framework to analyze edge distributions of networks detecting disruptions with strong statistical evidence // *NeuroImage*. 2013. V. 81. P. 96–109.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Voytishek A. V. Joint use of Monte Carlo and geostatistical techniques for global estimating of functions presented in an integral form // *Proc. of Intern. Workshop "Applied methods of statistical analysis", "Applications in survival analysis, reliability and quality control" (AMSA-2013)*, Новосибирск, 2013. С. 268–276.
2. Kargapolova N., Ogorodnikov V. Stochastic models of periodically correlated non-gaussian processes // *Ibid.* P. 101–106.
3. Ogorodnikov V., Sereseva O. Numerical stochastic model of indicator fields of daily sums of liquid Precipitation // *Ibid.* P. 145–153.
4. Prigarin S. M., Bazarov K. B., Ooppel U. G. Numerical study of rainbows, glories, and coronas // *Proc. of the Intern. symp. "Atmospheric Radiation and Dynamics" (ISARD-2013)*, Saint-Petersburg, June 24–27, 2013. P. 58.
5. Chaikovskaya L. I., Lopatin A. Ju., Prigarin S. M., Dubovik O. V., Litvinov P. V., Chaikovskiy A. P., Grudo O. Ja., Denisov S. V. Modification of module to simulate sun-radiometer signals in synergetic method of processing complex lidar & radiometer measurements // *Ibid.* P. 47–48.
6. Prigarin S. M. The clouds and the sea surface stochastic models in the atmosphere optics // *Abs. of the 7th Intern. workshop on simulation, Bologna (Italy), May 21–25, 2013.* P. 298–299.
7. Prigarin S. M., Litvenko K. V. Simulation of extreme ocean waves by peaks of random functions // *Ibid.* P. 300–301.
8. Kargin B. A, Kablukova E. G. Monte Carlo modeling in non-stationary problems of laser sensing of scattering media // *Ibid.* P. 208–209.

Патенты, свидетельства о регистрации

1. Литвенко К. В., Пригарин С. М. Программный комплекс для численного моделирования стохастической структуры морской поверхности // Св-во о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2013660327. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2013.

Прочие издания

1. Зарукин Д. А. Применение стохастической схемы Т. Кохонена при построении функциональных алгоритмов метода Монте-Карло // Материалы 51-й Международной студенческой конференции "Студент и научно-технический прогресс". Сер.: Математика. Новосибирск: НГУ, 2013. С. 168.

2. Каргаполова Н. А. Моделирование периодически коррелированных кусочно-постоянных негауссовских рядов // Труды конф. молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, Новосибирск, 2013.

3. Войтишек А. В. Аналитические и численные исследования прикладных марковских процессов // Докл. Всерос. конф. "Современные проблемы динамики разреженных газов", Новосибирск, 2013. С. 72–74.

4. Войтишек А. В. Исследование особенностей приближения сложно вычислимых функций на примере функциональных оценок метода Монте-Карло // Тез. Междунар. конф. "Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений", посвящ. 105-летию со дня рождения акад. С. Л. Соболева, Новосибирск, 2013. С. 373.

5. Войтишек А. В. Оптимизация дискретно-стохастических алгоритмов приближения сложно вычислимых функций // Тез. Междунар. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 2013. С. 25.

Сдано в печать

1. Огородников В. А., Сересева О. В. Мультипликативная численная стохастическая модель полей суточных сумм жидких осадков и ее использование для оценки статистических характеристик экстремальных режимов их выпадения // Оптика атмосферы и океана.

2. Каблукова Е. Г., Каргин Б. А., Лисенко А. А., Матвиенко Г. Г., Чесноков Е. Н. Перспективы применения терагерцового лазера на свободных электронах для исследования облаков нижнего яруса // Там же.

3. Каблукова Е. Г., Каргин Б. А., Лисенко А. А., Матвиенко Г. Г., Чесноков Е. Н. Численное статистическое моделирование распространения терагерцового излучения в облачном аэрозоле // Там же.

4. Каблукова Е. Г., Каргин Б. А., Лисенко А. А., Матвиенко Г. Г., Чесноков Е. Н. Remote sensing of the atmosphere in the terahertz wavelength range" // Intern. J. of Appl. Remote Sensing (на рецензии).

Общее число публикаций

Монографии	– 1
Центральные издания	– 4
Зарубежные издания	– 8
Материалы международных конференций	– 8
Патенты, свидетельства о регистрации	– 1.

Участие в конференциях и совещаниях

1. Всероссийская конференция "Современные проблемы динамики разреженных газов"; Новосибирск, 26–29 июля 2013 г. – 1 секционный доклад (Войтишек А. В.).
 2. Международная конференция "Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений", посвящ. 105-летию со дня рождения акад. С. Л. Соболева. Новосибирск, 18–24 авг. 2013 г. – 1 секционный доклад (Войтишек А. В.).
 3. Международная конференция "Applied methods of statistical analysis. Applications in survival analysis, reliability and quality control (AMSA-2013)", Бердск (Новосибирская обл.), 25–27 сент. 2013 г. – 3 секционных доклада (Войтишек А. В., Огородников В. А., Каргаполова Н. А., Сересева О. В.).
 4. Международная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева. Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. – 5 секционных докладов (Войтишек А. В., Шалимова И. А., Сабельфельд К. К., Левыкин А. И., Огородников В. А., Сересева О. В., Каргаполова Н. А., Каблукова Е. Г., Каргин Б. А.) – 1 приглашенный доклад (Сабельфельд К. К.), 1 пленарный доклад (Сабельфельд К. К.).
 5. The 5th Intern. youth scientific school-conference "Theory and computational methods for inverse and Ill-posed problems" Novosibirsk, Oct. 8–13, 2013. – 1 приглашенный доклад (Сабельфельд К. К.).
 6. 7th Nanowire growth workshop, Lausanne, June 10–12, 2013. – 2 доклада (Сабельфельд К. К.).
 7. 9th Intern. conference on "Large-scale scientific computations", Sozopol, June 3–7, 2013 – 1 доклад (Сабельфельд К. К.).
 8. 9th IMACS Seminar on Monte Carlo methods, Annecy-le-Vieux (France), July 15–19, 2013 – 1 доклад (Сабельфельд К. К.).
 9. 51-я Международная студенческая научная конференция "Студент и научно-технический прогресс"; Новосибирск, 12–18 апр. 2013 г. – 5 секционных докладов (Базаров К. Б., Зарукин Д. А., Литвенко К. В., Скворцов С. С., Че Н. К.).
 10. Конференция молодых ученых Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН; Новосибирск; 3–4 апр. 2013 г. – 5 секционных докладов (Базаров К. Б., Литвенко К. В., Сересева О. В., Че Н. К., Каргаполова Н. А.).
 11. Intern. symposium "Atmospheric Radiation and Dynamics" (ISARD-2013), Saint-Petersburg. June 24–27, 2013. – 2 доклада (Пригарин С. М.; Каблукова Е. Г., Каргин Б. А.), 1 приглашенный доклад (Пригарин С. М.).
 12. 7th Intern. workshop on simulation, Rimini (Italy), 21–25 May, 2013. – 7 докладов (Огородников В. А., Сересева О. В., Шлычков В. А., Каргаполова Н. А., Каблукова Е. Г., Каргин Б. А., Пригарин С. М., Каргаполова Н. А.).
 13. 20-я Рабочая группа "Аэрозоли Сибири", Томск, 26–29 ноября, 2013, – 2 доклада (Огородников В. А. Сересева О. В., Шлычков В. А.).
 14. 19-й Международный симпозиум "Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы", 1–6 июля 2013 г., Барнаул. – 1 доклад (Каблукова Е. Г., Каргин Б. А.).
- Всего 18 докладов, в том числе пленарных и приглашенных 3.

Участие в оргкомитетах конференций

1. Войтишек А. В., Пригарин С. М., Огородников В. А. – члены научного комитета секции "Математика" 51-й Международной студенческой научной конференции "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирск, 12–18 апр. 2013 г.

2. Войтишек А. В. – член оргкомитета Конференции молодых ученых Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск, 3–4 апр. 2013 г.

3. Сабельфельд К. К.

– член программного комитета Международной конференции "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г.;

– член программного комитета 9th IMACS Seminar on Monte Carlo methods, Annecy-le-Vieux (France), July 15–19, 2013.

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. Каргаполова Н. А.	м.н.с. 0,25 ст.	к.ф.-м.н.
11. Сересева О. В.	м.н.с. 0,5 ст.	
12. Каргин А. Б.	инженер 1-й кат.	
13. Федорович Т. С.	ст. техник.	

Каблукова Е. Г., Сересева О. В., Каргаполова Н. А. – 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.	– доцент НГУ,
Левыкин А. И.	– ст. преподаватель НГУ,
Каргаполова Н. А.	– преподаватель СУНЦ НГУ,
Сересева О. В.	– ст. преподаватель НГУ.

Руководство аспирантами

Турчинов Б. Н.	– ИВМиМГ, 2-й год (руководитель Левыкин А. И.)
Литвенко К. В.	– ИВМиМГ, 3-й год (руководитель Пригарин С. М.)
Базаров К. Б.	– ИВМиМГ, 2-й год (руководитель Пригарин С. М.)
Че Н. К.	– ИВМиМГ, 2-й год (руководитель Пригарин С. М.)

Руководство студентами

- Ефремов С. А. – магистрант ММФ НГУ, руководитель Сабельфельд К. К.
Железнова А. – 4-й курс ММФ НГУ, руководитель Сабельфельд К. К.
Мягков А. – 4-й курс ММФ НГУ, руководитель Сабельфельд К. К.
Алешина Т. В. – магистрант ММФ НГУ, руководитель Пригарин С. М.
Бадмажапова Г. С. – 4-й курс ММФ НГУ, руководитель Пригарин С. М.
Коковякин Д. Г. – 4-й курс ММФ НГУ, руководитель Пригарин С. М.
Сагоякова Е. Р. – 4-й курс ММФ НГУ, руководитель Пригарин С. М.
Хаглеева И. М. – 4-й курс ММФ НГУ, руководитель Пригарин С. М.
Скворцов С. С. – 5-й курс, НГУ, руководитель Огородников В. А.
Медвяцкая А. М. – 4-й курс, НГУ, руководитель Огородников В. А.
Бабичева Г. А. – 4-й курс, НГУ, руководитель Огородников В. А.

Защиты дипломов

- Скворцов С. С. – бакалавр ММФ НГУ, руководитель Огородников В. А.

Премии и награды

Н. А. Каргаполова (руководитель В. А. Огородников), К. В. Литвенко (руководитель С. М. Пригарин), О. В. Сересева (руководитель В. А. Огородников) – лауреаты Конференции молодых ученых Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск, 3–4 апреля 2013 г.

Лаборатория вычислительной физики

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

Важнейшие достижения

Численное моделирование транспортировки и сжатия пучка сходящимся магнитным полем при его инжекции в многопробочную ловушку ГОЛ-3.

Д.ф.-м.н. Свешников В. М.,

Выполнено численное моделирование транспортировки и инжекции электронного пучка в магнитную пробку открытой магнитной ловушки ГОЛ-3. Проверена численным моделированием и подтверждена гипотеза об определяющем влиянии угловой расходимости скоростей электронов пучка на его предельный ток, который ограничивается отражением электронов от входной магнитной пробки ловушки. Показано, что полученные в численной модели предельные токи соответствуют экспериментальным данным при условии нейтрализации пространственного заряда пучка ионами или наработанной в канале транспортировки плазмой.

Результаты исследований опубликованы в работе:

Астрелин В. Т., Кандауров И. В., Свешников В. М. Численное моделирование транспортировки и сжатия электронного пучка сходящимся магнитным полем при его инжекции в многопробочную ловушку ГОЛ-3 // Успехи прикл. физ. 2013. Т. 1, № 5. С. 580–584.

Результаты исследований докладывались на конференции:

Астрелин В. Т., Кандауров И. В., Свешников В. М. Численное моделирование транспортировки и сжатия электронного пучка сходящимся магнитным полем при его инжекции в многопробочную ловушку ГОЛ-3 // 11-й Всерос. семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики", Москва, 28–30 мая 2013 г.

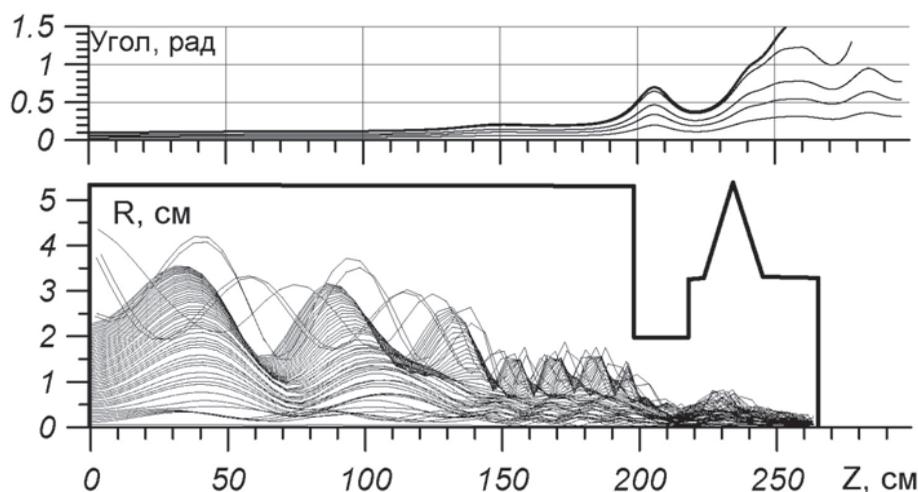


Рис. 1. Питч-углы (вверху) и траектории (внизу) электронов пучка, ток $I = 70$ А

Отчет по этапам НИР, заверенным в 2013 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР I.4.1.2 "Математическое моделирование сложных природных процессов с использованием параллельных и распределенных вычислений".

Номер государственной регистрации НИР 01201370231.

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

Разработан новый эффективный алгоритм решения операторных уравнений на интерфейсе между прикатодной и основной подобластями, возникающих при нахождении плазменной границы в самосогласованных задачах электронной оптики. В отличие от предыдущих методов, требуется решить всего одну вспомогательную задачу на первой итерации по свободной границе. Проведены методические расчеты, показавшие высокую скорость сходимости алгоритма, и серия практических расчетов электронно-оптической системы формирования острого фокусированного пучка в источниках с плазменным эмиттером, который разрабатывается в Полоцком государственном университете (Беларусь).

Разработана методология и структура библиотеки DELAUNAY для построения адаптивных квазиструктурированных сеток в расчетных областях со сложной геометрической конфигурацией и контрастными материальными свойствами. Методика апробирована на характерных геофизических многосквозных структурах.

Разработаны алгоритмы автоматической сбалансированной декомпозиции сеточных расчетных областей, реализованные в составе библиотеки KRYLOV для масштабируемого параллельного решения СЛАУ на МВС с распределенной и общей памятью. Проведено экспериментальное исследование эффективности предложенных алгоритмов на характерных методических примерах.

Продолжены работы по развитию пакета прикладных программ ЭРА-2В для расчета интенсивных пучков заряженных частиц на квазиструктурированных сетках в области модификации подсеток вблизи криволинейных границ.

Исследованы параллельные алгоритмы решения краевых задач на квазиструктурированных сетках с применением гибридных вычислений CPU+GPU.

Получены экспериментальные оценки работы алгоритмов декомпозиции при решении задач с разрывными коэффициентами.

Разработаны методы решения самосогласованных задач в протяженных системах и проведены серии практических расчетов транспортировки интенсивного электронного пучка в многопробочной магнитной ловушке.

Предложен эффективный метод решения интегральных уравнений Фредгольма 1-го рода с ядрами, являющимися производящими функциями для функций, ортогональных к многочленам. Исследованы интегральные уравнения, полученные для решения некоторых осесимметричных задач физики. Разработан численный метод нахождения векторного потенциала и напряженности магнитного поля внутри проводника во внешнем магнитном поле, гармонически изменяющемся по времени.

Построены конечноразностные схемы второго порядка аппроксимации, разностные по времени и пространству, для исследования взаимодействия нелинейных солитоноподобных волн в жидкости с пузырьками газа, описываемого двухволновым уравнением Накорякова – Покусаева – Шрейбера (НПШ) и уравнением Кортевега-де Вриза – Бюргерса (КдВБ).

Проведен цикл исследований направлений технологизации разработки математических моделей и проведения вычислительных экспериментов, области разработки параллельных алгоритмов, а также методологий менеджмента программных проектов.

Проведено исследование дисперсионных свойств модели плазмы, в которой ионная компонента описывается в кинетическом приближении, а электронная – в гидродинамическом. Подобные модели широко применяются при исследовании процессов и механизмов бесстолкновительного взаимодействия взаимопроникающих плазменных потоков в магнитном поле при различных значениях чисел Маха – Альфвена. Показано, что в такой модели

скорость распространения возмущений зависит от угла между магнитным полем и направлением вектора возмущения.

В рамках работ по наполнению и расширению библиотеки Krylov для решения больших СЛАУ, полученных из аппроксимации на прямоугольной сетке краевой задачи для диффузионно-конвективного уравнения в прямоугольной области, создана параллельная программа на языке Fortran, реализующая алгоритм декомпозиции области. Проведены расчеты на наборе модельных задач на кластере nks-gb ССКЦ СО РАН для различных количеств подобластей, узлов в подобластях и количества сеточных слоев в налегании подобластей, которые показали оптимальное значение величины налегания.

Продолжались работы по исследованию оптимизации производительности алгоритма прогонки для решения СЛАУ с трехдиагональными матрицами в направлении уточнения тактовой стоимости различных вариантов программного кода алгоритма.

Результаты работ по проектам РФФИ

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.

Исследована сходимость итерационных процессов на границе сопряжения подобластей (интерфейсе). Получено блочное представление матрицы системы сеточных уравнений на ребрах сеточных элементов и в макроузлах. Показано, что в результате применения двухуровневого итерационного процесса блоки, соответствующие уравнениям на ребрах, не связаны друг с другом. Это дает возможность распараллеливания трудоемкой операции вычисления искомой функции на ребрах. Проведена серия численных экспериментов, которая показала быструю сходимость двухуровневого итерационного процесса.

При решении СЛАУ в граничных подобластях предложено использовать метод последовательной верхней релаксации, который эффективно отображается на гибридную архитектуру CPU+GPU.

Разработаны параллельные технологии и созданы структуры данных для решения трехмерных краевых задач на квазиструктурированных сетках. Найдена возможность экономичного хранения информации о каждом объединении подобластей на отдельном процессоре многопроцессорной ЭВМ, позволяющего эффективно осуществлять необходимые обмены.

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

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

Разработаны архитектура и основные программные компоненты базовой системы моделирования (БСМ), ориентированной на решение широкого класса прямых и обратных междисциплинарных задач на высокопроизводительных многопроцессорных многоядерных вычислительных системах (МВС). Основными частями БСМ являются: инструментальное ядро для поддержки технологических этапов наукоемких расчетов (геометрическое и функциональное моделирование, генерация сеток, аппроксимация исходных уравнений, решение алгебраических уравнений, постобработка и визуализация результатов, оптимизационные алгоритмы для обратных задач), средства конфигурационного управления для развития состава моделей и алгоритмов, а также для автоматического формирования приложений, семейство пакетов прикладных программ и библиотек для конкретных классов прикладных проблем.

Разработаны концепции и основные программные компоненты библиотек geombox, DELAUNAY и CHEBYSHEV, представляющих собой интегрированные инструментальные среды для автоматизации алгоритмов построения трехмерных адаптивных неструктурированных сеток с контролем критериев качества и формирования конечно-элементных аппроксимаций различных порядков для типовых дифференциальных операторов.

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

Программа Президиума РАН № 15, проект № 15.9, подпроект " Параллельные алгоритмы и технологии решения разреженных СЛАУ в больших задачах математического моделирования".

Руководитель – д.ф.-м.н. Ильин В. П.

Разработаны новые эффективные алгебраические решатели библиотеки программ KRYLOV на основе алгебраической сбалансированной декомпозиции СЛАУ и применения предобусловленных крыловских итерационных алгоритмов, включающих методы грубосеточной коррекции, дефляции и неполной факторизации, без программных ограничений на порядки решаемых систем и количество используемых процессоров в гетерогенных МВС кластерной архитектуры.

Программа ОМН РАН № 1.3, проект 1.3.3, подпроект "Вычислительные методы и технологии базовой системы математического моделирования (БСМ)".

Руководитель – д.ф.-м.н. Ильин В. П.

В рамках базовой системы моделирования БСМ разработаны и экспериментально исследованы алгоритмы автоматической генерации сбалансированной декомпозиции сеточной расчетной области с параметризованной шириной пересечения соседних подобластей:

– предложены и апробированы параллельные вычислительные методы и технологии решения больших разреженных СЛАУ с помощью высокопроизводительных двухуровневых итерационных алгоритмов декомпозиции областей с реализацией на гетерогенных МВС кластерной архитектуры;

– построены и исследованы мультисимплектичные конечно-объемные схемы для нелинейного уравнения Шредингера и интегро-дифференциального уравнения Кортевега – де-Вриза – Бюргерса. Проведены численные эксперименты по моделированию волновых процессов в дисперсионных средах.

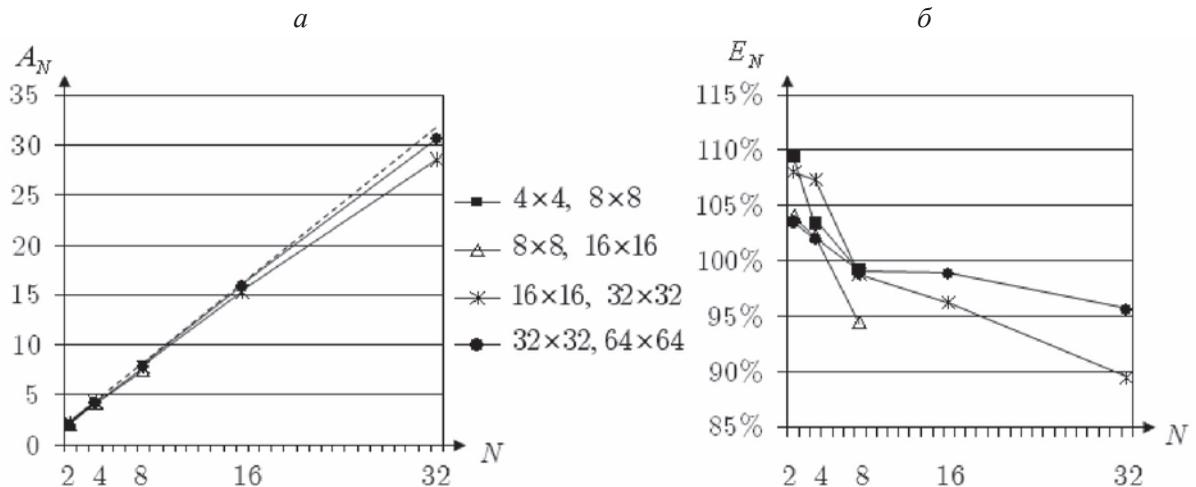
Разработаны и апробированы алгоритмы решения многомерных электрофизических задач георазведки в рамках пакета программ Helmholtz 3D.

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 130.

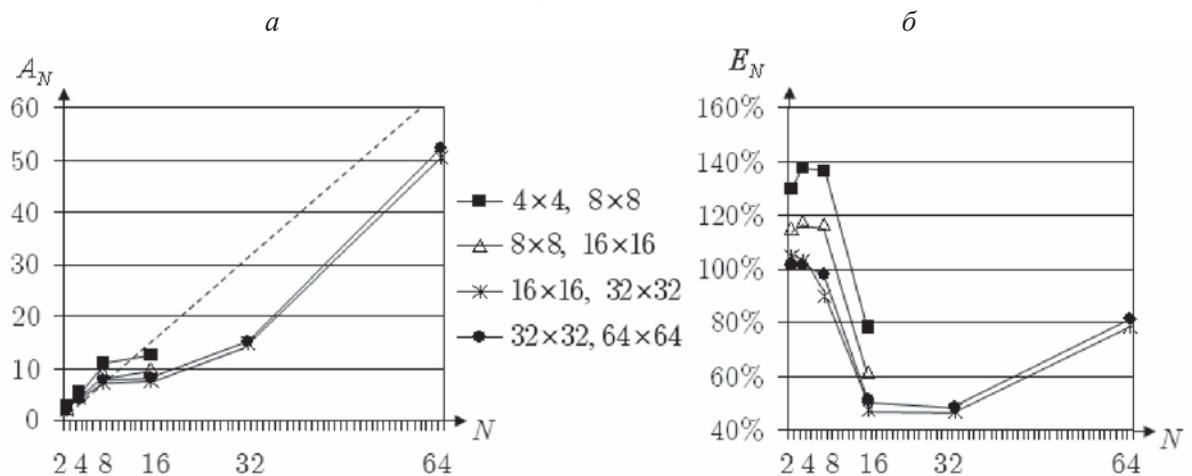
Координатор – акад. РАН Михайленко Б. Г.

Ответственный исполнитель – д.ф.-м.н. Свешников В. М.

Проведен цикл работ по исследованию эффективности распараллеливания решения краевых задач на несогласованных квазиструктурированных сетках. Для выравнивания загрузки процессоров подсетки группировались в объединения в зависимости от числа процессоров N , на которых производится расчет. Все объединения содержали одинаковое число узлов. Подсетки при этом имели следующее число узлов: $\Omega_{h,k} = \{4 \times 4, 8 \times 8\}, \{8 \times 8, 16 \times 16\}, \{16 \times 16, 32 \times 32\}, \{32 \times 32, 64 \times 64\}$. Результаты экспериментов представлены на рис. 2, 3 при различных вычислительных параметрах (пунктирной линией показано линейное ускорение).

Рис. 2. Результаты для числа подобластей 32×32 :

a – ускорение A_N ; *б* – эффективность E_N

Рис. 3. Результаты для числа подобластей 64×64 :

a – ускорение A_N ; *б* – эффективность E_N

Из приведенных результатов можно сделать следующий вывод. При малом числе процессоров (не более восьми) наблюдается явление сверхлинейного ускорения, при котором эффективность превышает 100 %, что особенно заметно на сетках с большим числом подобластей, т. е. при густой макросетке. Объяснение этому следующее: во-первых, расчет подобластей, входящих в объединение, на одном процессоре проводится автономно, что приводит к эффективному использованию сверхбыстрой кэш-памяти компьютера; во-вторых, малое число процессоров свидетельствует о малых затратах на обмены. Эти два эффекта – ускорение за счет кэш-памяти, с одной стороны, и уменьшение числа обменов – с другой, – дают явление сверхлинейного ускорения.

Партнерский интеграционный проект СО РАН № 126.

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

Ответственный исполнитель – д.ф.-м.н. Свешников В. М.

Разработаны и реализованы параллельные алгоритмы решения краевых задач на квазиструктурированных сетках методом декомпозиции расчетной области на подобласти, сопря-

гаемые без наложения, с использованием гибридных вычислений GPU+CPU. Декомпозиция на подобласти происходит путем построения макросетки, в каждом макроэлементе которой (в каждой подобласти) строится своя микросетка. Макросетка и микросетки образуют результирующую квазиструктурированную сетку. Цель работы – отображение алгоритмов декомпозиции, рассмотренных в работе, на гибридную архитектуру CPU+GPU.

Для исследования эффективности разработанного подхода проведена серия численных экспериментов на оборудовании Intel Core i5, NVIDIA GPU Tesla C2070 в среде linux CentOS 6.2. Квазиструктурированная сетка состояла из подсеток размером 32×32 узла, что обусловлено тем, что на каждом мультипроцессоре имеются 32 дискретных вычислителя, а потоки (нити) исполняются группами по 32. Макросетка имела параметры $N_x = N_y = N$, причем N изменялось в пределах $3, \dots, 256$.

Из полученных результатов следует, что быстродействие программы с использованием GPU в рамках текущей реализации по отношению к аналогичной программе на CPU увеличивается в 25,2 раза, если использовать последовательный код на CPU, и в 8,3 раза, если использовать параллельный код на CPU (4 ядра). Отметим, что время расчетов с использованием GPU для $N = 256$ и $n = 32$ (количество узлов квазиструктурированной сетки равно $256 \times 256 \times 32 \times 32 \approx 67$ млн) составило 51,38 сек. Проведенные исследования показали эффективность предлагаемого подхода.

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 104.

Координатор в институте – д.ф.-м.н. Свешников В. М.

Проведено численное моделирование транспортировки и сжатия электронного пучка сходящимся магнитным полем при его инжекции в многопробочную ловушку ГОЛ-3. Пучок предназначен для нагрева плазмы в открытой магнитной ловушке. Источник формирует электронный пучок с малой угловой расходимостью. Пучок транспортируется вдоль ведущего магнитного поля и через магнитную пробку вводится в ловушку, заполненную плазмой.

Плазменная часть открытой магнитной ловушки ГОЛ-3 представляет собой соленоид с гофрированным магнитным полем ($B \sim 12\text{--}17$ кГс) длиной 14 м, заполненный дейтериевой плазмой или дейтерием под давлением $\sim 10^{-3}$ Торр (рис. 4). С одного торца (справа на рисунке) к соленоиду присоединен вакуумный объем с расходящимся магнитным полем. В объеме на участке с однородным магнитным полем $B_0 \sim 10^2$ Гс размещается источник электронного пучка.

С учетом условий формирования пучка используется следующая модель задачи. Электроны инжектируются с плоской поверхности вдоль оси симметрии системы с начальной кинетической энергией, задаваемой потенциалом катода. Анодный электрод, через апертуры которого электроны вылетают в транспортный канал, заземлен. Электронный пучок эмитируется с площади диаметром 5,2 см на входном торце с

С учетом условий формирования пучка используется следующая модель задачи. Электроны инжектируются с плоской поверхности вдоль оси симметрии системы с начальной кинетической энергией, задаваемой потенциалом катода. Анодный электрод, через апертуры которого электроны вылетают в транспортный канал, заземлен. Электронный пучок эмитируется с площади диаметром 5,2 см на входном торце с



Рис.4. Многопробочная ловушка с источником пучка и распределение магнитного поля на оси

однородной плотностью тока и начальной энергией 90 кэВ, выбранной по условиям одного из конкретных экспериментов. В приводимых расчетах начальный угловой разброс скоростей отсутствует, поскольку на первом этапе предполагается исследовать влияние собственных полей пучка на его транспортировку. Рассматривались варианты вакуумной проводки пучка с полным и раздельным учетом его электрических и магнитных полей.

При моделировании проведена серия расчетов с нарастающим током пучка для определения критического тока, на котором начинается отражение электронов пространственным зарядом в области входа в ловушку. Расчеты траекторий проводились на отрезке канала $Z = 0 - 263$ см с коэффициентом компрессии магнитного поля, равным ~ 100 . Питч-углы вычислялись приближенно на отрезке со слабо изменяющимся магнитным полем ($Z \approx 0 - 100$ см) из соотношения $tg(q) \approx 2\rho_{\perp} \cdot r_{\perp} / z_H$, где ρ_{\perp} и z_H – средние ларморовский радиус и ларморовский шаг электрона, а далее питч-углы пересчитывались в предположении сохранения адиабатического инварианта.

В результате проведенного численного моделирования проверена и подтверждена гипотеза об определяющем влиянии угловой расходимости скоростей электронов пучка на его предельный ток, который ограничивается отражением электронов от входной магнитной пробки ловушки. Показано, что полученные в численной модели предельные токи соответствуют экспериментальным при условии нейтрализации пространственного заряда пучка ионами или наработанной в канале транспортировки плазмой.

На основе проведенного численного моделирования сделаны рекомендации по выбору параметров натурального эксперимента.

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 119.

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

Разработаны алгоритмы и программы построения трехмерных адаптивных квазиструктурированных сеток, позволяющие моделировать волновые процессы в жидкости с несколькими сферическими объектами. Реализованные методы апробированы на характерных методических задачах.

Построены и исследованы разрывные методы Галеркина различных порядков точности, аппроксимирующие систему дифференциальных уравнений, описывающих в изопланарной постановке динамику волновых процессов вблизи сферической частицы, помещенной в криогенную жидкость.

Построены и исследованы мультисимплектические конечно-объемные схемы для нелинейного уравнения Шредингера и для интегро-дифференциального уравнения Кортевега – де-Вриза – Бюргерса. Проведены численные эксперименты по моделированию волновых процессов в дисперсионных средах.

Публикации

Центральные издания

1. Бутюгин Д. С., Гурьева Я. Л., Ильин В. П., Перевозкин Д. В., Петухов А. В., Скопин И. Н. Функциональность и технологии алгебраических решателей в библиотеке KRYLOV // Вестн. ЮУрГУ. Сер.: "Вычислительная математика и информатика". 2013. Т. 2, № 3. С. 92–105.

2. Бутюгин Д. С. Пакет параллельных прикладных программ HELMHOLTZ3D // Там же. № 2. С. 18–32.

3. Савченко А. О. Вычисление силы притяжения эллипсоида // ЖВМиМФ. 2013. Т. 53, № 12. С. 2063–2071.
4. Савченко А. О., Савченко О. Я. Осесимметричное проводящее тело в соосном электрическом поле // Там же. № 4. С. 675–684.
5. Ильин В. П. DELAUNAY: технологическая среда генерации сеток // СибЖИМ. 2013. Т. 16, № 2(54). С. 83–97.
6. Ильин В. П. О вопросах распараллеливания крыловских итерационных методов // Вестн. ЮУрГУ. Сер.: "Вычислительная математика и информатика". 2013. Т. 2, № 3. С. 48–62.
7. Ильин В. П. Экзафлопсы против математического моделирования // Открытые системы. 2013. № 5. С. 16–19.
8. Свешников В. М., Рыбдылов Б. Д. О распараллеливании решения краевых задач на квазиструктурированных сетках // Вестн. ЮУрГУ. Сер.: "Вычислительная математика и информатика". 2013. Т. 2, № 3. С. 63–72.
9. Астрелин В. Т., Кандауров И. В., Свешников В. М. Численное моделирование транспортировки и сжатия электронного пучка сходящимся магнитным полем при его инжекции в многопробочную ловушку ГОЛ-3 // Успехи прикл. физ. Т. 1, № 5. С. 580–584.
10. Скопин И. Н., Трибис Д. Ю. Об одном методе решения массовых задач принадлежности точек произвольным покрытиям на GPU // Программирование. 2013. № 3. С. 32–37.
11. Скопин И. Н. Управление проектами в условиях нестабильности // Открытые сист. 2013. № 4. С. 36–40.
12. Vshivkova L. V., Dudnikova G. I. Dispersion analysis of the hybrid plasma model // Bull. NCC. Ser.: Num. analysis. 2013. P. 101–106.

Зарубежные издания

1. Sveshnikov V. M., Petrovich O. N., Vshivkova L. V. Simulation of a moving boundary in plasma electron sources // IEEE Trans. Plasma Sci. 2013. V. 41, iss. 8. P. 2166–2170.
2. Skopin I. N., Tribis D. Yu. A Method for solving mass poin-in-covering problems for arbitrary coverings using GPU // Progr. and Comput. Software. 2013. V. 39, N 3. P. 158–162.
3. Козырев А. Н., Свешников В. М. Пакет прикладных программ ЭРА – 2В для моделирования электронно-оптических систем с резкими неоднородностями // Вестн. ХНТУ. 2013. № 2 (47). С. 163–167.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Медведев А. В., Свешников В. М., Турчановский И. Ю. Распараллеливание решения сеточных уравнений с использованием графических ускорителей // Материалы 14-й Рос. конф. с участием иностранных ученых "Распределенные информационные и вычислительные ресурсы" (DICR–2012), Новосибирск, 26–30 дек. 2012 г. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2012. Рег. номер 0321300118. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://conf.nsc.ru/dicr2012/ru/reportview/140603> – (1.02.2013).

Прочие издания

1. Горбенко Н. И. Численное решение интегро-дифференциального уравнения КдВБ для моделирования волн в парожидкостных средах // Труды 15-й Всерос. конф.-шк. молодых исследователей "Современные проблемы математического моделирования". Ростов-н/Д.: Изд-во Юж. фед. ун-та. 56–62.
2. Бутюгин Д. С., Гурьева Я. Л., Ильин В. П., Перевозкин Д. В. и др. Библиотека параллельных алгебраических решателей Krylov // Труды конф. "ПАВТ-2013". Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2013. С. 76–86.

3. Ильин В. П. Математические и технологические проблемы распараллеливания крыловских итерационных процессов // Труды конф. "ПАВТ-2013". Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2013. С. 136–145.

4. Грехов Г. А., Скопин И. Н. Языковые средства организации вычислений в области биоинформатики // Сист. информ. 2013. № 1. С. 49–62. [Электрон. ресурс]. <http://www.system-informatics.ru/>.

Общее число публикаций:

Центральные издания	– 12
Зарубежные издания	– 3
Материалы международных конференций	– 1.

Участие в конференциях и совещаниях

1. 22nd International conference on domain decomposition methods (DD22), Lugano, Sept. 16–20, 2013. – 1 доклад (Ильин В. П., Бутюгин Д. С., Перевозкин Д. В., Гурьева Я. Л.).

2. International conference "Mathematical and informational technologies MIT-2013". Врнячка Баня (Сербия); Будва (Черногория), 5–14 сент. 2013 г. – 2 доклада (Свешников В. М.).

3. 2-я Международная конференция "Суперкомпьютерные технологии математического моделирования", Якутск, 8–11 июля 2013 г. – 1 доклад (Демидов Г. В.).

4. Международная конференция, посвящ. 105-летию со дня рождения акад. С. Л. Соболева, 18–24 авг. 2013 г. – 1 доклад (Демидов Г. В.).

5. Международная конференция "ПаВТ-2013", Челябинск, 1–5 апр. 2013 г. – 3 доклада, из них 1 пленарный (Бутюгин Д. С., Гурьева Я. Л., Ильин В. П., Перевозкин Д. В., Петухов А. В., Скопин И. Н.).

6. Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексева, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. – 1 пленарный доклад (Ильин В. П., Свешников В. М., Скопин И. Н.).

7. Российско-китайская конференция по вычислительной математике, Москва, 11–13 сент. 2013 г. – 1 доклад (Ильин В. П., Бутюгин Д. С., Перевозкин Д. В., Гурьева Я. Л.).

8. 9-я Международная Азиатская школа-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем", Алма-Ата, 15–25 авг. 2013 г. – 1 доклад (Скопин И. Н.).

9. 4-й Московский суперкомпьютерный форум, Москва, 23 окт. 2013 – 1 доклад (Скопин И. Н.).

10. 7-я Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям, Томск, 12–14 нояб. 2013 г. – 2 пленарных доклада (Ильин В. П., Свешников В. М.).

11. 2-я Всероссийская научно-техническая конференция "Электроника и микроэлектроника СВЧ", Санкт-Петербург, 3–6 июня, 2013 г. – 1 пленарный доклад (Ильин В. П.).

12. 11-й Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики". Москва, 28–30 мая 2013 г. – 3 доклада, из них 1 пленарный (Ильин В. П., Свешников В. М.).

13. Всероссийская конференция "4-й Московский суперкомпьютерный форум", Москва, 23 октября 2013 г. – 1 доклад (Ильин В. П.).

14. 13-й Всероссийский семинар "Геодинамика, геомеханика и геофизика", Новосибирск, 29 июля–3 авг. 2013 г. – 1 доклад (Ильин В. П.).

15. 15-я Всероссийская конференция-школа "Современные проблемы математического моделирования", Абрау-Дюрсо, 16–21 сент. 2013 г. – 2 доклада (Горбенко И. Н., Петухов А. В.).

Всего докладов 22, в том числе 6 пленарных.

Участие в оргкомитетах

1. Ильин В. П.:
 - Международная конференция "ПАВТ-2013", Челябинск, 1–5 апр. 2013 г.;
 - 7-я Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям. Томск, 12–14 нояб. 2013 г.;
 - 11-й Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики", Москва, 28–30 мая 2013 г.;
 - Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г.;
 - 8-я Международная научно-техническая конференция "Аналитические и численные методы моделирования естественнонаучных и социальных проблем" (АЧМ-2013), Пенза, 22–25 окт. 2013 г.;
 - 15-я Всероссийская конференция-школа "Современные проблемы математического моделирования", Абрау-Дюрсо, 16–21 сент. 2013 г.
2. Свешников В. М. – член программного комитета Международной конференции по математическому моделированию МКММ-2013, Херсон, 17–22 сент. 2013 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.	с.н.с. 0,35	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-й категории	

Вшивкова Л. В., Петухов А. В., Козырев А. Н., Перевозкин Д. В., Бутюгин Д. С. – молодые научные сотрудники:

Педагогическая деятельность

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

Руководство аспирантами

1. Панченко Н. В. – 3-й год, ИВМиМГ, руководитель Ильин В. П.
2. Кондрашкин Е. О. – 3-й год, ИВМиМГ, руководитель Ильин В. П.
3. Рыбдылов Б. Д. – 2-й год, ИВМиМГ, руководитель Свешников В. М.

-
4. Степанюк К. С. – 2-й год, ИВМиМГ, руководитель Скопин И. Н.
5. Помелов С. В. – 2-й год, ИВМиМГ, руководитель Скопин И. Н.

Руководство студентами

1. Пак Е. И. – магистрант, 2-й год, НГУ, руководитель Ильин В. П.
2. Шелков А. А. – магистрант, 2-й год, НГУ, руководитель Скопин И. Н.
3. Фаршатов А. А. – магистрант, 1-й год, НГУ, руководитель Скопин И. Н.
4. Интогаров А. Н. – магистрант, 1-й год, НГУ, руководитель Скопин И. Н.
5. Колдаков А. В. – магистрант, 1-й год, НГУ, руководитель Скопин И. Н.
6. Мошна И. А. – бакалавр, 4-й курс, НГУ, руководитель Скопин И. Н.
7. Цветков А. А. – бакалавр, 4-й курс, НГУ, руководитель Скопин И. Н.
8. Герасимов В. В. – бакалавр, 4-й курс, НГУ, руководитель Скопин И. Н.
9. Денаев К. А. – бакалавр, 4-й курс, НГУ, руководитель Ильин В. П.
10. Платонова М. В. – бакалавр, 4-й курс, НГУ, руководитель Ильин В. П.
11. Климонов И. А. – бакалавр, 4-й курс, НГУ, руководитель Свешников В. М.

Лаборатория математических задач химии

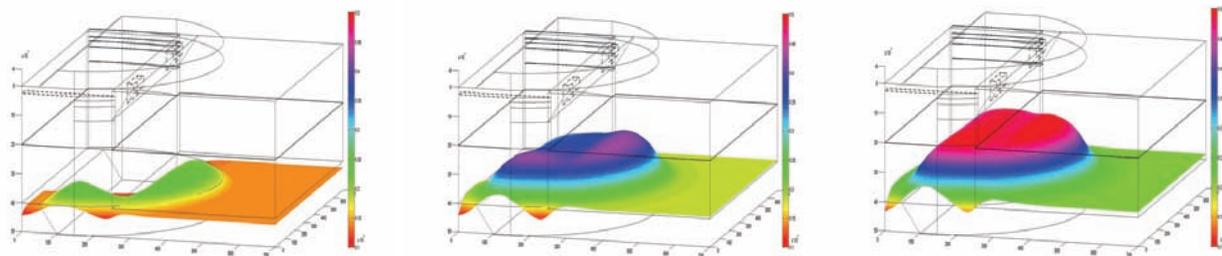
Зав. лабораторией д.ф.-м.н. Лаевский Ю. М.

Важнейшие достижения

Принцип конструирования схем расщепления для решения многомерных уравнений векторного теплового потока и использование полученных схем при разработке трехмерной модели термохронологии некоторых коллизионных процессов в литосфере.

Зав. лабораторией д.ф.-м.н. Лаевский Ю. М., инженер Воронин К. В.

В рамках анонсированной ранее методики конструирования схем расщепления для уравнений вектора теплового (диффузионного) потока построены новые схемы для решения трехмерных задач, исследованы некоторые свойства полученных методов. Изучено свойство перестановочности процедур взятия сеточной дивергенции и исключения дробных шагов. Показано, что отсутствие такой перестановочности приводит к понижению порядка аппроксимации. На основе построенных алгоритмов разработана трехмерная модель термохронологии коллизионного процесса надвижения Карской плиты на Сибирский кратон. В частности, промоделирована динамика изоповерхности температуры образования гранитоидов.



Результат 3D моделирования: на рисунках изображена динамика изоповерхности $T=650\text{ }^{\circ}\text{C}$ (температура образования гранитоидов) при надвижении Карской плиты на Сибирский кратон в моменты времени $t = 10$ млн лет, $t = 50$ млн лет и $t = 100$ млн лет

Результаты исследований опубликованы в работах:

1. 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.
2. Voronin K., Laevsky Yu. Splitting schemes for geothermal processes simulation. // Proc. of the 11th Intern. conf. on mathematical and numerical aspects of waves (Waves-2013). P. 41.
3. Воронин К. В. Численное исследование MPI/OpenMP реализации на основе асинхронной работы с потоками для трехмерной схемы расщепления в задачах теплопереноса // Материалы Междунар. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвященной 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 2013. С. 26.
4. Верниковская А. Е., Даценко В. М., Верниковский В. А., Матушкин Н. Ю., Лаевский Ю. М., Романова И. В., Травин А. В., Воронин К. В., Лепехина Е. Н. Эволюция магматизма и карбонатит-гранитная ассоциация в неопротерозойской активной континентальной окраине Сибирского кратона: термохронологические реконструкции // Докл. РАН. 2013. Т. 448, № 5. С. 555–562.

5. Vernikovskaya A. E., Datsenko V. M., Vernikovskiy V. A., Matushkin N. Yu., Laevsky Yu. M., Romanova I. V., Travin A. V., Voronin K. V., Lepekhina E. N. Magmatism evolution and carbonatite-granite association in the neoproterozoic active continental margin of the Siberian craton: Thermochronological reconstructions // *Dokl. Earth Sci.* 2013. V. 448, N 2. P. 161–167.

Результаты исследований докладывались на конференциях:

1. Voronin K. V., Laevsky Y. M. Splitting Methods for Geothermal Processes Simulation // 75th EAGE Conf. and Exhib. incorp. SPE EUROPEC 2013, London, June 8–15, 2013. <http://eage.org/events/index.php?evp=6983&ActiveMenu=2&Opendivs=s3>.

2. Voronin K., Laevsky Y. Splitting schemes for geothermal processes simulation // 11th Intern. conf. math. and num. aspects of waves (WAVES-2013), Gammarth (Tunisia), June 3–7, 2013. [Electron. resource]. <http://www.lamsin.tn/waves13/>.

3. Лаевский Ю. М., Воронин К. В., Верниковский В. А., Верниковская А. Е., Полянский О. П., Матушкин Н. Ю. Вычислительные модели термохронологии коллизионных процессов в литосфере // Междунар. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. [Электрон. ресурс]. <http://conf.nsc.ru/ru/page/mciimm2013;jsessionid=3347824BE333199621A04BD36C585263>.

4. Vernikovskaya A., Vernikovskiy V., Matushkin N., Romanova I., Veyalko I., Polyansky O., Laevsky Y., Voronin K. Thermal history of a Neoproterozoic orogen and A-type leucogranites formation (Yenisey ridge, western margin of the Siberian Craton) // Goldschmidt-2013, Florence (Italy), Aug. 25–30, 2013. <http://goldschmidt.info/2013/index>.

5. Матушкин Н. Ю., Воронин К. В., Верниковский В. А., Верниковская А. Е., Лаевский Ю. М., Полянский О. П. Позднепалеозойская коллизия "Карский микроконтинент – Сибирь", Таймыр-Североземельская складчатая область: тектонотермальные реконструкции // Науч. совещ. "Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса: от океана к континенту", Иркутск, 15–18 окт. 2013 г. [Электрон. ресурс]. http://crust.irk.ru/newsfond_149.html.

Отчет по этапам НИР, завершённым в 2013 г. в соответствии с планом НИР института

Проект 1.2.1.1. "Сеточные методы для высокопроизводительных многопроцессорных ЭВМ и их применение в задачах естествознания".

Номер государственной регистрации НИР 01201370224.

Руководитель – акад. РАН Коновалов А. Н.

Раздел 2. Руководитель – д.ф.-м.н. Лаевский Ю. М.

В 2013 г. получены следующие результаты:

– Предложен принцип построения потоковых схем расщепления для решения задач теплопереноса в смешанной формулировке. Построены примеры получаемых при использовании разработанного подхода схем для трехмерного случая. Предложенные схемы с успехом применены при разработке трехмерной вычислительной модели динамики теплового поля при формировании Таймыр-Североземельского орогена в конце палеозоя.

– Для задачи двухфазной фильтрации в неоднородных средах реализовано тестирование в трехмерной постановке с шестью скважинами (4 нагнетательных и 2 эксплуатационных). Осуществлено тестирование на последовательности сеток, доведенное до решения задачи с 270 млн неизвестных с использованием 256 MPI-процессов. Попытка ускорить время работы программы путем добавления OpenMP потоков существенного улучшения не показала.

– Рассмотрена модель гомогенизации трещиновато-пористой среды, в которой каждой точке пространства соответствуют два состояния двухфазной жидкости, и, как следствие, две системы уравнений. Одна система уравнений описывает процесс фильтрации для пор, вторая – процесс движения жидкости в трещинах. Поскольку в каждой точке среды присутствует не одно давление жидкости, а два (давление в трещинах и давление в порах блоков), то эти системы уравнений связаны линейным законом массообмена. Для получения дискретной модели используется смешанный метод конечных элементов. Для этой цели осуществляется переход к обобщенной смешанной постановке.

– Предложен переобусловливатель для метода сопряженных градиентов, построенный вырезанием ленты из исходной симметрической положительно-определенной матрицы с последующим применением алгебраического аналога аддитивного метода Шварца. Такой переобусловливатель весьма перспективен в плане распараллеливания и при тестировании показал достаточно высокую эффективность на ряде матриц из коллекции университета Флорида.

– Разработан высокоэффективный алгоритм поиска наилучших кубатурных формул для сферы, инвариантных относительно группы вращений икосаэдра с инверсией. С помощью этого алгоритма проведены обширные численные расчеты с использованием вычислительной техники Сибирского суперкомпьютерного центра. В результате получены все наилучшие кубатурные формулы данного вида симметрии до 79-го порядка точности. Заметим, что все построенные кубатуры, начиная с 29-го порядка точности, являются новыми и содержат так называемые узлы общего положения.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 13-01-00019а "Новое поколение высокопроизводительных вычислительных моделей теплопереноса в литосфере, фильтрации жидкости и фильтрационного горения газа".

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

В 2013 г. получены следующие результаты:

– Разработана методика построения схем расщепления для вектора теплового потока, с использованием которой предложены новые схемы расщепления для решения трехмерных задач термохронологии при надвижении Карской плиты на Сибирскую платформу.

– Разработан новый алгоритм для определения насыщенности в задачах фильтрации двухфазной жидкости, решающий проблему моделирования вытеснения нефти при наличии встречных потоков вытесняющей жидкости. Осуществлена кластерная реализация алгоритмов двухфазной фильтрации в неоднородных средах.

– Разработан алгоритм моделирования фильтрационного горения газа с использованием подвижных адаптивных сеток на многоядерном компьютере с общей памятью.

Проект РФФИ №12-01-31046мол-а "Новые параллельные алгоритмы решения систем линейных уравнений на суперкомпьютерных системах в приложении к задачам геофизики".

Руководитель проекта – к.ф.-м.н. Калинин А. А.

В 2013 г. получены следующие результаты:

– На кластере Сибирского суперкомпьютерного центра реализована программа для трехмерных моделей процессов вытеснения нефти водой с учетом неоднородности среды. Экспериментально показана зависимость объемов нефтеотдачи от расположения неоднородностей.

– Для модели, описывающей вытеснение нефти водой в случае трещиновато-пористой среды, предложен алгоритм решения на основе итерационного метода на каждом временном шаге с блочным переобусловливателем Якоби. Каждый блок обращается по методике, предложенной для односкоростной задачи, в которой переобусловливатель точно обращается с помощью разделения переменных.

– Предложены и реализованы на базе Сибирского суперкомпьютерного центра алгоритмы решения систем линейных сеточных уравнений. В качестве основного итерационного решателя выбран CG в случае симметричных, положительно определенных матриц, в качестве переобусловливателей – алгебраический метод декомпозиции области в случае ленточной матрицы, или декомпозиция ленточной части матрицы, полученная с помощью выделения ленточного блока из матрицы общего типа в случае неленточной матрицы, или прямое обращение блочно-трехдиагональной матрицы.

Проект РФФИ №13-05-12051офи-м "Разработка масштабируемого программного обеспечения, реализующего иерархию численных трехмерных моделей разномасштабных процессов подземной гидродинамики и геофизики. Создание технологии его применения для вычислительных систем сверхвысокой (вплоть до эксафлопсной) производительности в целях реконструкции тонкой структуры флюидонасыщенных сред, прогнозирования фильтрационно-емкостных свойств кавернозно-трещиновато-пористых коллекторов и оптимизации режима их разработки".

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

В 2013 г. получены следующие результаты:

– Разработана модификация алгоритма решения задачи вытеснения нефти водой в пористой среде в рамках модели Баклея – Леверетта при наличии нагнетательных и добывающих скважин. Указанная модификация позволила правильно с точки зрения законов сохранения описать процесс заводнения добывающей скважины в отсутствие диффузионного механизма слияния встречных потоков вытесняющей жидкости.

– Проведен анализ производительности 3D вычислительной модели фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости в неоднородных пластах, моделирующих трещиновато-пористые среды. Масштабируемость проверялась на последовательности сеток на 256 MPI-процессах с использованием 4-ядерных процессоров E5540 2.53 GHz (Nehalem) в модели " процесс на ядро". Кроме анализа производительности исследовано влияние неоднородности (переменных пористости и проницаемости) на распределение запасов остаточной нефти.

– Разработана двухскоростная модель фильтрации двухфазной жидкости в трещиновато-пористых средах. Модель основана на двухпористой гомогенизации среды, когда в каждой точке пространства находится пора и трещина, а массообмен происходит за счет перепада давлений. Важным моментом при построении модели явилось задание суммарных давлений, обеспечивающих этот массообмен. С вычислительной точки зрения основное внимание было уделено построению переобусловливателя итерационного процесса для определения пары давлений и пары векторов скоростей.

– Проведена работа по анализу повышения производительности некоторых вычислительных моделей фильтрационного горения газа (ФГГ) в режиме низких скоростей на многоядерных компьютерах. Речь идет о распараллеливании на общей памяти некоторых явных методов, и, в частности, алгоритмов с подвижной адаптивной сеткой. При этом особое внимание было уделено распределению памяти по потокам, что существенно повышает

производительность алгоритмов по сравнению с непосредственным применением директив OpenMP к исходным массивам.

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

Программа Президиума РАН № 15, проект 15.9, подпроект "Методы решения некоторых задач геологии (постколлизийной термохронологии и нефтегазовой геологии) на высокопроизводительных вычислительных системах".

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

В 2013 г. получены следующие результаты:

– Разработан достаточно общий принцип конструирования потоковых разностных схем расщепления, на основе которого сконструированы и проанализированы новые схемы расщепления для трехмерных задач.

– Разработана трехмерная модель термохронологии коллизионных и постколлизионных процессов на основе новых схем расщепления для векторного уравнения теплового потока.

– Разработаны параллельные программы, реализующие потоковые схемы расщепления, на распределенной памяти с использованием MPI-технологии.

– Разработаны новые алгоритмы решения задачи Баклея – Леверетта при наличии нагнетательных и добывающих скважин.

– Исследованы возможности повышения производительности явных методов решения задач фильтрационного горения газов на многоядерных компьютерах с общей памятью.

Программа ОМН РАН № 1.3, проект 1.3.3, подпроект "Новое поколение параллельных алгоритмов для супер-ЭВМ на примере решения задач геологии и геофизики"

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

В 2013 г. получены следующие результаты:

– Разработаны параллельные программы, реализующие потоковые схемы расщепления, на распределенной памяти с использованием MPI-технологии, и с использованием этих программ осуществлено трехмерное моделирование термохронологии коллизионных процессов при надвигании Карской платформы на Сибирский кратон.

– Разработаны новые алгоритмы и программы итерационного решения больших разреженных систем линейных алгебраических уравнений. На основе мультифронтального метода разработан параллельный прямой алгоритм для решения больших систем линейных алгебраических уравнений с разреженными матрицами.

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

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

В 2013 г. получены следующие результаты:

– Построена трехмерная вычислительная модель косоугольной коллизии и сопровождающей ее тепловой эволюции при надвигании Карской плиты на Сибирский кратон в зоне Таймыра. Алгоритмическая реализация модели основана на новых схемах расщепления численного решения трехмерных уравнений теплового потока.

– Моделирование термохронологии коллизионного и постколлизионного процессов позволило указать регионы образования гранитоидов.

Публикации

Центральные издания

1. Верниковская А. Е., Даценко В. М., Верниковский В. А., Матушкин Н. Ю., Лаевский Ю. М., Романова И. В., Травин А. В., Воронин К. В., Лепехина Е. Н. Эволюция магматизма и карбонатит-гранитная ассоциация в неопротерозойской активной континентальной окраине Сибирского кратона: термохронологические реконструкции // Докл. РАН. 2013. Т. 448, № 5. С. 555–562.

2. Лаевский Ю. М., Литвиненко С. А. Об одном вычислительном алгоритме решения уравнений Баклея – Леверетта // Сиб. журн. индустр. матем. 2013. Т. 16, № 3. С. 106–114.

3. Попов А. С. Кубатурные формулы на сфере, инвариантные относительно группы вращений диэдра с инверсией $D6h$ // СибЖВМ. 2013. Т. 16, № 1. С. 57–62.

4. Смелов В. В. Основанные на тригонометрии базисы и их преимущества // Вестн. НГУ. Сер.: Математика, механика, информатика. 2013. Т. 13, вып. 1. С. 105–119.

Зарубежные издания

1. Vernikovskaya A. E., Datsenko V. M., Vernikovskiy V. A., Matushkin N. Yu., Laevskiy Yu. M., Romanova I. V., Travin A. V., Voronin K. V., Lepekhina E. N. Magmatism evolution and carbonatite-granite association in the neoproterozoic active continental margin of the Siberian craton: Thermochronological reconstructions // Dokl. Earth Sci. 2013. V. 448, N 2. P. 161–167.

2. Vernikovskaya A. E., Vernikovskiy V. A., Matushkin N. Yu., Romanova I. V., Veyalko I. V., Polyansky O. P., Laevskiy Yu. M., Voronin K. V. Thermal history of a Neoproterozoic orogen and A-Type leucogranites formation (Yenisey Ridge, Western margin of the Siberian Craton) // Mineral. Magazine. 2013. V. 77, N 5. P. 2407.

3. Kalinkin A., Arturov K. Asynchronous approach to memory management in sparse multifrontal methods on multiprocessors // Appl. Math. 2013. N 4(12A). P. 33–39.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Voronin K. V., Laevskiy Yu. M. Splitting schemes for geothermal processes simulation // 75th EAGE conf. and exhib. incorp. SPE EUROPEC 2013, London, June 8–15, 2013. [Electron. resource]. <http://www.earthdoc.org>.

2. Kandryukova T., Laevskiy Yu. Numerical simulation of filtration gas combustion // Proc. of the 11th Intern. conf. on mathematical and numerical aspects of waves (Waves-2013). P. 43–44.

3. Berveno E. V., Kalinkin A. A., Laevskiy Yu. M. Simulation of two-phase fluid filtration with nonuniform media on clusters // Proc. of the 16th Intern. multiconf. on inform. society (IS 2013), Ljubljana (Slovenia). P. 583–586.

Прочие издания

1. Voronin K., Laevskiy Yu. Splitting schemes for geothermal processes simulation // Proc. of the 11th Intern. conf. on math. and num. aspects of waves (Waves-2013). P. 41.

2. Воронин К. В. Численное исследование MPI/OpenMP реализации на основе асинхронной работы с потоками для трехмерной схемы расщепления в задачах теплопереноса // Материалы Междунар. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 2013. С. 26.

3. Попов А. С. Кубатурные формулы на сфере, инвариантные относительно группы вращений тетраэдра с инверсией // Междунар. конф. "Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений", посвящ. 105-летию со дня рождения акад. С. Л. Соболева, Ин-т математики СО РАН, Новосибирск, 2013. С. 408.

4. Попов А. С. Поиск наилучших кубатурных формул для сферы, инвариантных относительно групп симметрии правильных многогранников // Междунар. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 2013. С. 75.

5. Бервено Е. В. Калинин А. А. Лаевский Ю. М. Моделирование двухскоростной фильтрации двухфазной жидкости в трещиновато-пористых пластах // 14-я Всерос. конф.-шк. молодых исследователей "Современные проблемы математического моделирования", Абрау – Дюрсо, 2013. С. 21.

6. Бервено Е. В. Моделирование фильтрации двухфазной жидкости в неоднородной среде // 7-я Сиб. конф. по параллельным и высокопроизводительным вычислениям. Томск: Изд-во ТГУ, 2013. С. 78–79.

7. Бервено Е. В. Калинин А. А. Лаевский Ю. М. Двухскоростная модель фильтрации двухфазной жидкости в трещиновато-пористых средах // 14-я Всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Томск, 2013, С. 14–15.

Общее число публикаций

Центральные издания – 4

Зарубежные издания – 3

Материалы международных конференций и совещаний – 3.

Участие в конференциях и совещаниях

1. 11th International conference on mathematical and numerical aspects of waves (WAVES-2013), Gammarrh (Tunisia), June 3–7, 2013. – 2 доклада (Лаевский Ю. М., Воронин К. В., Кандрюкова Т. А.).

2. 75th EAGE conference and exhibition incorporating SPE EUROPEC 2013, London, June 8–15, 2013. – 2 доклада (Лаевский Ю. М., Воронин К. В., Калинин А. А.).

3. Sparse Days Meeting 2013 at CERFACS, Toulouse, June 17–18, 2013. – 1 доклад (Калинин А. А.).

4. Sparse linear algebra solvers for high performance computing workshop, Scarman House, University of Warwick (UK), July 8–9, 2013. – 1 доклад (Калинин А. А.).

5. The 2nd Intern. conf. "Supercomputer technologies in mathematical modeling" (SCTEMM-2013), Yakutsk, July 8–11, 2013. – 1 доклад (Лаевский Ю. М., Кандрюкова Т. А.).

6. Goldshmidt-2013, Florence (Italy), Aug. 25–30, 2013. – 2 доклада (Лаевский Ю. М., Воронин К. В.).

7. Middle-European conference on applied theoretical computer science (MATCOS 2013), Koper (Slovenia), Oct. 10–11, 2013. – 2 доклада (Кандрюкова Т. А., Калинин А. А., Лаевский Ю. М., Бервено Е. В.).

8. Международная конференция "Дифференциальные уравнения, функциональные пространства, теория приближений", посвящ. 105-летию со дня рождения акад. С. Л. Соболева, Новосибирск, 18–24 авг. 2013 г. – 3 доклада (Калинин А. А., Попов А. С.).

9. Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. – 7 докладов (Лаевский Ю. М., Воронин К. В., Кандрюкова Т. А., Литвиненко С. А., Калинин А. А., Попов А. С., Бервено Е. В.).

10. 15-я Всероссийская конференция-школа молодых исследователей "Современные проблемы математического моделирования", Абрау – Дюрсо, 16–21 сент. 2013 г. – 2 доклада (Калинкин А. А., Лаевский Ю. М., Бервено Е. В., Воронин К. В.).

11. Научное совещание "Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса: от океана к континенту", Иркутск, 15–18 окт. 2013 г. – 1 доклад (Лаевский Ю. М., Воронин К. В.).

12. 14-я Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Томск, 15–17 окт. 2013 г. – 1 доклад (Калинкин А. А., Лаевский Ю. М., Бервено Е. В.).

13. 7-я Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям, Томск, 12–14 нояб. 2013 г. – 2 доклада (Кандрюкова Т. А., Бервено Е. В.).

14. Национальный суперкомпьютерный форум (НСКФ-2013), Переславль-Залесский, 26–29 нояб. 2013 г. – 1 доклад (Кандрюкова Т. А.).

15. Конференция молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, Новосибирск, 3–5 апр. 2013 г. – 2 доклада (Кандрюкова Т. А., Воронин К. В.).

Всего докладов 29.

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. Калинкин 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. Бервено Е. В.	инж.	
9. Воронин К. В.	инж.	
10. Сандер И. А.	ведущ. программист	
11. Юматова Л. А.	программист 1-й кат.	

Калинкин А.А., Кандрюкова Т.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

Рябова М. А.	– 1-й год, ИВМиМГ, руководитель Калинкин А. А.
Воронин К. В.	– 2-й год, НГУ, руководитель Лаевский Ю. М.
Кандрюкова Т. А.	– 3-й год, ИВМиМГ, руководитель Лаевский Ю. М.
Бервено Е. В.	– 3-й год, ИВМиМГ, руководитель Калинкин А. А.

Руководство студентами

- Анисимова А. – 3-й курс ММФ НГУ, руководитель Калинин А. А.
Мухин А. – 3-й курс ММФ НГУ, руководитель Калинин А. А.
Чухно В. – 4-й курс ММФ НГУ, руководитель Калинин А. А.
Жукова М. – 1-й курс магистратуры МФ НГУ, руководитель Калинин А. А.
Фоменко Э. – 1-й курс магистратуры ММФ НГУ, руководитель Калинин А. А.
Андерс А. – 2-й курс магистратуры ММФ НГУ, руководитель Калинин А. А.
Андерс Р. – 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

Исследование процессов атмосферного загрязнения территорий Сибири на основе гидродинамических моделей и данных наблюдений.

К.ф.-м.н. Леженин А. А.

На основе расчетов по статистико-гидродинамической модели, адаптированной к условиям г. Томска, проведены исследования распространения формальдегида по территории города. Построенная модель прогноза формальдегидного загрязнения для г. Томска позволяет заблаговременно оценить возможность формирования опасных концентраций на территории города (рис. 1а). По сравнению с предложенной, унифицированная модель ОНД-86, принятая в методиках Росгидромета, ориентирована на расчеты максимально возможных концентраций на плоскости и дает заметные ошибки при оценках на сложно-пересеченном рельефе (в данном случае – занижение концентрации) (рис. 1б).

Предложен новый подход к обоснованию нормативов качества атмосферного воздуха на основе оценок параметров качества воздуха в процессе распространения выбросов промышленных предприятий в атмосфере над городом. В качестве лимитирующих показателей приняты критерии приемлемого канцерогенного и токсикологического рисков. Для некоторых специфических загрязняющих веществ рассчитаны допустимые объемы выбросов для воздушного бассейна г. Красноярска. Полученные оценки характеризуют фактический ресурсный потенциал атмосферы города.

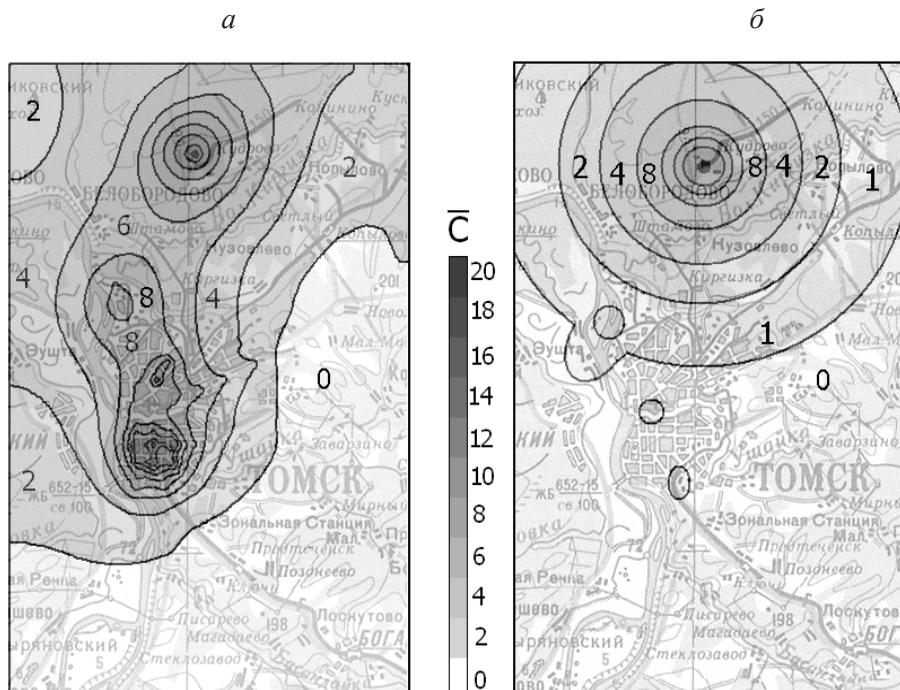


Рис. 1. а – расчетное поле среднегодовой концентрации формальдегида (в единицах ПДК_{СС}) на уровне $z = 2$ м; б – поле концентрации, полученное по модели ОНД-86

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2013 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.1.2. "Решение задач физики атмосферы, гидросферы и окружающей среды методами математического моделирования".

Номер государственной регистрации НИР 0120137022.

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

Руководитель – д.ф.-м.н. Кузин В. И.

Раздел 1 "Разработка математических моделей процессов в атмосфере и гидросфере".

Исследованы характеристики общей циркуляции атмосферы, а именно: высота тропосферы и вихревая активность. На основе моделирования при сценарии потепления климата была получена оценка сдвига границ ячейки Гадлея и изменения высоты тропопаузы. Увеличение высоты тропосферы является одним из возможных механизмов расширения ячейки Гадлея в последние десятилетия. Поскольку внетропическую циркуляцию формируют бароклинные нестационарные вихри, на численной модели атмосферы исследована качественная картина изменения интенсивности и положения штормтреков в Северном полушарии.

На основе региональной модели ИВМиМГ СО РАН Северный Ледовитый океан – Северная Атлантика воспроизведены возможные будущие изменения состояния океана и льда СЛО. Расчеты выполнены с атмосферным форсингом, взятым из расчетов совместной климатической модели CNRM-CM5, Centre National de Recherches Meteorologiques / Centre Europeen de Recherche et Formation Avancees en Calcul Scientifique (CNRM/CERFACS), experiment=RCP8.5 (<http://pcmdi9.llnl.gov/esgf-web-fe/>) для временного периода с 2006 по 2050 годы. Используемый форсинг соответствует сценарию потепления, особенно ярко выраженному в полярных широтах. Анализ результатов численного эксперимента показал, что состояние ледового покрова и водных масс СЛО характеризуется значительной изменчивостью. Несмотря на значительное повышение температуры атмосферы и потепление слоя атлантических вод, к 2050 г. СЛО в летний период остается частично покрытым льдом, причем толщина льда, оставаясь менее 2 м, может существенно меняться в различные годы, что в значительной степени определяется состоянием атмосферы.

В результате численных экспериментов также выявлено, что использование различных параметризаций диффузии в численной модели влияет на интенсивность притока воды в Арктику. Это, в свою очередь, приводит к различиям в распределении температуры и солености в Северном Ледовитом океане, следовательно, к различиям в траектории потока.

На основе разработанной ранее параметризации конвективного перемешивания в условиях неполного ледового покрова в модели Северного Ледовитого океана проведен ряд тестовых численных экспериментов. Идея параметризации основана на предположении о том, что интенсивность конвекции зависит от наличия или отсутствия льда на поверхности океана. Суть параметризации в том, чтобы в численной модели вместо воздействия на поверхность осредненного потока находить средневзвешенный результат такого воздействия как через открытую поверхность, так и через поверхность, покрытую льдом. В результате численных экспериментов выяснилось, что такое разделение приводит к более глубокому проникновению холодных и осолоненных вод, возникающих вблизи открытых участков поверхности и являющихся значительным источником формирования промежуточных и глубинных вод Северного Ледовитого океана. Однако одновременно выяснилось, что необхо-

димо применение более детальной параметризации глубокой конвекции, так как лежащий в основе предложенного разделения диффузионный подход оказался неприемлемым в плане описания подобных когерентных турбулентных структур. В этой связи была опробована параметризация глубокой конвекции OPPS (ocean penetrative plume scheme), предложенная в работах Палушкевича и Ромеа (Paluszkiwicz и др., 1994, 1997), построенная по аналогии с известными параметризациями кучевой облачности в атмосфере (Kuo, 1974; Fritsch, Chappell, 1980), давшая существенный положительный эффект при моделировании промежуточных и глубинных вод Арктики. Дальнейшее развитие данного направления видится в применении LES-подобных параметризаций (large-eddy simulation).

Проведены сценарные расчеты в предположении наличия диффузионных выделений газа из донных отложений с учетом динамики субмаринной мерзлоты на шельфе для оценки масштабов эмиссии метана в атмосферу на шельфе морей восточной Арктики. В численном сценарии предполагалось увеличение газовой проницаемости многолетних мерзлых донных осадков и возможность разрушения мелководных шельфовых газогидратов метана в областях, где по результатам моделирования субаквальной криолитозоны получены талики. Районами скопления растворенного метана по результатам численного эксперимента являются места впадения рек, пролив Дмитрия Лаптева, Новосибирские острова, что соответствует данным измерений.

Проведен анализ данных об изменении климатических и гидрологических характеристик Сибири для бассейнов рек Обь, Енисей, Лена на основе данных реанализа MERRA для периода 1980–2011 гг. Установлены корреляции между гидрологическими характеристиками и климатическими особенностями атмосферных процессов. Проведены численные расчеты по моделированию стока рек за указанный период.

Предложен новый подход к обоснованию нормативов качества атмосферного воздуха на основе представлений о параметре потребления воздуха в процессе разбавления выбросов промышленных предприятий в атмосфере над городом. В качестве лимитирующих показателей приняты критерии приемлемого канцерогенного и токсикологического рисков. Для некоторых специфических загрязняющих веществ рассчитаны объемы выбросов, допустимые для воздушного бассейна г. Красноярск. Полученные оценки характеризуют фактический ресурсный потенциал атмосферы города.

Разработаны методы интерполяции полей длительного загрязнения территории города по данным точечных наблюдений. Предполагается, что поле загрязнения формируется в основном совокупностью выбросов от большого числа относительно мелких и невысоких источников примеси. При построении интерполяционных формул использованы асимптотические методы теории потенциала, общие закономерности атмосферной диффузии примеси в приземном слое атмосферы. Проведена апробация предложенных алгоритмов применительно к данным мониторинга загрязнения снегового покрова в Новосибирске, Кемерово, Барнауле бенз(а)пиреном, макрокомпонентами в зимних сезонах 2009–2011 гг. Последующая оценка полей атмосферного загрязнения территорий городов выполнена по результатам межсредовых исследований атмосфера – снеговой покров на стационарных постах Росгидромета. Методами численного моделирования изучена информативность размещения постов на территориях рассматриваемых городов. Для анализа процессов длительного загрязнения предлагаемый подход может дать значительный эффект, поскольку позволяет обеспечить непрерывность измерений, оптимизировать и создать необходимую плотность сети наблюдений.

Результаты работ по проектам РФФИ

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

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

На основе разработанной совместной модели, объединяющей модель Северной Атлантики и Северного Ледовитого океана с учетом динамики льда, продолжена разработка системы вложенных моделей Арктических морей для детального изучения процессов взаимодействия Северного Ледовитого океана и шельфовых зон.

Проведены исследования по моделированию формирования и распространения плотных вод Северного Ледовитого океана. Усовершенствован предложенный ранее метод "вытеснения", способный перемещать аномально плотные шельфовые воды вниз по рельефу с вытеснением менее плотных вод. Использование разработанного метода параметризации перемещения вод повышенной плотности привело к значительному пополнению глубинных вод за счет вод, образованных в районах шельфа.

Применение региональной вложенной модели позволило проследить, в какой мере более подробное разрешение шельфовых процессов влияет на крупномасштабную динамику. В рамках расширения системы вложенных моделей разработана модель циркуляции на шельфе в районе дельты р. Лены, позволившая получить более детальную картину распространения речных вод вдоль шельфового склона Арктики. С помощью созданной системы оказалось возможным подробное изучение шельфовой динамики региона.

Проведены численные эксперименты по исследованию чувствительности региональной модели Северной Атлантики и Северного Ледовитого океана к параметризациям подсеточных процессов. В модели использованы три варианта параметризации диффузионных процессов. Выявлено, что использование различных параметризаций диффузии в численной модели влияет на интенсивность притока воды в Арктику. Это, в свою очередь, приводит к различиям в распределении температуры и солёности в Северном Ледовитом океане, а следовательно, различиям в траектории потока.

Проведены расчеты оценки возможного потока метана из шельфовых зон Восточных морей Северного Ледовитого океана в атмосферу. Рассчитано, что диффузионный летний поток метана в атмосферу из фоновых областей составляет 1–3 мг (CH_4)/($\text{м}^2\text{сут.}$), а из областей таликов – 11–50 мг(CH_4)/($\text{м}^2\text{сут.}$) в зависимости от года. Полученные расчетные потоки количественно согласуются с данными измерений. Учет зависимости потока метана в атмосферу от компактности льда позволил получить оценку потока для зимнего периода.

Проект РФФИ № 13-05-00480-А "Исследование динамики шторм-треков и меридионального переноса тепла и влаги в Северном полушарии в условиях изменяющегося климата с помощью моделей климатической системы"

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Крупчатников В. Н.

Работа по проекту в 2013 г. была посвящена, в основном, исследованию динамики шторм-треков при изменении климата, связанного с тремя периодами эволюции концентрации CO_2 (расширенный сценарий RCP 8.5): период роста, период стабилизации и период уменьшения концентрации до преиндустриального уровня. Результаты проведенных экспериментов по расширенному сценарию обнаружил необратимый характер поведения об-

ластей максимальной активности шторм-треков (зон максимальной бароклинности). Дается теоретическая интерпретация этого явления.

В условиях потепления климата на основе численных экспериментов были получены оценки изменчивости ячейки Гадлея (расширение зоны тропиков), связанные со сдвигом ее границ к северу (в Северном полушарии) и увеличением высоты тропопаузы в тропиках.

Для детального исследования связи между динамикой шторм треков и Североатлантическими колебаниями и влиянием океана разработана крупномасштабная модель Мирового океана для включения ее в модель климатической системы.

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

Программа ОМН РАН № 1.3, проект 1.3.3, подпроект "Комплексные математические модели климата Сибирского региона".

Руководитель – д.ф.-м.н. Кузин В. И.

Проведена работа по усовершенствованию глобальной климатической модели, разработанной в ИВМиМГ СО РАН. Основное внимание уделяется усовершенствованию модели почвы, включающей изменения гидрологических характеристик и другие процессы. В рамках развития гидрологической части модели проведены численные расчеты по моделированию стока сибирских рек за указанный период на основе разработанной модели климатического речного стока.

Разработана новая версия численной модели динамики океана с расчетом уровня поверхности. Проведены предварительные расчеты на базе региональной модели.

В плане дальнейшего развития системы вложенных моделей для исследования взаимодействия Арктического океана и шельфовых зон созданы региональные модели сибирского шельфа, включающего море Лаптевых, Восточносибирское и Чукотское моря, сопряженные с усовершенствованной численной моделью Северной Атлантики – Северного Ледовитого океана в плане улучшения разрешения. Средний размер шага в Арктическом океане составляет 20 км со сгущением в районах проливов до 12 км, что позволило более детально исследовать региональные особенности циркуляции в приостровных областях Арктики.

Программа Президиума РАН № 23, проект 23.3, подпроект "Разработка системы моделей циркуляции Арктического океана для изучения процессов между шельфом и глубоким океаном".

Руководитель – д.ф.-м.н. Кузин В. И.

Численный эксперимент по модели Северного Ледовитого океана, проведенный с использованием банка данных реанализа NCEP/NCAR о состоянии нижней атмосферы за период с 1948 г. по настоящее время, показал, что происходящие в океане климатические изменения вызваны вариациями атмосферной динамики.

Выделено два основных типа циркуляции ледового покрова – циклонический и антициклонический, соответствующие состоянию атмосферы полярных широт. Во второй половине прошлого столетия в поле течений Северного Ледовитого океана произошли существенные изменения.

Начало изменений циркуляции океана соответствует середине 1970-х годов, что совпадает с первым сигналом положительной фазы Северо-Атлантического колебания (САК).

Дальнейшее установление продолжительной положительной фазы САК привело в модельных расчетах к усилению потока атлантических вод в Арктический бассейн, сдвигу области распространения тихоокеанской водной массы на восток, подъему атлантических вод к поверхностному слою, увеличению температуры промежуточного слоя океана, сокращению ледового покрова.

Программа Президиума РАН № 4, проект .9.3, 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 модели восстановления поля выпадений и оценивания мощности приподнятого длительного источника полидисперсной аэрозольной примеси по данным наземных измерений. Предложены алгоритмы пространственного размещения оптимальных схем измерений. Апробация предложенных моделей оценивания проведена на данных натурных исследований пылевого загрязнения снежного покрова атмосферными выбросами Искитимского цементного завода. Выявлены устойчивые количественные закономерности выпадения пыли по радиальным относительно основного источника направлениям. Восстановлено суммарное поле выпадений неорганической пыли в окрестностях промышленного предприятия в зимнем сезоне 2012/13 гг. (рис. 2). Оценка содержания пыли в снеге на территории в радиусе 3 км от основных источников выброса ОАО "Искитимцемент" составила 942 т (рис. 3). Полученные результаты внешнего мониторинга существенно расходятся с данными инвентаризации валовых выбросов пыли цементным заводом 2012 г. (100 т).

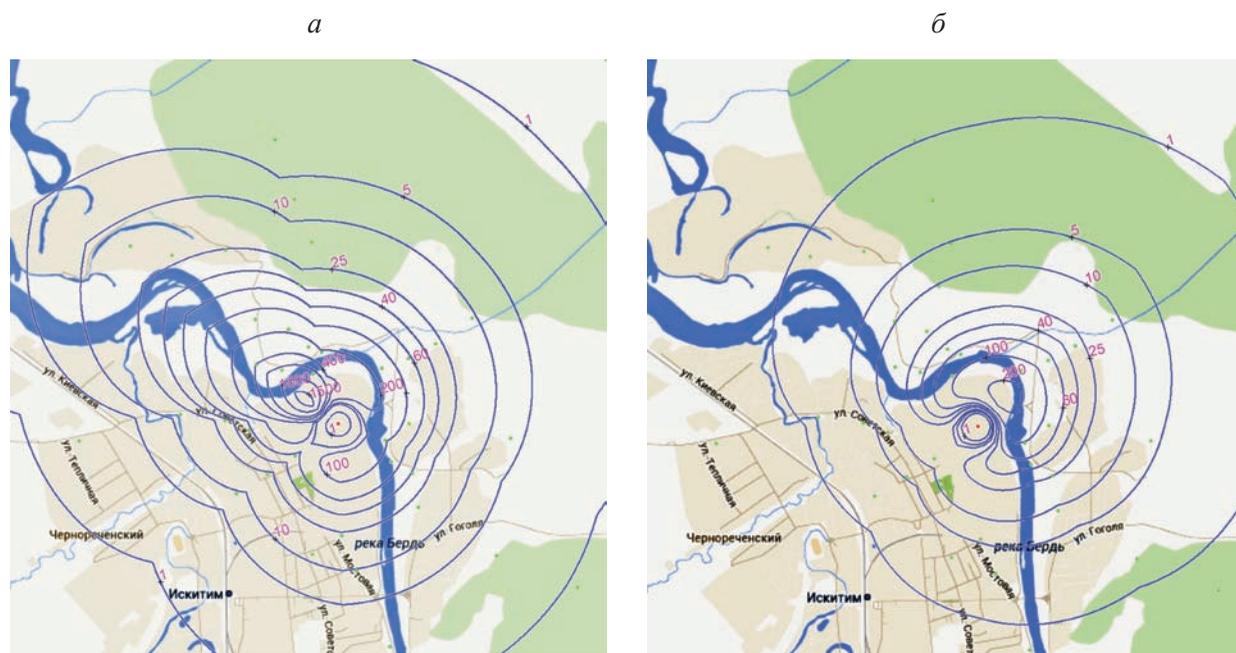


Рис. 2. Восстановленное поле плотности выпадений неорганической пыли ($\text{г}/\text{м}^2$) в окрестностях Искитимского цементного завода по данным маршрутных снеговсъемок в конце зимнего сезона 2012/13 гг. (а); результаты численного восстановления с использованием искитимской розы ветров в зимнем сезоне 2012/13 гг. и измерений в северо-восточном направлении от завода (б)

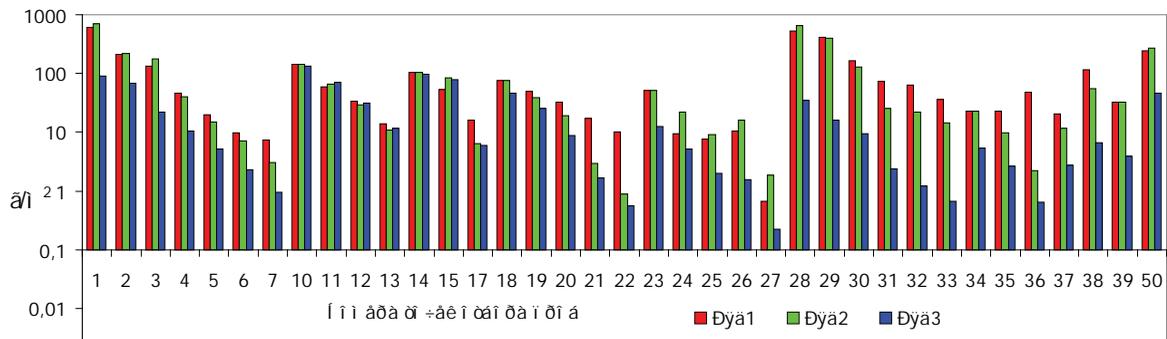


Рис. 3. Плотность выпадений пыли ($\text{г}/\text{м}^2$) в точках отбора проб: ряд 1 – результаты измерений; ряд 2 – восстановленная по модели (1) плотность осадка пыли; ряд 3 – результаты численного восстановления с использованием розы ветров Искитима в зимнем сезоне 2012/13 гг. и измерений в северо-восточном направлении от завода

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 69.

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

На основе данных реанализов ERA40 и MERRA проведены численные расчеты по моделированию стока р. Обь. Усовершенствование модели стока в бассейне проведено на основе анализа графов поверхностных и речных стоков, а также уточнения учета грунтового стока и поверхностного испарения в присутствии болотных систем, что позволило улучшить результаты моделирования. В результате среднеклиматический годовой гидрограф, рассчитанный на основе данных реанализов по амплитуде и фазе наступления весеннего паводка, в достаточной степени соответствует данным на створе Обь – Салехард. Рассчитаны корреляции для годового стока между гидрологическими данными на створе Обь – Салехард и данными расчетов по реанализам, дающие значения порядка 0,6.

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

Руководитель – д.ф.-м.н. Голубева Е. Н.

Разработаны базовые составляющие комплекса взаимодействующих численных моделей для изучения механизмов, влияющих на формирование термического режима и структуры солености Восточно-Сибирского шельфа, определение роли речного стока в этих процессах, исследование взаимодействия морских и речных вод и исследование их изменчивости при вариации глобальных климатических параметров. На основе системы вложенных моделей океана и морского льда с учетом методики усвоения данных воспроизведена сезонная изменчивость состояния водных масс морей Восточно-Сибирского сектора Арктики. Разработана гидродинамическая модель дельты р. Лена. В численных экспериментах выявлено влияние речного стока на термохалинную структуру шельфовых вод. Проведены численные расчеты по моделированию стока р. Лена на основе линейной резервуарной модели с учетом данных атмосферного реанализа и картографических данных многолетней мерзлоты. Проведено численное моделирование динамики толщи субаквальных мерзлых пород и зоны стабильности гидратов метана в осадочном слое Восточной – Сибирского шельфа в зависимости от геотермического потока тепла в осадочном слое и характеристик грунта. Получены оценки глубины залегания криолитозоны на шельфе. Показана возможность существования несквозных таликов глубиной до 25 м в областях шельфа с положительной придонной температурой воды. Сделаны оценки суммарной эмиссии метана в атмосферу региона.

Публикации

Монографии

1. Кузин В. И., Крупчатников В. Н., Крылова А. И., Лаптева Н. А., Мартынова Ю. В., Фоменко А. А. Математическое моделирование гидрологии поверхности Обь-Иртышского бассейна // Статья в коллективной монографии "Исследование природно-климатических процессов на территории Большого Васюганского болота". Под ред. М. В. Кабанова. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. Сер. "Интеграционные проекты СО РАН". Вып. 38. Гл. 3. С. 96–104. (Не вошла в отчет 2012 г.).

2. Коковкин В. В., Шуваева О. В., Морозов С. В., Рапута В. Ф. Руководство по методам полевых и лабораторных исследований снежного покрова, численной интерпретации экспериментальных данных. Новосибирск: НГУ, 2013. 82 с.

Центральные издания

1. Кузин В. И., Крупчатников В. Н., Голубева Е. Н., Платов Г. А., Малахова В. В., Крылова А. И., Лаптева Н. А., Фоменко А. А. Развитие компонентов совместной модели климатической системы для изучения климата Сибири // Пробл. информ. 2013. № 3. С. 7–21.

2. Малахова В. В., Голубева Е. Н. О возможной эмиссии метана на шельфе морей Восточной Арктики // Оптика атмосферы и океана. 2013. Т. 26, № 6. С. 452–458.

3. Рапута В. Ф. Экспериментальные и численные исследования аэрозольных выпадений примесей в окрестностях нефтегазового факела // Вестн. НГУ. Сер. "Матем., информ., механ.". 2013. № 2. С. 96–102.

4. Романов А. Н., Суковатова А. Ю., Рапута В. Ф. Моделирование диэлектрических свойств снеговой воды с малой концентрацией растворенных веществ // Оптика атмосферы и океана. 2013. Т. 26, № 7. С. 601–603.

5. Селегей Т. С., Филоненко Н. Н., Шлычков В. А., Леженин А. А., Ленковская Т. Н. Формальдегидное загрязнение городской атмосферы и его зависимость от метеорологических факторов // Оптика атмосферы и океана, 2013. Т. 26, № 5. С. 422–426.

6. Таловская А. В., Рапута В. Ф., Филимоненко Е. А., Язиков Е. Г. Экспериментальные и численные исследования длительного загрязнения снегового покрова ураном и торием в окрестностях теплоэлектростанции (на примере Томской ГРЭС-2) // Там же. № 8. С. 642–646.

7. Тасейко О. В., Михайлюта С. В., Леженин А. А. Обоснование нормативов качества атмосферного воздуха в городе // Экология и промышленность России. 2013. № 4. С. 56–61.

8. Рыжакова Н. К., Рапута В. Ф., Рогова Н. С., Борисенко А. Л., Покровская Е. А. Пространственное распределение химических элементов атмосферных выбросов угольной ТЭЦ // Там же. № 1. С. 52–55.

Зарубежные издания

1. 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 // Пробл. биогеохим. и геохим. экол. 2012. № 4. С. 101–106. (Не вошла в отчет 2012 г.).

Материалы международных конференций и совещаний

1. Golubeva E., Platov G. Variability of the Atlantic water in the Arctic Ocean according to numerical simulations // Geophys. Res. Abs. V. 15, EGU 2013-4443, 2013. EGU General Assembly, 2013.

2. Krayneva M. V., Malakhova V. V., Golubeva E. N. The influence of heat runoff of the Lena river on thermohaline structure of the Laptev Sea // Proc. of the Intern. Conf. "Fluxes and Structures in fluids", S.-Pb., June 25–28, 2013. M.: MAKS Press, 2013. P. 189–191.

3. Malakhova V. V., Golubeva E. N. On the possible methane emissions from the East Siberian Arctic Seas // Geophys. Res. Abs. 2013. V. 15. EGU2013-4480. EGU General Assembly 2013 <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2013/EGU2013-4480.pdf>.

4. Yusupova D. F., Golubeva E. N. Numerical modeling of the atlantic water inflow to the Arctic. Sensivity study to subgrid mixing parameterization // Proc. of the Intern. conf. "Fluxes and structures in fluids", S.-Pb., June 25–28, 2013. P. 336–338.

5. Голубева Е. Н., Платов Г. А. Численное моделирование климатической изменчивости состояния вод и ледового покрова Северного Ледовитого океана // Материалы Междунар. конгр. "Всемирн. форум снега 2013: Экология северных территорий", Новосибирск, 17–20 янв. 2013 г. С. 89–92.

6. Коковкин В. В., Рапута В. Ф., Шуваева О. В. Мониторинг загрязнения тяжелыми металлами снежного покрова в окрестностях Новосибирского оловокомбината // Труды Междунар. конгр. "Интерэкспо "ГЕО-Сибирь–2013". Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. С. 36–41.

7. Коковкин В. В., Рапута В. Ф., Морозов С. В., Ярославцева Т. В. Оценка ингаляционных рисков здоровью по загрязнению снежного покрова города // Материалы Междунар. конгр. "Экология сев. территорий". Новосибирск: Офсет, 2013. С. 230–234.

8. Крупчатников В. Н., Мартынова Ю. В. Исследование динамики шторм-треков, меридионального переноса тепла и влаги в северном полушарии в условиях изменяющегося климата // Тез. Междунар. конф. "Турбулентность, динамика атмосферы и климата", 13–16 мая 2013 г. М.: ГЕОС, 2013. С. 70–71.

9. Кузин В. И., Лаптева Н. А. Математическое моделирование стока из бассейна реки Лена // Труды Междунар. конгр. "Интерэкспо ГЕО-Сибирь–2013". Т. 2. С. 3–7.

10. Кузин В. И., Лаптева Н. А. Моделирование климатического речного стока для Сибирского региона // Сб. докл. 19-го Междунар. симп. "Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы". [Электрон. рес.]. Томск: Изд-во ИОА СО РАН 2013. CD-ROM. С. D371-D374.

11. Малахова В. В., Голубева Е. Н. Моделирование эмиссии метана на шельфе Восточной Арктики в результате его разгрузки из донных источников // Тез. Междунар. конф. "Турбулентность, динамика атмосферы и климата", 13–16 мая 2013 г. М.: ГЕОС, 2013. С. 122–124.

12. Малахова В. В., Голубева Е. Н. Оценка возможного потока метана на шельфе морей Восточной Арктики в результате его разгрузки из донных источников // Материалы 9-го Междунар. науч. конгр. "Интерэкспо ГЕО-Сибирь–2013". Т. 2. Новосибирск: СГГА, 2013. С. 19–24.

13. Малахова В. В., Голубева Е. Н. Моделирование состояния подводной мерзлоты и возможной эмиссии метана на Восточно-Сибирском шельфе Арктики // Докл. 10-го Междунар. симп. "Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы". [Электрон. рес.]. Томск: Изд-во ИОА СО РАН 2013. CD-ROM. С. D328-D332.

14. Мартынова Ю. В., Зарипов Р. Б., Крупчатников В. Н. Чувствительность прогнозов WRF ARW к выбору карт землепользования // Междунар. конф. и школа молодых ученых по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде "CITES-2013", Томск, 25 авг. – 5 сент. 2013 г. С. 41–42.

15. Мартынова Ю. В., Крупчатников В. Н. Влияние климатических возмущений антропогенного происхождения на некоторые характеристики шторм-треков Северного по-

лушария // Междунар. конф. и школа молодых ученых по вычислительно-информационным технологиям для наук об окружающей среде "CITES-2013", Томск 25 авг. – 5 сент. 2013 г. С. 108 – 111.

16. Опенко Т. Г., Рапута В. Ф., Богатырев С. Н. Оценка риска злокачественных новообразований вблизи крупной автомагистрали Новосибирска // Труды Междунар. конгр. "Интерэкспо ГЕО-Сибирь–2013". Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. С. 42–47.

17. Писарева Л. Ф., Одинцова И. Н., Рапута В. Ф., Воробьев В. А., Ананина О. А. Анализ состояния длительного радиоактивного загрязнения и онкозаболеваемости населения поселков Томской обл. в зоне регионального влияния выбросов Сибирского химического комбината // Материалы 4-го Международ. конф. "Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека". Томск: Изд-во ТПУ. 2013. С. 408–411.

18. Платов Г. А., Голубева Е. Н. Численные эксперименты по оценке эффективности некоторых параметризаций в пограничном слое атмосферы и океана в условиях Арктики // Тез. Междунар. конф. "Турбулентность, динамика атмосферы и климата", 13–16 мая 2013 г. М.: ГЕОС. 2013. С. 166–167.

19. Платов Г. А. Влияние геометрических особенностей шельфовой зоны океана на характер распространения береговых захваченных волн // Там же. С. 164–166.

20. Рапута В. Ф., Коковкин В. В., Морозов С. В., Олькин С. Е., Романов А. Н. Экспериментальные исследования и численный анализ процессов загрязнения территорий Сибири // Материалы Междунар. конгр. "Экология север. территорий". Новосибирск: Офсет, 2013. С. 253–258.

21. Рапута В. Ф. Анализ полей радиоактивного загрязнения территорий аварийными выбросами Сибирского химического комбината // Труды Междунар. конгр. "Интерэкспо ГЕО-Сибирь–2013". Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 2. С. 30–35.

22. Рапута В. Ф., Ярославцева Т. В. Численный анализ данных радиационного мониторинга загрязнения территорий аварийными выбросами на Сибирском химическом комбинате и АЭС "Фукусима–1" // Материалы 4-й Междунар. конф. "Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека". Томск: Изд-во ТПУ. 2013. С. 436–440.

23. Рапута В. Ф. Реконструкция полей радиоактивного загрязнения территорий аварийными выбросами предприятий ядерно-энергетического цикла // Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. "Медицинские и экологические эффекты ионизирующего излучения". Томск: Графика. 2013. С. 105–106.

24. Таловская А. В., Рапута В. Ф., Язиков Е. Г. Экспериментальные и численные исследования регионального загрязнения снежного покрова радиоактивными элементами в окрестностях Томска и Северска // Материалы 4-й Междунар. конф. "Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека". Томск: Изд-во ТПУ. 2013. С. 514–518.

25. Рапута В. Ф., Ярославцева Т. В. Модели реконструкции полей выпадений вулканического пепла // Междунар. конф. "Турбулентность, динамика атмосферы и климата". М.: Изд-во Института физики атмосферы. С. 133–134.

26. Яковлев Н. Г., Голубева Е. Н., Платов Г. А. О постановке задачи моделирования крупномасштабного состояния вод и морского льда Северного Ледовитого океана // Избр. труды Междунар. молодежной школы и конф. "Вычислительные и информационные технологии для наук об окружающей среде" CITES-2013, Петрозаводск, 25 авг. – 5 сент. 2013 г. С. 16–19.

27. Яковлев Н. Г., Голубева Е. Н., Платов Г. А. Численное моделирование Северного Ледовитого океана как задача физики: современное состояние вопроса и перспективы // Сб.

тез. Междунар. конф. "Турбулентность, динамика атмосферы и климата", 13–16 мая 2013 г. М.: ГЕОС, 2013. С. 173–174.

Прочие издания

1. Битехтина М. А., Михайлюта С. В., Леженин А. А. Формирование острова тепла на территории города Красноярска и его связь с загрязнением атмосферного воздуха // Труды науч.-практ. конф. "Загрязнение атмосферы городов". СПб., 2013. С. 43–44.

2. 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., Крайнева М. В. Влияние климатических изменений на состояние вод суши и морей Восточно-Сибирского сектора Арктики // Тез. рос. конф. "10-е Сиб. совещ. по климато-экологическому мониторингу" / Под ред. М. В. Кабанова. Томск: Изд-во Аграф-Пресс, 2013. С. 233–234.

3. Коковкин В. В., Рапуга В. Ф. Пространственная динамика выпадений тяжелых металлов в окрестностях Новосибирского оловокомбината // 10-я Раб. гр. "Аэрозоли Сибири". Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2013

4. Коковкин В. В., Опенко Т. Г., Рапуга В. Ф. Исследование процессов загрязнения и онкозаболеваемости населения в окрестностях крупных автомагистралей г. Новосибирска // Труды науч.-практ. конф. "Загрязнение атмосферы городов". СПб.: Изд-во ГГО, 2013. С. 108–109.

5. Крайнева М. В., Юсупова Д. Ф. Исследование особенностей поступления атлантических вод в Северный Ледовитый океан на основе численного моделирования в период 1990–2011 гг. // Труды конф. молодых ученых.

6. Кравченко В. В. Применение смешанного метода конечных элементов для решения двумерного нелинейного уравнения вихря // Труды конф. молодых ученых. Новосибирск: ИВМиМГ, 2013. С. 99–112.

7. Кузин В. И., Лаптева Н. А. Моделирование речного стока для Обь-Иртышского бассейна // Тез. 10-го Сиб. совещ. по климато-экологическому мониторингу. 14–17 окт. 2013 г. Томск: Аграф-Пресс, 2013. С. 79.

8. Кузин В. И., Лаптева Н. А. Моделирование речного стока для Обь-Иртышского бассейна // Там же. С. 100–107.

9. Кузин В. И., Лаптева Н. А. Моделирование речного стока для Сибирского региона // 7-й Всерос. гидролог. съезд, Санкт-Петербург, 19–21 нояб. 2013 г. С. 23.

10. Кузин В. И., Крупчатников В. Н., Голубева Е. Н., Платов Г. А., Малахова В. В., Крылова А. И., Лаптева Н. А., Фоменко А. А. Развитие компонентов совместной модели климатической системы для изучения климата Сибири // Тез. 20-й Раб. гр. "Аэрозоли Сибири", Томск, 26–29 нояб. 2013 г.

11. Кузин В. И., Лаптева Н. А. Моделирование стока для дельты реки Лена // Там же.

12. Кузин В. И., Лаптева Н. А. Моделирование климатического стока сибирских рек // Там же.

13. Леженин А. А. Исследование процессов атмосферного загрязнения территорий Сибири на основе гидродинамических моделей и данных наблюдений // Автореф. дис. ... к.ф.-м.н. Новосибирск: ИВМиМГ СО РАН, 2013. 16 с.

14. Леженин А. А., Шлычков В. А., Мальбахов В. М. Численное моделирование ветрового режима над г. Новосибирском для решения экологических задач // Тез. 20-й Раб. гр. "Аэрозоли Сибири", Томск, 26–29 нояб. 2013 г. Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2013. С. 54–55.

15. Малахова В. В., Голубева Е. Н. Проблемы моделирования состояния подводной мерзлоты и эмиссии метана на Восточно-Сибирском шельфе Арктики // Окружающая среда

и устойчивое развитие регионов. Т. 1: Теория и методы изучения и охраны окружающей среды. Экологические основы природопользования. Казань: Отечество, 2013. С. 419–422.

16. Малахова В. В., Голубева Е. Н. Численное моделирование источников, процессов переноса и эмиссии метана на шельфе моря Лаптевых // Тез. 10-го Сиб. совещ. по климато-экологическому мониторингу. Томск: Аграф-Пресс, 2013. С. 231–232.

17. Малахова В. В. Математическое моделирование динамики подводной мерзлоты и состояния газовых гидратов на Восточно-Сибирском шельфе // Там же. С. 233–234.

18. Мартынова Ю. В., Крупчатников В. Н. Отклик шторм-треков Северного полушария на рост и последующее уменьшение прикового воздействия на климат // Там же. С. 98–99.

19. Михайлюта С. В., Леженин А. А., Тасейко О. В. Мониторинг атмосферного воздуха в городах, актуальные задачи, проблемы и пути их решения // Труды науч.-практ. конф. "Загрязнение атмосферы городов", Санкт-Петербург, 2013 г. С. 60–62.

20. Михайлюта С. В., Тасейко О. В., Леженин А. А. Мониторинг атмосферного воздуха в городах: актуальные задачи, проблемы и пути их решения // Материалы 3-го Всерос. науч.-практ. форума "Экология: синтез естественно-научного, технического и гуманитарного знания", Саратов, 10–12 окт. 2012 г. и 1-й Школы интерэкоправа, Саратов, 11–12 окт. 2012 г. Саратов: Изд-во ЕврАзНИИПП, 2012. С. 134–136. (Не вошла в отчет 2012 г.).

21. Опенко Т. Г., Рапута В. Ф. Оценка рисков онкозаболеваемости населения в зонах интенсивного влияния выбросов крупной автомагистрали г. Новосибирска // Тез. 20-й Раб. гр. "Аэрозоли Сибири", Томск, 26–29 нояб. 2013 г. Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2013.

22. Рапута В. Ф., Коковкин В. В. Сопряженные исследования длительного загрязнения атмосферы и снежного покрова крупных городов юга Западной Сибири // Труды научно-практ. конф. "Загрязнение атмосферы городов". СПб.: Изд-во ГГО, 2013. С. 111–112.

23. Рапута В. Ф. Методы оперативной оценки аварийного загрязнения территорий в результате химических и радиоактивных выбросов в атмосферу // Материалы науч.-практ. конф. "Проблемы и пути совершенствования гражданской обороны, природной, техногенной и пожарной безопасности населения". Новосибирск: Сибпринт, 2013. С. 28–33.

24. Рапута В. Ф., Турбинский В. В., Олькин С. Е., Хмелев В. А., Ярославцева Т. В., Щербатов А. Ф. Исследование пылевого загрязнения территорий выбросами цементного производства в г. Искитим Новосибирской обл. // Материалы науч.-практ. конф. "Региональные экологические проблемы". Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013.

25. Рапута В. Ф., Турбинский В. В., Олькин С. Е., Хмелев В. А., Ярославцева Т. В., Щербатов А. Ф. Экспериментальные исследования и численный анализ данных выпадений пыли в окрестностях цементного завода // 20-я Раб. гр. "Аэрозоли Сибири". Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2013.

26. Рапута В. Ф. Метод оценивания длительной эмиссии аэрозольного источника по данным наземных наблюдений // Там же.

27. Шлычков В. А., Селегей Т. С., Леженин А. А., Мальбахов В. М. Гидродинамико-статистическая модель прогноза формальдегидного загрязнения городской атмосферы // Труды науч.-практ. конф. "Загрязнение атмосферы городов". СПб.: Б. и., 2013. С. 79–80.

28. Ярославцева Т. В., Рапута В. Ф. Реконструкция полей радиоактивного загрязнения территорий аварийными выбросами // Материалы науч.-практ. конф. "Региональные экологические проблемы". Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013.

29. Ярославцева Т. В., Рапута В. Ф. Численный анализ следов радиоактивного загрязнения в окрестностях Сибирского химического комбината // 20-я Раб. гр. "Аэрозоли Сибири". Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2013.

30. Kuzin V. I., Lobanov A. Analysis and Modeling of the North and the Tropical Pacific SST Variability // BIT's 2st Annual World Congr. of Ocean-2013, Hangzhou (China), Sept. 23–25, 2013. P. 92.

31. Kuzin V. I., Golubeva E. N., Platov G. A. Some results from the use of the numerical model in the Arctic Ocean climate simulation // North Pacific Marine Science Organization PICES-2013, Nanaimo (Canada), Oct. 11–20 2013. P. 165.

32. Крайнева М. В., Малахова В. В., Голубева Е. Н. Воздействие теплового стока реки Лена на термохалинную структуру вод моря Лаптевых // Тез. Междунар. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. Новосибирск: Сиб. науч. изд-во, 2013. С. 47.

33. Кузин В. И., Лаптева Н. А. Моделирование климатического речного стока для Сибирского региона // Там же. Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. Новосибирск: Сиб. науч. изд-во, 2013. С. 52.

34. Леженин А. А., Шлычков В. А., Мальбахов В. М. Идентификация параметров численной модели по данным измерений при описании переноса загрязняющих веществ в городской атмосфере // Там же. С. 55.

35. Малахова В. В., Голубева Е. Н. Моделирование динамики подводной мерзлоты и возможной эмиссии метана на Восточно-Сибирском шельфе Арктики // Там же. 60.

36. Платов Г. А., Голубева Е. Н., Кузин В. И., Климова Е. Г., Шлычков В. А., Малахова В. В. Комплексное моделирование гидродинамики Восточно-Сибирского шельфа Арктики // Справ. конф. МИТ-2013, Белград, авг. 2013 г. С. 122.

37. Рапуга В. Ф. Оценивание эмиссии газоаэрозольного источника по данным внешнего мониторинга // Международ. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей". Новосибирск: Сиб. науч. из-во, 2013. С. 76.

38. Ярославцева Т. В., Рапуга В. Ф. Оценивание полей атмосферного переноса пыли от площадного источника // Междунар. конф. "Турбулентность, динамика атмосферы и климата". М.: Изд-во Института физики атмосферы. С. 152.

Сдано в печать

Шлычков В. А., Крылова А. И. Численная модель плотностных течений в устьевых областях сибирских рек // СибЖВМ. 2014.

Общее число публикаций

Монографии	– 2
Центральные издания	– 8
Зарубежные издания	– 1
Материалы междунар. конференций	– 27

Участие в конференциях и совещаниях

1. 9-й Международный научный конгресс "Гео-Сибирь–2013", Новосибирск, 16 апреля 2012 г. – 11 докладов (Кузин В. И., Малахова В. В., Голубева Е. Н., Боровко И. В., Крупчатников В. Н., Юсупова Д. Ф., Кравченко В. В., Лаптева Н. А., Крылова А. И., Леженин А. А., Мальбахов В. М., Рапуга В. Ф.).

2. Междунар. конф. "Турбулентность, динамика атмосферы и климата", Москва, 13–16 мая 2013 г. – 5 докладов (Малахова В. В., Голубева Е. Н., Крупчатников В. Н., Платов Г. А.).

3. Междунар. конф. "Потоки и структуры в жидкостях", Санкт-Петербург, 25–28 июня 2013 г. – 2 доклада (Юсупова Д. Ф., Крайнева М. В., Голубева Е. Н., Малахова В. В.).
4. EGU General Assembly – 2013, Vienna (Austria) Apr. 7–12, 2013. – 2 доклада (Голубева Е. Н., Малахова В. В.).
5. FAMOS/AOMIP, Workshop 2, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole (USA), Oct. 21–24, 2013. – 5 докладов (Голубева Е. Н., Платов Г. А., Малахова В. В., Крайнева М. В., Юсупова Д. Ф.).
6. Вторая всероссийская научная конференция (с международным участием) "Окружающая среда и устойчивое развитие регионов", Казань, 24–26 сентября 2013 г. – 1 доклад (Малахова В. В.).
7. Российская конференция – 10-е Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу, Томск, 14–17 окт. 2013 г. – 5 докладов (Малахова В. В., Голубева Е. Н., Крупчатников В. Н., Кузин В. И., Лаптева Н. А., Платов Г. А., Фоменко А. А., Крылова А. И., Юсупова Д. Ф., Крайнева М. В.).
8. Международная научная конференция **"Методы создания, исследования и идентификации математических моделей"**, посвящ. 85-летию со дня рождения **акад. А. С. Алексеева**, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. – 5 докладов (Леженин А. А., Мальбахов В. М., Рапуга В. Ф., Малахова В. В., Голубева Е. Н., Крупчатников В. Н., Кузин В. И., Лаптева Н. А., Крайнева М. В.).
9. 19-й Международный симпозиум "Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы", Барнаул – Телецкое озеро, 1–6 июля 2013 г. – 2 доклада (Кузин В. И., Лаптева Н. А., Боровко И. В., Крупчатников В. Н.).
10. Конференция молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, Новосибирск, 3–4 апр. 2013 г. – 2 доклада (Юсупова Д. Ф., Кравченко В. В., Крайнева М. В.).
11. Виноградовские чтения, Санкт-Петербург, 16–18 нояб. 2013 г., – 1 доклад (Крайнева М. В., Юсупова Д. Ф., Голубева Е. Н.).
12. 7-й Всероссийский гидрологический съезд, Санкт-Петербург, 19–21 нояб. 2013 г., – 3 доклада (Кузин В. И., Лаптева Н. А., Голубева Е. Н., Платов Г. А., Крылова А. И., Юсупова Д. Ф., Крайнева М. В.).
13. 20-я Рабочая группа "Аэрозоли Сибири", Томск, 26–29 нояб. 2013 г. – 11 докладов (Кузин В. И., Леженин А. А., Шлычков В. А., Мальбахов В. М., Рапуга В. Ф., Лаптева Н. А., Платов Г. А., Голубева Е. Н., Малахова В. В., Крупчатников В. Н., Фоменко А. А., Крылова А. И.).
14. Всемирный форум снега 2013; Международный конгресс "Экология северных территорий", Новосибирск, 17–20 янв. 2013 г. – 3 доклада (Голубева Е. Н., Платов Г. А., Рапуга В. Ф.).
15. International conference and young scientists school on computational information technologies for environmental sciences ("CITES–2013"), Petrozavodsk, 25 Aug. – 5 Sept., 2013. – 3 доклада (Голубева Е. Н., Платов Г. А., Крупчатников В. Н.).
16. Научно-практическая конференция "Загрязнение атмосферы городов", Санкт-Петербург, 1–3 октября 2013 г. – 5 докладов (Леженин А. А., Мальбахов В. М., Рапуга В. Ф.).
17. Научно-практическая конференция "Проблемы и пути совершенствования гражданской обороны, природной, техногенной и пожарной безопасности населения и территорий субъектов Российской Федерации Сибирского федерального округа", Новосибирск, 26 сент. 2013 г. – 1 доклад (Рапуга В. Ф.).

18. 4-я Международная конференция "Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека", Томск, 4–8 июня 2013 г. – 3 доклада (Рапута В. Ф.).

19. 6-я Международная научно-практическая конференция "Медицинские и экологические эффекты ионизирующего излучения", Томск, 11–13 марта 2013 г. – 1 доклад (Рапута В. Ф.).

20. BIT's 2st Annual World congress of Ocean–2013, Hangzhou (China) – 1 доклад (Кузин В. И., Лобанов А. С.).

21. North Pacific Marine Science Organization PICES–2013. Nanaimo (Canada), Oct. 11–20, 2013. – 1 доклад (Кузин В. И., Голубева Е. Н., Платов Г. А.).

22. Международная конференция "Математические и информационные технологии, MIT–2013" (10-я конференция "Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании"), Врнячка Баня (Сербия), 5–8 сент. 2013 г., Будва (Черногория), 9–14 сент. 2013 г. – 1 приглашенный доклад (Платов Г. А., Голубева Е. Н., Кузин В. И., Малахова В. В.).

Всего докладов 74, в том числе 1 пленарный.

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

1. Кузин В. И.:

– член программного комитета научного конгресса "Интерэкспо ГЕО-Сибирь–2013", Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.

– член программного комитета Междунар. научной конференции "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 октября 2013 г.

2. Леженин А. А. – член рабочего Оргкомитета научного конгресса "Интерэкспо ГЕО-Сибирь–2013", Новосибирск, 15–26 апреля 2013 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.	с.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.	в.н.с.,	д.ф.-м.н.
8. Леженин А. А.	с.н.с.,	к.ф.-м.н.
9. Малахова В. В.	н.с.,	к.ф.-м.н.
10. Боровко И. В.	м.н.с.,	к.ф.-м.н.
11. Кравченко В. В.	м.н.с.	
12. Лобанов А. Н.	м.н.с. 0,1 ст.	
13. Якшина 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., Якшина Д. Ф.— молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Кузин В. И. – профессор НГУ, профессор СГГА

Голубева Е. Н. – доцент НГУ

Крылова А. И. – ст. преподаватель НГУ

Леженин А. А. – ст. преподаватель СибАГС.

Руководство аспирантами и студентами

Крайнева М. В. – 2-й год, ИВМиМГ Голубева Е. Н.

Ковалев С. Н. – 2-й год, ИВМиМГ, руководитель Кузин В. И.

Защита дипломов

Кравцова Т. М. – бакалавр НГУ, руководитель Крылова А. И.

Защита диссертаций

Платов Г. А. "Численное исследование гидродинамических процессов в окраинных морях и в шельфовой зоне" – диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.29-физика атмосферы и гидросферы. Диплом Серия ДДН № 022536 . Решение ВАК об утверждении от 28 декабря 2012 г. № 773/ нк-25.

Леженин А. А. "Исследование процессов атмосферного загрязнения территорий Сибири на основе гидродинамических моделей и данных наблюдений" – диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы. Успешная защита состоялась 24.04.2013 г. на заседании диссертационного совета Д 003.061.01 при Институте вычислительной математики и математической геофизики СО РАН.

Лаборатория математического моделирования гидродинамических процессов в природной среде

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

Важнейшие достижения

Разработана новая вариационная методика построения гибридных дискретно-аналитических численных схем для решения прямых и обратных задач конвекции-диффузии и жестких систем уравнений химической кинетики. Принципиальную новизну методики составляют совместное использование классической концепции интегрирующих множителей для дифференциальных уравнений порядка больше или равных единице ($n \geq 1$) и разработанной нами техники локальных сопряженных задач в рамках вариационного принципа в сочетании с методами декомпозиции и расщепления. Построенные схемы точны в классе задач с разрывными кусочно-постоянными коэффициентами. Они обладают свойствами монотонности и устойчивости и обеспечивают точный учет краевых условий первого, второго и третьего родов. Разработанные схемы применяются в совместных задачах динамики и химии атмосферы и охраны окружающей среды.

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

Результаты исследований опубликованы в работах:

1. Пененко В. В., Цветова Е. А. Вариационные методы построения монотонных аппроксимаций для задач химии атмосферы // СибЖВМ. 2013. Т. 16. № 3. С. 239–252.
2. Пененко В. В. Вариационные методы построения дискретно-аналитических схем с использованием техники интегрирующих множителей. В сб. "Современные проблемы математического моделирования". Ростов-н/Д.: Изд-во ЮФУ. 2013. С. 198–202.
3. Penenko V., Penenko A., Tsvetova E. Variational methods for direct/inverse problems of atmospheric dynamics and chemistry // Geophys. Res. Abs. 2013. V. 15. EGU2013-4760. EGU General Assembly 2013.

Отчет по этапам НИР, заверенным в 2014 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 01201370227.

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.

Построена новая версия алгоритма усвоения данных измерений концентраций примесей в модели конвекции-диффузии-реакции многокомпонентных атмосферных примесей. Удалось построить вычислительно эффективную схему усвоения данных, для реализации которой не требуются итерации при условии заданного параметра усвоения, регулирующего точность воспроизведения данных измерений.

Разработаны новые версии алгоритмов поиска источников примесей с использованием специальной нормировки функций чувствительности по отношению к источникам. Функции чувствительности рассчитываются для функционалов наблюдений на станциях мониторинга в режиме обратного моделирования.

Показана возможность воспроизведения перемежающегося характера турбулентности в устойчиво стратифицированном пограничном слое с помощью RANS-схемы турбулентности высокого уровня замыкания.

Разработаны алгоритмы реализации методики усвоения данных в трехмерной негидростатической модели оз. Байкал.

С помощью двумерной конечно-элементной модели изучалась динамика сформировавшегося холодного фронта, поверхность которого описывалась отдельным уравнением. Для его решения разработан алгоритм со специальной конструкцией подавления осцилляций, не имеющих физического смысла.

Разработана новая версия негидростатической мезомасштабной атмосферной модели, выполнены сценарные расчеты по воспроизведению мезоклиматов и процессов распространения примесей в Восточно-Сибирском регионе, включающем промышленные районы Прибайкалья. Привязка математического комплекса к условиям региона осуществлялась на уровне входной информации. Подготовка данных о характеристиках подстилающей поверхности проводилась с использованием геоинформационных технологий. ГИС-технологии применялись также при анализе результатов расчетов и подготовке иллюстративного материала в виде, удобном для пользователей – специалистов в области принятия решений по природоохранным вопросам. Расчеты выполнены на вычислительных мощностях ССКЦ СО РАН.

Результаты работ по проектам РФФИ

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

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

Построены новые гибридные дискретно-аналитические численные схемы для интегрированных дифференциальных уравнений динамики атмосферных процессов с использованием методов разделения масштабов в рамках вариационного принципа.

В соответствии с общей структурой вариационного принципа в сочетании с методами расщепления и декомпозиции построены два типа схем. Первый из них предназначен для решения задач, в которых имеются операторы типа конвекции-диффузии. Такие операторы содержатся в системе уравнений динамики и химии атмосферы для компонент вектора скорости, температуры, компонент гидрологического цикла и для совокупности компонент функций состояния, описывающих концентрации загрязняющих примесей. Второй тип разработан для решения задач химической трансформации многокомпонентных примесей в атмосфере.

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

Программа Президиума РАН № 4, проект № 4.9, подпроект "Прямые и обратные задачи для изучения изменений качества окружающей среды в Сибирских регионах".

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

Разработаны новые методы моделирования для исследования многолетней динамики климато-экологической системы, формирования атмосферной циркуляции и изменений качества окружающей среды под влиянием природных и антропогенных факторов.

Для построения системы моделирования использованы вариационные принципы, для реализации которых применяются методы разделения масштабов процессов и способы понижения размерностей задач с помощью методов декомпозиции и расщепления. Для разделения масштабов в глобальном аспекте используется SVD-аппарат построения ортогональных базисных пространств. При этом задаются критерии информативности искомого базиса по отношению к исходным совокупностям фазовых пространств функций состояния динамических систем и функций чувствительности целевых функционалов, выбираемых для обобщенного описания исследуемых процессов в пространстве параметров моделей.

Программа Президиума РАН № 23, проект № 23.9, подпроект "Исследование разномасштабных гидрофизических процессов как основных факторов, обуславливающих появление кольцевых структур на ледовом покрове оз. Байкал" (совместно с ИГиЛ, ЛИН, ИДСТУ).

Руководитель – к.ф.-м.н. Цветова Е. А.

Выполнены численные эксперименты по восстановлению пространственно-временной структуры функций состояния негидростатической модели динамики озера. Получены согласованные представления всех полей функции состояния (температуры, трех компонент вектора скорости, плотности и давления) в локальной области моделирования в Южном Байкале при условии, что рассчитываемые поля температуры близки к измеренным в районе наблюдений.

Программа ОМН РАН 1.3, проект № 1.3.3, подпроект "Вариационные методы решения обратных задач для исследования динамики и качества атмосферы".

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

Исследована эффективность вариационного алгоритма решения задачи усвоения данных, в которой требуется уточнить и продолжить функцию состояния модели от имеющихся точек наблюдения по набору измеренных системами мониторинга значений функции состояния многомерной нестационарной модели конвекции-диффузии-реакции во внутренних точках пространственно-временной области. Схема усвоения данных в рамках вариационного принципа в формулировке со слабыми ограничениями строится посредством добавления в структуру математических моделей физических процессов специальных функций управления. Для такой расширенной модели рассматривается функционал невязки, описывающий расхождение между измеренными и вычисленными значениями функций состояния. Введенные управляющие функции выступают в роли переменных для задачи минимизации функционала на фазовом пространстве модели. Таким образом, математическая модель выступает как естественный регуляризатор для некорректной задачи интерпретации данных наблюдений и как конструктивный инструмент для восстановления пространственно-временной структуры функций состояния исследуемых процессов по результатам наблюдений.

Партнерский интеграционный проект СО РАН № 8.

Координатор – к.ф.-м.н. Пененко А. В.

Разработана новая версия мезометеорологической модели гидротермодинамики и переноса примесей высокого разрешения для Байкальского региона. Рассчитаны гидродинамические характеристики, описывающие изменения атмосферных процессов, развивающихся на фоне заданных внешних потоков воздушных масс и суточного хода солнечной радиа-

ции. Полученные поля имеют характер типичных мезоклиматов для исследуемого региона. С этими данными методами прямого моделирования выполнены сценарные расчеты по оценке областей распространения примесей в суточном ходе от некоторых агрегированных постоянно действующих источников, расположенных в регионе. Данные об источниках и их параметрах предоставлены сотрудниками ЛИИ СО РАН и ИФМ СО РАН.

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 35.

Координатор в институте – к.ф.-м.н. Пененко А. В.

Разработана математическая модель трансформации примесей для специального цикла превращений с участием углеродсодержащих субстанций (механизм преобразований составлен в ИХКиГ СО РАН).

На численных экспериментах проверялись гипотезы о причинах появления повышенных концентраций формальдегида в тропосфере, измеренных партнерами по проекту в условиях реальной атмосферы Сибирских регионов.

Публикации

Монографии

1. Baklanov A., Penenko V., Machura A., Vinogradova A., Elansky N., Tsvetova E., Rigina O., Maksimenkov L., Nuterman R., Pogarskii F., Zakey A. Aspects of atmospheric pollution in Siberia / Regional environmental changes in Siberia and their global consequences. P. Ya Groisman and G. Gutman (eds.) // Springer Netherlands Envir. Sci. and Engineering. DOI 10.1007/978-94-007-4569-8_8. Springer Science+Business Media Dordrecht, 2013. P. 303–346.

2. Penenko V., Baklanov A., Tsvetova E., Mahura A. Direct and inverse problems in a variational concept of environmental modeling, in data assimilation and its applications / M. Sharan and J. P. Issartel (Eds). Springer Basel. 2012. P. 139–158.

Центральные издания

1. Пененко В. В., Цветова Е. А. Вариационные методы построения монотонных аппроксимаций для моделей химии атмосферы // СибЖВМ. 2013. Т. 16, № 3. С. 239–252.

[Penenko V. V., Tsvetova E. A. Variational methods of constructing monotone approximations for atmospheric chemistry models // Num. analysis and appl. 2013. V. 6, iss. 3. P. 210–220. DOI 10.1134/S199542391303004X.]

2. Курбацкий А. Ф., Курбацкая Л. И. RANS-моделирование перемежающейся турбулентности в термически устойчиво стратифицированном пограничном слое // Прикл. механ. и техн. физ. 2013. Т. 54, № 4. С. 55–67.

[Kurbatskiy A. F., Kurbatskaya L. I. RANS modeling of intermittent turbulence in a thermally stable stratified boundary layer // J. Appl. Mechan. and Techn. Phys. 2013. V. 54, N. 4. P. 561–571.]

3. Николаев С. В., Зубаирова У. С., Пененко А. В., Мелснесс Э. Д. (Mjolsness E. D.), Шапиро Б. Е. (Shapiro B. E.), Колчанов Н. А. Модель регуляции структуры ниши стволовых клеток в апикальной меристеме побега *Arabidopsis Thaliana* // Докл. Акад. наук. 2013. Т. 452, № 3. С. 336–338.

4. Пененко А. В., Рахметуллина С. Ж. Локализация источников загрязнения атмосферного воздуха по данным системы экологического мониторинга // Вестн. Вост.-Казахстанского гос. техн. ун-та им. Д. Серикбаева и "Вычисл. технол". Ч. 2.. 2013. С. 152–163.

5. Сороковая К. Е. Моделирование переноса и трансформации многокомпонентных аэрозолей в атмосфере // Там же. С. 186–192.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Пененко В. В., Цветова Е. А., Пененко А. В. Перспективные вариационные технологии моделирования для изучения окружающей среды // Труды Междунар. молодежной шк. и конф. "Вычислительные и информационные технологии для наук об окружающей среде" (СITES-2013), Петрозаводск, 25 авг. – 5 сент. 2013 г. С. 71–73.
2. Курбацкий А. Ф., Курбацкая Л. И. Вихревое перемешивание и глобальная перемежаемость турбулентности в течениях окружающей. Там же. С. 8–12.
3. Курбацкий А. Ф., Курбацкая Л. И. RANS моделирование устойчивого атмосферного пограничного слоя: вихревое перемешивание, энергетика и глобальная перемежаемость турбулентности // Тез. Междунар. конф. "Турбулентность, динамика атмосферы и климата", посвящ. памяти акад. А. М. Обухова, Москва, 13–15 мая 2013 г. М.: ГЕОС, 2013. С. 31–35.
4. Курбацкая Л. И., Курбацкий А. Ф. Моделирование глобальной перемежаемости турбулентности в устойчивом атмосферном пограничном слое: численное исследование // Материалы 9-го Междунар. науч. конгр. и выставки "Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология", Новосибирск, 2013. Т. 2. С. 25–29.
5. Пененко В. В. Вариационные методы построения дискретно-аналитических схем с использованием техники интегрирующих множителей // Труды 15-й конф.-шк. молодых исследователей "Современные проблемы математического моделирования". Ростов-н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2013. С. 198–202.
6. Пененко А. В. Вариационное усвоение данных для задач конвекции-диффузии-реакции // Там же. С. 196–197.
7. Пьянова Э. А. Численное моделирование переноса примеси в Байкальском регионе // Там же. С. 215–219.
8. Цветова Е. А. Численное моделирование локальных кольцевых структур в озере Байкал // Там же. С. 264–268.
9. Пененко В. В. Долгосрочное природоохранное прогнозирование на основе оценок рисков // Материалы Междунар. конф. "Экология. Экономика. Информатика". Т. 1 "Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем". Ростов-н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2013. С. 48–53.
10. Пененко А. В. Быстрое усвоение данных измерений в задачах переноса и трансформации примеси в атмосфере // Там же. С. 45–48.
11. Цветова Е. А. Диагностическое исследование локальной кольцевой структуры в озере Байкал // Там же. С. 70–74.
12. Пьянова Э. А., Фалейчик Л. М. Моделирование летних атмосферных циркуляций в Байкальском регионе // Там же. С. 53–56.
13. Курбацкий А. Ф., Курбацкая Л. И. RANS моделирование вихревого переноса импульса и тепла: сравнение с данными прямых измерений в свободной атмосфере // Сб. трудов Междунар. конф. "Информационно-вычислительные технологии и математическое моделирование" (ИВТ&ММ). Кемерово, 23–30 июня 2013 г. С. 1–7.
14. Курбацкий А. Ф., Курбацкая Л. И. Особенности вихревого перемешивания импульса и тепла в атмосферных течениях при устойчивой стратификации // Тез. Междунар. конф. "Турбулентность и волновые процессы", посвящ. 100-летию со дня рождения акад. М. Д. Миллионшикова, Москва, 26–28 нояб. 2013 г. М.: МГУ, 2013. С. 134–137.

Прочие издания

1. Пененко В. В. Методы разделения масштабов и вариационные задачи для исследования изменчивости климатической системы и оценок экологических рисков // Междунар. конф. "Турбулентность, динамика атмосферы и климата", посвящ. памяти акад. А. М. Обухова. М.: ГЕОС. 2013. С. 80.

2. Пененко В. В., Цветова Е. А. Анализ изменчивости динамики и качества атмосферы для целей природоохранного прогнозирования // Тез. 19-го Междунар. симп. "Оптика атмосферы и океана. Физика атмосфер". Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2013. С. 98.

3. Курбацкий А. Ф., Курбацкая Л. И. Вихревое перемешивание и глобальная перемежаемость турбулентности в устойчивом атмосферном пограничном слое // Там же. С. 92.

4. Пененко В. В. Метод построения численных моделей математической физики на основе вариационных принципов и интегрирующих множителей // Тез. Междунар. конф. "Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений", посвящ. 105-летию со дня рождения акад. С. Л. Соболева, Новосибирск, 18–24 авг. 2013 г. Новосибирск, 2013. С. 213.

5. Пененко А. В., Пененко В. В. Вариационное усвоение данных на основе схемы расщепления для многомерных моделей конвекции-диффузии // Там же. С. 212.

6. Пененко А. В. Алгоритм многомерного вариационного усвоения данных для моделей конвекции-диффузии // Труды Междунар. молодежной шк. и конф. "Вычислительные и информационные технологии для наук об окружающей среде" (CITES-2013), Петрозаводск, 25 авг. – 5 сент. 2013 г. С. 28.

7. Пененко В. В., Цветова Е. А. Постановки прямых и обратных задач природоохранного прогнозирования и проектирования и методы их решения // Тез. 5-й Междунар. молодежной науч. шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. Новосибирск: Сиб. науч. изд-во, 2013. С. 71.

8. Пененко А. В. Пененко В. В. Вариационные алгоритмы усвоения данных в задачах атмосферной химии // Там же. С. 70.

9. Пененко В. В. Вариационные методы построения моделирующей технологии для природоохранных исследований // Тез. Международной научной конференции "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. Новосибирск: Сиб. науч. изд-во. С. 70.

10. Пененко А. В. Рахметуллина С. Ж. Численные алгоритмы обнаружения источников атмосферных примесей // Там же. С. 71.

11. Курбацкая Л. И., Курбацкий А. Ф. Моделирование перемежаемости турбулентности и вихревого перемешивания в устойчивом планетарном пограничном // Там же. С. 53.

12. Юдин М. С. Влияние орографии на численную устойчивость при моделировании атмосферных фронтов // Там же. С. 102.

13. Цветова Е. А. Восстановление полей течений и температуры в районе кольцевой структуры в озере Байкал с помощью негидростатической модели и данных наблюдений // Там же. С. 94.

14. Kurbatskiy A. F., Kurbatskaya L. I. Eddy mixing and the intermittent turbulence in atmospheric flows under stronger stratification // Proc. of the 5th Intern. conf. "Frontiers of nonlin. phys." (FNP2013), Nizhny Novgorod, Jul. 28 – 2 Aug. 2013. Nizhny Novgorod, 2013. P. 188–189.

15. Пененко А. В., Пененко В. В. Численные алгоритмы усвоения данных в моделях конвекции-диффузии-реакции // 14-я Всерос. конф. молодых ученых по математическому

моделированию и информационным технологиям, Томск, 15–17 окт. 2013 г. [Электрон. ресурс]. http://conf.nsc.ru/files/conferences/ym2013/pdf/176074/ru/tex/abstracts_176074_ru.pdf.

16. Пененко В. В. Обратные задачи для оценок экологических перспектив промышленных регионов, подверженных природным и антропогенным воздействиям // Тез. 20-й Рабочей группы "Аэрозоли Сибири", Томск, 26–29 нояб. 2013 г. С. 55.

17. Пененко А. В., Пененко В. В. Алгоритм усвоения данных контактных измерений концентраций в задачах атмосферной химии // Там же. С. 60.

18. Цветова Е. А. Восстановление параметров кольцевой структуры в озере Байкал с помощью негидростатической модели и данных наблюдений // Там же. С. 55.

19. Курбацкая Л. И. Вихревые коэффициенты диффузии импульса и тепла для задач переноса малых газовых компонент между тропосферой и стратосферой // Там же. С. 44.

20. Пьянова Э. А. Изучение процессов атмосферного переноса трассера в Байкальском регионе на основе численного моделирования и сценарного подхода // Там же. С. 50.

21. Юдин М. С. Влияние стратификации на распространение атмосферного фронта над крутой орографией // Там же. С. 52.

22. Козлов В. В., Мизандронцев И. Б., Асламов И. А., Кучер К. М., Гнатовский Р. Ю., Макаров М. М., Цветова Е. А., Горнов А. Ю., Гранин Н. Г. Всплывание газовых гидратов – механизм генерации локального апвеллинга // Материалы конф. "Ляпуновские чтения", Иркутск, 9–11 дек. 2013 г. Изд-во ИДСТУ. С. 31–32.

23. Пененко В. В., Цветова Е. А. Анализ изменчивости динамики и качества атмосферы для целей природоохранного прогнозирования // Тез. 19-го Междунар. симп. "Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы". Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2013. D61-D64. [Электрон. ресурс].

24. Курбацкий А. Ф., Курбацкая Л. И. Вихревое перемешивание и глобальная перемешаемость турбулентности в устойчивом атмосферном пограничном слое // Там же. D1-D4.

Общее число публикаций

Монографии	– 2
Центральные издания	– 5
Материалы международных конференций	– 14.

Участие в конференциях и совещаниях

1. Международная молодежная школа и конференция CITES-2013, Петрозаводск, 25 авг. – 5 сент. 2013 г. – 4 доклада (Пененко А. В., Цветова Е. А., Курбацкая Л. И., Юдин М. С.).

2. Международная конференция "Турбулентность, динамика атмосферы и климата", посвящ. памяти акад. А. М. Обухова, 13–15 мая 2013 г. Москва. – 2 доклада (Пененко В. В., Цветова Е. А., Курбацкая Л. И.).

3. Международный научный конгресс "ГЕО-Сибирь-2013", Новосибирск. – 2 доклада (Курбацкая Л. И., Юдин М. С.).

4. 15-я конференция-школа молодых исследователей "Современные проблемы математического моделирования – 4 доклада (Пененко В. В., Пененко А. В., Цветова Е. А., Пьянова Э. А.).

5. Международная конференция "Экология. Экономика. Информатика", Ростов-на-Дону. – 4 доклада (Пененко В. В., Пененко А. В., Цветова Е. А., Пьянова Э. А.).

6. 20-я Рабочая группа "Аэрозоли Сибири", Томск, 26–29 нояб. 2013 г. – 7 докладов (Пененко В. В., Цветова Е. А., Пененко А. В., Курбацкая Л. И., Пьянова Э. А., Юдин М. С.).

7. 14-я Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Томск, 15–17 окт. 2013 г. – 1 доклад (Пененко В. В., Пененко А. В.).

8. Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. – 7 докладов (Пененко А. В., Пененко В. В., Пененко В. В., Пененко А. В., Цветова Е. А., Курбацкая Л. И., Пьянова Э. А., Юдин М. С.)

9. 5-я Международная молодежная научная школа-конференция, Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. – 2 доклада (Пененко В. В., Пененко А. В., Пененко В. В., Цветова Е. А.).

10. Международная конференция "Информационно-вычислительные технологии и математическое моделирование" (ИВТ&ММ), Кемерово, 23–30 июня 2013 г. – 1 доклад (Курбацкая Л. И.).

11. 19-й Международный симпозиум "Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы", Барнаул, 1–6 июля 2013 г. – 2 доклада (Пененко В. В., Цветова Е. А., Курбацкая Л. И.).

12. "Ляпуновские чтения", Иркутск, 9–11 дек. 2013 г. – 1 доклад (Цветова Е. А.).

13. Международная конференция "Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений", посвящ. 105-летию со дня рождения акад. С. Л. Соболева, Новосибирск, 18–24 авг. 2013 г. – 2 доклада (Пененко В. В., Пененко А. В.).

14. Международная конференция "Турбулентность и волновые процессы", посвящ. 100-летию со дня рождения акад. М. Д. Миллионшикова, Москва, 26–28 нояб. 2013 г. – 1 доклад (Курбацкая Л. И.).

15. EGU General assembly 2013. – 1 доклад (Пененко В. В., Пененко А. В., Цветова Е. А.).

16. Международная конференция, посвящ. 105-летию со дня рождения акад. С. Л. Соболева, Новосибирск, 18–24 авг. 2013 г. – 2 доклада (Пененко В. В., Пененко А. В.).

Всего докладов 43, в том числе пленарных и приглашенных – 2.

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

1. Пененко В. В.:

– член оргкомитета Конференции молодых ученых ИВМиМГ, Новосибирск, 1–3 апр. 2013 г.;

– член программного комитета 14-й Всероссийской молодежной конференции-школы с международным участием, Абрау-Дюрсо, 12–17 сент. 2013 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

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

1. Сотрудничество с Датским метеорологическим институтом (DMI, Copenhagen Denmark).

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

Кадровый состав

1. Пененко В. В. зав. лаб. 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
 9. Иванова Г. И. техник
- Пененко А. В. – молодой научный сотрудник.

Педагогическая деятельность

Пененко В. В. – профессор НГУ

Пененко А. В. – ст. преподаватель НГУ

Руководство аспирантами

Сороковая К. Е. – 1-й курс, НГУ, руководитель Пененко В. В.

Кутненко А. Н. – 3-й курс, ИВМиМГ, руководитель Пененко

Защита дипломов

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

Кусаинова А. Т. – 2-й курс магистратуры университета ШОС (НГУ–ВКГТУ), руководитель Пененко А. В.

Ханхасаева П. Н. – бакалавр ММФ НГУ, руководитель Пененко В. В.

Руководство студентами

Калашникова В. – магистратура ММФ НГУ, руководители: Пененко В. В., Пененко А. В.

Жадамбаева Р. – магистратура ММФ НГУ, руководители: Пененко В. В., Пененко А. В.

Моргун В. – магистратура ММФ НГУ, руководители: Пененко В. В., Пененко А. В.

Федорченко В. М. – 4-й курс ММФ НГУ, руководители: Пененко В. В., Пененко А. В.

Нутикова Д. Ю. – 4-й курс ММФ НГУ, руководители: Пененко В. В., Пененко А. В.

Премии и награды

Кусаинова Айнур Толеубековна – 2-е место в конференции молодых ученых ИВМиМГ СО РАН.

Лаборатория численного анализа и машинной графики

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

Важнейшие достижения

1. Общая теория полностью консервативных, сопряжено-согласованных разностных схем для динамических задач линейной теории упругости и вязкоупругости.

Советник РАН акад. Коновалов А. Н.

На основе смешанной постановки (скорость – деформации) завершена разработка общей теории полностью консервативных, сопряжено-согласованных разностных схем для динамических задач линейной теории упругости и вязкоупругости. Построенные явно разрешимые дискретные модели позволяют, в частности, управлять дисбалансом полной энергии и обладают той же степенью распараллеливания, что и обычные явные схемы.

Результаты исследований опубликованы в работе

1. Коновалов А. Н. Полностью консервативные разностные схемы для динамических задач линейной теории упругости и вязкоупругости // Диф. уравнения. 2013. Т. 49, № 7. С. 885–896.

Результаты работы докладывались на международных конференциях:

1. Коновалов А. Н. Полностью консервативные разностные схемы для динамических задач линейной теории упругости и вязкоупругости // 2-я Международная конференция "Суперкомпьютерные технологии математического моделирования", Якутск, 8–11 июля 2013 г.

2. Коновалов А. Н. О построении теоретических сейсмограмм // Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", Новосибирск, 10–13 октября 2013 г.

2. Новое семейство радиальных базисных функций для многомерной сплайн-аппроксимации.

Д.ф.-м.н. Роженко А. И.

Предложено новое семейство радиальных базисных функций, обобщающее известные конструкции сплайна с натяжением и регуляризованного сплайна. Показана условная положительная определенность предложенных базисных функций в R^d для любого натурального d . Обоснована их применимость для решения задач многомерной сплайн-аппроксимации на хаотических сетках. С помощью предложенных радиальных базисных функций можно строить сплайн, минимизирующий вариационный функционал, содержащий производные разных порядков, что существенно расширяет возможности приближения физической модели задачи и требований к гладкости решения.

Результаты исследований опубликованы в работах

1. Роженко А. И. О новом семействе условно положительно-определенных радиальных базисных функций // Труды Ин-та математики УрО РАН. 2013. Т. 19, № 2. С. 256–266.

2. Роженко А. И., Шайдоров Т. С. О построении сплайнов методом воспроизводящих ядер // СибЖВМ. 2013. Т. 16, № 4. С. 365–376.

3. Rozhenko A. I. On new families of radial basis functions // Abs. of the Intern. conf "Constructive theory of functions – 2013", Sozopol (Bulgaria), June 9–15, 2013. P. 35–36. [Electron. resource]. <http://www.math.bas.bg/mathmod/CTF-2013/files/abstractsCTF2013.pdf>.

Результаты работы докладывались автором на международной конференции:

"Constructive theory of functions – 2013", Sozopol (Bulgaria), June 9–15, 2013.

**Отчет по этапам НИР, завершённым в 2013 г.
в соответствии с планом НИР института**

Проект НИР I.2.1.1 "Оптимальные сеточные методы для высокопроизводительных ЭВМ и их применение в задачах естествознания".

Номер государственной регистрации НИР 01201370224.

Раздел 1 "Сопряжено-согласованные модели задач теории упругости и вязкой упругости применительно к задачам геофизики в сложно построенных средах (построение теоретических сейсмограмм)".

Руководитель – акад. Коновалов А. Н.

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

Завершен цикл работ по построению экономичных дискретных моделей в задачах теории пластин. Обоснована возможность численного решения бигармонического уравнения, с краевыми условиями защемленного и свободного края посредством решения серии задач для бигармонического оператора с краевыми условиями шарнирного опирания. Для последней задачи в случае прямоугольной пластины постоянной толщины, применим алгоритм быстрого преобразования Фурье. Для ряда специальных случаев задания краевых условий получены неулучшаемые константы энергетической эквивалентности, что позволяет применять метод Ричардсона с чебышевским набором параметров – менее затратный, чем метод сопряженных градиентов.

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.

Разработана схема алгоритма решения сеточной задачи Дирихле для уравнения Пуассона в кубе на основе метода ВРХ.

Разработан пакет программ по двухкомпонентной тензорной аппроксимации на языке C#.

Проанализированы методы пересчета двумерных данных на растр, использующие классические радиальные базисные функции, а также радиальные базисные функции сплайна с натяжением и регуляризованного сплайна. Разработано приложение, реализующее пересчет данных на растр методом радиальных базисных функций.

Предложено новое семейство радиальных базисных функций, обобщающее известные конструкции сплайна с натяжением и регуляризованного сплайна. Показана условная положительная определенность рассмотренных радиальных базисных функций в R^d для любого натурального d , тем самым обоснована применимость предложенных радиальных базисных функций в задачах многомерной сплайн-аппроксимации на хаотических сетках.

Проведен анализ методов аппроксимации, используемых в алгоритмах уточняющей аппроксимации. В частности, изучены многоуровневые методы аппроксимации, методы, использующие разбиение единицы, "жадный" алгоритм аппроксимации.

Разработана модель поведения линейно поляризованного света на границе двух различных прозрачных оптически анизотропных сред (изотропных, одноосных и двуосных кристаллов). Разработан алгоритм для фотореалистического рендеринга прозрачных кристаллов и выполнена его программная реализация.

В связи с тем, что на первый взгляд взаимодействие поляризованного света с металлами и с поглощающими анизотропными кристаллами почти одинаковы, предполагалось создать единую модель для этих материалов. Однако оказалось, что доступная литература по оптике посвящает мало внимания взаимодействию поляризованного света с металлами – в рассмотренных монографиях, статьях и учебниках разбирается один простейший пример: луч света падает перпендикулярно на металлическую поверхность. В связи с этим разработку модели взаимодействия луча с металлами было решено отложить, а провести разработку модели и структуры данных для представления луча частично эллиптически поляризованного света, как наиболее общего случай состояния поляризации луча света, и модели оптически анизотропной среды, характеризующейся поглощением. В результате разработан алгоритм взаимодействия луча частично эллиптически поляризованного света с поглощающей средой.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 12-07-00386 "Разработка робастного алгоритма рендеринга прозрачных анизотропных кристаллов".

Руководитель проекта – д.т.н. Дебелов В. А.

Разработана структура комплекса программ на CUDA в рамках системы NVidia OptiX. Частично выполнена реализация и отладка. OptiX – специализированная система, разработанная NVidia для программирования в среде CUDA параллельных программ, алгоритмы которых основаны на трассировке лучей.

На этапе 2013 г. алгоритм рендеринга прозрачных анизотропных кристаллов расширен моделью оптической активности изотропных прозрачных сред.

Интернет-ресурс http://oapmg.ssc.ru/temp_crystal_tests/, созданный на этапе 2012 г., дополнен тестом для проверки эффекта вращения плоскости поляризации изотропным оптически активным кристаллом.

Моделирование оптической активности, описание эксперимента. Среда называется оптически активной, если обладает способностью поворачивать плоскость поляризации распространяющегося в ней линейно поляризованного луча по мере его распространения внутри среды, т. е. угол поворота плоскости поляризации линейно зависит от расстояния, пройденного лучом.

В сценах с оптически активными кристаллами поворот плоскости поляризации можно наблюдать при размещении кристалла между двумя поляризаторами. Отметим, что неполяризованный луч может быть представлен в виде суммы двух линейно поляризованных лучей, поляризованных во взаимно перпендикулярных плоскостях.

В данной работе сцена содержит прозрачный оптически активный изотропный кристалл. Первый поляризатор наложен на источник, в результате источник излучает линейно поляризованный свет, а второй смоделирован в виде поляризационного фильтра, который "устанавливается" на камеру.

Плоскость поляризации фильтра совпадает с UP-вектором камеры.

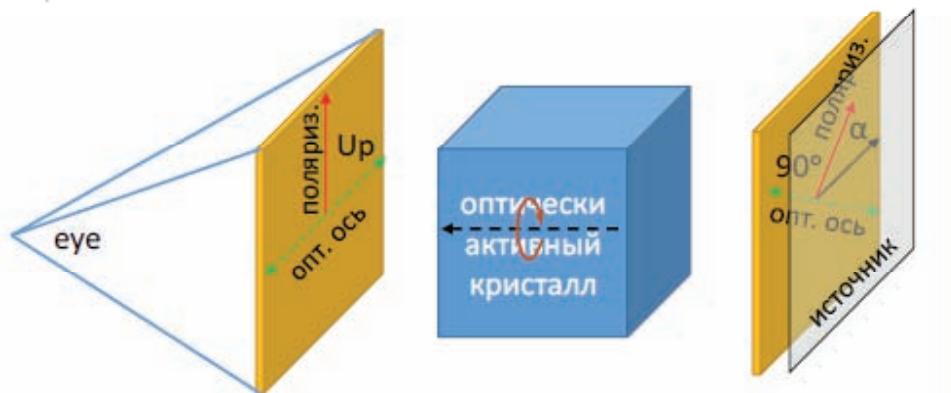


Рис. 1. Положение камеры № 1

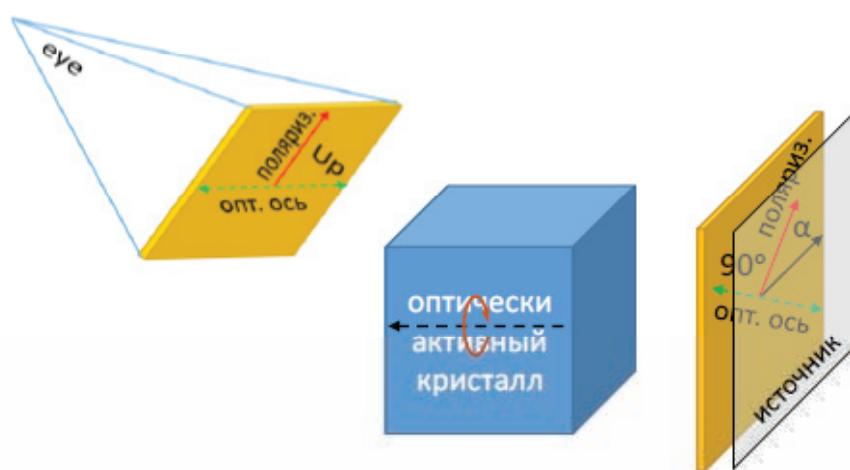


Рис. 2. Положение камеры № 2

Плоскость поляризации поляризатора, наложенного на источник света, определяется углом α . Если $\alpha = 0$, то плоскость поляризации горизонтальная (отмечена на изображениях красной стрелкой); если $\alpha = 90^\circ$, то плоскость поляризации вертикальная.

Таким образом, для положения камеры № 1 выбор $\alpha = 0$ будет моделировать скрещенные поляризаторы, и свет от текстуры, не прошедший через кристалл, будет полностью погашен. Если выбрать $\alpha = 90^\circ$, то плоскости поляризаторов будут параллельны, и свет от текстуры, не прошедший через кристалл, не будет гаситься. Свет, прошедший через кристалл, будет гаситься в зависимости от пройденного пути внутри кристалла. Поскольку пути отличаются для различных направлений наблюдения, а скорость поворота поляризации выбрана так, чтобы луч, проходящий от одной грани до другой параллельно ребрам, поворачивался на $90 \cdot 300$ градусов, разница в длинах путей будет хорошо заметна в виде чередующихся светлых и темных полос.

На рис. 3 приведены рассчитанные изображения сцен. Характерные полосы образуются вследствие изменения длины пробега луча в кристалле для различных направлений, соответствующих различным пикселям изображения. Для изображений на рис. 3 $\alpha = 90$, т. е. оси пропускания поляризаторов источника и поляризационного фильтра камеры совпадают. Небольшой сдвиг колец относительно друг друга в углах изображения видимого через кристалл (на рис. 3 отмечен красным) объясняется разным изменением поляризации при внутреннем отражении от разных боковых граней. Изображения рассчитаны в монохромном свете для длины волны 580 нм. Коэффициент преломления равен 1,5.

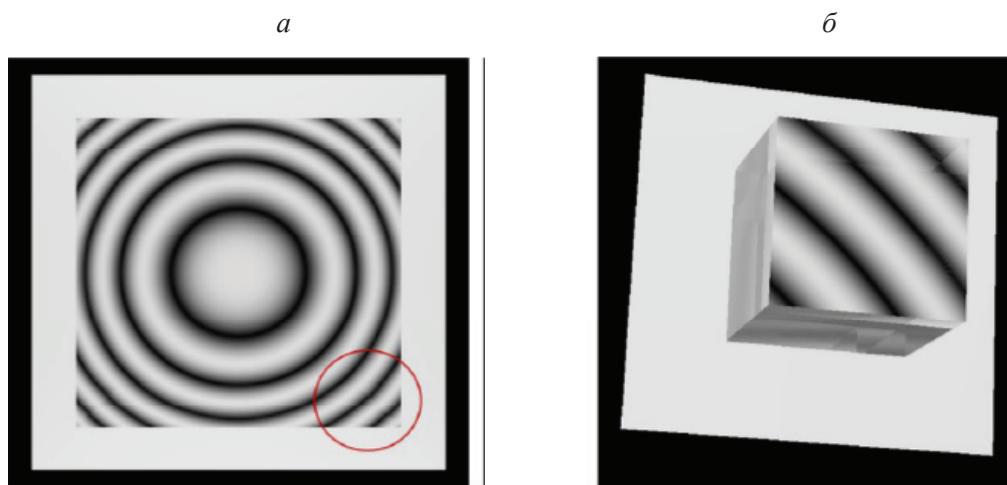


Рис. 3. Рассчитанные изображения оптически активного изотропного кристалла:
 а – для положения камеры № 1, б – для положения камеры № 2

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.

Разработан алгоритм расчета взаимодействия луча эллиптически поляризованного света с кристаллами и кристаллическими агрегатами оптически изотропных одноосных и двуосных прозрачных и поглощающих минералов высших сингоний, начиная с ромбической.

Предложен метод визуализации поляризации света, который может применяться для отладки рендеров, использующих лучи поляризованного света, и в системах конструирования оптических устройств.

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

Программа Президиума РАН № 18 "Алгоритмы и математическое обеспечение для вычислительных систем сверхвысокой производительности". **Проект** "Построение теоретических сейсмограмм для сложно построенных трехмерных сред и вулканических структур, контракт с Институтом прикладной математики им. М. В. Келдыша Российской Академии наук № 1/2013 от 03 июня 2013 г.

Руководитель – акад. Коновалов А. Н.

Построены экономичные (явно-разрешимые) алгоритмы для определения перемещений и деформаций в статической задаче теории упругости. Эти параметры следует использовать в качестве начальных данных в динамических задачах теории упругости и вязкоупругости.

Для разработанного на Этапе 1 (2012 г.) параллельного алгоритма решения задачи численного моделирования распространения сейсмических волн в трехмерно неоднородных упругих средах реализованы две модификации программы для проведения расчетов на многопроцессорных вычислительных комплексах с гибридной архитектурой. При реализации параллельного алгоритма на гибридной архитектуре использовались комбинация MPI и CUDA. Для обмена информацией между GPU использовался MPI. Для организации расчета по предлагаемому методу на GPU применялась технология CUDA. При реализации алгоритма использована одномерная декомпозиция расчетной области. Предполагается, что

расчеты в каждой подобласти выполняются на одном GPU. На тестовых примерах показано существенное уменьшение времени расчета по сравнению с параллельной реализацией данного алгоритма на кластерах, не использующих GPU. Результаты сравнения времени расчета двух реализаций алгоритма на кластере показали перспективность и эффективность использования графических процессоров для реализации сеточных алгоритмов численного моделирования.

Программа ОМН РАН № 1.3, проект № 1.3.3, подпроект "Экономичные методы в стационарных сеточных задачах для многопроцессорных ЭВМ".

Руководитель – акад. Коновалов А. Н.

Предложен и численно обоснован новый подход к построению разностного аналога сопряжено-операторной модели задачи теплопроводности на нестыкующихся сетках.

Предложенный подход реализован и численно исследован для сопряжено-операторной модели задачи теплопроводности.

Партнерский интеграционный проект СО РАН № 32.

Координатор – д.ф.-м.н. Роженко А. И.

Предложено новое семейство радиальных базисных функций, обобщающее известные конструкции сплайна с натяжением и регуляризованного сплайна. Показана условная положительная определенность предложенных базисных функций в R^d для любого натурального d . Обоснована их применимость для решения задач многомерной сплайн-аппроксимации на хаотических сетках. С помощью предложенных радиальных базисных функций можно строить сплайн, минимизирующий вариационный функционал, содержащий производные разных порядков, что существенно расширяет возможности приближения физической модели задачи и требований к гладкости решения.

Публикации

Центральные издания

1. Коновалов А. Н. Полностью консервативные разностные схемы для динамических задач линейной теории упругости и вязкоупругости // Диф. уравнения. 2013. Т. 49, № 7. С. 885–896.

2. Мацокин А. М. Переобусловливатель для сеточного оператора Лапласа на сгущающейся сетке // СибЖВМ. 2013. Т. 16, № 2. С. 165–170.

3. Роженко А. И. О новом семействе условно положительно-определенных радиальных базисных функций // Труды Ин-та матем. УрО РАН. 2013. Т. 19, № 2. С. 256–266.

4. Роженко А. И., Шайдоров Т. С. О построении сплайнов методом воспроизводящих ядер // СибЖВМ. 2013. Т. 16, № 4. С. 365–376.

5. Сорокин С. Б. Аналитическое решение обобщенной спектральной задачи в методе пересчета граничных условий для бигармонического уравнения // СибЖВМ. 2013. Т. 16, № 3. С. 267–274.

6. Сорокин С. Б. Точные константы энергетической эквивалентности в методе пересчета граничных условий // Вестн. НГУ. Сер.: Математика, механика, информатика. 2013. Т. 13, вып. 3. С. 103–111.

7. Debelov V. A., Kozlov D. S. Visualization of light polarization to debug ray tracing algorithms // Науч. визуализация. 2013. Т. 5, № 4. С. 71–87.

Зарубежные издания

1. Sorokin S. B. Analytical solution to a generalized spectral problem in a method of recalculating boundary conditions for the biharmonic equation // Num. Analysis and Appl. 2013. V. 6, iss. 3. P. 229–235.

2. Debelov V. A., Novikov I., Vasilyeva L. F. Ray tracing based on interpolation of visibility of point light sources // В кн. "Intelligent computer graphics 2012" (Eds. D. Plemenos and G. Miaoulis). Springer-Verlag, Ser. "Studies in Computational Intelligence". 2013. V. 441. P. 169–188. [Электрон. ресурс]. DOI: 10.1007/978-3-642-31745-3_9.

3. Debelov V. A., Kozlov D. S. A local model of light interaction with transparent crystalline media // IEEE Trans. Visualization and Comput. Graph. 2013. V. 19, N 8. P. 1274–1287. [Электрон. ресурс]. <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/TVCG.2012.304>.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Rozhenko A. I. On new families of radial basis functions // Abs. of the Intern. conf, "Constructive theory of functions – 2013", Sozopol (Bulgaria), June 9–15, 2013. P. 35–36. <http://www.math.bas.bg/mathmod/CTF-2013/files/abstractsCTF2013.pdf>.

2. Debelov V. A., Kozlov D. S. STAR: Rendering of transparent optically anisotropic objects // Труды Междунар. конф. "Графикон-2013". 2013. С. 50–55.

3. Козлов Д. С., Дебелов В. А. Физически корректный алгоритм рендеринга анизотропных поглощающих кристаллов // Там же. С. 191–194.

4. Козлов Д. С. Визуализация поляризации света в сценах с кристаллами // Там же. С. 321–324.

5. Бологова Н. А. Плагин метода световых сеток для 3ds Max // Там же. С. 302–305.

Прочие издания

1. Сорокин С. Б. Обоснование сходимости дискретных аналогов сопряжено-операторных моделей // Труды 15-й Всерос. конф.-шк. молодых исследователей "Современные проблемы математического моделирования". Отв. ред. Четверушкин Б. Н., Крукиер Л. А. 2013. С. 228–232.

Общее число публикаций

Центральные издания – 7

Зарубежные издания – 3

Материалы международных конференций – 5.

Участие в конференциях и совещаниях

1. 2-я Междунар. конф. "Суперкомпьютерные технологии математического моделирования", Якутск, 8–11 июля 2013 г. – 1 пленарный доклад (Коновалов А. Н.).

2. Международная научная конференция "Методы создания, исследования, и идентификации математических моделей", Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. – 1 пленарный доклад (Коновалов А. Н.).

3. 6-я Всерос. конф. "Актуальные проблемы прикладной математики и механики", посвящ. памяти акад. А. Ф. Сидорова, Всерос. шк.-конф. молодых исследователей, Новороссийск, Абрау – Дюрсо., 16–21 сент. 2013 г. – 1 пленарный доклад (Сорокин С. Б.).

4. Intern. conf. "Constructive theory of functions –2013", Sozopol (Bulgaria), June 9–15, 2013. – 1 доклад (Роженко А. И.).

5. 23-я Междунар. конф. по компьютерной графике и зрению "ГрафиКон'2013", Владивосток, 16–20 сент. 2013 г. – 4 доклада (Дебелов В. А., Козлов Д. С., Бологова Н. А.).

Всего докладов 8, в том числе пленарных 3.

Сдано в печать

1. Сорокин С. Б. Построение экономичных дискретных моделей в задачах теории пластин // Докл. Акад. наук. 2014. Т. 454, № 4.

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

1. Коновалов А. Н. – член программного комитета Международной научной конференции "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г.

2. Дебелов В. А.:

– член программного комитета The 8th International joint conference on computer vision, imaging and computer graphics theory and applications "GRAPP 2013", Барселона, (Испания), 21–24 февр. 2013 г. <http://www.grapp.visigrapp.org/ProgramCommittee.aspx?y=2013>;

– член программного комитета 23-й Международной конференции по компьютерной графике и зрению "ГрафиКон'2013", Владивосток, 16–20 сент. 2013 г. <http://2013.graphicon.ru/ru/committee>.

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. Хорсова Г. Е.	ведущ. программист	

Редакция СибЖВМ

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

Федоров Е. А.	– 2-й год, ИВМиМГ, руководитель Роженко А. И.
Кондрашкин Е. О.	– 2-й год, ИВМиМГ, руководитель Сорокин С. Б.
Козлов Д. С.	– 3-й год, ФИТ НГУ, руководитель Дебелов В. А.

Защиты дипломов

Бологова Н. А. – бакалавр, ФИТ НГУ, руководитель Дебелов В. А.

Лаборатория математических задач геофизики

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

Важнейшие достижения

Определение амплитуды переднего фронта волны. Построен численный алгоритм определения амплитуды переднего фронта волны, порожденной бесконечно малым по x и слабо меняющимся по y разломом дна $\eta(x,y,0) = g(y) \delta(x)$. При помощи замены переменных $z = \tau(x,y)$, $\alpha = y$ (τ – решение уравнения эйконала) получаем:

$$\begin{cases} \tau_x^2 + \tau_y^2 = \frac{1}{c^2(x,y)}, & x > 0, y \in \mathbb{R}, \\ \tau(0,y) = 0, \tau_x > 0, & y \in \mathbb{R}, \end{cases}$$

где $c(x,y) = \sqrt{gH(x,y)}$, $H(x,y) > 0$ – глубина в точке (x,y) , задача сведена к решению уравнения в частных производных первого порядка на плоскости $t = z$, описывающего амплитуду переднего фронта волны, порожденной линейным импульсным источником. Предложенный алгоритм позволяет вычислить амплитуду фронта волны, приходящей в заданную точку (x_0, y_0) , а также время прихода волны, не решая основное двумерное уравнение. Получено математическое обоснование роста амплитуды волны цунами с уменьшением глубины.

Член-корр. РАН Кабанихин С. И.; к.ф.-м.н. Шишленин М. А., асп. НГУ Криворотко О. И.

Результаты исследований опубликованы в работах:

1. Кабанихин С. И. Линейная регуляризация многомерных обратных задач для гиперболических уравнений // Препр. Ин-та математики СО АН СССР, 27, Новосибирск, 1988. 43 с.
2. Kabanikhin S. I., Krivorotko O. I. A numerical method for determining the amplitude of a wave edge in shallow water approximation // Appl. Comput. Math. 2013. V. 12, N 2. P. 91–96.
3. Kabanikhin S. I., Krivorotko O. I. Combined inverse tsunami problem // Bull. of Novosibirsk Comp. Center. Ser.: Math. model. in geophysics. 2013. V. 16. P. 45–58.

Результаты исследований докладывались на конференциях:

1. 4-я Междунар. конф. "Об определении амплитуды переднего фронта волны в приближении мелкой воды", посвящ. 90-летию со дня рождения чл.-корр. РАН, акад. Европейской акад. наук Л. Д. Кудрявцева, Москва, 25–29 марта 2013 г.

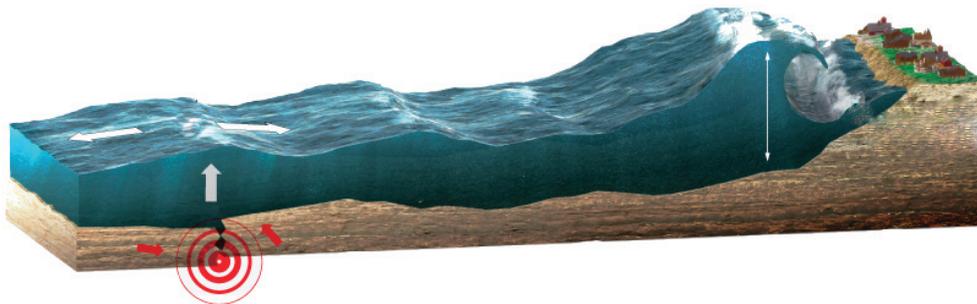


Рис. 1. Рассматриваемый бассейн с волной, порожденной импульсным источником. Амплитуда переднего фронта волны растет с уменьшением глубины

2. 4th Intern. symp. on inverse problems, design and optimization "Optimization method for reconstruction of tsunami source using measurements of the passing tsunami wave height" (IPDO-2013), Albi (France), June 26–28 2013.

3. Intern. conf. on applied inverse problem "Gradient algorithm of tsunami source reconstruction", Daejeon (Korea), July 1–5 2013.

4. Междунар. конф. "Совмещенная обратная задача цунами", посвящ. 105-летию со дня рождения акад. С. Л. Соболева, Новосибирск, 18–24 авг. 2013 г.

Отчет по этапам НИР, завершённым в 2013 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.1.3 "Методы создания, исследования и идентификация математических моделей в науках о Земле".

Номер государственной регистрации НИР 01201370229.

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.

Созданы и обоснованы новые методы решения обратных задач акустики и электродинамики. Доказаны обобщенные теоремы Гаусса, Гельмгольца, Шмидта. Разработаны математические модели тороидальных и полоидальных электромагнитных полей. Найдены дивергентные формулы векторного анализа (дивергентные тождества вида $\operatorname{div} F = 0$) для произвольных гладких векторных полей (в частности, для полей единичных векторов). С помощью этих общих формул дифференциальной геометрии и векторного анализа получены дифференциальные законы сохранения в трехмерном случае для решений уравнения эйконала (для поля времен в трехмерной кинематической сейсмике (геометрической оптике)), уравнения Пуассона и для решений гидродинамических уравнений Эйлера. Для плоского случая найденные формулы переходят в законы сохранения, полученные Меграбовым А. Г. (Докл. Акад. наук. 2010. Т. 433, № 3, 4; 2011. Т. 441, № 3). Построена линейная математическая модель композитной среды, включающей вязкоупругие и пористые компоненты. Выполнены экспериментальные работы по высокоразрешающему сейсмопрофилированию в мелководных озерах Новосибирской области Окунево (Болотнинский район), Данилово (Кыштовский район) и на Телецком озере. Для озер Окунево и Данилово составлены батиметрические карты. На сегодняшний день самым глубоководным является оз. Окунево (20 м).

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.

Исследована совмещенная постановка обратной задачи определения включений, погруженных в слоистую среду, на основе одновременного решения обратных задач сейсмике и электродинамики. Построен численный алгоритм решения, основанный на согласованной минимизации двух соответствующих целевых функционалов: первый функционал соответствует электромагнитным измерениям, второй – динамическим и (или) кинематическим. Проведены тестовые расчеты, которые показывают, что одновременное использование электромагнитных и кинематических (или динамических) данных позволяет быстрее и точнее локализовать искомый объект.

Проект № 13-01-00689-а "Математическое моделирование динамики двухскоростных сред со сложной реологией: прямые и обратные задачи".

Руководитель – д.ф.-м.н. Имомназаров Х. Х.

Получены уравнения термодинамически согласованной математической модели динамики вязкоупругой гранулированной и пористых сред в двухскоростном приближении с линейным уравнением состояния. На основе метода контрольного объема разработан разностный алгоритм, аппроксимирующий дифференциальные уравнения двухскоростной динамики гранулированных сред с двумя давлениями. Создана программа для моделирования нелинейной динамики вязкоупругой гранулированной среды в двухжидкостном приближении в отсутствие равновесия фаз по давлению. Проведены тестовые расчеты по конвективному и напорному течениям исследуемой среды.

Проект № 13-01-06834-моб_г «Организация и проведение пятой международной молодежной школы-конференции "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач"».

Руководитель – член-корр. РАН Кабанихин С. И.

Главный организатор пятой школы-конференции – ИВМиМГ (бывш. 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/tcmiip2013>).

В работе школы-конференции приняли участие ученые из 10 стран, 33 городов, представители более шестидесяти научных организаций.

Школа-конференция проходила в ИВМиМГ, ИВТ и Доме Ученых СО РАН.

На конференции прочитано более 60 лекций и сделано более 150 секционных докладов. В работе школы-конференции приняли участие 8 академиков РАН, 9 член-корр. РАН, 46 докторов физико-математических наук, 2 доктора биологических наук, 2 доктора геолого-минералогических наук, 1 доктор технических наук, 1 доктор экономических наук, 74 кандидата физико-математических наук, кандидат технических наук и 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".

Исполнители – Кабанихин С. И., Шишленин М. А.

Получены новые результаты по обратным задачам для системы интегро-дифференциальных 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 их решений, построены и обоснованы градиентные методы решения.

Проект ФЦП № 14.7.40.11.0350 в рамках федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009–2013 гг., тема "Фундаментальные проблемы математического моделирования и вычислительной математики".

Научный руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г.; отв. исполнитель – член-корр. РАН Кабанихин С. И.

Участники проекта из лаборатории МЗГ: Имомназаров Х. Х., Белоносов А. С., Шишленин М. А., Криворотько О. И., Воронов Д. А., Новиков Н. С., Юрченко М. А.

Новосибирский государственный университет (НГУ) в рамках Федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" в период с 2009 по 2013 г. выполнил научно-исследовательскую работу (НИР) 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 развиты известные численные методы, ориентированные на высокопроизводительные вычислительные комплексы.

Достигнутые научные результаты имеют значение мирового уровня 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, РАН ОМН РАН и Сибирского отделения РАН

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 122.

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, открывается возможность пополнить список модельных организмов российским видом, который будет востребован в связи с разработкой проблемы нанобиобезопасности.

Результаты работы коллектива проекта опубликованы в 6 статьях и 16 тезисах международных и российских конференций. Исследования проводились в основном по блокам. Координация и увязка форматов данных будет углублена в следующем году работы над

проектом, готовятся и планируются совместные публикации. В результате работы по проекту все запланированные на 2013 г. задачи выполнены полностью.

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 14.

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 проведен анализ разрешающей способности задачи, а также возможности использования априорной информации при численном решении задачи продолжения. Разработан конечно-разностный алгоритм решения прямой и сопряженной задачи, 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 (Кабанихин С. И., 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 методе сингулярного разложения. Разработан новый матричный метод исследования и решения дискретной задачи (Шишленин М. А.). Проведен анализ численных расчетов. По результатам работы подготовлена статья.

Программа Президиума РАН № 4, проект 4.9, 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".

Руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г., член-корр. РАН Кабанихин С. И.

Построена двухскоростная модель смеси жидкостей с различным давлением в фазах. Модель получена на основе метода законов сохранения, суть которого состоит в обеспечении термодинамической согласованности динамических моделей на основе согласования первого и второго начал термодинамики, законов сохранения и групповой инвариантности уравнений. Решение нелинейных уравнений двухжидкостной гидродинамики с отсутствием равновесия фаз по давлению проводилось численно методом контрольного объема, который обеспечивает физическую корректность решения при произвольных пространственных и временных масштабах исследуемой системы. Представлены результаты численного моделирования нестационарных задач двухскоростной динамики гранулированных сред и задачи конвекции в двухжидкостной системе.

Публикации

Центральные издания

1. Имомназаров Х. Х., Имомназаров Ш. Х., Рахмонов Т. Т., Янгибоев З. Ш. Регуляризация в обратных динамических задачах для уравнения SH волн в пористой среде // Владикавказский матем. журн. 2013. Т. 15, № 2. С. 46–58.

2. Имомназаров Х. Х., Няго В. А. Численное решение 2D задачи распространения сейсмических волн в упруго-пористой среде // Естеств. и техн. науки. 2013. № 4. С. 42–46.

3. Имомназаров Х. Х. Об одной форме записи уравнений движения пористых сред в терминах скоростей, напряжений и давления // Пробл. информ. 2013. № 4. С. 47–52.

4. Имомназаров Х. Х., Имомназаров Ш. Х. Система интегро-дифференциальных уравнений в терминах скоростей смещений упругого пористого тела и порового давления // Пробл. информ. 2013. № 4. С. 53–55.

5. Кабанихин С. И., Криворотко О. И., Шишленин М. А. О численном решении обратной задачи термоакустики // СибЖВМ. 2013. Т. 16, № 1. С. 39–44.

6. Михеева А. В., Кузнецов В. Ф. Об изучении морфологических особенностей ударного кратера по материалам дистанционного зондирования Земли // Отеч. геол. 2013. № 4. С. 61–67.

7. Михеева А. В., Дядьков П. Г., Марчук Ан. Г. Геоинформационная система GIS-EEDB и методы пространственно-временного анализа сейсмологических данных // Геоинформатика. 2013. № 2. С. 58–65.

Зарубежные издания

1. Megrabov A. G. Conservation laws in differential geometry of plane curves and for eiconal equation and inverse problems // J. of Inverse and Ill-Posed Problems. 2013. V. 21, iss. 5. P. 601–628.

2. Жабборов Н. М., Коробов П. В., Имомназаров Х. Х. Применение дифференциальных тождеств Меграбова к уравнениям двухскоростной гидродинамики с одним давлением // Вестн. НУУз. 2013. N 2. P. 50–56.

3. Imomnazarov Kh. Kh., Imomnazarov Sh. Kh., Rakhmonov T. T., Yangiboev Z. Sh. Regularization of an inverse dynamic problem for the equation of SH waves in a porous medium // Bull. Of the Novosibirsk Comput. Center. Ser.: Mathematical modeling in geophysics. 2013. № 16. P. 19–34.

4. Imomnazarov Kh. Kh., Korobov P. V., Zhabborov N. M. Conservation Laws for the two-velocity hydrodynamics equations with one pressure // Ibid. 2013. P. 35–44.

5. Zhabborov N. M., Imomnazarov Kh. Kh. Mean value theorem for a system of differential equations for the stress tensor and pore pressure // Ibid. P. 105–112.

6. Imomnazarov Kh. Kh. Comments on the paper by Amit Kumar et al. "Displacement and stress fields in a poroelastic half-space due to a concentrated force" // Intern. J of Engineering Sci. and Technol. (IJEST). 2012. V. 4, N 6. P. 2475–2484 // Ibid. P. 113–115.

7. Kabanikhin S. I., Krivorot'ko O. I. A numerical method for determining the amplitude of a wave edge in shallow water approximation // Appl. Comput. Math. 2013. V. 12, N 1. P. 91–96. Импакт-фактор – 0,91

8. Kabanikhin S. I., Krivorotko O. I. A combined inverse tsunami problem // Bull. of Novosibirsk Comput. Cent. Ser.: Math. Models in Geophys. 2013. N 16. P. 45–58.

9. Kabanikhin S. I., Shishlenin M. A. Stability analysis of a continuation problem for the Helmholtz equation // Ibid. P. 59–68.

10. Khazanovitch-Wulff K. K., Mikheeva A. V., Kuznetsov V. F. The morphological elements of "Popigai" and other astroblemes as indicators of the cosmic bodies' ballistic trajectory // Ibid. P. 69–82.

11. Mikheeva A. V., Khazanovitch-Wulff K. K. The gravity trace of the falling cosmic bodies trajectories // Ibid. P. 89–103.

12. Khazanovitch-Wulff K. K., Mikheeva A. V. Negative gravity anomalies as the tails of astroblemes // New Concepts in Global Tectonics Newspaper. 2013. V. 1, N 2. P. 3–14.

13. Khazanovitch-Wulff K. K., Mikheeva A. V., Kuznetsov V. F. Structural elements of some astroblemes indicating directions of cosmic body trajectories // New Concepts in Global Tectonics Newspaper. 2013. V. 1, N 3. P. 11–19. ISSN 2202-0039.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Имомназаров Х. Х., Михайлов А. А. Численное моделирование сейсмических волновых полей в совмещенной модели вязкоупругой и пористой среде с диссипацией энергии // Сб. статей 8-й Междунар. науч.-техн. конф. "Аналитические и численные методы моделирования естественнонаучных и социальных проблем" (АЧМ-2013), посвящ. 70-летию Пензенского гос. ун-та, Пенза, 22–25 окт. 2013 г. С. 83–87.
2. Лужецкий В. Г. Экспериментальное исследование скоростей звуковых волн в донных осадках // Материалы 19-й Междунар. заоч. науч.-практ. конф. "Инновации в науке", Новосибирск, 22 апреля 2013 г. Новосибирск: СибАК, 2013. С. 179–188.
3. Он же. Экспериментальное исследование скоростей звуковых волн в донных отложениях // Материалы конф. "Современные методы и средства океанологических исследований" (МСОИ-2013). Москва, 14–16 мая 2013 г. М.: АПР, 2013. Т. 1. С. 212–215.
4. Mikheeva A. V., Vazhenin A. P. Application of EEDB program tools on the example of studying seismicity of the area around Fukushima Prefecture // Междунар. науч.-практ. конф. "Актуальные вопросы сейсмологической науки в эпоху могущества и счастья", Ашхабад (Туркменистан), 2 окт. 2013 г. С. 39–41.

Прочие публикации

1. Бухаров А. В., Кабанихин С. И., Шишленин М. А. Совмещенная постановка обратной задачи электромагнитного зондирования // Тез. 4-й Междунар. конф. "Функциональные пространства. Дифференциальные операторы. Общая топология. Проблемы математического образования", Москва, 2013. С. 394–395.
2. Воронов Д. А., Ильин А. И., Кабанихин С. И. Численное решение обратной задачи фармакокинетики // Тез. докл. 5-го Междунар. молодежн. науч. шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. С. 27.
3. Аксенов В. В. Матмоделирование предвестников землетрясений, возникающих в физических полях // Тез. докл. Междунар. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–14 окт. 2013 г.
4. Белоносова А. В., Белоносов А. С., Виноградов С. П., Шарабарина А. С. Численное решение прямой динамической задачи акустического зондирования дна водоемов // Труды 4-й Междунар. молодежной шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач". Сиб. электрон. матем. изв. 2013. Ч. 1, т. 10. С. 59–72.
5. Они же. Прямые и обратные задачи акустического зондирования дна водоемов // Сиб. электрон. матем. изв. 2013. Т. 10. С. 10–15.
6. Юрченко М. А., Белоносова А. В., Белоносов А. С. Об одном алгоритме решения обратной кинематической задачи сейсмоки // Там же. С. 74–86.
7. Imomnazarov Kh. Kh., Mikhailov A. A. Numerical modeling of seismic fields in viscoelastoc and porous media for dissipative case // Тез. докл. 2-й Междунар. конф. "Суперкомпьютерные технологии математического моделирования", Якутск, 2013 г. Якутск: Сев.-Вост. фед. ун-т им. М. К. Аммосова. С. 55–56.
8. Имомназаров Х. Х., Няго В. А. Численное моделирование волновых полей в пористой среде (обратимый случай) // Там же. С. 36–37.
9. Имомназаров Х. Х., Турдиев У. К. Начально-краевая задача для одной совмещенной нелинейной модели пористой среды // Тез. докл. межд. конф. "Нелинейные уравнения и комплексный анализ", Уфа, 18–22 марта 2013 г. С. 25.

10. Имомназаров Х. Х., Коробов П. В. Прямая и обратная начально-краевые задачи для нелинейного одномерного уравнения пороупругости // Там же. С. 26.
11. Перепечко Ю. В., Сорокин К. Э., Имомназаров Х. Х. Влияние акустических волн на динамику двухжидкостных сред // Там же. С. 26.
12. Imomnazarov Kh. Kh. On one of simple mathematical models in medicine // Тез. республ. конф. "Актуальные вопросы комплексного анализа", посвящ. 100-летию со дня рождения проф. Л. И. Волковыского, Ташкент, 19–21 сент. 2013 г. С. 29–30.
13. Imomnazarov Kh. Kh., Zhabborov N. M. Relations of the mean for a poroelastic static system // Там же. С. 31–32.
14. Жабборов Н. М., Имомназаров Х. Х. Метод конформных отображений решения задачи для системы пороупругости // Там же. С. 57–58.
15. Имомназаров Х. Х. Некоторые прямые и обратные задачи для системы пороупругости // Тез. Междунар. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. С. 37.
16. Имомназаров Х. Х., Коробов П. В. Одномерная прямая и обратная задача для квазилинейной системы пороупругости // Там же. С. 38.
17. Перепечко Ю. В., Сорокин К. Э., Имомназаров Х. Х. Математическая модель конвекции гранулированной среды в акустическом поле // Там же. С. 72.
18. Имомназаров Х. Х. Об одной задаче излучающего объекта в пористом полупространстве // Тез. 5-й Междунар. молодежной научной школы-конференции "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. С. 40.
19. Имомназаров Х. Х., Коробов П. В. Численное решение одной начально-краевой задаче для нелинейной одномерной системы пороупругости // Там же. С. 41.
20. Сорокин К. Э., Перепечко Ю. В., Имомназаров Х. Х. Метод контрольного объема в моделировании динамики насыщенных гранулированных сред // Там же. С. 87.
21. Imomnazarov Kh. Kh. On one of simple mathematical models in biomechanics // Тез. науч. конф. с участием ученых из стран СНГ "Современные проблемы дифференциальных уравнений и их приложения", Ташкент. 21–23 нояб. 2013 г. С. 218–220.
22. Имомназаров Х. Х., Имомназаров Ш. Х., Коробов П. В., Холмуродов А. Э. О разрешимости одной начально-краевой задачи для квазилинейной системы одномерных уравнений пористых сред // Там же. С. 148–149.
23. Жабборов Н. М., Имомназаров Х. Х. Сосредоточенная сила в упругодеформируемом насыщенном жидкостью пористом полупространстве // Там же. С. 143–144.
24. Имомназаров Х. Х., Черных Е. Г. Симметрическая форма записи уравнений движения пороупругости // Там же. С. 151–152.
25. Имомназаров Х. Х., Михайлов А. А. Решение задачи распространения сейсмических волн в совмещенной модели вязкоупругой и пористой средах с диссипацией энергии // Там же. С. 149–150.
26. Кабанихин С. И., Криворотько О. И. Численное решение уравнения эйконала // СЭМИ в трудах Междунар. науч. шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач". 2013. Ч. I, т. 10. С. С28–С34.
27. Меграбов А. Г. Законы сохранения и другие формулы в дифференциальной геометрии и их приложения в математической физике // Тез. докл. Междунар. конф. "Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений", посвящ. 105-летию акад. С. Л. Соболева, Новосибирск, 18–24 авг. 2013 г. Новосибирск: Ин-т математики СО РАН, 2013. С. 193.

28. Криворотько О. И., Кабанихин С. И. Об определении амплитуды переднего фронта волны в приближении мелкой воды // Тез. 4-й Междунар. конф. "Функциональные пространства. Дифференциальные операторы. Общая топология. Проблемы математического образования", Москва, 2013. М.: РУДН, 2013. С. 439–440.
29. Шишленин М. А. Алгоритмы регуляризации задачи продолжения волновых полей с части границы // Там же. С. 476.
30. Зятков Н. Ю., Кабанихин С. И., Криворотько О. И., Бобоев К. С. Численные решения прямой и обратной задачи изотропной теории упругости // Там же. С. 417–418.
31. Shishlenin M. A. Reconstruction acoustic and electromagnetic parameters in inverse problems // Abs. of appl. inverse probl. conf., Daejeon (Korea), 1–5 July 2013. P. 110.
32. Kabanikhin S.I., Krivorotko O., Marinin I., Khidashheli D. Gradient algorithm of tsunami source reconstruction // Ibid. P. 80-81.
33. Kabanikhin S. I., Krivorotko O., Marinin I., Karas A., Khidashheli D. Modeling and visualisation of seaquake-produced tsunami and run-up // Abs. of Asia Oceania Geosciences Society, Brisbane (Australia), 24–28 June 2013. P. 160.
34. Shishlenin M. A. Stability analysis of a continuation problem // Abs. of the 3rd Intern. workshop on computational inverse problems and applications, Nanchang (China), 8–12 July 2013. P. 24.
35. Кабанихин С. И., Криворотько О. И. Приложения обратных задач в естествознании, промышленности и образовании // Тез. докл. V Междунар. молодежной науч. шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", 8–13 окт. 2013 г. С. 42.
36. Криворотько О. И., Кабанихин С. И. Численные алгоритмы расчета волновых фронтов // Там же. С. 53.
37. Кабанихин С. И., Михайленко Б. Г. Прямые и обратные задачи геофизики // Тез. докл. Междунар. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", 10–13 окт. 2013 г. С. 39.
38. Kabanikhin S., Shishlenin M., Popie V., Tordeux S. Determining the effective acoustic impedance of a multiperforated plate through some velocity measurments. An inverse problem // Там же. С. 40.
39. Криворотько О. И. Регуляризация задач определения источников колебаний // С. 49.
40. Шишленин М. А. Идентификация моделей электродинамики // Там же. С. 100.
41. Shishlenin M.A. Regularization of continuation problem for Helmholtz equation // Abs. of 4th Symp. on inverse problems, design and optimization, Albi (France), June 26–28 2013. P. 193.
42. Кабанихин С. И. Обратные задачи – теория и приложения // Тез. докл. 2-й Междунар. конф. "Суперкомпьютерные технологии математического моделирования", Якутск, 8–11 июля 2013 г. С. 95.
43. Подколотный Н. Л., Афонников Д. А., Васькин Ю. Ю. и др. Программный комплекс snr-med для анализа влияния однонуклеотидных полиморфизмов на функцию генов, связанных с развитием социально значимых заболеваний // Вавиловский журн. генетики и селекции. 2013, Т. 17. № 4/1.
44. Kabanikhin S. I., Gasimov Y. S., Nurseitov D. B., Shishlenin M. A., Sholpanbaev B. B., Kasenov S. Regularization of the continuation problem for elliptic equations // J. of inverse and Ill-posed probl. 2013. V. 21, N 6. ИМПАКТ-ФАКТОР – 051.

45. Kabanikhin S. I., Nurseitov D., Shishlenin M. A., Sholpanbaev B. B. Inverse Problems for the ground penetrating radar // *Ibid.* 2013.

Сдано в печать

1. Kabanikhin S. I., Hasanov A., Marinin I. V., Khidasheli D., Krivorotk O. I. A variational approach to reconstruction of an initial tsunami source perturbation // *Appl. Num. Math.* (Elsevier). 2013 (в печати).

Акты о внедрении

1. Акт о внедрении программно-аналитического комплекса GIS-EEDB в СОФ ГС РАН (г. Владикавказ) // Северо-Осетинский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Геофизической Службы РАН, май, 2013.

2. Акт о внедрении программно-аналитического комплекса GIS-EEDB в филиалы ГС РАН (Камчатский, Кольский, Магаданский, отд. СМ "с/с Махачкала") // Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геофизическая Служба РАН, Центральное отделение, ноябрь, 2013.

3. Акт о внедрении программно-аналитического комплекса GIS-EEDB в Институт сейсмологии АН Туркменистана // *Seismol. Inst., Acad. of sci. of Turkmenistan*, ноябрь, 2013.

Общее число публикаций

Центральные издания – 7

Зарубежные издания – 13

Материалы международных конференций – 4.

Участие в конференциях и совещаниях

1. 4-я Междунар. конф. "Функциональные пространства. Дифференциальные операторы. Общая топология. Проблемы математического образования", РУДН, Москва, 2013 г. – 6 докладов (Бухаров А. В., Кабанихин С. И., Шишленин М. А.; Криворотько О. И., Зятков Н. Ю., Бобоев К. С., Воронов Д. А., Новиков Н. С.).

2. 5-я Междунар. молод. науч. шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. – 6 докладов (Воронов Д. А., Ильин А. И., Кабанихин С. И., Имомназаров Х. Х.; Коробов П. В., Сорокин К. Э., Перепечко Ю. В., Криворотько О. И.).

3. Междунар. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–14 окт. 2013 г. – 8 докладов (Аксенов В. В., Коробов П. В., Перепечко Ю. В., Сорокин К. Э., Имомназаров Х. Х.; Кабанихин С. И., Михайленко Б. Г., Шишленин М. А.).

4. 2-я Междунар. конф. "Суперкомпьютерные технологии математического моделирования", Якутск, 2013 г. – 2 доклада (Михайлов А. А., Имомназаров Х. Х.).

5. Международная конференция "Нелинейные уравнения и комплексный анализ", Уфа, 18–22 марта 2013 г. – 3 доклада (Имомназаров Х. Х., Турдиев У. К., Коробов П. В.; Перепечко Ю. В., Сорокин К. Э.).

6. Республ. конф. "Актуальные вопросы комплексного анализа", посвящ. 100-летию со дня рождения проф. Л. И. Волковыского. Ташкент, 19–21 сент. 2013 г. – 3 доклада (Жаббаров Н. М., Имомназаров Х. Х.).

7. Науч. конф. с участием ученых из стран СНГ "Современные проблемы дифференциальных уравнений и их приложения", Ташкент (Узбекистан), 21–23 нояб. 2013 г. – 5 до-

кладов (Имомназаров Х. Х., Имомназаров Ш. Х., Коробов П. В., Холмуродов А. Э., Жаббаров Н. М., Черных Е. Г., Михайлов А. А.).

8. Междунар. конф. "Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений", посвящ. 105-летию акад. С. Л. Соболева, Новосибирск, 18–24 авг. 2013 г. – 4 доклада (Меграбов А. Г., Шишленин М. А., Кабанихин С. И., Криворотько О. И., Маринин И. В.).

9. Applied inverse problems conference, Daejeon (Korea), 1–5 July 2013. – 2 доклада (Шишленин М. А., Кабанихин С. И., Криворотько О. И., Маринин И. В.).

10. Asia Oceania Geosciences Society, Brisbane (Australia), 24–28 June 2013. – 1 доклад (Кабанихин С. И., Криворотько О. И., Маринин И. В.).

11. The 3rd Intern. workshop on computational inverse problems and applications, Nan-chang (China), 8–12 July 2013. – 1 доклад (Шишленин М. А.).

12. The 4th inverse problems, design and optimization symposium, Albi (France), June 26–28, 2013. – 1 доклад (Шишленин М. А.).

13. Междунар. науч.-практ. конф. "Актуальные вопросы сейсмологической науки в эпоху могущества и счастья", Ашхабад (Туркменистан), 2 окт. 2013 г. – 1 доклад (Михеева А. В.).

14. Latin american remote sensing week (LARS 2013), Santiago de Chile, Oct. 23–25, 2013. – 1 доклад (Михеева А. В.).

15. 19-я Междунар. заоч. науч.-практ. конф. "Инновации в науке", Новосибирск, 22 апр. 2013 г. – 1 доклад (Лужецкий В. Г.).

16. Материалы конф. "Современные методы и средства океанологических исследований" (МСОИ-2013), Москва, 14–16 мая 2013 г. – 1 доклад (Лужецкий В. Г.).

17. 8-е Всерос. совещ. по изучению четвертичного периода "Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований", Ростов-на-Дону, 10–15 июня 2013 г. – 1 доклад (Лужецкий В. Г.).

18. 2-я Междунар. конф. "Суперкомпьютерные технологии математического моделирования", Якутск, 8–11 июля 2013 г. – 1 доклад (Кабанихин С. И.).

19. Международная конференция "Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании – 2013" (ВИТ-2013), Усть-Каменогорск (Республика Казахстан), 18–22 сент. 2013 г. – 1 доклад (Кабанихин С. И.).

20. Междунар. науч.-практ. конф. "Современная математика: проблемы и приложения", посвященная научно-педагогической деятельности акад. А. Д. Тайманова, Кызылорда (Республика Казахстан), 24–26 окт. 2013 г. – 1 доклад (Кабанихин С. И.).

Всего докладов 49, в том числе пленарных – 12.

Кадровый состав

1. Кабанихин С. И.	зав. лаб.	чл.-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. | ведущ. программист |
| 13. Чесноков В. В. | ведущ. Программист |
| 14. Юдина О. А. | ведущ. программист |
| 15. Морозов С. А. | ведущ. инженер |
| 16. Воронов Д. А. | инженер |
| 17. Криворотько О. И. | инженер |
| 18. Новиков Н. С. | инженер |
| 19. Зятыков Н. Ю. | инженер |
| 20. Бобоев К. С. | инженер |
| 21. Шерстюгина Л. П. | техник 1-й катег. |

Педагогическая деятельность

- | | | |
|-------------------|---|-----------------|
| Аксенов В. В. | – | проф. Сиб УПК |
| Белоносов А. С. | – | доц. НГУ |
| Имомназаров Х. Х. | – | препод. НГУ |
| Кабанихин С. И. | – | проф. НГУ |
| Меграбов А. Г. | – | проф. НГТУ |
| Михеева А. В. | – | доц. ВКИ НГУ |
| Подколотный Н. Л. | – | ст. препод. НГУ |
| Шишленин М. А. | – | ст. препод. НГУ |
| Криворотько О. И. | – | препод. НГУ |
| Воронов Д. А. | – | препод. НГУ |
| Новиков Н. С. | – | препод. НГУ. |

Защита бакалавра (4 курс) ВУЗа

- | | | |
|------------------|---|---|
| Липченко Ю. А. | – | ММФ НГУ, руководитель Белоносов А. С., Кабанихин С. И.) |
| Шарабарина А. С. | – | ММФ НГУ, руководитель Белоносов А. С.) |
| Екимова М. А. | – | ММФ НГУ, руководитель Белоносов А. С.) |
| Караваев Н. А. | – | ММФ НГУ, руководитель Белоносов А. С.) |
| Арнаут С. Н. | – | ММФ НГУ, руководитель Белоносов А. С.) |
| Туянина К. Т. | – | ММФ НГУ, руководитель Белоносов А. С.) |

Руководство студентами

- | | | |
|------------------|---|---|
| Няго В. А. | – | 2-й курс магистратуры, ММФ (Имомназаров Х. Х.). |
| Липченко Ю. А. | – | 1-й курс магистратуры, ММФ (Белоносов А. С. , Кабанихин С. И.). |
| Шарабарина А. С. | – | 1-й курс магистратуры, ММФ (Белоносов А. С.). |
| Екимова М. А. | – | 1-й курс магистратуры, ММФ (Белоносов А. С.). |

Руководство аспирантами:

- | | | |
|-------------------|---|--|
| Криворотько О. И. | – | 3-й год, ММФ (Кабанихин С. И., Шишленин М. А.). |
| Воронов Д. А. | – | 2-й год, ММФ (Кабанихин С. И., Шишленин М. А.). |
| Новиков Н. С. | – | 2-й год, ММФ (Кабанихин С. И., Шишленин М. А.). |
| Юрченко М. А. | – | 2-й год, ММФ (Белоносов А. С.). |
| Зятыков Н. Ю. | – | 1-й год, ФИТ (Кабанихин С. И., Айзенберг А. М.). |

Лаборатория численного моделирования сейсмических полей

Зав. лабораторией академик РАН Михайленко Б. Г.

Важнейшие достижения

Численное решение прямой динамической задачи распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн для модели земля – атмосфера при наличии ветра в атмосфере.

К.ф.м.н. Михайлов А. А., акад. РАН Михайленко Б. Г.

Разработан эффективный численный алгоритм решения динамической задачи моделирования распространения 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.

Исследованы особенности распространения и взаимогенерации сейсмических и акусто-гравитационных волн на границе раздела упругой среды и атмосферы, а также влияние ветра в атмосфере на их распространение. Проведены детальные исследования особенностей распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн вблизи границы раздела земля – атмосфера от источников различных типов, располагающихся в твердой среде или атмосфере. Исследовано влияние ветра на конфигурацию фронта акусто-гравитационных и поверхностных сейсмических волн.

В результате проведенных исследований выявлены новые особенности распространения поверхностных сейсмических и акусто-гравитационных волн вблизи границы раздела земля – атмосфера при наличии ветра в атмосфере. Установлен факт влияния ветра на скорость распространения поверхностных волн Стоунли и перераспределение энергии по ее фронту. Такое же влияние ветер оказывает и на нелучевую сферическую акусто-гравитационную обменную волну, распространяющуюся в атмосфере в случае расположения источника в твердой среде.

Отчет по этапам НИР, завершнным в 2013 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.1.3 "Методы создания, исследования и идентификация математических моделей в науках о Земле".

Номер государственной регистрации НИР 01201370229.

Руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г.

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

Руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г.

Исследования, проведенные в 2013 г., были направлены на повышение информативности и разрешающей способности сейсмических методов изучения сложных геологических сред с целью прогнозирования фильтрационных потоков в кавернозно-трещиноватых коллекторах. В рамках этой проблемы в 2013 г. решалась фундаментальная задача прогнозирования фильтрационных потоков в кавернозно-трещиноватых коллекторах на основе реконструкции их тонкой структуры путем построения волновых изображений субсейсмических объектов с комплексным использованием волновых полей различных масштабов и рассе-

янных волн; разработка численных методов и параллельного программного обеспечения, ориентированных на суперЭВМ с гибридной архитектурой, для решения прямых задач в рамках этих моделей.

Моделирование волновых процессов в сложноустроенных средах с неоднородностями субсейсмического масштаба требует особого внимания. Основным методом моделирования волновых процессов в таких средах, порождающих рассеянное волновое поле, как правило, является процедура гомогенизации для построения эффективных моделей. Однако данный подход противоречит идее анализа рассеянного волнового поля, так как при гомогенизации она полностью уничтожается. В то же время именно составляющая рассеянного волнового поля несет принципиально важную информацию не только о наличии микронеоднородностей, но и об их структуре и физических параметрах. Численное моделирование рассеянных волн возможно только при использовании достаточно мелких пространственных сеток, позволяющих "ухватить" эти объекты для описания их геометрических и упругих свойств. Очевидно, что использование таких сеток во всем объеме невозможно, оно не может быть реализовано даже на самых мощных современных вычислительных системах. Поэтому был предложен и реализован оригинальный подход на основе построения сеток с локальным пространственно-временным измельчением. Разработанный численный метод моделирования волновых полей в разномасштабных средах и созданное на его основе программное обеспечение являются уникальными и позволяют решать практические задачи с приемлемым уровнем артефактов.

В геофизических задачах пространственное распределение мелкомасштабных неоднородностей точно не определено и описывается случайными полями. Поэтому решение задач для сред с вариациями физических параметров на всех масштабах требует громадных вычислительных затрат. Традиционный подход к решению задач, включающих малые масштабы, состоит в поиске более простой модели, требующей меньшего количества вычислительных затрат. Одним из методов построения таких более простых моделей, правильно описывающих поведение решения в крупномасштабном пределе, является метод подсеточного моделирования. В рамках метода подсеточного моделирования получены эффективные коэффициенты диэлектрической проницаемости и проводимости. Коррелированные поля диэлектрической проницаемости и проводимости моделируются мультипликативными каскадами с логарифмически нормальными распределениями вероятностей. Предполагается, что длина волны много больше максимального масштаба неоднородностей среды. Полученные теоретические результаты сравниваются с результатами прямого 3D численного моделирования.

Выполнено обоснование выбора необходимых параметров расчета пошагового метода Лагерра для решения динамических задач теории упругости.

Осуществлено дальнейшее повышение точности аналитического метода расчета волновых полей. На основе аналитического метода создана компьютерная программа, позволяющая проводить моделирование волновых полей для значительных пространственно-временных масштабов, характерных для современных экспериментальных данных, в частности, вибросейсмических. Для сейсмических исследований принципиальное значение имеет возможность идентификации первого вступления. Сложность состоит в том, что первое вступление, как правило, имеет интенсивность на несколько порядков меньшую, чем другие группы волн. Для этих целей проведена модификация аналитического метода расчета для повышения точности. Алгоритм модифицирован с целью исключения промежуточных массивов большой размерности, что обеспечивает возможность проведения расче-

тов для значительных пространственно-временных масштабов на "обычных" компьютерах. Массивы большой размерности насчитываются аналитически в процессе расчета. В алгоритм также введена повышенная точность расчетов, выполнено дополнительное тестирование в ССКЦ и т. п.

Проведенное моделирование для обобщенной модели, полученной по данным вибросейсмической экспедиции в Монголии, позволило уточнить строение коры и верхней мантии Земли.

Получены теоретические результаты, позволяющие строить схемы метода конечных элементов для эллиптических уравнений с сингулярными коэффициентами, возникающими при осесимметричной постановке, с таким же порядком сходимости, как и для уравнений с гладкими коэффициентами. Изучены вопросы численного решения МКЭ для эллиптического уравнения с сильным вырождением на части границы. Доказана сходимость в весовой норме приближенного решения к точному. Для стационарной осесимметричной задачи упругости исследованы вопросы численного решения МКЭ в подходящих весовых пространствах. Доказана сходимость в весовой норме приближенного решения к точному.

На основе ранее разработанного подхода предложена параллельная реализация метода декомпозиции областей. Расчеты акустических волновых полей посредством спектрально-разностного метода подтвердили эффективность разработанных параллельных алгоритмов. Почти линейная зависимость величины ускорения от числа процессоров достигается при использовании как нескольких, так и нескольких тысяч процессоров. Новизна исследования заключается в том, что разработанный параллельный алгоритм для решения блочно-треугольных систем уравнений позволяет эффективно и просто реализовывать экономичные численные процедуры для решения инженерных задач на суперкомпьютере. Результаты исследования опубликованы. В рамках спектрально-разностного подхода предложены численные процедуры для решения динамической задачи теории упругости в присутствии криволинейной границы. Для этого исследован алгоритм с аппроксимацией пространственных производных на гибридной сетке, которая является объединением прямоугольной равномерной сетки и треугольной, сгенерированной только вдоль границы области. Ширина треугольной приграничной сетки выбирается постоянной и как можно меньшей, однако такой, чтобы качество сетки было удовлетворительным

Выполненные численные расчеты для модифицированной тестовой модели среды Canadian Foothills (рис. 1) позволили получить сейсмограммы как для акустической, так и для упругих моделей.

В рамках численного моделирования электромагнитных полей разработаны быстрые алгоритмы с использованием современных графических ускорителей для высокочастотных зондов, зондов на постоянном токе и зондов с тороидальными источниками. При создании параллельных программ на GPU использовались алгоритмы последовательных версий программ Суродиной и оригинальный предобуславливатель на основе алгоритма Хотеллинга – Шульца, позволяющий полностью реализовать предобусловленный метод сопряженных градиентов для уравнений Пуассона (БКЗ) и метод эрмитового разложения для уравнений Гельмгольца (ВИКИЗ, тороид). Для расчетов на GPU созданы: 3D программа бокового каротажного зондирования (БКЗ), 2D программа высокочастотного электромагнитного зондирования (ВИКИЗ), 2D программа для высокоразрешающего электромагнитного зонда с тороидальными катушками, 3D программа вертикального электрического зондирования. В целом ускорение (по сравнению с последовательным вариантом) составило от 10 до 50 раз в зависимости от размерности системы.

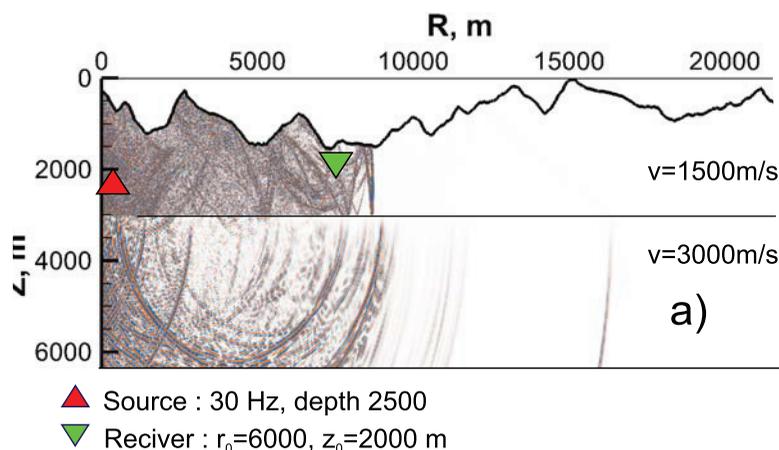


Рис. 1. Мгновенный снимок U_z компоненты для модели среды Canadian Foothills

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 13-05-00076-а "Разработка иерархии вычислительных моделей и численных методов, ориентированных на суперЭВМ с гибридной архитектурой, для описания сейсмических волновых процессов в разномасштабных средах с флюидонасыщенной микроструктурой".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Решетова Г. В.

С применением метода многомасштабной гомогенизации построены физически корректные модели распространения сейсмоакустических волн во флюидонасыщенных средах. В качестве исходной модели использовалась физически корректная модель, описывающая процессы распространения волн на микроуровне. После этого был выполнен переход к макромасштабной модели, учитывающей наличие в среде микро неоднородностей двух различных масштабов: каверн и трещин. Полученные системы дифференциальных уравнений имеют дивергентную форму, что позволяет использовать для разработки высокоточных численных методов их решения современные конечно-разностные схемы, в том числе и с локальным пространственно-временным измельчением. Проведено исследование структуры устойчивых подпространств оператора обратной задачи в зависимости от используемого диапазона временных частот. Показана принципиальная возможность использования обращения полного волнового поля для реконструкции скоростного строения изучаемой среды

Проект РФФИ № 11-05-00937-а "Моделирование взаимодействия сейсмических и акустических волн для неоднородной модели земля – океан – атмосфера".

Руководитель проекта – академик РАН Михайленко Б. Г.

Разработаны новые эффективные высокоточные алгоритмы и программы численного моделирования волновых явлений, возникающих на границе земля – атмосфера, в литосфере и неоднородной атмосфере. Проведено численное моделирование с целью изучения структуры волнового поля, возникающего в неоднородной модели земля – атмосфера. В результате проведенных исследований выявлены новые особенности распространения поверхностных и акусто-гравитационных волн вблизи границы раздела земля – атмосфера при наличии ветра в атмосфере. Установлен факт влияния ветра на скорость распространения поверхностных волн Стоунли в упругой среде. На основе численных результатов установлено, что скорость этих волн увеличивается в направлении ветра и, соответственно, уменьшается при распространении против ветра на величину, равную скорости ветра.

Такое же влияние ветер оказывает и на нелучевую сферическую акусто-гравитационную обменную волну, распространяющуюся в атмосфере в случае расположения источника в твердой среде. Установлено влияния ветра на изменение амплитуды поверхностной волны по ее фронту, что выражается в увеличении амплитуды в той части фронта волны, которая распространяется по ветру, и уменьшения в фронте волны, распространяющейся против ветра, но с сохранением суммарной энергии волны. Установлено существование верхнего предела скорости волны Стоунли при фиксированных значениях физических параметров в твердой среде. Ее скорость, вне зависимости от величины скорости ветра в атмосфере, не может превышать скорость поперечных волн в среде. Разработан параллельный алгоритм численного моделирования распространения упругих волн в двумерно неоднородных упругих средах, реализующий пошаговый метод Лагерра, в том числе для многоядерных вычислительных комплексов. Предложен новый параллельный алгоритм для решения систем линейных алгебраических уравнений с одной и той же блочно-трехдиагональной матрицей и различными правыми частями.

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

Программа Президиума РАН № 15, проект № 15.9, подпроект "Разработка новых численных моделей сложных многомерных геофизических и атмосферно-физических процессов".

Руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г.

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.

Исследованы различные подходы к численному стохастическому моделированию экстремальных метеорологических явлений. Для изучения особенностей возникновения и распространения гигантских океанических волн применены численные условные спектральные модели случайных полей. Выполнено исследование временной развертки эхо-сигнала лидара аэрокосмического базирования в задаче лазерного зондирования кристаллических облаков.

Программа Президиума РАН № 4, проект № 4.9, 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: академик РАН Михайленко Б. Г., чл.-корр. РАН Кабанихин С. И.

Построена двухскоростная модель смеси жидкостей с различным давлением в фазах. Модель получена методом законов сохранения, который обеспечивает термодинамическую согласованность динамических моделей на основе согласования первого и второго начал термодинамики, законов сохранения и групповой инвариантности уравнений.

Программный комплекс для численного решения нестационарных неизотермических задач двухскоростной двухжидкостной гидродинамики на основе метода контрольного объема существенно доработан с использованием адаптированного итерационного алгоритма вычисления поправки давления SIMPLE. В уравнения модели добавлены слагаемые, описывающие вязкое трение в фазах. Соответствующие изменения внесены в программный комплекс. Переработан блок граничных условий. Кроме того, для решения сложно-

структурированной системы линейных алгебраических уравнений расчета поправки давления, являющейся следствием наличия двух давлений в рассматриваемой модели, адаптирован экономичный итерационный алгоритм метода переменных направлений. Это дало достаточную на данном этапе скорость сходимости решения системы уравнений расчета поправки давления.

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 130

Руководитель – акад. РАН Михайленко Б. Г.

Предложен новый параллельный алгоритм решения систем линейных алгебраических уравнений с одной и той же блочно-трехдиагональной матрицей и различными правыми частями. Рассмотренный метод является обобщением параллельного алгоритма дихотомии решения систем линейных уравнений с трехдиагональными матрицами. На основе разработанного подхода предложена параллельная реализация метода декомпозиции областей. Расчеты акустических волновых полей посредством спектрально-разностного метода подтвердили эффективность разработанных параллельных алгоритмов. Почти линейная зависимость величины ускорения от числа процессоров достигается при использовании как нескольких, так и нескольких тысяч процессоров. Новизна исследования заключается в том, что разработанный параллельный алгоритм решения блочно-трехдиагональных систем уравнений позволяет эффективно и просто реализовывать экономичные численные процедуры для решения инженерных задач на суперкомпьютере.

Разработан высокоэффективный комплекс параллельных программ моделирования распространения упругих волн для гибридных многопроцессорных вычислительных кластеров.

Для численного моделирования электромагнитных полей в случае высокочастотных зондов, зондов на постоянном токе и зондов с тороидальными источниками разработаны быстрые алгоритмы с использованием современных графических ускорителей.

Публикации

Центральные издания

1. Лисица В. В., Поздняков В. А., Решетова Г. В., Хайдуков В. Г., Шиликов В. В., Чеверда В. А. Рассеянные волны: численное моделирование и построение изображений. Ч. 1: Двумерные среды // Технол. сейсморазведки. 2013. № 1. С. 45–55.

2. Костин В. И., Лисица В. В., Решетова Г. В., Чеверда В. А. Локальное пространственно-временное измельчение сеток для конечно-разностного моделирования упругих волн в трехмерно-неоднородных разномасштабных средах // СибЖВМ. 2013. № 1. С. 45–55.

3. Вишневский Д. М., Лисица В. В., Решетова Г. В. Численное моделирование распространения сейсмических волн в средах с вязкоупругими включениями // Выч. мет. и программир. 2013. Т. 14. С. 155–165.

4. Эпов М. И., Глинских В. Н., Сухорукова К. В., Суродина И. В. "Прорыв" в индукционном каротаже не состоялся (О пространственном разрешении зондов электромагнитного и индукционного каротажа) // НТВ Каротажник. 2013. Вып. 1 (223). С. 99–120.

5. Суродина И. В., Эпов М. И. Моделирование диаграмм высокочастотного электромагнитного зондирования в скважинах с высокопроводящим раствором // Там же. Вып. 5 (227). С. 60–75.

6. Глинский Б. М., Марченко М. А., Михайленко Б. Г., Родионов А. С., Черных И. Г., Караваев Д. А., Подкорытов Д. И., Винс Д. В. Отображения параллельных алгоритмов для

суперкомпьютеров экзафлопсной производительности на основе имитационного моделирования // Информ. технол. и выч. системы. 2013. № 4. С. 3–14.

Зарубежные издания

1. Mikhailenko B. G., Mikhailov A. A., Reshetova G. V. Numerical simulation of acoustic-gravity waves propagation in a heterogeneous earth-atmosphere model with wind in the atmosphere // J. Appl. Math. and Phys., Sci. Res. Publ. 2013. V. 1, N 4. P. 12–18.

2. Galina Reshetova, Tcheverda V., Vishnevsky D. Parallel simulation of 3D wave propagation by domain decomposition // Ibid. P. 6–12.

3. Belonosov M., Kostov C., Reshetova G., Solovev S., Tcheverda V. Parallel numerical simulation of seismic waves propagation with Intel Math Kernel Library // Lect. Notes in Comp. Sci. 2013. V. 7782. P. 153–167.

4. Kostin V. Lisitsa V. Tcheverda V. Vishnevsky D. Reshetova G. A hybrid parallel algorithm for simulating seismic wave propagation in complex 3D models containing intrusions // Ser.: Simulation. Elsevier. 2013. V. 45, N 6. P. 50–57. [Electron. rssiurce]. <http://www.proceedings.com/17608.html>, <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/springsim/springsim2013-6.html#KostinLRTV13>.

5. Kostin V. I., Lisitsa V. V., Reshetova G. V., Tcheverda V. A. Finite difference simulation of elastic wave propagation through 3D heterogeneous multiscale media based on locally refined grids // Num. Analysis and Appl. 2013. V. 6, iss. 1. P. 40–48.

6. Terekhov A. V. A fast parallel algorithm for solving block-tridiagonal systems of linear equations including the domain decomposition method // Parallel Comput.. 2013. V. –39(6–7). P. 245–258.

7. Kurochkina E. P., Soboleva O. N. The subgrid modeling for maxwell's equations with multiscale isotropic random conductivity and permittivity, progress in electromagnetics research B (PIER B). 2013. V. 49. P. 197–213.

8. Urev M. V., Kremer I. A. Regularization method for quasistationary Maxwell equations in an inhomogeneous conducting medium // J. Math. Sci. 2013. V. 188, iss. 4. P. 378–386.

9. Epov M. I., Suhorukova C. V., Glinskikh V. N., Nikitenko M. N., Nechaev O. V., Surodina I. V. Effective electromagnetic log data interpretation in realistic reservoir models // Open J. Geol. 2013. V. 3, № 2 B. P. 81–86.

10. Labutun I. B., Surodina I. V. Algorithm for sparse approximate inverse preconditioners in conjugate gradient method // Reliable Comput. (Interval Comput.) J. http://interval.louisiana.edu/reliable-computing-journal/tables-of-contents.html#Volume_18.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Lisitsa V.V., Kostin V. I., Reshetova G. V., Vishnevsky D. M., Tcheverda V. A. Hybrid algorithm for simulation of seismic wave propagation in complex media - anisotropy, attenuation, multi-scale // Ext. abs. 75th EAGE Conf. & Exhib. incorp. SPE EUROPEC. 2013. Th. 06 09. P. 1–5.

2. Landa E., Reshetova G., Tcheverda V. Exploding reflectors revisited: 3D heterogeneous multiscale elastic media // Expanded abs. from SEG Intern. Exposition and 83rd An. Meeting, Houston (US), 22–27 Sept. 2013. P. 3490–3494.

3. Kostin V., Lisitsa V., Reshetova G., Tcheverda V., Vishnevsky D. Numerical simulation of seismic wave propagation in models with complex intrusions: anisotropy, attenuation, small-scale heterogeneities // Ibid. P. 3548–3452.

4. Protasov M. I., Tcheverda V. A., Reshetova G. V. Imaging of fracture zones by weighted summation of multi-component data and image spectrum analysis // Ibid. P. 4080–4084.

5. Belonosov M., Solovyev S., Reshetova G., Tcheverda V. Parallel numerical simulation of wave propagation in 3D elastic medium with application of the Laguerre transform // Proc. of the 3rd Intern. conf. "High performance computing", Kyiv, Oct. 7–11, 2013. P. 48–51.

6. Имомназаров Х. Х., Михайлов А. А. Численное моделирование сейсмических волновых полей в совмещенной модели вязкоупругой и пористой среде с диссипацией энергии // Материалы 8-й Междунар. науч.-техн. конф. "Аналитические и численные методы моделирования естественнонаучных и социальных проблем" (АЧМ-2013), посвящ. 70-летию Пенз. гос. ун-та, г. Пенза, 22–25 окт. 2013 г. С. 83–87.

7. Михайлов А. А., Михайленко Б. Г. Численное решение прямой динамической задачи распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн // Там же. С. 88–93.

Сдано в печать

1. Михайленко Б. Г., Фатьянов А. Г. Численно-аналитическое моделирование волновых полей для сред сложного строения и структуры // СибЖВМ. 2014, № 2 (в печати).

2. Михайленко Б. Г., Михайлов А. А. Численное моделирование распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн для модели земля – атмосфера при наличии ветра в атмосфере // Там же. 2014, № 2.

Общее число публикаций

Центральные издания – 6.

Зарубежные издания – 10.

Материалы международных конференций – 7.

Участие в конференциях и совещаниях

1. 5-я Международная молодежная научная школа-конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. – 1 доклад (Решетова Г. В., Михайленко Б. Г.).

2. 3rd Russian-chinese workshop on numerical mathematics and scientific computing, Moscow, Sept. 11–13, 2013. – 1 пленарный доклад (Михайленко Б. Г., Решетова Г. В.).

3. 74th EAGE conference & exhibition incorporating SPE EUROPEC, Copenhagen (Denmark), June 4–7, 2013 – 1 доклад (Решетова Г. В.).

4. High performance computing symposium ("HPC '13"), San-Diego (USA), Apr. 7–10 2013. – 1 доклад (Решетова Г. В.).

5. 11th International conference on mathematical and numerical aspects of waves ("Waves'2013"), Gammarth (Tunisia), June 3–7, 2013. – 3 доклада (Решетова Г. В.).

6. World congress on engineering and technology (CET), Sanya (China), Oct. 25–27, 2013. – 1 доклад (Решетова Г. В.).

7. SEG International exposition and 83rd annual meeting, Houston (US), Sept. 22–27, 2013. (Решетова Г. В.). – 3 доклада.

8. 3rd International conference "High performance computing", Kyiv, Oct. 7–11, 2013. – 1 доклад (Решетова Г. В.).

9. 9-я Международная специализированная выставка и научный конгресс Интерэкспо "ГЕО-Сибирь 2013", Новосибирск, 24–26 апр. 2013 г. – 1 доклад (Решетова Г. В.).

10. 8-я Международная научно-техническая конференция "Аналитические и численные методы моделирования естественнонаучных и социальных проблем", посвящ. 70-летию Пензенского государственного университета (АЧМ-2013), Пенза, 22–25 окт. 2013 г. – 2 доклада (Михайленко Б. Г., Михайлов А. А.).

11. Конференция с участием ученых из стран СНГ "Современные проблемы дифференциальных уравнений и их приложения", Ташкент, 21–23 нояб. 2013 г. – 1 доклад (Михайлов А. А.).

12. Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. – 1 доклад (Урев М. А.).

13. Международная конференция "Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений", посвящ. 105-летию со дня рождения акад. С. Л. Соболева, Новосибирск, 18–24 авг. 2013 г. – 2 доклада (Урев М. А., Михайленко Б. Г., Мартынов В. Н.).

14. Международная конференция "Математические и информационные технологии", Врнячка Баня (Сербия); Будва (Черногория), 5–14 сент. 2013 г. – 1 доклад (Соболева О. Н.).

15. 7th International workshop on simulation department of statistical sciences, Rimini (Italy), May 21–25, 2013. – 1 доклад (Соболева О. Н.).

16. International conference on preconditioning techniques for scientific and industrial applications, Oxford (UK), June 19–21, 2013. – 1 доклад (Суродина И. В.).

17. International conference of geology and geophysics (ICGG 2013), Beijing (China), June 14–18, 2013. – 1 пленарный доклад (Суродина И. В.).

18. Вторая Международная конференция "Суперкомпьютерные технологии математического моделирования", Якутск, 8–11 июля 2013 г. – 2 доклада (Михайленко Б. Г., Мартынов В. Н., Михайлов А. А.).

Всего докладов 21, в том числе 2 пленарных.

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

1. Михайленко Б. Г.:

– председатель программного комитета "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г.

– председатель программного комитета "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г.

– член программного комитета 9-й Международной Азиатской школы-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем", Алма-Ата (Республика Казахстан,) 15–25 августа 2013 г.

Кадровый состав лаборатории

1. Михайленко Б. Г.	директор	д.ф.-м.н.,	акад. РАН
2. Урев М. В.	в.н.с.	д.ф.-м.н.	
3. Фатьянов А. Г.	в.н.с.	д.ф.-м.н.	
4. Решетова Г. В.	в.н.с.	д.ф.-м.н.	
5. Мартынов В. Н.	с.н.с.		
6. Мاستрюков А. Ф.	с.н.с.	к.ф.-м.н.	
7. Соболева О. Н.	с.н.с.	д.ф.-м.н.	
8. Суродина И. В.	с.н.с.	к.ф.-м.н.	
9. Михайлов А. А.	н.с.	к.ф.-м.н.	
10. Терехов А. В.	н.с.	к.ф.-м.н.	
11. Куликов А. И.	ведущ. программист		
12. Чимаева Е. В.	ведущ. программист		

-
13. Трибис Д. Ю. программист
14. Гулина М. А. инж. 1-й кат.
15. Кабанихина Е. С инж. 1-й кат.

Педагогическая деятельность

Урев М. В. – доц. НГУ, проф. СибАГС
Соболева О. Н. – проф. НГТУ

Руководство аспирантами

Шимонаева –1-й курс, НГУ, руководитель Урев М. В.

Руководство студентами

Бродт К. В. – 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

Предложен новый метод оценки частоты падений небесных тел на Землю, учитывающий скорость эрозии кратеров. Количественное описание динамики популяции земных кратеров осуществляется с помощью обыкновенного дифференциального уравнения, учитывающего два процесса: образование импактных структур вследствие падений небесных тел и эрозию кратеров с течением времени из-за воздействия эндогенных и экзогенных сил. Полученное аналитическое решение для частоты падений содержит одну эмпирическую константу – число импактных структур, диаметр которых лежит в заданном диапазоне. Проведена оценка частоты падений с использованием экспертной базы данных импактных структур Земли EDEIS (Expert database on the Earth impact structures), которая была разработана и используется в лаборатории цунами ИВМиМГ СО РАН. Расчеты проведены как для достоверных импактных структур, так и для структур, генезис которых находится в процессе доказательства. Сравнение полученных результатов с опубликованными оценками других авторов, полученными независимыми методами (астрономические наблюдения, исследования популяций кратеров на Марсе и Луне, данные болидных сетей) показало хорошее согласие. Наибольшие расхождения в оценках частоты падений составляют порядок по величине и соответствуют диапазону диаметров кратера и ударника, где другие методы пока недостаточно надежны.

К.ф.-м.н. Амелин И. И., д.ф.-м.н. Гусяков В. К., Ляпидевская З. И.

Отчет по этапам НИР, завершённым в 2013 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.1.3. "Методы создания, исследования и идентификация математических моделей в науках о Земле".

Номер государственной регистрации НИР 01201370229.

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".

В рамках подготовки полного каталога цунами Дальневосточного региона РФ составлен список цунамигенных землетрясений Дальневосточного региона РФ с основными параметрами их очагов, охватывающий весь исторический период наблюдений (1737–2013 гг.). Разработан эффективный метод расчета кинематики волнового фронта цунами, который может быть применен для локализации очага при использовании записей уровня океана глубоководными регистраторами цунами. Разработан алгоритм численного расчета распространения волн цунами от очага до прибрежного мелководья на последовательности сгущающихся сеток. Создано новое программное обеспечение для численного решения задачи распространения цунами для реальной батиметрии на основе конечно-разностного подхода, а также для численного решения обратной задачи цунами на основе метода наименьших квадратов и регуляризации. Предложенная методика позволяет избежать неустойчивости решения рассматриваемой некорректной задачи. Проведено тестирование программного комплекса для реальной батиметрии и синтетических зашумленных данных для акватории Охотского моря. Результаты численного моделирования позволяют сделать вывод

о влиянии количества и пространственного распределения пунктов наблюдения, рельефа дна и уровня шумов на качество приближенного решения обратной задачи цунами. В задаче оценки кинематики цунами решена задача о распространении волны, фронт которой в каждый момент времени t представляет собой окружность с центром в точке $(a(t), 0)$ и радиусом $r(t)$ в случае в двумерной среды. Получены распределения скоростей волны в такой среде и общие характеристики таких сред. Разработан новый метод оценки частоты падений опасных космических тел на Землю, учитывающий эрозию кратеров и степень геологической изученности планеты по материалам базы данных импактных структур Земли. В рамках дальнейшего развития графической оболочки базы данных по цунами PDM_TSU создано приложение, позволяющее автоматически построить (при необходимости откорректировать) границы очагов цунами по плотности событий облака афтершоков землетрясения. В рамках поддержки и дальнейшего развития лабораторной веб-страницы разработаны скрипты, проведено наполнение web-версии базы данных по импактным структурам Земли текстовой и графической информацией (<http://tsun.sccc.ru/nh/impact.php>). С помощью библиотек JavaScript разработан и информационный ресурс "Челябинский метеорит": http://tsun.sccc.ru/nh/chebarkul_descr.html. На лабораторном сервере поддерживается в актуальном состоянии Web-энциклопедия по природным катастрофам (<http://tsun/sccc/ru/nh>).

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ 12-07-00406 "Электронный атлас очагов цунами в Дальневосточном регионе РФ".

Руководитель проекта – д.ф.-м.н. Гусяков В. К.

Выполнен основной объем работы по параметризации пространственных очагов цунами в дальневосточном регионе на основе созданного ранее инструментария для делинеации и архивации пространственных очагов цунами и подготовленных фактографических материалов по наблюдениям дальневосточных цунами. Положение и форма очагов были определены для 45 исторических событий, обладающих необходимой полнотой данных наблюдений. В рамках дальнейшего развития системы картографической поддержки GIMAS (Geographic Interactive Mapping System) произведена кардинальная перепланировка ее пользовательского интерфейса с целью приближения к интерфейсу ранее разработанной оболочки WinITDB (windows-based interated tsunami database), которая имеет сложившийся круг пользователей как в России, так и за рубежом. Набор инструментальных средств оболочки GIMAS расширен за счет введения новых процедур статистической обработки данных и блока по дополнительному графическому оформлению итоговых картографических изображений. Разработано новое Java-приложение, предназначенное для автоматизации работы по построению контура облака афтершоков, его 3D-визуализации, а также вычислению некоторых интегральных характеристик очаговой области.

Проект РФФИ 12-07-00564 "Экспертная база данных по импактным структурам Земли".

Руководитель проекта – к.ф.-м.н. Амелин И. И.

Значительно обновлен и дополнен исходный код web-страницы, содержащей базу данных по импактным структурам Земли, с использованием скриптовых языков JavaScript и PHP. Создан web-интерфейс, позволяющий в удобном виде отображать текстовые описания и графическую информацию базы данных на страницах веб-сайта. Проведена конвертация

текста и графических данных из настольной версии базы данных по импактным структурам Земли в формат, совместимый с web-версией (<http://tsun.ssc.ru/nh/impact.php>). Проведено дальнейшее пополнение и верификация информации в базе данных импактных структур Земли. Разработан новый метод оценки частоты падений опасных космических тел на Землю, учитывающий эрозию кратеров и степень геологической изученности планеты по материалам базы данных импактных структур Земли. Показано хорошее совпадение расчетов с оценками частоты падений, полученными другими авторами. Оценка частоты падений астероидов скорректирована с учетом астрономических наблюдений кометных тел, которые в ряде случаев не образуют импактных кратеров, но представляют опасность ввиду производимых ими сильных взрывов в плотных слоях атмосферы (Тунгусское событие). Проведена международная экспедиция по изучению предполагаемых импактных структур голоценового возраста в Европейской части России. Полевые работы проведены на озере Светлояр (Нижегородская обл.) и Смердячее (Московская обл.). В результате анализа образцов из краевого вала озера Смердячее обнаружены обогащенные никелем микросферулы, что свидетельствует в пользу его импактного происхождения.

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

Программа Президиума РАН № 23, проект № 23.3 подпроект "Создание расчетных основ карты цунамирайонирования Дальневосточного побережья России".

Руководитель – д.ф.-м.н. Гусяков В. К.

Выполнена серия сценарных расчетов для оценки цунамиопасности побережий Охотского и Японского морей. В отсутствие в акватории Охотского моря очагов сильных цунамигенных землетрясений, основную опасность для его побережья представляют очаги, расположенные в Курило-Камчатской сейсмической зоне. Показано, что для района Охотска и Магадана реальная опасность (высоты более 1 м) наступает только для очагов в этой зоне с магнитудой более 8,5. Мега-землетрясения класса M_9 способны вызвать на некоторых участках колымского побережья (в частности, в районе г. Магадан) колебания уровня с размахом до 4–6 м. Японское море имеет собственную цунамигенную зону, протягивающуюся вдоль зоны контакта Японской и Филиппинской плит с Евразийской плитой. Вдоль нее была размещена система модельных очагов с магнитудой $M_w = 7,8$ с механизмом, наиболее опасным в смысле возбуждения цунами (взбросовая подвижка по вертикальной плоскости разрыва). Анализ полученной гистограммы высот волн показывает, что высоты волн вдоль побережья Приморья от землетрясений магнитудой $M_w = 7,8$ могут превышать 2 м. При увеличении магнитуды до 8,4 высота ожидаемых волн может достигать 4–5 м и создавать разрушительный эффект на больших участках российского побережья Приморья.

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 117.

Координатор – д.ф.-м.н. Гусяков В. К.

Выявлены закономерности изменений сейсмического режима и структурные особенности сейсмогенной среды в областях подготовки ряда сильнейших землетрясений последнего десятилетия, изучен эффект стабилизации выделения сейсмической энергии в районе очагов будущих сильнейших землетрясений. Выполнено сценарное моделирование взаимодействия с защищаемыми участками Дальневосточного побережья РФ (побережье Охотского моря: Хабаровская обл., Магаданская обл., западное побережье Камчатки, побережье Сахалина)) гипотетических волн цунами, порождаемых модельными землетрясениями с

магнитудами (M_w) 7,8, 8,4 и 9,0, очаги которых располагались вдоль Курильских островов и описывались на основе известной модели пространственного дислокационного источника. Определены три основных направления потока энергии: к острову Сахалин (его южному, восточному и северному побережьям), материковому побережью Охотского моря и центральной части западного побережья полуострова Камчатка. Проведены теоретические и экспериментальные исследования эволюции длинных волн большой амплитуды, распространяющихся в двухслойной жидкости над склоном. Предложена математическая модель, описывающая генерацию, взаимодействие и затухание уединенных волн второй моды в промежуточном слое перемешанной жидкости между основными слоями. Для моделирования наката волн цунами на берег в реальных акваториях реализована методика двумерного расчета наката на участки "защищаемого" побережья с помощью алгоритма схемы крупных частиц. Выполнены верификация и валидация соответствующего программного обеспечения на известных модельных задачах для одномерного и двумерного случаев.

Междисциплинарный интеграционный проект СОРАН – ДВО РАН № 37.

Координатор в институте – д.ф.-м.н. Гусяков В. К.

Составлена общая схема разломов Охотоморского и Беринговоморского регионов на основе дешифрирования космических и аэрофотоснимков и анализа геологических карт, выполнена тектоническая и кинематическая интерпретация разломов, создана структурно-кинематическая схема. Проведена оценка цунамиопасности охотоморского побережья в связи с предстоящим включение побережья Охотского моря в зону ответственности службы предупреждения о цунами на Дальневосточном побережье РФ. На основе изучения данных реальных наблюдений цунами и результатов численного моделирования показано, что основную опасность для этого побережья представляют мегаземлетрясения класса M_9 , происходящие как в Курило-Камчатской зоне, так и в других удаленных зонах Тихого океана, в частности, в южно-чилийской и новогвинейской. Продолжено уточнение положения и размеров очагов цунами Дальневосточного региона с использованием исторических данных о наблюдениях цунами, разломной тектоники, результатов численного моделирования цунами. Построенная сводная система модельных очагов для набора магнитуд $M_w = 7,8; 8,4; 9,0$ покрывает все основные зоны расположения цунамигенных землетрясений, угрожающих Дальневосточному побережью РФ.

Публикации

Центральные издания

1. Амелин И. И., Гусяков В. К., Ляпидевская З. А. Методика оценки частоты импактных событий // Пробл. информ. 2013. № 4. С. 21–35.
2. Воронина Т. А. Применение г-решений для восстановления первоначальной формы волны цунами // Вычисл. методы и программир: Новые вычисл. технол. ISSN 1726-3522. 2013. Т. 14. С. 166–174.
3. Гаврилов Н. В., Ляпидевский В. Ю., Ляпидевская З. А. Влияние дисперсии на распространение внутренних волн в шельфовой зоне // Фундам. и прикл. гидрофиз. 2013. Т. 6, № 2. С. 25–34.
4. Гусяков В. К. Сильнейшие цунами мирового океана и проблема цунами-районирования морских побережий // Пробл. информ. 2013. № 4. С. 36–46.
5. Amelin I. I., Gusiakov V. K., Lyapidevskaya Z. A. Estimates of the impact frequency of cosmic bodies on the Earth// Bull. NCC. Ser.: Math. modeling in geophys. 2013. Iss. 16. P. 1–17.

6. Marchuk An. G. A scale factor in the long-wave laboratory simulation // *Ibid.* P. 83–88.

7. Косых В. С., Чубаров Л. Б., Гусяков В. К., Камаев Д. А., Григорьева В. М., Бейзель С. А. Методика расчета максимальных высот волн цунами в защищаемых пунктах побережья Дальнего Востока Российской Федерации // *Результы/ испытания новых и усовершенствованных/ технол., моделей и методов гидрометеорол. прогнозов.* 2013. № 40. С. 115–134.

Зарубежные издания

1. Vazhenin A., Lavrentiev M., Romanenko A., Marchuk An. Acceleration of tsunami wave propagation modeling based on re-engineering of computational components // *International Journal of Computer Science and Network Security*, V. 13, N. 3, March 2013. P. 32–41.

2. Voronina T. An inverse algorithm for reconstructing an initial Tsunami waveform // Гл. в кн. "Tsunami: from fundamentals to mitigation", 176 с, WIT Press UK, ISBN: 978-1-84564-770-4, 2013, P. 35–58.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Амелин И. И., Ляпидевская З. А., Гусяков В. К. Импактные структуры Сибири // 9-й Междунар. науч. конгр. "Интерэкспо-Геосибирь", Новосибирск, 15–26 апр. 2013 г. Новосибирск: Изд-во СГГА, 2013. Т. 2. С. 160–165.

2. Амелин И. И., Ляпидевская З. А., Гусяков В. К. Учет эрозии и неполноты информации об импактных кратерах при оценке частоты падений космических тел на Землю // Сб. тез. Междунар. конф. "Околосемная астрономия-2013", Краснодар, 7–11 окт. 2013 г. С. 41–42.

3. Voronina T. A. Truncated SVD approach for an inverse problem of initial tsunami waveform reconstruction // *Abs. of the 4th Inverse problems, design and optimization symposium, Albi (France)*, June 26–28 2013. ISBN 979-10-91526-01-2. P. 75–76.

4. Voronina T. An inverse algorithm for reconstructing an initial tsunami waveform // *Ibid.* 8 p.

5. Voronina T., Voronin K. An inverse algorithm for reconstructing an initial tsunami waveform // *Proc. of the 11th Intern. conf. on mathematical and numerical aspects of waves, Gammarth (Tunisia)*, June 3–7, 2013. P. 155–156. [Electron. resource]. www.lamsin.tn/waves13/proceedings.pdf.

6. Воронина Т. А. Применение г-решений для восстановления первоначальной формы волны цунами // Тез. Междунар. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. С. 27.

7. Гусяков В. К. Проблема мега-событий в оценке цунамиопасности побережья // Материалы 20-й Междунар. науч. конф. (школы) по морской геологии "Геология морей и океанов", Москва, 18–22 нояб. 2013 г. Т. 5. С. 71–75.

8. Gusiakov V. K. Forgotten catastrophe – October 9, 1963 Vajont Dam overtopping wave // *SP1 Symp. "Tsunamis, particularly due to submarine slides: cases, experiments, observations and warning" of the Joint Scientific Assembly of IAHS-IAPSO-IASPEI, Gothenburg (Sweden)*, July 22–26, 2013. [Electron. resource]. <http://iahs-iapso-iaspei2013.com/Abstracts.aspx?252606>.

9. Gusiakov V. K., Chubarov L. B., Beisel S. A. Assessment of tsunami hazard for the coast of the Okhotsk Sea // *Ibid.* <http://iahs-iapso-iaspei2013.com/Abstracts.aspx?253186>.

Прочие издания

1. Амелин И. И., Бучнев А. А., Пяткин В. Ф., Пяткин В. П., Салов Г. И. Выделение импактных кратеров по данным дистанционного зондирования Земли // *Вестн. МГУ им. С. Ю. Витте.* 2013. Сер.: 1 "Экономика и управление". (Прил.). С. 89–91.

2. Бейзель С. А., Гусяков В. К., Рычков А. Д., Чубаров Л. Б. Вычислительные технологии определения заплесков волн цунами на отдельные участки дальневосточного побережья России // Труды 4-й науч.-техн. конф. "Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России", Петропавловск-Камчатский, 30 сент. – 6 окт. 2013 г. Обнинск: ГС РАН, 2013. С. 241–245.

3. Бейзель С. А., Гусяков В. К., Чубаров Л. Б., Шокин Ю. И. Анализ проявления удаленных и ближних цунами на охотоморском побережье России на основе результатов математического моделирования // Там же. С. 236–240.

4. Бейзель С. А., Гусяков В. К., Рычков А. Д., Чубаров Л. Б. Вычислительные технологии определения заплесков волн цунами на отдельные участки дальневосточного побережья России // Там же. С. 241–245.

5. Воронина Т. А. Применение г-решений для восстановления первоначальной формы волны цунами // Тез. Междунар. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 окт., 2013. С. 27.

Сдано в печать

1. Бейзель С. А., Гусяков В. К., Чубаров Л. Б., Шокин Ю. И. Оценка воздействия удаленных цунами на побережье Индии на Дальневосточное побережье России основе результатов математического моделирования // Спецвыпуск ФАО "Катастрофические цунами начала XXI века". Редакторы Б. В. Левин, Е. Н. Пелиновский.

2. Гусяков В. К. Сильнейшие цунами мирового океана и проблема безопасности морских побережий // Там же.

3. Марчук Ан. Г. Минимизация погрешностей при численных расчетах волновых лучей и фронтов цунами // Вестн. НГУ. Сер.: "Информ. технол.". Т. 11, вып. 3. С. 27–36.

4. Москаленский Е. Д. О нахождении точных решений двумерного уравнения эйконала для случая, когда фронт волны, распространяющейся в среде, является окружностью // СибЖВМ. 2014.

Общее число публикаций

Центральные издания – 7

Зарубежные издания – 2

Материалы международных конференций и совещаний – 9.

Участие в конференциях и совещаниях

1. Генеральная Ассамблея Европейского геофизического союза (EGU-2013), Вена (Австрия), 7–12 апр. 2013 г. – 1 устный доклад и 1 стендовый (Марчук Ан. Г.).

2. 14-я Всероссийская научно-техническая конференция "Наука. Промышленность. Оборона", посвящ. 100-летию со дня рождения А. И. Покрышкина, Новосибирск, 24–26 апр. 2013 г. – 1 приглашенный доклад (Марчук Ан. Г.)

3. Международный симпозиум по цунами (ITS-2013), Гочек (Турция), 25–28 сент. 2013 г. – 1 доклад (Марчук Ан. Г.).

4. 5-я Международная молодежная научная школа-конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. – 1 доклад (Марчук Ан. Г.)

5. Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева. Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. – 2 доклада (Воронина Т. А., Марчук Ан. Г.).

6. 11th International conference on. mathematical and numerical aspects of waves, Gammarth (Tunisia), June 3–7, 2013. – 1 доклад (Воронина Т. А.).

7. 4th International symposium on inverse problems, design and optimization (IPDO 2013), Albi (France), June 26–28, 2013. – 1 доклад. (Воронина Т. А.).

8. Joint Assembly of the IAHS - IAPSO - IASPEI, Gothenburg (Sweden), July 22–26, 2013. – 1 стендовый доклад. (Воронина Т. А.) и 2 устных доклада (Гусяков В. К.).

9. 20-я Международная научная школа-конференция по морской геологии, Москва, 18–22 нояб. 2013 г. – 1 доклад (Гусяков В. К.)

10. Международная конференция "Околосемная астрономия-2013", Краснодар, 7–11 окт. 2013 г. – 1 доклад (Амелин И. И.).

11. 9-й Международный научный конгресс "Интерэкспо-Геосибирь", Новосибирск, 15–26 апр. 2013 г. – 1 приглашенный доклад (Амелин И. И.).

Всего докладов 15, в том числе 2 приглашенных и 2 стендовых.

Участие в оргкомитетах конференций

1. Гусяков В. К. – член программного комитета 4-й научно-технической конференции "Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России", Петропавловск-Камчатский, 29 сент. – 5 окт. 2013 г.

2. Марчук Ан. Г. – членом программного комитета 5-й Международной молодежной научной школы-конференции "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г.

Кадровый состав лаборатории

1. Гусяков Вячеслав Константинович	зав.лаб.	д.ф.-м.н.
2. Марчук Андрей Гурьевич	в.н.с.	д.ф.-м.н.
3. Воронина Татьяна Александровна	с.н.с.	к.ф.-м.н.
4. Амелин Иван Иванович	м.н.с.	к.ф.-м.н.
5. Сергеев Владимир Анатольевич	н.с.	
6. Москале.н.с.кий Ефим Давыдович	м.н.с. 0,5 ст.	
7. Лысковская Екатерина Владимировна	ведущ. инженер.	
8. Калашникова Тамара Владимировна	ведущ. инженер	
9. Ляпидевская Зоя Андреевна	ведущ. программист	
10. Зиновьев Павел Сергеевич	инженер.	
Амелин И. И. – молодой научный сотрудник.		

Педагогическая деятельность

Воронина Т. А. – преподавание СУНЦ НГУ

Лаборатория геофизической информатики

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

Важнейшие достижения

Разработана новая технология прогнозирования метеозависимых геоэкологических рисков для окружающей социальной среды от энергетического воздействия инфразвуковых колебаний, порождаемых мощными техногенными и природными взрывами. Технология базируется на разработанном авторами оригинальном экологически безопасном методе, предусматривающем применение сейсмических вибраторов в качестве источников, имитирующих взрывы, но обладающих в сравнении с ними намного меньшей мощностью. На основе численного моделирования и экспериментальных исследований с применением вибратора ЦВ-40 (Быстровский полигон), использованием полигонных взрывов (Шилово), а также карьерных взрывов Кузбасса выделены основные метеофакторы, определяющие закономерности направленного распространения инфразвука и распределение его энергетических характеристики в пространстве. Доказана резко выраженная ветрозависимая концентрация их максимумов на определенных азимутальных направлениях, потенциально опасных для окружающей среды.

Д.т.н. Ковалевский В. В., д.т.н. Хайретдинов М. С., к.т.н. Авроров С. А., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф., Якименко А. А.

Отчет по этапам НИР, завершеным в 2013 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.1.1. "Математическое моделирование, разработка новых численных методов, алгоритмов и программ для задач активной сейсмологии и дистанционного зондирования".

Номер государственной регистрации НИР 01201370226.

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.

Выполнены разработка и усовершенствование численных алгоритмов и программно-обеспечения для численного моделирования сейсмических полей на многоядерных вычислительных системах с гибридной архитектурой. Рассматривается задача численного 3D моделирования сейсмических полей для неоднородных упругих сред. При этом объекты моделирования имеют трехмерную неоднородную структуру. В качестве метода для решения задачи и проведения численного моделирования используется разностный метод, схема Virieux. Для расчетов используются многоядерные вычислительные системы, включающие вычислительные устройства GPU и сопроцессоры Intel Xeon Phi. Проведена адаптация и реализация параллельного алгоритма численного моделирования под гибридные архитектуры в связи с использованием гибридных вычислительных систем. На основе этого алгоритма разработаны программы численного моделирования с использованием кластеров. На базе

Сибирского суперкомпьютерного центра проведены исследования по применению GPU для решения задачи численного моделирования волновых полей на основе сеточного алгоритма и 3D параллельной схемы. Проведено рассмотрение масштабируемости параллельного алгоритма, а также работы алгоритма при увеличении количества вычислительных устройств и фиксированной области моделирования. Проведенные исследования показали эффективность использования гибридных систем, в составе которых есть GPU.

Продолжено развитие программной системы V12 для обработки, анализа и визуализации сейсмических сигналов, регистрируемых сейсмическими группами. Особое внимание было уделено анализу низкоэнергетических сигналов, имеющих малое соотношение сигнал/шум. С этой целью разработан алгоритм и программный модуль для пространственной фильтрации сигналов, зарегистрированных сейсмической группой (сейсмической антенной). В основе лежит направленное суммирование сеймотрасс со взвешиванием на ступенчатую огибающую суммарной трассы. Предусмотрено дополнительное взвешивание на сумму огибающих по Гильберту (по энергии). Разработанный метод пространственной фильтрации позволяет улучшать соотношение сигнал/шум в несколько раз. На программную систему V12 получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013617456 – 2013, правообладатель – ИВМиМГ СО РАН.

Спроектирована и разработана сетевая программная система сбора, обработки и анализа геофизических данных в режиме реального времени. Система представляет собой программную основу для построения сети регистрирующих станций с использованием современной регистрирующей аппаратуры "Байкал-8", обеспечивающей удаленную передачу данных по сети Интернет. Система предназначена для автоматизации процесса удаленного сбора данных от множества источников различного типа (сетей сейсмических станций, сетевых хранилищ данных), а также для многоступенчатой обработки, анализа, визуализации потоковых данных и последующей передачи в хранилище в реальном времени. Архитектурно система представляет собой распределенную сетевую модульную программную платформу для объединения в вычислительный конвейер автономных вычислительных модулей.

Разработан программный инструментарий для обнаружения и измерения параметров импульсной сейсмической активности Приэльбрусья. Программа представляет собой приложение с графическим интерфейсом пользователя и включает: интерактивные средства визуализации многоканальных сейсмических данных, полученных в результате регистрации; интерактивные средства для выбора опорного сигнала – участка записи, представляющего собой искомый эталон импульсной волновой формы; средства обнаружения искомой волновой формы на основе вычисления взаимной корреляционной функции многоканальных сейсмических записей с эталоном (посредством БПФ); оценку коэффициента корреляции по всем каналам данных; средства экспорта результатов оценки (коэффициенты корреляции, времена вступления волн) в таблицу в формате Ms Excel. Разработанный инструментарий позволяет проводить исследование импульсной сейсмической активности горы Эльбрус за счет вычисления времен вступления сейсмических волн с дальнейшей локализацией зон активности.

В 2013 г. проведены работы по вибросейсмическому просвечиванию и мониторингу сейсмических полей на российском участке профиля Байкал – Улан-Батор (Монголия) в трех точках на удаленностях 93, 120 и 150 км от источника с целью исследования характеристик вибросейсмического поля мощного сеймовибратора, расположенного на Южно-Байкальском геодинамическом полигоне, и определения возможности его использования

для проведения работ по виброГСЗ в условиях сложнопостроенных анизотропных сред Монголо-Сибирского региона. Работы выполняли совместно организации участники: Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН (Новосибирск), Геологический институт СО РАН (Улан-Удэ), Бурятский филиал ГС СО РАН (Улан-Удэ). В качестве источника сейсмических волн использовался вибратор СВ-100, расположенный на Южно-Байкальском вибросейсмическом полигоне СО РАН в пос. Бабушкин. Излучение сигналов вибратором осуществлялось в режиме свип-сигналов в диапазоне частот 6–10 Гц. Регистрация осуществлялась в трех точках на удалениях 93, 120 и 150 км от источника малыми сейсмическими группами с апертурой 1–2 км. В проведенных экспериментальных работах получены корреляционные сейсмограммы СВИП-сигналов, оценки соотношений сигнал/шум, а также предварительные оценки характеристик микросейсмических шумов, проявлений техногенных шумов, а также характера региональной сейсмической активности района исследований.

Выполнены численное моделирование и экспериментальные исследования количественных характеристик взаимодействия сейсмических и акустических волновых полей вибрационных и взрывных источников в различных природных условиях. Предложен методологический подход к прогнозированию геоэкологического риска от мощных взрывов, учитывающий физические эффекты распространения сейсмических и акустических волн от массовых взрывов. Подход базируется на применении сейсмических вибраторов в качестве источников, имитирующих взрывы, но обладающих намного меньшей мощностью в сравнении с ними. При этом достигаются высокие экологическая чистота и повторяемость экспериментов в отличие от взрывов. Последнее обусловлено высокими метрологическими силовыми и частотно-временными характеристиками вибрационных источников. Основанием использования предлагаемого подхода к прогнозированию с помощью сейсмических вибраторов является способность вибраторов порождать одновременно как сейсмические, так и акустические колебания.

Проведены численные расчеты по оцениванию эффектов направленности акустического волнового поля инфранизкочастотных источников, возникающих в движущейся среде, т. е. на фоне ветра, характеризуемого направлением и скоростью. В качестве модели рассматривается точечный источник инфразвука, расположенный над поверхностью Земли. Исследована зависимость фактора фокусировки акустического волнового поля от азимутов точек наблюдения, меняющихся в пределах $-180 \div +180^\circ$, с учетом скорости ветра, удаления точек наблюдения, высоты источника.

Экспериментальная часть работ связана с оцениванием количественных эффектов влияния ветра на распространение акустических колебаний от вибрационного источника в районе вибросейсмического полигона (пос. Быстровка Новосибирской обл.) и с регистрацией акустических волн от полигонных взрывов утилизируемых запасов боеприпасов мощностью 125 кГ в тротиловом эквиваленте. По данным экспериментов оценивался параметр направленного распространения акустических колебаний в виде ширины диаграммы направленности (ДН) на уровне 0,7 от максимального значения. Результаты экспериментов показали, что из-за метеозависимого перераспределения акустической энергии по пространству даже маломощные взрывы могут становиться экологически опасными вследствие многократного увеличения потока энергии в определенном азимутальном направлении. Последнее необходимо учитывать при проведении взрывов в заданной метеобстановке.

Разработана структурная схема и основные модули web-ориентированной информационно-аналитической системы "Активная сейсмология". Основными компонентами систе-

мы являются: пополняемая пользователями база данных научных работ – электронная библиотека; пополняемый пользователями библиографический каталог; социальный компонент для общения пользователей и организации рабочих групп. К настоящему времени в системе зарегистрировались более 50 пользователей, представляющих все научные организации, занимающиеся исследованиями в области активной сейсмологии. Электронная библиотека содержит около 100 полнотекстовых статей. Важным компонентом является информационно-вычислительная система (ИВС), обеспечивающая пользователей многопараметрическим поисковым, вычислительно-аналитическим и ГИС-сервисами для работы с данными сейсмического мониторинга в режиме on-line. В настоящее время информационно-аналитической система "Активная сейсмология" размещена в интернете и доступна по адресу <http://opg.sssc.ru>.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 12-05-00786 "Исследование сейсмovolканических процессов Эльбрусской вулканической области на основе комплексного наблюдения геофизических полей и регистрации низкоэнергетических сейсмических событий".

Руководитель проекта – д.т.н. Ковалевский В. В.

В рамках проекта проводилась обработка данных регистрации сейсмических событий линейной сейсмической группой во вспомогательной штольне Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН. Теоретически исследована диаграмма направленности развернутой линейной сейсмической группы из шести сейсморегистраторов с площадной апертурой 2,5 на 0,5 км. Определены расчетные характеристики сейсмической группы при регистрации локальных сейсмических событий на расстояниях 5–30 км по различным азимутам относительно оси группы. Подготовлены программы обработки данных регистрации группой локальных событий с использованием алгоритмов пространственной фильтрации и корреляционного анализа. Определены коэффициенты взаимной корреляции регистрируемых сигналов на различных регистраторах группы. В Интернет-ресурсе "Активная сейсмология" подготовлен раздел "Исследование сейсмической активности вулкана Эльбрус", в который включена база данных регистрации низкоэнергетических событий подземной сейсмической группой в штольне БНО, статьи по малым сейсмическим группам (seismic array) и исследованию физических полей в районе вулкана Эльбрус.

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.

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

Программа Президиума РАН № 4, проект № 4.9, подпроект "Моделирование и экспериментальные исследования вулканических структур методами активной и пассивной сейсмологии".

Руководитель – д.т.н. Глинский Б. М.

В теоретической части проекта выполнена адаптация параллельного алгоритма численного моделирования для использования в расчетах 3D параллельной схемы и вычислительных узлов с GPU. Разработана программа для использования возможностей гибридных вычислительных систем. Проведено сравнение работы программ в задачах моделирования волновых полей при вибросейсмическом зондировании вулканов с использованием в рас-

четах CPU или комбинации CPU с GPU. В экспериментальной части проекта проведена обработка данных экспериментальных работ ИВМиМГ СО РАН по исследованию микросейсмической активности в районе вулкана Эльбрус с использованием подземной сейсмической группы. Выполнено сравнение СПМ шума сейсмической группы и сейсмостанции "Нейтрино", расположенной в штольне БНО и оснащенной широкополосным сейсмоприемником. В диапазоне периодов 0,1–1 сек эти графики совпадают, что свидетельствует о корректном вычислении СПМ шума для этих двух систем. Кроме того, в диапазоне периодов 1–5 сек СПМ шума сейсмостанции "Нейтрино" совпадает с нижеуровневой моделью сейсмического шума Петерсона, что аналогично характеристикам современных сейсмических групп Международной системы мониторинга. Это характеризует штольню БНО как перспективное место для размещения среднепериодных сейсмических регистрирующих систем.

Программа Президиума РАН № 4, проект № 4.9, 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.

В 2013 г. продолжены работы по исследованию вибросейсмическими методами строения земной коры и геодинамических процессов в южной части Байкальской рифтовой зоны и северной Монголии. В теоретической части проекта начаты работы по моделированию вибросейсмического поля от вибратора ЦВО-100 Южнобайкальского полигона с использованием математической модели, учитывающей имеющиеся данные по строению земной коры в этом регионе. В экспериментальной части проекта выполнены исследования характеристик волнового поля мощного вибратора Южнобайкальского полигона на северном отрезке профиля Байкал – Улан-Батор на российской территории от хребта Хамар-Дабан до границы с Монголией. Разработана методика коррекции сезонных временных вариаций вибросейсмического волнового поля при регистрации региональными сейсмическими станциями для выделения медленных временных вариаций, проведено исследование спектральных и энергетических характеристик микросейсмических шумов в точках регистрации на 500 км профиле Байкал – Улан-Батор (Монголия).

Партнерский интеграционный проект СО РАН № 54.

Координатор – акад. Михайленко Б. Г.

Выполнено построение математической модели распространения сейсмических волн в насыщенных вязкой жидкостью вязкопористых средах, учитывающей процессы поглощения и рассеивания, связанные с диссипативными явлениями непосредственно в твердой фазе или жидкости. Продолжена разработка аналитического метода расчета полных сейсмических волновых полей, позволяющего проводить моделирование для значительных пространственно-временных масштабов, например, проводить расчеты волновых полей для источников вибрационного типа, которые характеризуются большими пространственными размерами и длиной записи экспериментальных данных. Рассмотрено численное решение динамической задачи теории упругости для модели, учитывающей сложный рельеф свободной границы. Предложены быстрые параллельные численные процедуры решения систем линейных алгебраических уравнений, позволяющие проводить моделирование акустических и упругих волновых полей для реальных пространственно-временных масштабов выбранной модели.

Проведены экспериментальные работы с использованием 100-тонного вибратора Байкальского полигона по регистрации волнового поля на российском участке 500 км профиля

Байкал – Улан-Батор в южном направлении. Выполнена обработка данных по сейсмичности и экспериментов по активному вибросейсмическому мониторингу Байкальской рифтовой зоны и территории Забайкалья и Северной Монголии за период 2001–2013 гг. При анализе площадного распределения рифтовой сейсмичности отмечается концентрация эпицентров землетрясений в полосы преимущественно северо-восточного простирания и наличие брешей в эпицентральной поле. Показано, что эпицентральной поле рифтовой зоны характеризуется чередованием участков повышенной и пониженной плотности эпицентров землетрясений.

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 14.

Координатор в институте – чл.-корр. РАН Кабанихин С. И.

Рассматривается проблема экологического воздействия взрывов на окружающую среду. В качестве количественной оценки выступает удельная плотность энергии, являющаяся функцией многих параметров, определяемых условиями излучения и дальнего распространения акустических колебаний. Приведенная характеристика определяется функциональной зависимостью от соотношения скорости и направления распространения акустической волны от источника, с одной стороны, и скоростью и азимутальным направлением ветра – с другой; высотным распределением температуры воздуха; неоднородностью дневной поверхности земли и атмосферы, зависящий, в частности, от влажности воздуха. Таким образом, задача оценивания экологических рисков является многопараметрической задачей. Проведены численные расчеты по оцениванию эффектов направленности акустического волнового поля от точечного инфранизкочастотного источника, находящегося в движущейся среде, т. е. на фоне ветра, характеризуемого направлением и скоростью. Направленность характеризуется фактором фокусировки акустического волнового поля, равного отношению интенсивности инфразвука в неоднородной движущейся среде к его интенсивности в безграничной неподвижной среде. Исследованы зависимости фактора фокусировки от азимутов точек наблюдения, меняющихся в пределах $-180 \div +180^\circ$, с учетом воздействия ветра, удаления точек наблюдения, высоты источника, расстояния источник-приемник. Показано многократное возрастание экологических рисков от взрывов под воздействием ветра.

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 полевой сезон 2013 г. проведены экспедиционные работы по вибросейсмическому просвечиванию и мониторингу сейсмических полей на российском участке профиля Байкал – Улан-Батор (Монголия) в трех точках с удалением от вибратора 193, 121 и 150 км с целью исследования характеристик вибросейсмического поля мощного сеймовибратора, расположенного на Южно-Байкальском геодинамическом полигоне, и определения возможности его использования для проведения работ по виброГСЗ в условиях сложнопостроенных анизотропных сред Монголо-Сибирского региона. Выполнены экспериментальные работы в респ. Горный Алтай на базе Института лазерной физики "Кайтанак" для изучения взаимодействия ветровых акустических колебаний с измерительным лазерным лучом на базе протяженностью 1860 м. Поставлены сейсмоакустические эксперименты на трассе "Быстровка – Ключи" с использованием 40-тонного сейсмического вибратора, мобильных

компьютеризированных систем регистрации "Байкал" по изучению условий распространения сейсмических и акустических волновых полей от вибратора ЦВ-40.

Публикации

Центральные издания

1. Татьков Г. И., Тубанов Ц. А., Базаров А. Д., Толочко В. В., Ковалевский В. В., Брагинская Л. П., Григорюк А. П. Вибросейсмические исследования литосферы Байкальской рифтовой зоны и сопредельных территорий // *Отеч. геол.* 2013. № 3. С. 16–23. ISSN 0869-7175.

2. Караваев Д. А., Якименко А. А., Караваев Н. А. Численное моделирование на суперкомпьютерах в задачах вибросейсмического зондирования сложнопостроенных сред // *Пробл. информ.* 2013. № 3. С. 65–71.

3. Ковалевский В. В., Хайретдинов М. С. Экологическое прогнозирование с помощью сейсмических вибраторов // *Пробл. информ.* 2013. № 3. С. 42–53. ISSN 2073-0667.

4. Ковалевский В. В., Брагинская Л. П., Григорюк А. П. Информационно-аналитическая система для вибросейсмических исследований // *Там же.* С. 22–29.

5. Ковалевский В. В. О характеристиках подземной сейсмической группы в Приэльбрусье // *Вестн. НЯЦ РК* 2013. № 2. С. 18–23.

6. Хайретдинов М. С., Юркевич Н. В. Метод высокоточной временной синхронизации процессов управления в технологии морской нефтеразведки // *Автометрия.* 2013. Т. 49, № 3. С. 56–64.

7. Khairtdinov M. S., Yurkevich N. V. High-precision time synchronization of control processes in offshore oil exploration // *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing.* Springer: 2013. V. 49, iss. 3. P. 260–267.

8. Хайретдинов М. С., Юркевич Н. В. Технология высокоточной временной синхронизации для метода непрерывного сейсмического профилирования // *Науч. Вестн. НГТУ.* 2013. № 2 (51). С. 81–86.

9. Якименко А. А., Караваев Д. А. Численное моделирование распространения упругих волн в средах с подземными полостями на суперЭВМ // *Там же.* С. 99–104.

Материалы международных конференций

1. Khairtdinov M. S., Avrorov S. A., Voskoboinikova G. M., Sedukhina G. F. A geoinformation technology for assessment of the ecological risk of powerful technogenic and natural explosions // *Proc. of the 8th Intern. forum on strategic technology (IFOST-2013), Ulaanbaatar (Mongolia), June 28 – July 1, 2013.* С. 256–258.

2. Znak V. On statistical adaptation of the order filters for processing periodic signals using graphical interfeis // *Proc. of the 11th Intern. conf. "Pattern recognition and image analysis: new information technologies, (PRIA-11-2013)", Samara, 2013.* V. 2. P. 483–486.

3. Ефимов С. А. Экспериментальное исследование деформации земной поверхности методами пассивной сейсмологии // *Материалы Междунар. науч. конгр. "Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013", Новосибирск, 17–19 апр. 2013 г. Новосибирск: СГГА, 2013.* Т. 4. С. 101–105.

4. Ефимов С. А. Использование энергии карьерных взрывов для исследования структуры поверхности земли // *Там же.* Т. 1. С. 147–152.

5. Ефимов С. А. Способ повышения контрастности сейсмограмм // *Там же.* С. 87–92.

6. Губарев В. В., Хайретдинов М. С., Альсова О. К., Абалов Н. В., Якименко А. А. Нетрадиционные подходы к обработке сейсмических сигналов // *Труды 9-й Междунар. Азиат. шк.-семина. "Проблемы оптимизации сложных систем", Алма-Ата (Республика Казахстан), 15–25 авг. 2013 г. Алматы: Б. и., 2013.* С. 92–94.

7. Хайретдинов М. С. Вычислительные технологии в иерархических мониторинговых сетях // Труды 9-й Междунар. Азиат. шк.-семина. "Проблемы оптимизации сложных систем", Алма-Ата (Республика Казахстан), 15–25 авг. 2013 г. Алматы: Б. и., 2013. С. 330–335.

8. Якименко А. А. Реализация перестановочного теста на графических процессорах // Там же. С. 371–377.

Прочие издания

1. Ефимов С. А. Исследование сейсмического шума как фактора деформации земной поверхности // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. "Новые технологии в науке о Земле и горном деле", Новый Афон (Абхазия), 13–21 сентября 2013 г. С. 271–275.

2. Ковалевский В. В., Хайретдинов М. С., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф. Вибросейсмоакустическая технология экологоохранного прогнозирования // Тез. Всерос. конф. с междунар. участием "50 лет сейсмологического мониторинга Сибири", Новосибирск, 21–25 окт. 2013 г. Новосибирск: Полиграфика, 2013. С. 183–190.

3. Ковалевский В. В., Брагинская Л. П., Григорюк А. П. Информационная поддержка научных исследований в области активной сейсмологии // Труды 16-й Всерос. объединенной конф. "Интернет и современное общество" (IMS–2013), Санкт-Петербург, 9–11 октября 2013 г. СПб.: НИУ ИТМО, 2013. С. 218–221. ISBN 978-5-7577-0441-8.

4. Брагинская Л. П., Григорюк А. П. Управление данными экспериментов с использованием современных web-технологий // Там же. С. 210–213. ISBN 978-5-7577-0441-8.

5. Хайретдинов М. С., Ковалевский В. В., Губарев В. В. Информационно-вычислительная технология прогнозирования экологических рисков по комплексу сопряженных геофизических полей // Справ. Междунар. конф. "Математические и информационные технологии, MIT–2013" (10-я конф. "Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании"), Врнячка Баня (Сербия); 5–8 сент. 2013 г.; Будва (Черногория), 9–14 сент. 2013 г. Београд: Б. и., 2013. С. 98.

6. Ковалевский В. В., Глинский Б. М., Караваев Д. А., Хайретдинов М. С. Численное моделирование и экспериментальные исследования волновых полей при виброндировании вулканических структур // Там же. С. 103

7. Хайретдинов М. С. Вибросейсмоакустические колебания в проблеме экологоохранного прогнозирования // Тез. Междунар. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. Новосибирск: Сиб. науч. изд-во, 2013. С. 93.

8. Собисевич А. Л., Собисевич Л. Е., Ковалевский В. В., Глинский Б. М. К вопросу об аномальных магнитных возмущениях, генерируемых в очаговых зонах крупных сейсмических событий // Там же. С. 88.

9. Григорюк А. П., Брагинская Л. П. Информационная поддержка экспериментальных и теоретических работ по вибропросвечиванию Земли // Там же. С. 31.

Сдано в печать

1. Знак В. И. К статистической адаптации порядковых фильтров к обработке периодических и частотно-модулированных сигналов с привлечением графического интерфейса // Pattern Recogn. and Image Anal.s: Adv. in Math. Theory and Appl.

2. Якименко А. А., Гунбин К. В., Хайретдинов М. С. Поиск перепредставленных характеристик генов: опыт реализации перестановочного теста на GPU // Автометрия.

3. Губарев В. В., Ковалевский В. В., Хайретдинов М. С., Авроров С. А., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф., Якименко А. А. Экологоохранное прогнозирование по комплексу сопряженных геофизических полей // Автометрия.

Общее число публикаций

Центральные издания	– 9.
Материалы международных конференций	– 8.

Участие в конференциях и совещаниях

1. The 8th Intern. forum on strategic technol (IFOST 2013), Ulaanbaatar (Mongolia), June 28 – July 1, 2013. – 1 доклад (Хайретдинов М. С., Авроров С. А., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф.).

2. European Geosciences Union general assembly 2013, Vienna (Austria), Apr. 07–12, 2013. – 1 доклад (Хайретдинов М. С., Воскобойникова Г. М.).

3. Международная конференция "Математические и информационные технологии" (MIT–2013) (10-я конф. "Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании"), г. Врнячка Баня (Сербия), 5–8 сент. 2013 г.; г. Будва (Черногория), 9–14 сент. 2013 г. – 2 доклада (Ковалевский В. В., Глинский Б. М., Караваев Д. А., Хайретдинов М. С., Губарев В. В.).

4. Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексева, Новосибирск, 10–13 октября 2013 г. – 6 докладов (Ковалевский В. В., Хайретдинов М. С., Собисевич А. Л., Собисевич Л. Е., Глинский Б. М., Григорюк А. П., Брагинская Л. П., Тубанов Ц. А., Герман Е. И., Якименко А. А.).

5. 9-я Международная Азиатская школа-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем", Алматы (Республика Казахстан), 15–25 авг. 2013 г. – 3 доклада (Губарев В. В., Хайретдинов М. С., Альсова О. К., Абалов Н. В., Якименко А. А.).

6. 11th International conference "Pattern Recognition and Image Analysis: New Information Technologies", Samara, Sept. 23–28, 2013. – 1 доклад (Знак В. И.).

7. Международный научный конгресс "Интерэкспо ГЕО-Сибирь–2013", Новосибирск, 17–19 апреля 2013 г. – 3 доклада (Ефимов С. А.).

8. Международная научная конференция "Информационно-вычислительные технологии и математическое моделирование (ИВТ&ММ)", Кемерово, июнь 2013 г. – 1 доклад (Брагинская Л. П., Григорюк А. П.).

9. 5-я Международная молодежная научная школа-семинар "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексева, Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. – 1 доклад (Хайретдинов М. С.).

10. 14-я Всероссийская объединенная конференция "Интернет и современное общество" (IMS–2013), Санкт-Петербург, 9–11 окт. 2013 г. – 2 доклада (Ковалевский В. В., Брагинская Л. П., Григорюк А. П.).

11. Всероссийская научно-практическая конференция "Новые технологии в науке о Земле и горном деле", Новый Афон (Абхазия), 13–21 сент. 2013 г. – 1 доклад (Ковалевский В. В., Хайретдинов М. С., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф.).

12. 4-я Всероссийская научно-практическая конференция "Геодинамика и минерагения Северо-Восточной Азии", Улан-Удэ, 26–31 авг. 2013 г. – 4 доклад (Брагинская Л. П., Григорюк А. П., Ковалевский В. В., Авроров С. А.).

13. Всероссийская конференция с международным участием "50 лет сейсмологического мониторинга Сибири", Новосибирск, 21–25 окт. 2013 г. – 1 доклад (Ковалевский В. В., Хайретдинов М. С., Воскобойникова Г. М., Седухина Г. Ф.).

14. Международный конгресс "Проблемы и перспективы развития наукоемкого машиностроения", Международная науч.-практ. конференция "Нигматулинские чтения – 2013", Казань, 19–21 нояб. 2013 г. – 1 доклад (Бугаев А. С., Агафонов В. М., Хайретдинов М. С., Ковалевский В. В.).

15. "День суперкомпьютерных технологий: наука, образование, промышленность", Новосибирск, 22 мая 2013 г. – 1 доклад (Якименко А. А.).

16. Конференция молодых ученых ИВМиМГ, Новосибирск, 2013 г. – 1 доклад (Якименко А. А.).

Всего докладов 30.

Участие в выставках

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

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. Якименко А. А.	м.н.с.	
12. Борисов В. В.	ведущ. инженер	
13. Иванова И. Н.	ведущ. инженер	
14. Макаров В. А.	ведущ. инженер-электроник	
15. Брагинская Л. П.	ведущ. программист	

Авроров С. А., Караваев Д. А., Якименко А. А. – молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Хайретдинов М. С.	– зав. кафедрой СИТ, профессор НГТУ
Авроров С. А.	– доцент кафедры СИТ НГТУ
Воскобойникова Г. М.	– ассистент кафедры СИТ НГТУ

Руководство аспирантами

Якименко А. А.	– 3-й год, НГТУ, руководитель Хайретдинов М. С.
Юркевич Н. В.	– 3-й год, НГТУ, руководитель Хайретдинов М. С.
Антонов А. О.	– 1-й год, НГТУ, руководитель Хайретдинов М. С.

Руководство студентами

Иванов Н. А.	– 2-й курс магистратуры НГТУ, руководитель Хайретдинов М. С.
Караваев Н. А.	– 2-й курс магистратуры НГТУ, руководитель Караваев Д. А.
Трошин Н.А.	– 1-й курс магистратуры НГТУ, руководитель Хайретдинов М. С.
Белостоцкий И. К.	– 1-й курс магистратуры НГТУ, руководитель Хайретдинов М. С.
Молдахметова С.	– 1-й курс магистратуры НГТУ, руководитель Хайретдинов М. С.

Лаборатория обработки изображений

Зав. лабораторией д.т.н. Пяткин В. П.

Важнейшее достижение

Существенно повышена точность созданных ранее RTTOV-моделей измерений аппаратуры ИКФС-2 и МСУ-МР космических аппаратов "Метеор-М" № 2-1, 2-2.

К.т.н. Русин Е. В.

Существенно повышена точность разработанных ранее ускоренных моделей измерений аппаратуры перспективных космических аппаратов "Метеор-М" № 2-1 (планируемое время запуска – зима 2014 г.) и № 2-2. Разработанные в 2009–2012 гг. в лаборатории "ускоренные" радиационные модели следуют известной методологии RTTOV, основанной на "предсказании" интегральных оптических характеристик слоев атмосферы посредством представления вкладов отдельных оптически активных газов в полное поглощение слоя в виде линейных регрессионных зависимостей от характеристик атмосферы (температуры, газовых концентраций и их нелинейных функций). Отличие от "точных" (полинейных) моделей состоит в том, что последние основаны на многократном (с высоким спектральным разрешением во всей полосе чувствительности прибора) явном решении уравнения переноса излучения, что приводит к большим вычислительным затратам в случае приборов с "широкими" аппаратными функциями.

Необходимость оптимизации модели инфракрасного Фурье-спектрометра ИКФС-2 (2701 "узкий" спектральный канал, покрывающий полосу $660\text{--}2000\text{ см}^{-1}$) обусловлена неудовлетворительной точностью моделирования в пределах полосы прозрачности атмосферы $700\text{--}1000\text{ см}^{-1}$, важной для решения задач восстановления параметров системы "атмосфера – подстилающая поверхность". Ошибка моделирования в указанной области в несколько раз превышала инструментальный шум ИКФС-2. Задача была решена за счет отдельного учета вклада континуума водяного пара в поглощение излучения (ранее вклад континуума учитывался совместно с вкладом водяного пара).

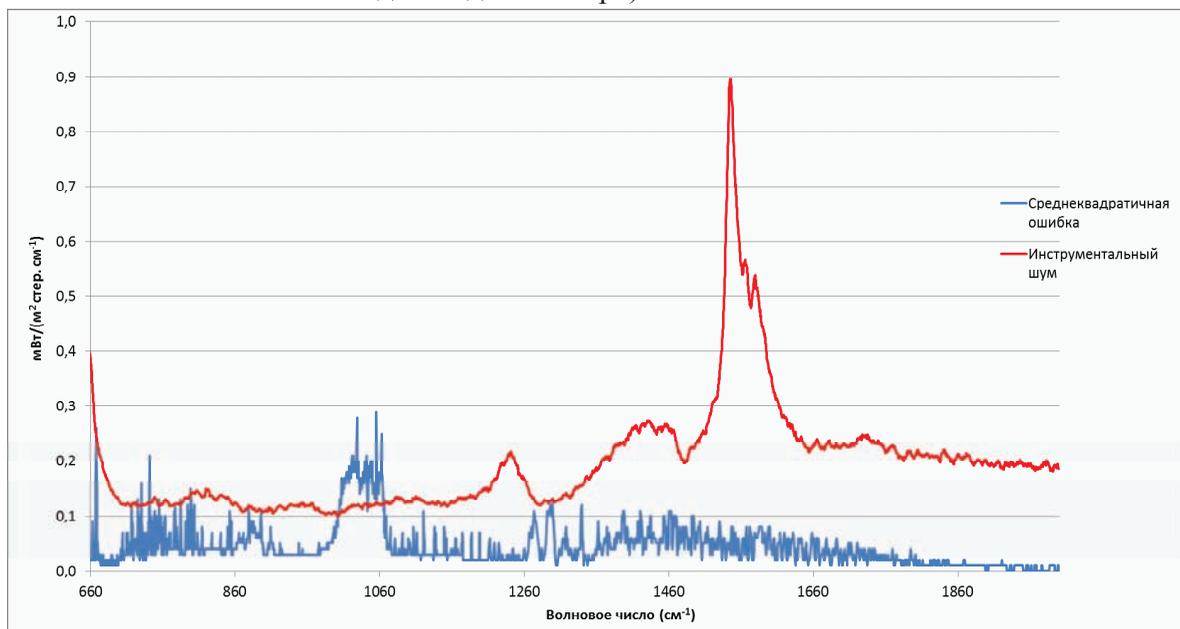


Рис. 1. Точность расчетов по разработанной "ускоренной" модели ИКФС-2 по отношению к расчетам по "точной" полинейной модели LBLRTM) в сравнении с аппаратным шумом прибора

Дополнительно выполнена оптимизация разработанной ранее ускоренной модели измерений в инфракрасных каналах аппаратуры МСУ-МР (два "широких" канала: № 10 (790–950 см⁻¹) и № 9 (856–1050 см⁻¹)), необходимость которой также обусловлена исходной неудовлетворительной точностью моделирования (среднеквадратичная ошибка яркостной температуры по отношению к расчетам по LBLRTM – 3,3 К и 0,8 К, соответственно). В процессе проведенных исследований выявлено, что причиной такой низкой точности являлось пренебрежение при построении модели существенной изменчивостью функции Планка в полосе чувствительности "широких" каналов МСУ-МР (допустимой для "узких" каналов ИКФС-2), а также высокая чувствительность кода библиотеки RTTOV к определению условного "центра" широкого канала. Учет изменчивости функции Планка с последующим подбором оптимальных центров каналов позволил уменьшить ошибку моделирования до 0,07 К (канал № 10) и 0,32 К (канал № 9).

Результаты исследований опубликованы в работе

Успенский А. Б., Рублев А. Н., Русин Е. В., Пяткин В. П. Быстрая радиационная модель для анализа данных гиперспектрального ИК-зондировщика спутников серии "Метеор-М" // Исследование Земли из космоса. 2013. № 6. С. 16–24.

Результаты исследований докладывались на Всероссийской конференции с международным участием "Применение космических технологий для развития арктических регионов" КТАР 2013, Архангельск, 17–19 сентября 2013 г.

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2013 г. в соответствии с темой плана НИР института

Проект НИР 1.3.1.1. "Математическое моделирование, разработка новых численных методов, алгоритмов и программ для задач активной сейсмологии и дистанционного зондирования".

Номер государственной регистрации НИР 01201370226.

Руководители: д.т.н. В. В. Ковалевский, д.т.н. В. П. Пяткин.

Блок 2 "Математическое моделирование, исследование и разработка новых численных методов, алгоритмов и программ обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) на основе современных аппаратно-программных платформ с использованием распределенных и параллельных вычислений. Разработка распределенных высокопроизводительных технологий решения задач моделирования, обработки и интерпретации данных ДЗЗ с использованием удаленных многопроцессорных ЭВМ различной архитектуры. Исследование, обоснование и реализация параллельных версий алгоритмов обработки данных ДЗЗ. Алгоритмы решения конкретных прикладных задач дистанционного зондирования. Разработка многоагентной базы данных мониторинга природных явлений. Представление результатов проекта для экспертной проверки на лабораторном Web-сервере".

Руководитель – д.т.н. В. П. Пяткин.

Этап 2013 г. Разработка и исследование подходов к созданию библиотек моделирования и обработки данных ДЗЗ на гибридных высокопроизводительных кластерах, оснащенных GPU. Разработка алгоритма нечеткой кластеризации данных ДЗЗ методом С-средних с регуляризацией. Использование дополнительно снятых проекционных данных на грязевом вулкане, дающих линии просвечивания, которые создают более плотную сетку точек наблюдения и сетку восстанавливаемой структуры. Создание алгоритмов и программ для вычисления

массива критических значений нового непараметрического критерия по заданному уровню значимости и объемов выборок. Разработка иерархического гистограммного алгоритма кластеризации текстурных данных ДЗЗ с автоматическим устранением узких кластеров на границах текстур. Разработка параллельных алгоритмов геометрической кластеризации для анализа двумерной гистограммы на основе ее представления в виде рельефа в трехмерном пространстве. Разработка логических схем обработки сложных событий мониторинга природных явлений программными агентами.

Предложены следующие принципы построения библиотеки моделирования и обработки данных ДЗЗ на гибридных высокопроизводительных кластерах, оснащенных GPU, SSCC-HybridIPL:

1. Максимальное сокращение использования параллелизма и GPU от пользователей библиотеки. Интерфейс библиотеки должен быть спроектирован так, чтобы использующая ее параллельная программа выглядела как обычная "последовательная" программа.

2. Алгоритмы обработки изображений можно разделить на несколько крупных групп в зависимости от особенностей их программной реализации. При этом в программных кодах, реализующих различные алгоритмы, относящиеся к одной группе, присутствует существенная повторяющаяся часть. Большая часть алгоритмов обработки изображений обладает естественным параллелизмом, а число способов распараллеливания вычислений крайне ограничено. Разрабатываемая библиотека должна иметь компактное ядро, обеспечивающее выполнение общих (для алгоритмов одной группы) операций, для того чтобы избежать дублирования программного кода, реализующего параллельные алгоритмы. Это ядро состоит из небольшого числа обобщенных функций, реализующих общий для данной группы операций код. Конкретный алгоритм реализуется "пользовательской" функцией, вызываемой обобщенной функцией и выполняющей, например, вычисление значения одного пикселя результата. Важным следствием такого решения является расширяемость библиотеки добавлением к ней "пользовательских" функций. Пользователю при этом не придется иметь дело с моделями параллелизма, необходимо будет реализовать операцию в терминах обработки изображений.

3. Создаваемый программный код должен минимизировать накладные расходы, неизбежные при росте уровня абстракции модели вычислений, в частности, при переходе от полной реализации каждого алгоритма в терминах всего изображения с учетом его параллельного представления к обобщенным операциям, реализованным однократно в ядре библиотеки и параметризуемым пользовательским кодом (см. предыдущий пункт).

4. В качестве средств реализации необходимо использовать C++, MPI и NVIDIA CUDA Toolkit. Это обеспечит возможность низкоуровневых оптимизаций кода, его переносимость, а также возможность обобщения операций с помощью механизмов наследования, шаблонов и макроподстановок.

Преобразования изображений будут реализованы в библиотеке SSCC-HybridIPL как обобщенные операции. Для применения к изображению конкретного преобразования соответствующую обобщенную операцию необходимо будет параметризовать конкретным алгоритмом. Обобщение операций планируется выполнить посредством механизма шаблонов (templates) C++ для "крупномасштабного" распараллеливания на уровне MPI и макроподстановок (macros) препроцессора C++ для "мелкозернистого" распараллеливания на уровне CUDA, что позволит перенести накладные расходы, связанные с повышением уровня абстракции модели вычислений, на время компиляции программы пользователя, а не на время ее выполнения.

В программный комплекс обработки аэрокосмических изображений *PlanetaMonitoring* добавлен новый программный модуль, реализующий алгоритм нечеткой кластеризации с регуляризацией, так называемый алгоритм Possibilistic C-means (PCM). Принципиальное отличие алгоритма PCM от обычного алгоритма нечеткой кластеризации (Fuzzy C-means (FCM)) состоит в снятии ограничения на элементы матрицы принадлежности вектора признаков кластерам: в алгоритме FCM для каждого вектора признаков сумма элементов матрицы принадлежности по всем кластерам должна равняться единице (вероятностное (probabilistic) свойство алгоритма FCM). Таким образом, в алгоритме FCM членство вектора в кластере зависит от членства этого вектора во всех других кластерах, в то время как в алгоритме PCM значение членства вектора в кластере является "абсолютным", не зависящим от значений членства этого вектора в других кластерах. В результате алгоритм PCM более устойчив к шумам, чем FCM, и строит кластеры с прототипами вблизи мод. Включение алгоритма PCM в состав системы кластерного анализа программного комплекса *PlanetaMonitoring* позволяет построить карту классификации, более полно соответствующую истинным тематическим классам в наборе данных.

Геометрия сбора геофизических данных вибропросвечивания вулкана Карабетова сопка позволяет моделировать задачу восстановления скоростных профилей приповерхностных объемов в виде преобразования Радона в полосу, на одной стороне которой находятся источники, на другой – приемники. Однако небольшое количество отсчетов данных профиля № 1 (185 от пяти источников по 37 детекторов каждый) не позволяет применять аналитические методы обращения преобразования Радона и требует алгебраических подходов. В рамках работ отчетного года дополнительно использованы проекционные данные с пяти источников на профиле № 2, находящихся непосредственно в районе вулкана (сигнал регистрировался в тех же 37 приемниках), что увеличило число отсчетов до 370. Реконструкция выполнялась в два этапа:

1. Сначала применялся метод конечных характеристических элементов, с помощью которого искомая функция двух переменных представляется в виде конечной суперпозиции по характеристическим функциям носителей областей (узких полос) распространения вибросигнала. Коэффициенты разложения вычисляются из алгебраической системы, причем матрица системы представляет собой матрицу Грама размером 370×370 , а правая часть – времена пробега сигнала от виброисточника до приемника размером 370 элементов. Реконструкция дает изображение с визуально определяемыми близкими к кольцевым структурами вулкана и легко определяемыми центром и границами.

2. На втором шаге применен параметрический подход, в котором структура вулкана задается суперпозицией радиально симметричных базисных функций различной гладкости и известным центром. Радиальная симметричность базисов позволяет снизить размерность задачи и применить методы оптимизации при количественном определении вклада каждой базисной функции в структуру объекта. Варьирование положения центра вулкана, его эффективного размера (радиуса кругового носителя) и числа радиальных базисных функций дает искомую структуру, для которой достигается наилучшее согласование с функционалом соответствия данным и условиями гладкости решения.

Расширенная система данных дает более гладкое восстановление, подтверждая полученные ранее близкие к кольцевым неоднородности приповерхностных структур вулкана.

Исследовалась проблема отыскания оптимальных (или близких к ним) критических значений статистик предложенного ранее нового непараметрического статистического критерия для задачи проверки основной гипотезы об однородности двух (трех) совокупностей

наблюдений. Предполагается, что при альтернативной гипотезе элементы одной выборки имеют тенденцию быть больше элементов другой (двух других) выборки. Если распределения вероятностей значений случайных величин в выборках при каждой из гипотез неизвестны наблюдателю (типичный случай на практике), гипотезы получаются сложными, для их проверки наблюдатель вынужден обращаться к непараметрическим критериям. При этом для отыскания подходящих критических значений в математической статистике нередко применяют концепцию "близких альтернатив", т. е. альтернативных гипотез, близких в некотором смысле к проверяемой гипотезе, с надеждой, что полученные в результате характеристики критерия будут также хороши и для "далеких" альтернатив. Если "близкая" альтернативная гипотеза зависит от единственного параметра, принимающего значения на вещественной прямой, и при нулевом значении этого параметра совпадает с проверяемой гипотезой, проблему можно в известном смысле редуцировать к задаче с двумя простыми гипотезами, оптимальное решение которой может быть получено с помощью известной леммы Неймана – Пирсона. В настоящем исследовании за эталон для сравнения был взят широко применяемый для проверки гипотезы однородности двух выборок знаменитый непараметрический критерий Вилкоксона. Получение точных выражений для мощности критериев с целью сравнения требует отыскания возникающих при этом интегралов в явном виде и поэтому удастся лишь при некоторых (специальных) альтернативных распределениях. Чтобы в большем числе случаев застраховаться от нежелательных ошибочных решений при проверке гипотезы однородности с помощью разрабатываемого нового критерия, в качестве "близкого" альтернативного распределения было взято распределение, наиболее благоприятное для критерия Вилкоксона, при котором он является локально (для достаточно малых значений параметра) наиболее мощным среди всех так называемых ранговых статистических критериев. Было получено распределение статистик нового критерия при выбранной "близкой" альтернативной гипотезе, что дало возможность с помощью леммы Неймана – Пирсона получить оптимальные при этой гипотезе критические значения нового критерия для различных фиксированных значений параметра распределения альтернативы. Затем для сравнения критериев были подсчитаны их мощности. В результате было получено числовое доказательство следующего утверждения: применение леммы Неймана – Пирсона при значениях параметра выбранного "близкого" альтернативного распределения меньших, чем некоторое граничное значение, зависящее от объема выборок и уровня значимости критерия Вилкоксона, дает критические значения для нового критерия, при которых он эквивалентен двухвыборочному критерию Вилкоксона; применение леммы Неймана – Пирсона при значениях параметра альтернативного распределения больших, чем упомянутое граничное, приводит к критическим значениям нового критерия, при которых он является уже более мощным для своего уровня значимости, чем критерий Вилкоксона. Преимущество нового критерия по мощности с полученными таким образом критическими значениями заметно, например, и в случаях с экспоненциальными и равномерными распределениями. Поэтому предложенный подход к проблеме отыскания критических значений для нового критерия, основанный на концепции "близкой альтернативы", можно считать вполне оправданным.

Также была исследована избирательность критериев: нового, Вилкоксона и Уитни. Избирательность определяется вероятностью ложного обнаружения важного для наблюдателя сравнительно узкого протяженного объекта, когда в поле зрения попадает не этот объект, а контур другого сравнительно широкого и не представляющего интереса для наблюдателя (мешающего) объекта, в случае зашумленного изображения и (или) нечетких объектов. Задача состояла в том, чтобы по трем выборкам распознать тот случай, где присутствует именно важный объект, т. е. требуется указать статистический критерий, который приво-

дил бы к такому результату с максимальной вероятностью и в то же время был, насколько возможно, слабо чувствительным к ситуации с мешающим объектом. Наличие последнего требования противоположного характера делает эту задачу довольно сложной, однако из двух критериев приближенно одной и той же мощности всегда можно выбрать тот, у которого вероятность ложного обнаружения при присутствии мешающего объекта меньше. В рамках отчетного периода были получены формулы вероятностей ложного обнаружения для каждого из трех критериев.

Разработана модификация предложенного ранее дивизимного гистограммного иерархического алгоритма с поиском кластеров не выше заданной отделимости для текстур полутонового изображения, описываемых статистическими признаками. Целью данной модификации была ликвидация "ложных" кластеров, образующихся на границах участков с различными текстурами (толщина сегментов этих кластеров уже размера окна сбора текстурных признаков). Ранее в лаборатории было предложено решение этой задачи для простого (не иерархического) гистограммного алгоритма кластеризации текстур: давался критерий индикации ложного кластера по контексту изображения и описывался способ поиска истинного кластера для присоединения к нему ложного с учетом контекста изображения и делимости кластеров в пространстве признаков. Кроме того, была предложена процедура объединения последовательности ложных кластеров, позволяющая установить границу между полученными объединенными кластерами в области наиболее низкой плотности рассматриваемой части пространства признаков. В новом (иерархическом) алгоритме для задачи поиска истинных кластеров к присоединению ложных ряд процедур был модифицирован, так как иерархический подход предполагает для каждого полученного кластера свой размер ячейки квантования векторного пространства признаков, а не один общий для всех кластеров. Следует заметить, что обычно ложные кластеры плохо разделены в пространстве признаков, и применение иерархического подхода с дифференцированным выбором детальности кластеризации в зависимости от делимости позволяет существенно уменьшить количество ложных кластеров. В проведенных экспериментах с полутоновыми аэроснимками леса (текстурные признаки – параметры модели изображения SAR) иерархический алгоритм обеспечил выделение 48 кластеров, относящихся к лесу, 32 из которых – ложные, которые были присоединены разработанной процедурой к 16 основным. Полученная карта кластеров оказалась близка к карто-схеме, полученной лесоводами с использованием наземной таксации, при этом были отделены наиболее схожие по текстуре кедровые и сосновые насаждения. Прямой (не иерархический) алгоритм для аналогичной максимальной детальности давал две тысячи кластеров, при этом все они являлись ложными (для дальнейшего укрупнения сто кластеров с наименее узкими сегментами пришлось объявить основными).

На примере кластеризации пятиспектральных данных спутника NOAA для участка поверхности Земли (Казахстан, Сибирь в марте – апреле) с помощью дивизимного иерархического гистограммного кластерного алгоритма показано, что существует предел отделимости кластеров d для всех областей, который невозможно превзойти при любой детальности кластеризации n (т. е. числа уровней квантования пространства признаков). Это значит, что, увеличивая детальность кластеризации до некоторого значения, можно достичь заданной отделимости полученных кластеров, но затем детальность и число кластеров будут расти, однако их делимость не улучшится. Значение предельной детальности различно для различных областей данных, соответствующих различным природным объектам поверхности Земли. Например, для снимка от 7.04.2003 получено, что кластеры облаков разделены хуже всего ($d > 0,03$ при $n = 50$), а оттаявшей поверхности Земли – лучше всего ($d > 0,015$ при

$n = 110$); но при $d = 0,01$ все кластеры имеют отделимость выше этой (для любой детальности); если задать предельную отделимость кластеров $d = 0,04$, то алгоритм найдет для всех областей свою предельную детальность.

В рамках развития масштабируемой модели рельефа разработаны алгоритмы визуализации четырехмерных объектов посредством их проецирования в трехмерное пространство. Разработка данных алгоритмов обусловлена стремлением восстановить картографическую наглядность "четырёхмерного рельефа", возникающего в процессе "геометрической" кластеризации в четырехмерном пространстве, которая приводит к картографическим "матрешечным" структурам, отображаемым в трехмерном пространстве и создающим "трехмерную карту" для четырехмерного масштабируемого рельефа. Осознание возможности картографического представления свойств объектов позволило поставить задачу визуализации четырехмерных геометрических примитивов (точек, линий, треугольников, квадратов и проч.) путем проецирования в трехмерное пространство. В случае согласованной раскраски внутренних и внешних граней простых четырехмерных объектов (пентаэдр, четырехмерный куб и проч.), их трехмерные изображения позволяют сформировать в сознании наблюдателя временные последовательности изображений. При данном подходе к четырехмерной визуализации считается, что позиция наблюдателя находится на четырехмерной сфере, охватывающей визуализируемый объект, и непрерывное перемещение может управляться согласованным изменением параметров четырех направляющих косинусов вектора, соответствующего точке положения наблюдателя.

Лабораторный сервер перенесен на платформу Windows Server 2012, являющуюся трехкомпонентной облачной ОС, включающей общедоступную (Windows Azure), частную (Windows Server) и локальную (локально размещенный Windows Server) части.

Результаты работ по грантам РФФИ

Проект РФФИ № 13-07-00068 "Исследование и разработка алгоритмического и программного обеспечения обработки данных дистанционного зондирования Земли на основе современных аппаратно-программных платформ с использованием распределенных, параллельных и облачных вычислений".

Руководитель проекта – д.т.н., проф. Пяткин В. П.

Разработаны логические схемы обработки программными агентами сложных событий мониторинга природных явлений. Разработаны быстрые модели измерений аппаратуры перспективного ИСЗ "Метеор-М" № 2. Создана параллельная версия алгоритма нечеткой кластеризации с регуляризацией данных ДЗЗ. Реализовано прямое и обратное конусное преобразование Радона с послойной сверткой для задачи моделирования комптоновского рассеяния в эмиссионной томографии. Для выборок небольшого объема получена таблица массивов критических значений нового более мощного непараметрического статистического критерия для задачи надежного обнаружения на единичном зашумленном изображении важных объектов заданной формы. Разработаны параллельные алгоритмы геометрической кластеризации методом анализа двумерной гистограммы на основе ее представления в виде рельефа в трехмерном пространстве. Предложены методы автоматизации определения размера окна для сбора текстурных статистик данных ДЗЗ на основе оценки разделимости кластеров, полученных гистограммными кластерными алгоритмами. Поддерживался Web-сайт проекта по адресу <http://loi.sccc.ru/lab/RFFI2013/RU/main13.htm>. Представлен промежуточный отчет по этапу 2013 г.

Госконтракты

ФЦП "Федеральная космическая программа России на 2006-2015 годы". Проект в рамках договора с Научно-исследовательский центром "Планета" (Москва) по теме "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., проф. Пяткин В. П.

За счет отдельного учета влияния континуума водяного пара в поглощение излучения существенно повышена точность созданной ранее RTTOV-модели измерений аппаратуры ИКФС-2 КА "Метеор-М" №№ 2-1, 2-2. За счет учета изменчивости функции Планка в широких каналах и оптимизации центров каналов существенно повышена точность созданной ранее RTTOV-модели измерений аппаратуры МСУ-МР КА "Метеор-М" №№ 2-1, 2-2. Исследованы вопросы зависимости точности RTTOV-моделей от сетки задания атмосферных данных. За счет распараллеливания вычислений с помощью OpenMP повышено быстродействие разработанных моделей измерений.

Публикации

Центральные издания

1. Асмус В. В., Бучнев А. А., Кровотынцев В. А., Пяткин В. П., Салов Г. И. Planetamonitoring: программный комплекс обработки спутниковых данных // Пробл. информ. 2013. № 3. С. 85–99.

2. Успенский А. Б., Рублев А. Н., Русин Е. В., Пяткин В. П. Быстрая радиационная модель для анализа данных гиперспектрального ИК-зондировщика спутников серии "Метеор-М" // Исслед. Земли из космоса. 2013. № 6. С. 16–24.

Зарубежные издания

1. Buchnev A. A., Pyatkin V. P., Rusin E. V. Software technologies for processing of Earth remote sensing data // Pattern Recognition and Image Analysis. 2013. V. 23. № 4. P. 474–480.

2. Hutton B. F., Thomas B. A., Erlandsson K., Bousse A., Reilhac-Laborde A., Kazantsev D., Pedemonte S, Vunckx K., Arridge S. R., Ourselin S. What approach to brain partial volume correction is best for PET/MRI? // Nucl. Instrum. and Meth. in Phys. Res. Sec. Accelerators, Spectrometers, Detectors and Assoc. Equip. 2013. V. 702. P. 290–303.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Бучнев А. А., Пяткин В. П., Салов Г. И. Выделение кольцевых структур на космических снимках // Труды IX Междунар. науч. конгр. "ГЕО-Сибирь-2013", Новосибирск, 15–26 апр. 2013 г. Пленарные доклады. С. 3-9.

2. Асмус В. В., Бучнев А. А., Пяткин В. П. Кластеризация данных в программном комплексе Planetamonitoring // Труды IX Международного научного конгресса и выставки "ИНТЕРЭКСПО ГЕО-Сибирь-2013", Новосибирск, 15–26 апр. 2013 г. Т. 1 "Дистанционные методы зондирования земли и фотограмметрии, мониторинг окружающей среды, геоэкология". С. 195–200.

3. Пяткин В. П., Рублев А. Н., Русин Е. В., Успенский А. Б. Быстрая радиационная модель для анализа данных спутниковых ИК-зондировщиков высокого спектрального разрешения // Там же. С. 190–194.

4. Казанцев И. Г., Пяткин В. П. Использование преобразования Радона в полосе для реконструкции структуры грязевого вулкана // Там же. С. 187–189.

5. Сидорова В. С. Исследование разделимости кластеров, полученных с использованием гистограммного алгоритма Нарендры // Труды IX Международного научного конгресса и выставки "ИНТЕРЭКСПО ГЕО-Сибирь-2013", Новосибирск, 15–26 апр. 2013 г. Т. 1 "Дистанционные методы зондирования земли и фотограмметрии, мониторинг окружающей среды, геоэкология". С. 176–181.
6. Ким П. А. Квазигиперболы в алгоритмах генерации ММР // Там же. С. 172–175.
7. Ким П. А., Федоровых О. П. О методе естественной кластеризации в задачах оптимизации межбюджетных трансфертов // Там же. С. 168–171.
8. Калантаев П. А. Облачная многоагентная база данных исследования окружающей среды // Там же. С. 209–212.
9. Амелин И. И., Бучнев А. А., Пяткин Ф. В., Пяткин В. П., Салов Г. И. Выделение импактных кратеров по данным дистанционного зондирования земли // Труды XLI Междунар. конф. "Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе" (IT+SE-2013), Ялта – Гурзуф (Украина), 25 мая – 4 июня 2013 г. Прил. к журн. "Вестн. Моск. ун-та им. С. Ю. Витте". Сер. 1: Экономика и управление. С. 89–91.
10. Buchnev A. A., Pyatkin V. P. Software technology of impact craters detection on space images // Proc. of the 11th Intern. conf. "Pattern recognition and image analysis: new information technologies" (PRIA-11-2013), Samara, Sept. 23–28, 2013. V. 1. P. 13–17.
11. Kim P., Kalantaev P., Pyatkin V. The cloud of multi-agent platform of database natural resource // Ibid. V. 2. P. 421–422.
12. Kazantsev I. G., Salov G. I., Kabanikhin S. I., Koptuyug I. V., Moshkin M. P., Akulov A. E., Romashchenko A. V. Segmentation of NMR images using block detection in modified distance matrix // Ibid. P. 587–589.
13. Kim P., Kalantaev P. Four-dimensional visualization // Ibid. P. 604–606.
14. Pyatkin V., Rublev A., Rusin E., Uspensky A. Fast radiative transfer model for satellite-based hyper spectral infrared sounders // Ibid. P. 706–708.
15. Sidorova V. S. Segmentation of image textures using well separated clusters // Ibid. P. 731–734.
16. Vlasova Yu. V., Kukharsky A. V., Rublev A. N., Rusin E. V., Uspensky A. B. Intercalibration of Russian Satellite Instruments and IR Sounder IASI // Proc. of the Intern. symp. "Atmospheric Radiation and Dynamics" (ISARD-2013), June 24–27, 2013, Saint-Petersburg – Petrodvorets. P. 27–28.
17. Kazantsev D., Lionheart W. R. B., Withers P. J., Lee P. D. GPU accelerated 4D-CT reconstruction using higher order PDE regularization in spatial and temporal domains // Proc. of the 13th Intern. conf. on comput. and math. methods in sci. and engineering (CMMSE), Spain, June 24–27, 2013. P. 315–318.
18. Kazantsev D., Ourselin S., Hutton B. F., Lionheart W. R. B., Arridge S. R. A novel method of embedding additional information into tensor diffusion filtering as an application for the multi-modal tomographic reconstruction // Proc. of the Intern. conf. on fully three-dimen. image reconstruc. in radiology and nuc. med. USA, June 16–21, 2013. P. 312–315.

Патенты

1. Сидорова В. С. Гистограммный кластерный алгоритм поиска кластеров с отделимостью ниже заданной / Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН PR12024 от 19.12.2012. (Ранее в отчет не включался)

2. Сидорова В. С. Вычисление текстурных признаков изображения, основанных на модели SAR / Свидетельство о регистрации в Фонде алгоритмов и программ СО РАН PR12025 от 19.12.2012. (Ранее в отчет не включался).

Сдано в печать

1. Kazantsev I.G., Schmidt S. A spherical x-ray transform and hypercube sections // J. of Inverse and Ill-posed Problems.

2. Сидорова В. С. Выявление кластеров заданной отделимости многоспектральных данных на разных иерархических уровнях // Pattern Recognition and Image Analysis.

3. Салов Г. И. О мощностях одного нового статистического критерия и двухвыборочного критерия Вилкоксона // Автометрия.

Прочие издания

1. Асмус В. В., Кровотынцев В. А., Бучнев А. А., Пяткин В. П., Салов Г. И. Программный комплекс распознавания природных объектов по многоспектральным спутниковым изображениям и его использование при решении задач в интересах северных регионов // Тез. докл. Всероссийской конференции с международным участием "Применение космических технологий для развития арктических регионов" КТАР 2013, Архангельск, 17–19 сент. 2013 г. С. 23–25.

2. Пяткин В. П., Русин Е. В., Рублев А. Н., Успенский А. Б. Быстрая модель измерений ИК-зондировщика ИКФС-2 // Там же. С. 77–78.

3. Асмус В. В., Кровотынцев В. А., Бучнев А. А., Пяткин В. П., Салов Г. И. Программный комплекс обработки многоспектральных спутниковых изображений "Planetamonitoring" // Тез. докл. Междунар. науч. конф., посвящ. 85-летию со дня рождения А. С. Алексеева, Новосибирск, Академгородок, 10–13 октября 2013 г. С. 15.

4. Казанцев И. Г. Преобразования Радона с послойной сверткой // Там же. С. 42.

5. Сидорова В. С. Параметры стохастической модели двумерного поля SAR для сегментации текстур // Там же. С. 85.

6. Ким П. А. Четырехмерная камера-обскура (технологический проект) // Сб. трудов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием "Образование. Технология. Сервис", посвящ. 30-летию факультета технологии и предпринимательства НГПУ, Новосибирск, 16–19 апр. 2013 г. Ч. 1. С. 17–20.

Общее число публикаций

Центральные издания	– 2
Зарубежные издания	– 2
Материалы международных конференций	– 18
Патенты ФАП	– 2

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 2013 г. – 1 доклад (Пяткин В. П.).

2. Международный научный конгресс "ГЕО-Сибирь-2013", Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г. – 8 докладов (Пяткин В. П. (пленарный), Бучнев А. А., Казанцев И. Г., Калантаев П. А., Ким П. А. (2 доклада), Русин Е. В., Сидорова В. С.).

3. The 11th International conference "Pattern recognition and image analysis: new information technologies" (PRIA-11-2013), Samara, Sept. 23–28, 2013. – 6 докладов (Бучнев А. А. (плeнарный), Казанцев И. Г., Калантаев П. А., Ким П. А., Русин Е. В., Сидорова В. С.).

4. Международная научная конференция, посвящ. 85-летию со дня рождения А. С. Алексева, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. – 3 доклада (Пяткин В. П. (плeнарный), Казанцев И. Г., Сидорова В. С.).

5. Всероссийская конференция с международным участием "Применение космических технологий для развития арктических регионов" (КТАР 2013), Архангельск, 17–19 сент. 2013 г. – 2 доклада (Пяткин В. П., Русин Е. В.).

6. International symposium "Atmospheric Radiation and Dynamics" (ISARD-2013), Saint-Petersburg – Petrodvorets, June 24–27, 2013, – 1 доклад (Русин Е. В.).

7. International COSPAR Symposium "Cosmic magnetic fields: legacy of A.B. Severny", Sept. 2–6, 2013, Nauchny. – 1 доклад (Бучнев А. А.).

8. Всероссийская астрономическая конференция "Многоликая Вселенная", Санкт-Петербург, 23–27 сент. 2013 г. – 1 доклад (Бучнев А. А.).

9. 13th International conference on computational and mathematical methods in science and engineering (CMMSE), June 24–27, 2013, Spain. – 1 доклад (Казанцев Д. И.).

10. Fully three-dimensional image reconstruction in radiology and nuclear medicine, USA, June 16–21, 2013. – 1 доклад (Казанцев Д. И.).

Всего докладов 25, в том числе плeнарных – 3.

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

1. Пяткин В. П.:

– руководитель секции Международного конгресса "ГЕО-Сибирь-2013";

– член программного комитета Всероссийской конференции с международным участием "Применение космических технологий для развития арктических регионов". (КТАР 2013);

– член программного комитета Международной конференции "Pattern Recognition and Image Analysis" (PRIA -11-2013);

– член программного комитета Международной конференции "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексева;

– руководитель секции Международной конференции "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексева;

2. Русин Е. В. – секретарь секции Международного конгресса "ГЕО-Сибирь-2013".

3. Казанцев И. Г. – секретарь секции Международной конференции "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексева;

– руководитель секции 5-й Международной молодежной научной школы-конференции "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексева.

Международные научные связи

1. Казанцев Д. И., к.ф.-м.н., н.с. – научная работа в Компьютерном центре обработки медицинских изображений университетского Колледжа Лондона, сент. 2012 г. – дек. 2013 г.

2. Пяткин В. П., д.т.н., зав. лаб. – участие в Международной конференции "Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе IT+SE'2013", Ялта-Гурзуф, 25 мая – 4 июня 2013.

3. Казанцев И. Г., к.ф.-м.н., с.н.с. – командировка в Данию, Датский технический университет, минисимпозиум по вычислительной томографии, 12–24 авг. 2013 г.

Кадровый состав лаборатории

- | | | |
|----------------------------------|------------|-----------|
| 1. Пяткин Валерий Павлович | зав. лаб., | д.т.н. |
| 2. Бучнев Алексей Александрович | с.н.с., | к.т.н. |
| 3. Казанцев Иван Гаврилович | с.н.с., | к.ф.-м.н. |
| 4. Ким Павел Алексеевич | с.н.с., | к.ф.-м.н. |
| 5. Салов Геннадий Иосифович | с.н.с., | к.т.н. |
| 6. Русин Евгений Владимирович | с.н.с., | к.т.н. |
| 7. Сидорова Валерия Сергеевна | н.с. | |
| 8. Калашникова Елена Геннадьевна | инженер | |
| 9. Карогодина Татьяна Ивановна | инженер | |
| 10. Сидоренко Марина Алексеевна | инженер | |
- Русин Е. В. – молодой научный сотрудник.

Педагогическая деятельность

Пяткин В. П. – профессор СГГА

Ким П. А. – доцент НГПУ

Руководство аспирантами и студентами

Соколов А. М. – 1-й год, ИВМиМГ СО РАН, руководитель Ким П. А.

Лаборатория системного моделирования

Зав. лаб. к.т.н. Забияко Г. И.

Отчет по этапам НИР, завершённым в 2013 г. в соответствии с планом НИР института

Проект I.3.1.4. "Развитие теории и разработка математических моделей и методов мониторинга, анализа и оптимизации инфокоммуникационных систем".

Номер государственной регистрации НИР 01201370228.

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.

Разработан и реализован алгоритм многовариантного эволюционного синтеза моделей, объединяющий преимущества генетических алгоритмов и генетического программирования, основанный на последовательной операторной структуре хромосомы, темплейтах (шаблонах, скелетонах) алгоритмов и заданном множестве пар входных-выходных данных. Исследовано влияние множества вариантов оценок хромосомы и степени специализации темплейта на характеристики алгоритма поиска при эволюционном синтезе. Получены оценки трудоемкости данного алгоритма, проведено сравнение со стандартным методом эволюционного синтеза и показано значительное (в несколько раз) сокращение времени поиска при использовании многовариантного эволюционного алгоритма синтеза (к.т.н. Монахов О. Г.)

Для задачи оптимизации и построения структур сетей связи систем информатики получены новые улучшенные нижние оценки достижимого числа вершин (узлов) циркулянтных сетей размерности четыре при любых диаметрах и построены новые семейства циркулянтов, достигающих найденные оценки. Получено множество новых аналитических описаний для графов найденных семейств. Найденны новые улучшенные нижние оценки максимально достижимого числа вершин циркулянтных сетей диаметра два для любых степеней. Впервые построены бесконечные семейства циркулянтов диаметра два, достигающих найденные оценки (к.т.н. Монахова Э. А.).

Проведен обзор существующих и перспективных топологий высокопроизводительных кластерных систем, использующих тороидальные и циркулянтные структуры сетей связи размерностей больших двух, проведен сравнительный анализ их структурных характеристик. Для структур сетей связи суперкомпьютеров с числом узлов более 10 000 теоретически и экспериментально доказано существенное преимущество оптимальных циркулянтных сетей размерностей три и четыре по таким структурным характеристикам, как диаметр, средний диаметр и ширина бисекции (ширина полосы пропускания) при соизмеримых затратах на оборудование узлов и линий связи системы (к.т.н. Монахов О. Г., к.т.н. Монахова Э. А.).

Рассмотрены способы формализации календарных задач управления проектами с перерывами и без перерывов работ с учетом ограничений на ресурсы. Разработана программа для ЭВМ построения целочисленных линейных моделей календарного планирования проектов. Программа сдана на регистрацию в Роспатент. Проведены численные эксперименты. Получены результаты численных экспериментов задач по минимизации длительности цикла с использованием известных пакетов решения оптимизационных задач (к.э.н. Ляхов О. А.).

Рассмотрены вопросы прокладки совмещенных инженерных коммуникаций по единым строительным конструкциям (коллекторам, трассам и т. д.) в условиях недостатка сво-

бодных территорий. Предложена новая методика оптимизации совмещенных инженерных коммуникаций на этапе проектирования, основанная на модели теории гиперсетей. Показана более высокая эффективность модели гиперсети в сравнении с известными методами теории графов, учитывающей взаимозависимость показателей земельного участка (аренда, налог и т. д.) и проектируемой коммуникации (монтаж, эксплуатация и т. д.) (к.т.н. Токтошов Г. Ы.).

Разработана новая версия пакета программ минимизации функций с учетом линейных ограничений. В зависимости от размерности и дифференциальных свойств целевых функций минимизацию в супербазисных подпространствах можно проводить по методу сопряженных градиентов с использованием квазиньютоновского алгоритма или субградиентного алгоритма (r -алгоритма). Цель разработки данной версии – улучшение численной устойчивости вычислительного процесса. Улучшение устойчивости достигается за счет применения метода перепостроения LU-разложения базисных матриц, основой которого являются решения задачи назначения для поиска трансверсали при условии максимизации произведения модулей ее элементов, а для сокращения заполненности представления матриц L , U используются процедуры пакета METIS.

Разработан оригинальный алгоритм решения задачи минимизации выпуклой квадратичной функции на шаре (т.т.н. Забияко Г. И., Котельников Е. А.).

Публикации

Центральные издания

1. Забияко Г. И., Котельников Е. А. Минимизация нелинейных функций при линейных ограничениях // СибЖВМ. 2013. Т. 16, № 3. С. 229–242.
2. Котельников Е. А. Об одном способе выбора шага в методе доверительной области // Пробл. информ. 2013. № 1. С. 16–26.
3. Ляхов О. А. Ресурсы в сетевом планировании сложных комплексов работ // Там же. С. 27–36.
4. Монахова Э. А. Новая достижимая нижняя оценка числа вершин в циркулянтных сетях размерности четыре // Дискр. анализ и исслед. операций. 2013. Т. 20, № 1. С. 37–44.
5. Монахов О. Г. Метод многовариантного эволюционного синтеза моделей на основе темплейтов // Наука и образование. 2013. № 3. С. 269–282.
6. Монахова Э. А. О построении циркулянтных сетей размерности четыре с максимальным числом вершин при любом диаметре // Прикл. дискр. матем. 2013. № 3. С. 76–85.
7. Монахова Э. А., Монахов О. Г. О некоторых характеристиках циркулянтных и тороидальных структур // Вестн. СибГУТИ. 2013. № 3. С. 63–69.
8. Монахова Э. А. О построении многомерных циркулянтных графов диаметра два // Изв. Том. политех. ун-та. Сер.: Матем. и механ. Физика. 2013. Т. 323, № 2. С. 25–28.
9. Токтошов Г. Ы., Жумагулов Б. Т., Калимолдаев М. Н., Попков В. К. Гиперсетевая модель и методы оптимизации проектных решений для прокладки нефтепроводов в сложных условиях // Т-СОММ Телекоммуникации и транспорт. 2013. № 2. С. 36–40.
10. Токтошов Г. Ы. Методика выбора трассы для автомобильных дорог в горной лавиноподобной местности. // Пробл. информ. 2013. № 1. С. 37–41.

Материалы международных конференций

1. Токтошов Г. Ы., Попков В. К. Об одном подходе к оптимизации совмещенных инженерных коммуникаций // Труды 9-й Междунар. Азиат. шк.-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем", Алма-Ата, 2013. С. 254–261.

2. Токтошов Г. Ы., Попков В. К. Иерархический подход к выбору трасс линейных сооружений // Тез. 2-й Междунар. науч. конф. "Актуальные проблемы теории управления, топологии и операторных уравнений", посвящ. 20-летию образования Кыргызско-Российского славянского университета и 100-летию основателя математической школы в Кыргызстане, проф. Я. В. Быкова, Бишкек, 2013. С. 159–160.

Прочие публикации

1. Ляхов О. А. Целочисленные модели календарного планирования проектов // Материалы Междунар. конф. "Дискретная оптимизация и исследование операций", Новосибирск, 24–28 июня 2013 г. Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 2013. С. 95.

2. Токтошов Г. Ы. Гиперсетевая модель размещения инженерных коммуникаций на пересеченной местности // Пробл. автоматики и управления. 2013. № 1. С. 40–45.

3. Он же. Задачи размещения инженерных коммуникаций на пересеченной местности // Материалы Рос. науч.-техн. конф. "Обработка информационных сигналов и математическое моделирование", Новосибирск, 2013. С. 152–155.

4. Там же. С. 155–156.

5. Он же. Задачи выбора трассы для прокладки инженерных коммуникаций на пересеченной местности // Труды конф. молодых ученых, Новосибирск, 2013. С. 151–157.

Патенты, базы данных, программы

1. Забияко Г. И. Программа решения задач о покрытии множеств // Св-во о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2013614050. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2013.

2. Монахов О. Г. Программа метода локальной оптимизации для отображения параллельных программ на архитектуру вычислительных систем // Св-во о гос. регистрации программ для ЭВМ № 2013618795. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2013.

3. Монахов О. Г., Монахова Э. А. Программа вычисления характеристик регулярных графов с параметрическим описанием // Св-во о гос. регистрации программ для ЭВМ № 2013619128. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2013.

4. Монахов О. Г. Программная система ТОПАС для отображения параллельных программ на архитектуру вычислительных систем (вер. 42) // Св-во о регистрации в ФАП СО РАН PR13030. Новосибирск: Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2013.

5. Монахова Э. А., Монахов О. Г. Программа эволюционного поиска описаний оптимальных циркулянтных сетей // / Св-во о регистрации в ФАП СО РАН PR13029. Новосибирск: Фонд алгоритмов и программ СО РАН, 2013.

6. Ляхов О. А. Программный комплекс построения целочисленных моделей календарного планирования проектов // Св-во о гос. регистрации программ для ЭВМ № 2014611031. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2013.

Общее число публикаций

Центральные издания – 10

Материалы международных конференций – 2

Патенты – 4.

Участие в конференциях

1. Междунар. конф. "Дискретная оптимизация и исследование операций", Новосибирск, 24–28 июня 2013 г. – 1 доклад (Ляхов О. А.).
2. Конф. молодых ученых по вычислительной математике и информатике, Новосибирск, 2–4 апр. 2013 г. 1 доклад (Токтошов Г. Ы.).
3. Рос. науч.-техн. конф. "Обработка информационных сигналов и математическое моделирование", Новосибирск, 23–24 мая 2013 г. – 2 доклада (Токтошов Г. Ы.).
4. 9-я Междунар. Азиат. шк.-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем", Алма-Ата (Республика Казахстан), 15–25 авг. 2013 г. – 1 доклад (Токтошов Г. Ы.).
5. 2-я Междунар. науч. конф. "Актуальные проблемы теории управления, топологии и операторных уравнений", посвящ. 20-летию образования Кыргызско-Российского славянского университета и 100-летию основателя математической школы в Кыргызстане, проф. Я. В. Быкова, Иссык-Куль (Кыргызская Республика), 5–7 сент. 2013 г. – 1 доклад (Токтошов Г. Ы.).

Участие в оргкомитетах российских и международных конференций

Токтошов Г. Ы. – сопредседатель оргкомитета 9-й Междунар. Азиат. шк.-семинар. "Проблемы оптимизации сложных систем", Алма-Ата (Республика Казахстан), 15–25 авг. 2013 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.

Важнейшие достижения

Гиперсетевая технология оптимального проектирования линейных сооружений городских инженерных сетей.

К.т.н. Попков Г. В., к.т.н. Токтошов Г. Ы.

Исследовалась задача оптимизации структур городских инженерных сетей (связи, электро-, газо- и водоснабжения и т. д.) как единой системы жизнеобеспечения городских территорий. Предложена методика проектирования инженерных сетей с использованием теории S-гиперсетей, а также модели, описывающие взаимодействие различных классов коммуникационных сетей и других линейных инженерных сооружений. С помощью предложенных подходов разработана математическая модель, позволяющая оценивать параметры стоимости, надежности и живучести инженерных сетей с учетом их взаимодействия. Разработан метод прокладки совмещенных инженерных коммуникаций по единым строительным конструкциям (коллекторам, трассам и т. д.) в условиях недостатка свободных территорий.

Результаты исследований опубликованы в следующих работах:

1. Попков Г. В., Попков В. К. Вопросы проектирования, строительства и эксплуатации первичных сетей // Пробл. информ. 2013. № 4. С. 51–57.

2. Попков Г. В., Попков В. К. Система распределенной обработки данных // Вестн. Бурят. гос. ун-та. Сер.: Матем. и информ. 2013. Вып. 9. С. 174–181.

3. Попков Г. В., Конин М. В., Лепнер Э. Ю. Применение S-гиперсетей для автоматизированного проектирования инженерной инфраструктуры предприятия // Пробл. информ. 2013. № 2. С. 65–72.

4. Жумагулов Б. Т., Калимолдаев М. Н., Попков В. К., Токтошов Г. Ы. Гиперсетевая модель и методы оптимизации проектных решений для прокладки нефтепроводов в сложных условиях // Т-сomm. Телекоммуникации и транспорт. 2013. № 2. С. 36–40.

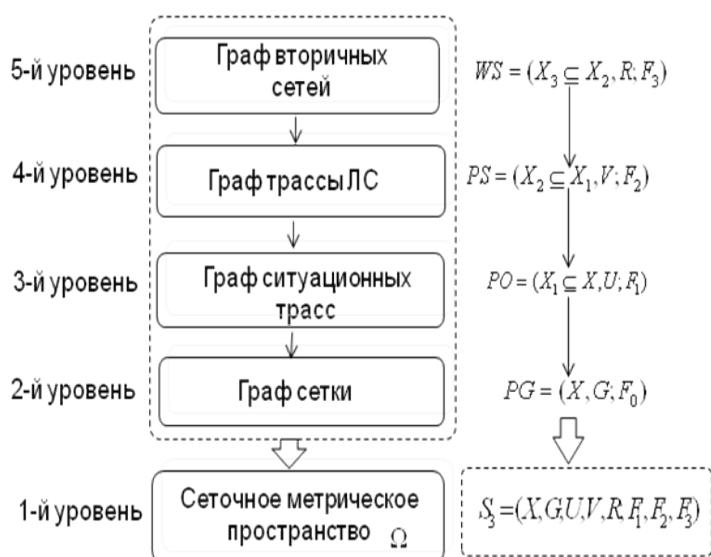


Рис. 1. Гиперсетевой подход к проектированию инженерных сетей

Отчет по этапам НИР, завершённым в 2013 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.1.4. "Развитие теории и разработка математических моделей и методов мониторинга, анализа и оптимизации инфокоммуникационных систем".

Номер государственной регистрации НИР 01201370228.

Руководитель – д.ф.-м.н. В.К. Попков.

Раздел 1. "Исследование и разработка математического аппарата и программной среды для решения задач анализа и синтеза систем информатики".

Руководитель – Бредихин С. В.

В 2013 г. получены следующие результаты по тематике проекта.

Продолжены работы по теме идентификации P2P-приложений на основе информации транспортного уровня. Рассмотрена задача анализа потока данных IP-сетей с целью обнаружения в его составе трафика, характерного для P2P-приложений. Несмотря на обилие работ, посвященных проблеме классификации IP-трафика, эта задача не решена в полном объеме. В рамках работ по этой теме изучены вопросы выявления P2P-приложений методами Data mining. Исходными данными для исследования являются IP-пакеты (заголовки пакетов), собираемые в точках наблюдения. Единицей изучения является поток – последовательность IP-пакетов, агрегируемых согласно определенным правилам. Требуется определить категории трафика, каждая из которых соответствует приложению или набору приложений. Для этого фиксируется набор атрибутов, основанных на статистических характеристиках потока. Каждому потоку ставится в соответствие набор атрибутов, согласно которым производится кластеризация. В результате необходимо получить такое множество кластеров, чтобы каждому из них соответствовала доминантная категория трафика. Проведен анализ различных алгоритмов кластеризации и методик их применения. Перспективными представляются гибридные методики классификации.

В рамках работы по проекту опубликована монография, посвященная изучению взаимных связей, возникающих в распределенных библиографических информационных системах в процессе цитирования. В монографии рассмотрены социальные и психологические аспекты цитирования, определены базовые свойства и характеристики цитат, приведены основные методы анализа цитирования и построения карт науки, представлен обзор современных исследований в области h-технологий.

Для задачи оптимизации прокладки инженерных сетей предложена методика проектирования первичных сетей связи с использованием S-гиперсетей, предложены модели, описывающие взаимодействие различных классов сетей связи и сторонних инженерных сооружений. В результате новых подходов может быть построена математическая модель, позволяющая оценивать параметры стоимости, надежности и живучести сети; делать анализ сети связи при разрушении структуры ее первичной сети, и, учитывая один из критериев оптимальности, предлагать вариант новой первичной сети с более качественными характеристиками. Для задачи оптимизации линейных сооружений в корпоративном сегменте предложены гиперсетевая модель и разработаны методы оптимизации проектных решений для проектирования структурированных кабельных систем уровня здания. Разработаны программные решения, заложена система паспортизации для такого класса систем.

В этом классе задач также рассматривалась задача оптимизации линейных сооружений для нефтепроводов. Разработаны методы оптимизации проектных решений для прокладки нефтепроводов в сложных условиях территорий с пересеченной местностью (например,

Казахстана). Предложены комплексные системы мониторинга нефтепроводов на базе лазерных и пленочных технологий, которые рассматривались на базе лазеров в ультрафиолетовом диапазоне.

Рассматривалась задача выживаемости различных классов сетей связи в условиях чрезвычайных ситуаций, предложены решения по установке межсетевых узлов для организации передачи коротких сообщений. Исследовались методы кодирования информации, предложен новый способ кодирования криптостойкой и имитозащищенной информации для широкого круга пользователей. Данный подход основан на применении теории нестационарных S-гиперсетей.

Исследовалась задача моделирования беспроводных сенсорных сетей, в качестве модели рассматривались UDG-графы (unit disk graphs). Разработаны два эффективных генератора псевдослучайных UDG-графов с наперед заданными свойствами, характерными для топологии сенсорных сетей: связность графа, распределение вершин на плоскости, близкое к равномерному, ограничения на степень вершин и на диаметр графа. Численные расчеты показали, что предложенный генератор Lattice опережает известные методы (работает быстрее) для генерации UDG-графов с большим числом вершин. Второй разработанный генератор LatticeGibrid генерирует графы с более равномерным распределением вершин.

Продолжались работы по теме моделирования транспортного потока. Решалась задача для многополосной улично-дорожной сети. Решение задачи было разбито на несколько этапов с использованием методов построения микромоделей. Класс микромоделей, основанный на концепции клеточных автоматов, использует дискретное представление времени и пространства (дорога разбивается на клетки). Принимается допущение, что в дорожной клетке может находиться не более одного автомобиля. В результате получаются разностные аналоги уравнений для макроскопических моделей. Рассмотрено несколько простых клеточных автоматов, что позволило выбрать примерную архитектуру приложения для дальнейшего решения задачи. Осуществлен переход к однополосному клеточному автомату со следующими правилами: ускорение, торможение, случайные возмущения и движение. На основе реализованного однополосного клеточного автомата построен многополосный клеточный автомат с дополнительными правилами смены. Выполнена реализация однополосной и многополосной транспортных моделей клеточных автоматов для прямолинейного участка дороги.

Продолжается разработка информационной системы для изучения механизмов формирования и распространения общественного мнения в сети Интернет. Система имеет модульную архитектуру, предоставляет доступ к API, к которому могут обращаться сторонние разработчики при создании дополнительных модулей. Организован процесс сбора всего массива статистической информации. Завершена разработка основного функционала информационной системы, введена в эксплуатацию ее первая версия. Для обеспечения функционирования системы на территории ССКЦ СО РАН развернут программно-технический комплекс с обеспечением доступа к сети Интернет. Организована постоянная техническая поддержка и администрирование системы, сопровождение и актуализация сервисов и служб.

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

Программа Президиума РАН № 15, проект № 15.9, подпроект "Развитие теории, разработка математических моделей, алгоритмов и комплексов программ структурного анализа и синтеза систем информатики".

Руководитель – д.ф.-м.н. Попков В. К.

В работе использовалась разработанная модель функционирования инфокоммуникационной системы, основанная на применении нестационарных S-гиперсетей. На базе данной модели можно создавать методики проектирования оптимальных сетей связи с учетом географических, климатических и других факторов, включая возникновение чрезвычайных ситуаций. Для ряда задач на нестационарных гиперсетях применимы методы сведения их к стационарным, что позволяет получить оптимальные решения. Причем эти решения отражают временную динамику изменения пропускных способностей, задержек (т. е. свойства, присущие реальным информационным сетям).

Предложенная модель позволяет оценивать такие свойства живучести сети связи, как структурная и функциональная надежности. Функциональную надежность можно оценивать, варьируя ресурсы сети.

Получены следующие результаты:

- изучены основные показатели производительности сетей передачи данных;
- исследованы алгоритмы поиска диаметра в гиперсети;
- построены точные и приближенные алгоритмы нахождения оптимальной стратегии различных видов атак;
- полученные алгоритмы программно реализованы на языке Delphi;
- проведены численные эксперименты на гиперсетях большой размерности.

Публикации

Монографии

1. Бредихин С. В., Кузнецов А. Ю., Щербакова Н. Г. Анализ цитирования в библиометрии. Новосибирск: ИВМ и МГ СО РАН; НЭИКОН, 2013. 344 с.

Центральные издания

1. Попков Г. В., Попков В. К. Вопросы проектирования, строительства и эксплуатации первичных сетей // Пробл. информ. 2013. № 4. С. 51–57.

2. Попков Г. В., Попков В. К. Система распределенной обработки данных // Вестн. Бурят. гос. ун-та. Сер.: Матем. и информ. 2013. Вып. 9. С. 174–181.

3. Попков Г. В., Конин М. В., Лепнер Э. Ю. Применение S-гиперсетей для автоматизированного проектирования инженерной инфраструктуры предприятия // Пробл. информ. 2013. № 2. С. 65–72.

4. Жумагулов Б. Т., Калимолдаев М. Н., Попков В. К., Токтошев Г. Ы. Гиперсетевая модель и методы оптимизации проектных решений для прокладки нефтепроводов в сложных условиях // Т-сomm. Телекоммуникации и транспорт. 2013. № 2. С. 36–40.

5. Жумагулов Б. Т., Калимолдаев М. Н., Попков В. К., Поллер Б. В., Бритвин А. В., Кузьмин А. М., Щетинин Ю. И. Комплексные системы мониторинга нефтепроводов на базе лазерных и пленочных технологий // Т-сomm. Телекоммуникации и транспорт. 2013. № 3. С. 51–54.

6. Легкий Д. С., Попков В. К. Об одном способе гипер сетевого кодирования с учетом криптозащиты и имитостойкости // Пробл. информ. 2013. № 2. С. 49–51.

7. Попков Г. В., Леваков А. К. О задачах устойчивости сети следующего поколения в чрезвычайных ситуациях // Телекоммуникации. 2013. № 12. С. 40–45.

8. Ляхов А. И., Сафонов А. А., Юргенсон А. Н., Соколова О.Д. Многоадресная маршрутизация с возможностью выбора метода передачи в канале // Автоматика и телемеханика. 2013. № 10. С. 137–153.

9. Попков Г. В., Леваков А. К. Задачи оптимизации структурной надежности и живучести сетей связи в условиях ЧС // Вестн. Бурят. гос. ун-та. Сер.: Матем. и информ. 2013. Вып. 4. С. 168–174.

10. Попков Г. В. Мультисервисные сети: этапы развития // Инфосфера. 2013. № 57. С. 41–42.

11. Щербакова Н. Г. Анализ IP-трафика методами Data Mining. Ч. II. Проблема кластеризации // Пробл. информ. 2013. № 1. С. 42–55.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Shakhov V., Sokolova O., Yurgenson A. An efficient method for pseudo-random UDG-graph generating // Abs. of the 7th Intern. workshop on simulation, Rimini (Italy), 2013. Ser. Ricerche. N. 3. ISSN 1973-9346. P. 325–326.

2. Попков В. К. Проблемы моделирования и оптимизации сетей на этапах проектирования и строительства // Труды 9-й Азиатской международной школы-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем", Алма-Ата (Казахстан), 2013 г. С. 261–264.

3. Попков В. К., Токтошов Г. Ы. Об одном подходе к оптимизации совмещенных инженерных коммуникаций // Там же. С. 254–260.

4. Попков Г. В. Моделирование и эксплуатация первичных сетей связи // Там же. С. 265–268.

5. Соколова О. Д. Графовые модели для задач функционирования современных сетей передачи данных // Там же. С. 314–318.

6. Shakhov V., Sokolova O., Akhmet M. Fault tolerance analysis in wireless sensor networks // Там же. С. 342–345.

7. Зыбарев Ю. М., Кратов С. В. Формирование сегмента свободного ПО в программной платформе СО РАН // Там же. С. 111–115.

8. Шахов В. В., Соколова О. Д., Юргенсон А. Н. Эффективный метод для генерации псевдослучайных UDG-графов // Труды конф. "Информационные технологии и системы - 2013", Светлогорск, 2013. ISBN 978-5-901158-23-4, 2013. С. 411–414.

Прочие публикации

1. Попков В. К., Токтошов Г. Ы. Иерархический подход к выбору трасс линейных сооружений // Тез. 2-й Междунар. конф., посвящ. 20-летию образования Кыргызско-Российского Славянского университета и 100-летию со дня рождения проф. Я. В. Быкова, Бишкек (Кыргызстан), 2013. С. 159.

2. Соколова О. Д., Юргенсон А. Н. Некоторые применения задач поиска покрывающих множеств к актуальным задачам функционирования сетей // Материалы Междунар. конф. "Дискретная оптимизация и исследование операций" (DOOR-2013), Новосибирск, 2013. С. 171.

3. Kratov S., Bukhtiarov I. The technological platform for software development in the SB RAS // Proc. of the IEEE 8th Intern. forum on strategic technology (IFOST-2013) Ulaanbaatar (Mongolia), 2013.

4. Кравченко П. С, Омарова Г. А. Многополосная транспортная модель клеточных автоматов // Материалы Междунар. конф. "Дискретная оптимизация и исследование операций" (DOOR-2013), Новосибирск, 2013. С. 167.

Общее число публикаций

Монографии	– 1
Центральные издания	– 11
Материалы международных конференций	– 8.

Участие в конференциях и совещаниях

1. IEEE 8th Intern. forum on strategic technology (IFOST-2013) Ulaanbaatar (Mongolia); IEEE 7th Intern. forum on strategic technologies, June 28 – July 1 2013 – 1 доклад (Зыбарев Ю. М., Кратов С. В.).

2. 7th Intern. workshop on simulation, Rimini (Italy), May 20–24 2013 – 1 доклад (Соколова О. Д., Юргенсон А. Н.).

3. 9-я Азиат. Междунар. шк.-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем", Алма-Ата (Казахстан), 15–25 авг. 2013 г. – 6 докладов, из них 1 пленарный (Попков В. К., Попков Г. В., Соколова О. Д., Зыбарев Ю. М., Кратов С. В.).

4. 2-я Междунар. конф., посвящ. 20-летию образования Кыргызско-Российского Славянского университета и 100-летию со дня рождения проф. Я. В. Быкова, Бишкек (Кыргызстан), 2013 г. – 1 доклад (Попков В. К.)

5. Междунар. конф. "Информационные технологии и системы" (ИТиС-2013), Светлогорск, 1–5 сент. 2013 г. – 1 доклад (Соколова О. Д., Юргенсон А. Н.).

6. Междунар. конф. "Дискретная оптимизация и исследование операций" (DOOR-2013), Новосибирск, 24–28 июня 2013 г. – 2 доклада (Соколова О. Д., Юргенсон А. Н., Омарова Г. А.)

Всего докладов 12, в т. ч. пленарных – 1.

Участие в программных и организационных комитетах конференций

1. Попков В. К.:

– сопредседатель Progr. комитета 9-й Междунар. Азиат. шк.-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем", Алма-Ата (Казахстан), 15–25 авг. 2013 г.;

– член Progr. комитета 2-й Междунар. науч. конф., посвящ. 20-летию образования Кыргызско-Российского Славянского Университета и 100-летию со дня рождения проф. Я. В. Быкова "Актуальные проблемы теории управления, топологии и операторных уравнений", Бишкек (Кыргызстан), 2013 г.;

– член Progr. комитета Междунар. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г.;

– член Оргкомитета 9-й Междунар. Азиат. шк.-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем" (Алма-Ата (Казахстан), 15–25 авг. 2013 г.

2. Юргенсон А. Н. – член Оргкомитета 9-й Междунар. Азиат. шк.-семинара "Проблемы оптимизации сложных систем" (Алма-Ата (Казахстан), 15–25 авг. 2013 г.

3. Зыбарев Ю. М.:

– член Progr. комитета Сиб. форума "Индустрия информационных систем", Новосибирск, 24–25 апр. 2013 г.;

- член Progr. комитета Межрегион. науч.-практ. конф. "Интернет – свободный, безопасный, образовательный", Омск, 18–19 окт. 2013 г.;
- член Progr. комитета Междунар. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г.;
- член Progr. комитета 5-й Междунар. молодежной науч. шк.-конференции "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", 8–13 окт. 2013 г.;
- член Оргкомитета школы-конференции по математическим проблемам информатики "Вычислимость и доказуемость", Омск, 19–27 сент. 2013 г.

Проведение международных конференций

1. 9-я Междунар. Азиат. шк.-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем", Алма-Ата (Казахстан), 17–27 авг. 2013 г.
Всего 140 участников из России, Казахстана, Киргизии, Узбекистана, Азербайджана.
2. Сиб. форум "Индустрия информационных систем", Новосибирск, 24–25 апр. 2013 г.
Всего 550 участников из России.

Международные научные связи

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

1. Монгольским государственным университетом (Улан-Батор);
2. Институтом проблем информатики и управления КН МОН РК (Алма-Ата);
3. НИИ "Алгоритм-Инжиниринг" АН РУз (Ташкент);
4. Институтом математики НАН Киргизии (Бишкек).

Кадровый состав

- | | | | |
|-----|-------------------|-------------------|-----------|
| 1. | Бредихин С. В. | зав. лабораторией | к.т.н. |
| 2. | Попков В. К. | г.н.с. | д.ф.-м.н. |
| 3. | Зыбарев Ю. М. | зам. директора | к.т.н. |
| 4. | Соколова О. Д. | с.н.с. | к.т.н. |
| 5. | Попков Г. В. | н.с. | к.т.н. |
| 6. | Щербакова Н. Г. | с.н.с. | |
| 7. | Омарова Г. А. | н.с. | к.ф.-м.н. |
| 8. | Юргенсон А. Н. | н.с. | к.ф.-м.н. |
| 9. | Кратов С. В. | м.н.с. | |
| 10. | Бухтияров И. В. | м.н.с. | |
| 11. | Ляпунов В.М. | ведущ. инженер | |
| 12. | Трофимова Л. В. | ведущ. инженер | |
| 13. | Решетинская М. С. | инженер | |
| 14. | Климов М. А. | техник 0,1 ставки | |

Бухтияров И. В., Кратов С.В., Юргенсон А. Н. – молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Попков В. К. – профессор СибГУТИ, НГТУ, НГУ

Попков Г. В. – доцент СибГУТИ, НГУЭиУ

Омарова Г. А. – доцент НГУ

Руководство аспирантами

Поросятников В. И. – 3-й год, ИВМиМГ, Попков В. К.

Конин М. В. – 1-й год, ИВМиМГ, Попков В. К.

Кригер В. В. – 1-й год, ИВМиМГ, Попков В. К.

Лепнер Э. Ю. – 1-й год, ИВМиМГ, Попков В. К.

Кравченко П. С. – 3-й год, ИВМиМГ, Омарова Г. А.

Руководство студентами

Попков В. К. – руководство студентами из СибГУТИ, НГУ, НГТУ (8 человек).

Защиты дипломов

Конин М. В. – магистрант НГУ, руководитель Попков В. К.

Кригер В. В. – магистрант НГУ, руководитель Попков В. К.

Лепнер Э. Ю. – магистрант НГУ, руководитель Попков В. К.

Афанасьев А. С. – бакалавр СибГУТИ, руководитель Попков В. К.

Кожевов А. С. – бакалавр СибГУТИ, руководитель Попков В. К.

Поляков Р. А. – бакалавр СибГУТИ, руководитель Попков В. К.

Легкий Д. С. – бакалавр СибГУТИ, руководитель Попков В. К.

Премии и награды

Бредихин С. В. – лауреат премии правительства РФ в области науки и техники 2013 г. за создание информационно-телекоммуникационной инфраструктуры научных исследований.

Лаборатория моделирования динамических процессов в информационных сетях

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

Важнейшие достижения

Математические модели и методы обеспечения эффективного функционирования беспроводных сенсорных сетей.

Д.т.н. Родионов А. С., к.ф.-м.н. Шахов В. В., к.ф.-м.н. Мигов Д. А., к.ф.-м.н. Бакулина М. П.

Разработаны методы расчета и оценки вероятностно-временных характеристик беспроводных сенсорных сетей (БСС) с учетом специфики их функционирования, в частности, подверженности отказам сенсоров и каналов связи, ограничения на количество транзитных узлов при передаче информации между сенсором и стоком. С использованием теории марковских процессов построены математические модели, позволяющие оценить отказоустойчивость узла БСС с учетом специфики функционирования его аппаратной части и поведения окружающей среды. С использованием теории оптимального планирования экспериментов предложен подход, позволяющий улучшить качество оценки мониторинга, осуществляемого сенсорами. Принимая во внимание ограниченность ресурсов узлов БСС, разработан адаптивный метод кодирования данных, требующий существенно меньшего объема памяти кодера, чем в существующих методах, что позволяет снизить энергозатраты на передачу сообщений. Комплексное использование разработанных методов позволяет улучшить качество обслуживания в БСС, а также существенно снизить затраты на организацию и эксплуатацию указанных сетей.

Результаты исследований опубликованы в статьях:

1. Migov D. A., Rodionov A. S. Decomposing graph with 2-node cuts for diameter constrained network reliability calculation // Proc. of the 7th Intern. conf. on ubiquitous information management and communication (ACM ICUIMC 2013), Kota Kinabalu (Malaysia), Jan. 17–19, 2013. N. Y.: ACM, 2013, Art. N 39. ISBN: 978-1-4503-1958-4 (SCOPUS).

2. Shakhov V. V. Experiment design for parameter estimation in sensing models // Springer Lect. Notes in Comp. Sci. 2013. V. 8072. P. 151–158. ISSN0302-9743. (Springer, SCOPUS).

3. Shakhov V. V. Protecting wireless sensor networks from energy exhausting attacks // Ibid. V. 7971. P. 184–193. ISSN0302-9743 (Springer, SCOPUS);

4. Бакулина М. П. Эффективное кодирование длин серий при факсимильной передаче данных по сети // Ползуновский вестн. 2013. № 2. С. 257–259.

Результаты исследований представлены в виде докладов на конференциях:

1. 7th Intern. conf. on ubiquitous information management and communication (ACM ICUIMC 2013), Kota Kinabalu (Malaysia), Jan. 17–19, 2013.

2. 13th Intern. conf. on computational science and its applications (ICCSA 2013), Ho Chi Minh City (Vietnam), June 24–27, 2013.

3. 1st Intern. workshop on wireless access flexibility (WiFlex 2013), Kaliningrad, Sept. 4–6, 2013.

4. 9th Asian international workshop on optimization problems of complex systems, Almaty (Kazakhstan), Aug. 15–25, 2013.

5. 7th Intern. workshop on simulation, Rimini (Italy), May 21–25, 2013.

Отчет по этапам НИР, завершенным в 2013 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР 1.3.1.4 "Развитие теории и разработка математических моделей и методов мониторинга, анализа и оптимизации инфокоммуникационных систем".

Номер государственной регистрации НИР 01201370228.

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.

Продолжены исследования по разработке методов расчета показателей надежности сетей. Предложен аналог известного последовательно-параллельного преобразования для случая с ограничением на диаметр сети, а также изучалась проблема оптимальной сортировки ребер для расчета надежности сети методом ветвления. Разработанные методы позволяют существенно ускорить расчет надежности сети с ограничением на диаметр. Проведены численные эксперименты на графе, отображающем структуру научно-образовательной сети Internet 2. В качестве полюсов выбраны маршрутизаторы, значение диаметра полагалось равным 25. За основу был взят модифицированный метод ветвления (Cancela, Petingi, 2001), улучшенный сортировкой и редукцией ребер. Для расчетов использовался компьютер с четырехъядерным процессором AMD A8-450M 1,9 GHz. В результате получено, что наиболее существенный вклад в ускорение расчета надежности вносит редукция ребер, а использование сортировки позволяет дополнительно ускорить расчет.

Разработаны теоретические основы построения кумулятивных оценок средней вероятности связности пары вершин случайного графа с ненадежными ребрами с помощью существующих и новых методов расчета математического ожидания количества несвязных пар вершин случайного графа.

Получены и теоретически обоснованы эффективные операторы кроссовера и мутации для использования в бионических алгоритмах оптимизации сетей с различными структурными особенностями.

Исследовались и разрабатывались средства анализа производительности систем сетевой структуры. Рассмотрена ситуация, когда в результате сбоя протоколов доступа к ресурсам наблюдается существенное снижение утилизации большей части ресурсов системы и катастрофическая перегрузка другой части ресурсов. Разработаны методы эффективного перераспределения ресурсов мультисервисных сетей (пропускной способности) среди пользователей и сервисов с целью обеспечения заданного качества обслуживания. Решаемые задачи могут включать оптимальное перераспределение ресурсов системы с целью минимизировать вероятность блокировки запроса на обслуживание, отбраковку части низкоприоритетного трафика с целью максимизации показателей качества обслуживания высокоприоритетного трафика, минимизацию стоимости подключения дополнительных ресурсов и т. п.

Рассмотрена задача эффективной передачи данных цифровой факсимильной связи. В качестве модели рассматривается марковский источник порядка n , порождающий символы с неизвестными условными вероятностями. В отличие от ранее известных методов, предлагаемая конструкция кода позволяет достигать любой наперед заданной избыточности с сохранением небольшого объема памяти и небольшого среднего времени кодирования и декодирования. Построен и реализован универсальный метод комбинаторного кодирования.

Проведена актуализация базы данных "Публикации научных сотрудников института" (добавление 416 записей за 2012 г). Выданы аналитические данные по научным публикациям сотрудников и лабораторий, необходимых для формирования годового отчета института. В комплекс программ АИС "Кадры института" добавлены (вновь разработаны) разделы

"Справочники" (1 задача) и "Справки и анализ" (4 задачи). В "Описание разделов системы и порядок работы" добавлены инструктивные материалы для вновь разработанных задач.

I.4.1.3. "Развитие суперкомпьютерных технологий и методов моделирования архитектур и алгоритмов для пета-и эксафлопсных супер-ЭВМ".

Номер государственной регистрации НИР 01201370232.

Руководители: д.т.н. Глинский Б. М., д.т.н. Родионов А. С.

Раздел "Разработка проблемно-ориентированных средств имитационного моделирования".

В части отображения параллельной программы на конкретную архитектуру ЭВМ выбраны наиболее распространенные типовые архитектуры, для которых предложены свои системы координат вычислительных ядер. В настоящее время заканчивается разработка быстрых алгоритмов нахождения кратчайших путей в рамках этих систем координат (например, для трехмерной решетки кратчайшее расстояние между узлом (i, j, k) и (l, m, n) равно $|i - l| + |j - m| + |k - n|$).

В части моделирования взаимодействия MPI и CUDA исследовалась гибридная реализация ряда конкретных алгоритмов. Показано (на примере алгоритма факторизации для вычисления средней вероятности пары вершин случайного графа с ненадежными ребрами), что подобное взаимодействие эффективно лишь в случае относительно редких по отношению к времени счета обменов данными между CPU и GPU.

При разработке графического интерфейса имитационного моделирования исполнения параллельных алгоритмов исследовались два подхода: разработка специального интерфейса для системы моделирования AGNES и использование готового интерфейса системы MTSS, для чего потребовалась разработка "переходника" с использованием XML. Второй подход показался более перспективным, так как может быть расширен на построение интерфейсов для различных систем моделирования, предусматривающих объектную (в общем смысле) декомпозицию модели.

Модель управления заданиями в случае разбиения общего вычислительного пространства на автономные взаимодействующие "области вычислений" потребовала определения подходящего уровня детализации представления архитектуры суперЭВМ и описания очереди задач. Результатом явилось построение модели как многоуровневой, позволяющей детализировать модель в необходимых направлениях при решении конкретных задач исследования. В настоящее время для оценки оптимальных размеров областей и их неотделимой части достаточно двух уровней представления: очереди задач, описываемые потоками задач с параметрами времени счета, используемых памяти и количества ядер, управление областями и центральное управление (описываются на одном уровне).

Кроме заявленных в плане проекта исследований, проводились общетеоретические исследования в области параллельного программирования и разработка математических алгоритмов, ориентированных на их дальнейшую параллельную реализацию.

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.

В ходе выполнения проекта разработаны математические модели поведения сетевых узлов в беспроводных сенсорных сетях, оснащенных средствами получения энергии из окружающей среды, в нормальном состоянии и в условиях атаки, основанной на "затоплении"

сетевых узлов пакетами. Предложены методы оценки деградации производительности узла и методы оптимизации механизмов противодействия рассматриваемым разрушающим воздействиям. Усовершенствованы предложенные нами ранее модели и методы исследования разрушающего воздействия, связанного с разрядкой батареи сенсора, при необходимости пересылки большого количества пакетов. Показано, что указанная ситуация может возникнуть не только при генерации интенсивного потока фальшивых пакетов, но также и при преднамеренном или непреднамеренном сбое механизма балансировки предложенной нагрузки в протоколах маршрутизации. Предложены методы противодействия данному атакующему воздействию. Разработаны методы оценки характеристик сетевых структур с ненадежными элементами с учетом специфики их функционирования, в частности, подверженности отказам сетевых узлов и каналов связи, ограничения на количество транзитных узлов при передаче информации между сетевыми узлами. В рамках проекта в отчетном году и в предыдущие годы выполнения проекта также построены математические модели, позволяющие оценить отказоустойчивость узла с учетом специфики функционирования его аппаратной части и поведения окружающей среды. Разработан и размещен в Фонде алгоритмов и программ быстрый генератор UDG-графов для моделирования беспроводных сенсорных сетей и исследования атакующих воздействий на указанные сети.

Публикации

Центральные издания

1. Родионов А. С., Родионова О. К. Кумулятивные оценки средней вероятности связности пары вершин случайного графа // Пробл. информ. 2013. № 2. С. 3–12.
2. Глинский Б. М., Марченко М. А., Михайленко Б. Г., Родионов А. С., Черных И. Г., Караваев Д. А., Подкорытов Д. И., Винс Д. В. Отображения параллельных алгоритмов для суперкомпьютеров экзафлопсной производительности на основе имитационного моделирования // Информ. технол. и вычисл. системы. 2013. № 4. С. 3–14.
3. Бакулина М. П. Эффективное кодирование длин серий при факсимильной передаче данных по сети // Ползуновский вестн. 2013. № 2. С. 257–259.
4. Мигов Д. А. Об одном показателе надежности для сетей с отказами узлов // Пробл. информ. 2013. № 2. С. 43–48.
5. 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. 2013. Т. 17, № 5(58). С. 200–209.

Зарубежные издания

1. Shakhov V. V. Experiment design for parameter estimation in sensing models // Lect. Notes in Comp. Sci. 2013. V. 8072. P. 151-158, ISSN0302-9743.
2. Shakhov V. V. Protecting wireless sensor networks from energy exhausting attacks // Ibid. 2013. V. 7971. P. 184–193. ISSN0302-9743.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Migov D. A., Rodionov A. S. Decomposing graph with 2-node cuts for diameter constrained network reliability calculation // Proc. of the 7th Intern. conf. on ubiquitous information management and communication (ICUIMC 2013), New York (USA), 2013. Paper 39. ISBN: 978-1-4503-1958-4.

2. Rodionov A. S., Rodionova O. K. Exact bounds for average pairwise network reliability // Ibid. Paper 45, ISBN: 978-1-4503-1958-4.
3. Rodionov A. S., Nechunaeva K. A. Network structure optimization: genetic operators: mutation and crossover // Ibid. Paper 52. ISBN: 978-1-4503-1958-4.
4. Shakhov V. V., Nam S., Choo H. Flooding attack in energy harvesting wireless sensor networks // Ibid. Paper 49. ISBN: 978-1-4503-1958-4.
5. Shakhov V. V., Sokolova O. D., Yurgenson A. An efficient method for pseudo-random UDG graph generating // Abs. of the 7th Intern. workshop on simulation, Rimini (Italy), 2013. Ser. Ricerche. N. 3. P. 325–326. ISSN 1973-9346.
6. Бакулина М. П. Эффективное сжатие полутоновых изображений без потерь качества // Материалы 14-й Междунар. науч.-техн. конф. "Измерение, контроль, информатизация", Барнаул, 2013. С. 165–168.
7. Chernykh I., Glinskiy B., Marchenko M., Rodionov A., Kulikov I., Podkorytov D., Weins D. AGNES: simulation tool for scalability analysis of a parallel algorithms // Book of posters of PRACE conf. of scientific computing, Paphos (Cyprus), 2013. Poster N 16.

Прочие издания

1. Шахов В. В., Соколова О. Д., Юргенсон А. Н. Эффективный метод для генерации псевдослучайных UDG-графов // Труды конф. "Информационные технологии и системы – 2013", Светлогорск. С. 411–414. ISBN 978-5-901158-23-4.
2. Мигов Д. А. Параллельный метод для расчета структурной надежности сети // Тез. 14-й Всерос. конф. молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Томск, 2013. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2013. С. 42.
3. Нестеров С. Н. Мигов Д. А. Методы оценки надежности сетей с ограничением на диаметр // Там же. С. 55.
4. Родионов А. С., Окольнішников В. В., Рудометов С. В. Моделирование распределенной системы обработки данных // Тез. Всерос. конф. "Индустриальные информационные системы" (ИИС-2013), Новосибирск, 24–28 сент. 2013 г. Новосибирск: КТИ ВТ СО РАН. С. 53–54.
5. Родионов А. С., Рудометов С. В., Окольнішников В. В. Имитационная модель системы распределенной обработки данных // Докл. 6-й Всерос. науч.-практ. конф. "Имитационное моделирование. Теория и практика" (ИММОД-2013), Казань, 16–18 окт. 2013 г. Казань: Академия наук РТ, 2013. Т. 2. С. 218–221.
6. Шахов В. В. Некоторые задачи оптимизации отказоустойчивости мультисервисных сетей // Материалы Междунар. конф. "Дискретная оптимизация и исследование операций", Новосибирск, 24–28 июня 2013 г. С. 172.

Общее число публикаций

- Центральные издания – 5
- Зарубежные издания – 2
- Материалы международных конференций – 7.

Участие в конференциях и совещаниях

1. The 7th International conference on ubiquitous information management and communication, Kota Kinabalu (Malaysia), Jan. 17–19, 2013. – 4 доклада (Родионов А. С., Шахов В. В., Мигов М. А., Нечунаева К. А.).

2. The 13th International conference on computational science and its applications (ICCSA 2013), Ho Chi Minh City (Vietnam), June 24–27, 2013. – 1 доклад (Шахов В. В.).
 3. 1st International Workshop "Wireless access flexibility" (WiFlex 2013), Kaliningrad, Sept. 4–6, 2013. – 1 доклад (Шахов В. В.).
 4. 7th International workshop on simulation, Rimini (Italy), May 21–25, 2013. – 1 доклад (Шахов В. В.).
 5. Международная конференция "Дискретная оптимизация и исследование операций", Новосибирск, 24–28 июня 2013 г. – 2 доклада (Шахов В. В., Родионов А. С.).
 6. 9-я Международная Азиатская школа-семинар "Проблемы оптимизации сложных систем", Алма-Ата (Республика Казахстан), 15–25 авг. 2013 г. – 3 доклада (Шахов В. В., Мигов Д. А.).
 7. Конференция "Информационные технологии и системы", Светлогорск – Калининград, 1–6 сент., 2013 г. – 1 доклад (Шахов В. В.).
 8. PRACE Conference of scientific computing, Paphos (Cyprus), 2013) – 1 доклад (Родионов А. С., Подкорытов Д. И.).
 9. Всероссийская конференция "Индустриальные информационные системы" (ИИС–2013), Новосибирск 24–28 сент. 2013 г. – 1 доклад (Родионов А. С., Рудометов С. В.).
 10. 6-я Всероссийская научно-практическая конференция "Имитационное моделирование. Теория и практика" (ИММОД–2013), Казань, 16–18 окт. 2013 г. – 1 доклад (Родионов А. С., Рудометов С. В.).
 11. 14-я Международная научно-техническая конференция "Измерение, контроль, информатизация" – 1 доклад (Бакулина М. П.).
 12. 14-я Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям, Томск, ТНЦ СО РАН; Новосибирск, ИВТ СО РАН, 2013 – 2 доклада (Мигов Д. А.).
- Всего докладов 19.**

Участие в оргкомитетах конференций

1. Родионов А. С.
 - председатель Оргкомитета конференции молодых ученых ИВМиМГ СО РАН;
 - член Программного комитета Международной конференции ACM IMCOM (ICUIMC), Kota Kinabalu (Malaysia), 17–19 янв. 2013 г.;
 - член Программного комитета Международной конференции "The 13th International conference on computational science and its applications" (ICCSA 2013), Ho Chi Minh City (Вьетнам), 24–27 июня 2013 г.;
 - член Программного комитета Международной конференции "The 5th FTRA International conference on computer science and its applications" (CSA-13), Danang (Вьетнам), 18–21 дек. 2013 г.
 - член Программного комитета Молодежной школы-семинара "Дискретные модели и методы принятия решений", Новосибирск, 21–23 июня 2013 г.
2. Шахов В. В.:
 - член Программного комитета Международной конференции ACM IMCOM (ICUIMC) 2013, Kota Kinabalu (Malaysia), 17–19 янв. 2013 г.;
 - член Программного комитета Workshop on mobile communications 2013 (MC 2013), Ho Chi Minh City (Вьетнам), 24–27 июня 2013 г.

Международные научные связи

Сотрудничество с университетом Sungkyunkwan (респ. Корея) и Институтом проблем информатики и управления (г. Алма-Ата, Казахстан) в области математического моделирования и оценки эффективности сетевых технологий.

Кадровый состав

1. Родионов А. С.	зав. лаб.	д.т.н.
2. Шахов В. В.	с.н.с.	к.ф.-м.н.
3. Мигов Д. А.	н.с.	к.ф.-м.н.
4. Бакулина М. П.	н.с.	к.ф.-м.
5. Метляев Ю. В.	н.с.	к.т.н.
6. Моисеенко В. В.	н.с.	
8. Подкорытов Д. И.	н.с.	к.т.н.(0,5 ставки)
9. Капустина Г. А.	ведущ. инженер	(0,5 ставки)
10. Нечунаева К. А.	м.н.с.	(0,2 ставки)
11. Пазников А. А.	н.с.	к.т.н. (0,5 ставки)
12. Рудометов С. В.	н.с.	к.т.н. (0,5 ставки)

Мигов Д. А., Подкорытов Д. И., Нечунаева К. А. Пазников А. А. – молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Родионов А. С. – профессор НГУ, СибГУТИ, НГТУ
 Бакулина М. П. – доцент НГУ
 Нечунаева К. А. – ст. преподаватель ВКИ НГУ
 Шахов В. В. – доцент НГТУ и СибУПК
 Пазников А. А. – и.о. доцента СибГУТИ

Руководство студентами

Хапугин С. А. – 6-й курс ММФ НГУ, руководитель Родионов А. С.
 Забрудских А. Е. – 6-й курс АВТФ НГТУ, руководитель Родионов А. С.
 Балувев А. А. – 6-й курс АВТФ НГТУ, руководитель Родионов А. С.
 Конюхов М. В. – 4-й курс ИВТ СибГУТИ, руководитель Родионов А. С.
 Пихоя А. Е. – 4-й курс ИВТ СибГУТИ, руководитель Родионов А. С.
 Каневский В. И. – 6-й курс ММФ НГУ, руководитель Родионов А. С.
 Нестеров С. Н. – 4-й курс ММФ НГУ, руководитель Мигов Д. А.
 Афлатонов Б. С. – 6-й курс ММФ НГУ, руководитель Бакулина М. П.
 Артамонов С. П. – 4-й курс ММФ НГУ, руководитель Шахов В. В.

Защиты дипломов

Нестеров С. Н. – бакалавр ММФ НГУ, руководитель Мигов Д. А.
 Артамонов С. П. – бакалавр ММФ НГУ, руководитель Шахов В. В.
 Ткачев К. В. – бакалавр ММФ НГУ, руководитель Родионов А. С.
 Балобанова О. А. – магистр ММФ НГУ, руководитель Родионов А. С.

Лаборатория синтеза параллельных программ

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

Отчет по этапам НИР, заверенным в 2013 г. в соответствии с темой плана НИР института

Программа НИР I.4.1 "Математическое моделирование с использованием параллельных и распределенных вычислений".

I.4.1.1. "Технологии, языки высокого уровня и средства параллельной реализации задач численного моделирования на пета- и эксафлопсных супер-ЭВМ".

Номер государственной регистрации НИР 01201370230.

Руководитель – д.т.н. Малышкин В. Э.

Раздел 1 "Разработка методов, алгоритмов и средств конструирования параллельных программ численного моделирования для пета- и экса-флопсных суперкомпьютеров".

Руководитель – д.т.н. Малышкин В. Э.

Этап 1.1. (2013) "Исследование фрагментации и эффективной реализации ряда численных алгоритмов на мультипроцессорах и мультикомпьютерах".

Исследование способов эффективной фрагментации численных алгоритмов на примере задач моделирования на структурированных сетках, матрично-векторных алгоритмов и метода "частиц в ячейках". Фрагментация алгоритма – универсальный метод распараллеливания численных алгоритмов, который в силу универсальности может быть поддержан системой автоматического конструирования программ, реализующих фрагментированные алгоритмы. Наш подход позволяет уменьшить трудоемкость построения параллельных программ и вносит существенный вклад в создание систем параллельного программирования высокого уровня для различных приложений.

Рассмотрены фрагментации алгоритмов библиотеки BLAS и PIC метода, исследовано, к каким изменениям программ может приводить фрагментация и как меняются технологические алгоритмы при фрагментации. Неравномерность нагрузки вычислителей в моделях PIC приводит к существенным расширениям технологических алгоритмов. Особенно существенные и сложные изменения коснулись технологических алгоритмов моделирования взрыва и коллапса. Проведенные исследования позволяют спроектировать инструмент для автоматической реализации моделей физических явлений со взрывом и коллапсом

Модернизация методики фрагментации численных алгоритмов. Для модернизации методики фрагментации численных алгоритмов разработана форма их представления, основанная на трех базовых идеях:

– Алгоритм – информационный граф. В основе представления алгоритма лежит двудольный ориентированный бесконтурный граф с вершинами двух видов: переменные единственного присваивания и операции однократного срабатывания. Дуги графа – информационные зависимости между переменными и операциями. Базовая модель представления алгоритма расширена введением условных операций, позволяющих представлять алгоритмы с ветвлениями.

– Компактное массовое представление. Предложено компактное представление алгоритмов с массивами большого размера за счет операторной записи массовых регулярных структур. Параметрами операторов являются описание структуры (N-мерный массив, множество) и описание элемента структуры (переменная, алгоритм).

– Агрегирование объектов алгоритма. Предложены правила агрегирования переменных и операций, сохраняющие представление алгоритма в виде информационного графа. Агрегирование позволяет ввести понятие структур данных, разделить алгоритм на отдельные модули (поддержка методики разработки алгоритмов "сверху вниз"), а также описать регулярным образом процесс фрагментации алгоритма.

Многие численные алгоритмы могут быть представлены в разработанной форме, например, матрично-векторные операции, симплекс-метод, вычисления на регулярных сетях, метод частиц-в-ячейках, фрагментация которых была выполнена вручную в предыдущие годы работы над проектом.

На основе разработанного представления численных алгоритмов процесс фрагментации описывается как последовательность эквивалентных преобразований этого представления. Используются такие преобразования, как агрегирование и перегруппировка элементов массовых регулярных структур, а также преобразование самих регулярных структур, аналогичные известным оптимизационным преобразованиям циклов, использующихся в современных компиляторах. Это позволяет в дальнейшем автоматизировать процесс фрагментации численных алгоритмов, в том числе, используя известные техники оптимизации последовательных и параллельных программ.

Разработанная форма представления численных алгоритмов допускает наглядное графическое изображение, позволяющее создать на его основе графический язык описания численных алгоритмов и систему визуального фрагментированного программирования.

Выполнение портирования системы фрагментированного программирования LuNA на платформу неоднородного NumGRID (на гибридный кластер ССКЦ). Система фрагментированного программирования LuNA была установлена на платформу NumGRID для проверки возможности использования средств системы LuNA на неоднородных GRID. Программное обеспечение NumGRID является частичной реализацией стандартов MPI 1.1 и MPI 2.0, поэтому оно может быть использовано в качестве базовой коммуникационной подсистемы для системы LuNA. В частности, реализованы недостающие функции стандарта MPI в системе NumGRID, необходимые для запуска системы LuNA. Работоспособность связки систем LuNA – NumGRID проверена на ряде тестовых задач численного моделирования.

Раздел 2 "Разработка и исследование клеточно-автоматных моделей нелинейной пространственной динамики с использованием технологии параллельного программирования".

Руководитель – д.т.н. Бандман О. Л.

Этап 2.1 (2013 г.) "Исследование свойств параллельных реализаций асинхронных клеточно-автоматных моделей".

Исследование клеточно-автоматной модели диффузионных процессов. Асинхронная диффузия исследовалась с точки зрения ее влияния на эффективность параллельной реализации клеточно-автоматной системы, в которую она входит. Это было сделано путем анализа результатов параллельных реализаций двух клеточно-автоматных систем: 1) просачивания жидкости сквозь почву, 2) моделирования динамики организмов в оз. Байкал. В первом случае выяснено, что каждый клеточный автомат (КА) асинхронной диффузии в системе при распараллеливании вычислений на кластере требует выполнения стольких межпроцессных обменов на каждой итерации, сколько клеток содержится в шаблоне соседства локального оператора КА, что уменьшает эффективность параллельной реализации на несколько процентов (в данном случае приблизительно 2 %). Во втором случае клеточно-

автоматная система содержала целочисленную диффузию. Реализация системы из 8 КА на компьютере с общей памятью потери эффективности из-за диффузии не выявила. Исследование свойств клеточно-автоматной диффузии и химических реакций необходимы для построения компьютерных моделей сложных процессов на микроуровне в химии, биологии и материаловедении.

Определение значений модельных коэффициентов диффузии. Несмотря на то что клеточно-автоматные модели диффузии исследовались ранее, выяснилось, что для некоторых моделей безразмерный коэффициент диффузии D определен неверно (синхронная клеточно-автоматная диффузия с окрестностью Марголуса) или совсем не определен (целочисленная клеточно-автоматная диффузия). Ревизия и экспериментальная проверка клеточно-автоматных моделей диффузии оказались необходимыми для моделирования сложных процессов, описываемых системами из клеточных автоматов (КА), таких как процесс увлажнения почвы, динамика организмов в оз. Байкал. В результате проведения серии экспериментов подтверждены известные значения для асинхронной "наивной" диффузии и определен коэффициент диффузии для синхронного случая. Предложена новая клеточно-автоматная модель "целочисленной диффузии". Для нее проделаны тесты, показавшие, что $D = n/m$, где n – целочисленное состояние клетки; а $m < n$ – число, которым она обменивается с соседней клеткой. Установлена зависимость автоматного шума от n_{max} – максимального целого в алфавите КА.

Статистический анализ подобию эволюций асинхронных клеточных автоматов и их блочно-синхронных модификаций для решения задач поверхностной химии. Выполнен статистический анализ подобию эволюций асинхронных клеточных автоматов с эволюциями их блочно-синхронных модификаций при моделировании гетерогенных реакций на каталитической поверхности. Для численных характеристик процесса, а именно концентраций адсорбированных газов, скорости реакции, периода колебаний концентраций, вычислялись следующие статистики: математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратичное отклонение, которые показали, что различие эволюций лежит в пределах статистической погрешности.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ 11-01-00567-а "Разработка и исследование клеточно-автоматных методов и алгоритмов моделирования нелинейных физико-химических процессов, ориентированных на реализацию на современных суперкомпьютерах".

Руководитель проекта – д.т.н. Бандман О. Л.

Разработана клеточно-автоматная (КА) модель порошковой струи, включающая целочисленную КА-модель потока газа и несколько КА, моделирующих потоки порошков. Эти модели являются расширениями КА-модели "решеточного газа" (lattice-gas cellular automata). Основную сложность алгоритма моделирования составляет процедура вычисления правил переходов, выполняемая в каждой клетке пространства моделирования. Разработан эффективный алгоритм оптимизации этих расчетов. Параллельная версия алгоритма, а также программа со специально разработанной балансировкой нагрузки, реализована на кластере МСЦ РАН. Разработан общий подход к определению масштабирующих коэффициентов, переводящих физические значения в параметры КА-модели.

Предложен параллельный алгоритм для вероятностных асинхронных КА, моделирующих процессы самоорганизации, позволяющий достичь приемлемой эффективности без потери стохастичности. Проведены испытания алгоритма на всех доступных параллель-

ных архитектурах (кластерах, системах с общей памятью, графических картах). Испытания предложенного алгоритма показали приемлемую эффективность при достаточно больших размерах доменов. Однако сложность этого алгоритма побудила провести дополнительные исследования определения возможных отклонений эволюции асинхронного КА от эволюции его блочно-синхронного эквивалента.

Завершена разработка КА-системы, моделирующей процесс самоорганизации восьми видов организмов оз. Байкал. В модели используется параллельная композиция восьми КА, работающих на общем множестве переменных. Помимо взаимодействия организмов типа "жертва – хищник", модель учитывает зависимости рождаемости, взросления, вымирания от сезонности, зависимость перемещения от течений, а также позволяет моделировать влияние внешних факторов (загрязнения). Параллельная реализация программы реализована на четырехядерном процессоре с общей памятью Intel core i7.

Разработана КА-модель просачивания влаги в почву, параллельный алгоритм моделирования процесса и реализация его на кластере. Модель является композицией КА конвекции, моделирующей движение влаги под действием гравитации, КА диффузии, моделирующей выравнивание жидкой поверхности, КА испарения и КА разбухания гидрофильных включений. Сравнение с моделью "решеточного газа" (lattice-gas) показало, что скорость последней на порядок меньше, и что она не позволяет включать дополнительные факторы (испарение, разбухание и др). Все вычисления проводились на кластерах ССКЦ СО РАН и МСЦ РАН.

Проект РФФИ 12-01-31455-мол_а "Дискретное моделирование гетерогенных химических процессов на суперкомпьютерах".

Руководитель проекта – к.-ф.м.н. Калгин К. В.

Разработан метод построения блочно-синхронных модификаций асинхронных клеточно-автоматных моделей. Разработаны новые расширенные блочно-синхронные режимы, дающие меньшее отклонение эволюции клеточного автомата от эволюции с асинхронным (эталонным) режимом по сравнению с блочно-синхронными режимами.

Разработана методика сравнения эволюций клеточных автоматов с различными режимами с помощью методов статистического анализа результатов вычислительного эксперимента. Построены клеточные автоматы, на которых с помощью статистических методов можно отличить эволюции с (расширенными) блочно-синхронными режимами от эволюций с асинхронным режимом.

Получены последовательные и параллельные программные реализации заявленных ранее моделей. Исследовано влияние системных прерываний ОС Linux на производительность разработанных параллельных реализаций, разработана модель распространения задержек от прерываний

Проведены вычислительные эксперименты, их статистический анализ и выявлены закономерности в отклонении эволюций некоторых клеточно-автоматных моделей с блочно-синхронным режимом от эволюций с асинхронным (исходным) режимом.

Сформулированы гипотезы о возможности применения блочно-синхронных модификаций вместо оригинальных асинхронных.

Проект РФФИ № 11-07-00561-а "Разработка фундаментальных основ создания виртуальных коллекций научного наследия".

Руководитель проекта – д.т.н. Фет Я. И.

Продолжена работа по созданию виртуальных коллекций и наполнению базы данных создаваемой коллекции конкретными материалами. В виртуальные коллекции научного на-

следия введена новая структурная категория – кластер, представляющий собой объединение различных видов информационных материалов (статьи, очерки, воспоминания, документы, фотографии), имеющих отношение к конкретному ученому или его научной школе.

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

Программа Президиума РАН № 15, проект № 15.9, 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.

В части проекта, выполняемой под руководством Малышкина В. Э., получены следующие результаты: усовершенствованы алгоритмы реализации системы фрагментированного программирования больших численных моделей для мультикомпьютеров эксафлопсного диапазона и разработан базовый алгоритм динамической балансировки загрузки при моделировании процессов типа "взрыв" методом частиц-в-ячейках.

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 39.

Координатор в институте – д.т.н. Глинский Б. М.

Проведена комплексная отладка системы межкластерных коммуникаций в NumGRID. Устранены ошибки асинхронного взаимодействия процессов. В настоящее время набор реализованных в NumGRID функций MPI включает: MPI_Init, MPI_Finalize, MPI_Recv, MPI_Send, MPI_Irecv, MPI_Isend, MPI_Iprobe, MPI_Probe, MPI_Bcast, MPI_Reduce, MPI_Wait, MPI_Barrier, MPI_Ibarrier, MPI_Ibcast. Коммуникационные функции NumGRID демонстрируют стабильную работу на синтетических тестах и приложениях численного моделирования.

Для 3D моделирования на NumGRID сложно построенной среды, характерной для грязевых вулканов, отлажена процедура сборки приложений с библиотекой MPI, разработана архитектура и прототип унифицированной системы управления задачами и вычислительными ресурсами, позволяющая скрыть от пользователя детали организации распределенных вычислений и особенности запуска NumGRID на различных кластерах. Система объединяет сервис учета пользователей и задач, инструментарий для конструирования распределенных вычислительных комплексов из вычислительных кластеров, зарегистрированных в системе, инструментарий для запуска распределенных задач на сконструированных комплексах. Для исследования прототипа проведены экспериментальные расчеты на тестовых программах.

Программа президиума РАН № 14, проект № 14.6, подпроект "Конструирование адаптивных пользовательских интерфейсов сетевой информационно-вычислительной системы для обеспечения кроссплатформенной и параллельной реализации математических моделей на кластерах и Грид-системах".

Руководители проекта: акад. Михайленко Б. Г., д.т.н. Малышкин В. Э.

Выполнен аналитический обзор классов алгоритмов и структур с мелкозернистым параллелизмом. Рассмотрены: 1) классические клеточные автоматы, 2) расширения клеточных автоматов (вероятностные клеточные автоматы, асинхронные клеточные автоматы, клеточные автоматы с нестандартными окрестностями), 3) сети клеточных автоматов, 4) дискретные динамические сети, 5) клеточно-нейронные сети, 6) однородные структуры, 7) универсальные структуры, 8) ассоциативные структуры. Для каждого класса описаны элементарные

фрагменты и правила их композиции, рассмотрен алгоритм вычисления нового состояния системы на следующем модельном шаге, выявлены архитектуры ЭВМ, в рамках которых возможно эффективное моделирование. Разработана методика тестирования эффективности использования вычислительных ресурсов при моделировании различных классов алгоритмов и структур с мелкозернистым параллелизмом. Для поддерживаемых в текущей параллельной реализации системы моделирования WinALT классов моделей алгоритмов и структур с мелкозернистым параллелизмом выполнена оценка эффективности использования вычислительных ресурсов подсистемой моделирования. Разработаны оптимизированные алгоритмы, построены их экспериментальные реализации для модуля управления данными в основной памяти и модуля коммуникации между узлами кластера.

Разработаны алгоритмы и построена прототипная реализация клиентской программы для удаленного запуска счетных задач на кластерах. Клиентская программа реализует следующие основные функции: передачу счетной программы и ее исходных данных с клиентского компьютера на счетный кластер, постановку программы в очередь на счет, отслеживание статуса уделенного исполнения программы и момента завершения исполнения, передачу результирующих данных со счетного кластера на клиентскую машину, настройку пользователем модельных, сетевых и прочих параметров. Клиентская программа работает под управлением ОС GNU Linux, Microsoft Windows XP, Microsoft Windows Server 2003 или Microsoft Windows 7. Программа использует свободно распространяемое ПО: среду MINGW 1.0.17 (0.48/3/2) и Digia QT 4.8.4 для реализации пользовательского интерфейса на локальной машине и библиотеки zlib 1.2.7, OpenSSL 1.0.1c, libssh 0.5.3 для организации сетевого взаимодействия с удаленным компьютером.

Разработана модель системы на основе веб-технологий для удаленного запуска задач на вычислительных кластерах, разработаны алгоритмы для реализации системы и ее прототип. Система организует учет пользователей, задач, авторизацию пользователей, постановку задач в очередь на вычислительном кластере, отслеживание статуса задачи, просмотр текстовых файлов результатов, просмотр и редактирование кода программ в браузере. На основе веб-технологий разработан прототип интерфейсной системы для программного комплекса клеточно-автоматного моделирования газопорошковых потоков. Разработаны алгоритмы и прототипная реализация для серверных компонентов, отвечающих за организацию хранения данных различных вычислительных экспериментов, обеспечение обработки команд интерфейса, в том числе генерацию исходных данных для моделирования на основе заданных пользователем параметров, постановку задач в очередь вычислительной системы.

Разработана архитектура подсистемы визуализации, обеспечивающая стыковку с различными счетными модулями и пополняемым набором режимов визуализации. Разработаны алгоритмы визуализации, на основе которых построены прототипы модулей реализации режимов визуализации моделей волновых процессов и задач газовой динамики.

Программа Президиума РАН № 15, проект № 15.9, подпроект "Клеточно-автоматное моделирование физико-химических процессов в дискретных пространствах микро- и наноразмерности".

Руководитель – д.т.н. Бандман О. Л.

Выполнены ряд экспериментов по выявлению вычислительных свойств и моделирующих способностей следующих типов КА-моделей: волнового процесса на основе Lattice-Gas-модели с частицами покоя (выявлен диффузионный эффект при распространении про-

дольных волн); самоорганизации организмов оз. Байкал (рассчитан эффект от локального загрязнения) и выполнена верификация модели. На сложном примере КА-системы, моделирующей трехмерный процесс просачивания влаги в почву с заданной сложной морфологией, показаны способы объединения КА-моделей диффузии, конвекции и разбухания гидрофильных включений. Предложен метод расчленения трехмерного процесса на одномерный и двумерный, что упрощает распараллеливание вычислений.

Партнерский интеграционный проект СО РАН № 47 "Моделирование явлений самоорганизации автоколебательных и волновых процессов в реакциях окислительного гетерогенного катализа на нанесенных металлических наночастицах".

Координатор – член-корр. Михайлов Г. А.; отв. исполнитель – д.т.н. Бандман О. Л.

Разработаны алгоритмы и выполнена программная реализация для имитационного моделирования процессов самоорганизации реакции $\text{CO} + \text{O}_2$ на грани Pt(100), где автоколебания связаны с периодическим фазовым переходом поверхности Pt(100)-hex.

Проведена серия вычислительных экспериментов, позволивших определить пять режимов протекания реакции и построить бифуркационную диаграмму в пространстве констант адсорбции CO и O₂. Разработаны параллельные программы на основе преобразования асинхронного режима в блочно-синхронный. Анализ проведенных статистических исследований, вводимых преобразованием ошибок, показал, что они не превышают допустимых погрешностей. Разработан проблемно-ориентированный язык описания физико-химических процессов и транслятор с него в машинный код, что позволит исследователю получать программу имитационного моделирования исследуемого процесса непосредственно по химическим уравнениям, а также наблюдать процесс на экране монитора.

Публикации

Монографии

1. Книжная серия "История информатики" (краткое содержание). Редактор-составитель Фет Я. И. Новосибирск: Изд-во ИВМиМГ СО РАН, 2013. 128 стр.

Центральные издания

1. Городничев В. А, Малышкин В. Э., Медведев Ю. Г. HPC Community cloud: эффективная организация работы научно-образовательных суперкомпьютерных центров // Науч. вест. НГТУ. 2013. Т. 52, № 3. С. 91–96.

2. Ачасова С. М. Клеточно-автоматная модель искусственной биологической клетки в виде самовоспроизводящейся структуры // Автометрия. 2013. Т. 49, № 6. С. 115–120.

3. Непомнящая А. Ш. Ассоциативный алгоритм для динамической обработки дерева кратчайших путей // Моделирование и анализ информ. систем. 2013. Т. 20, № 2. С. 5–22.

4. Остапкевич М. Б. Параллельная реализация мелкозернистых алгоритмов в системе WinALT // Вест. ЮУрГУ. Сер.: Выч. матем. и информ. 2013. Т. 2, № 1. С. 80–89.

5. Калгин К. В. Клеточно-автоматное моделирование физико-химических процессов нано-уровня на графических ускорителях // Вест. ННГУ. 2013. № 6. С. 227–234.

Зарубежные издания

1. Achasova S. M. Cellular automata model of an artificial biological cell in the form of a self-replicating structure // Optoelectronics, Instrumentations and Data Proc. 2013. № 6. P. 661–666.

2. Nepomniaschaya A. S. Efficient parallel implementation of the ramalingam decremental algorithm for updating the shortest paths subgraph // *Comput. and Inform.* 2013. V. 32. P. 331–354.

3. Nepomniaschaya A. S. Constructions used in associative parallel algorithms for undirected graphs. P. 1 // *Bull. NCC. Ser.: Comp. sci.* 2013. IIS Special iss. 35. P. 69–83.

4. Герера А. Н., Остапкевич М. Б. Система имитационного моделирования алгоритмов построения и исследования перколяционных структур в материалах // *Вестн. Одесской гос. акад. строительства и архитект.* 2012. № 47. P. 31–34.

5. Fet Ya. History of computer science as an instrument of enlightenment. In: A. Tatnall, T. Blith, and R. Johnson (Eds.). "HC 2013 IFIP Advances in Information and Communications Technologies" 416. P. 207–212.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Bandman O. Implementation of large-scale cellular automata models on multi-core computers and clusters // *Proc. of the Intern. conf. on high performance computing and simulation (HPCS).* Helsinki (Finland). 2013. P. 304–310.

2. Bandman O. 3-D cellular automata model of fluid permeation through porous material // *Proc. of the 12th Intern. conf. on parallel computing technologies (PaCT-2013).* St.-Petersburg. *Lect. Notes in Comput. Sci.* 2013. V. 7979. P. 295–307.

3. Kireeva A. Parallel implementation of totalistic cellular automata model of stable patterns formation // *Ibid.* P. 347–360.

4. Бандман О. Л. Клеточно-автоматное моделирование процесса просачивания жидкости через пористый материал // *Труды Междунар. конф. "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ-2013).* Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2013. С. 278–287.

5. Калгин К. В. Клеточно-автоматное моделирование физико-химических процессов наноуровня на графических ускорителях // *Там же.* С. 146–154.

6. Афанасьев И. В. Клеточно-автоматная модель динамики популяций трех видов организмов озера Байкал // *Там же.* С. 261–267.

7. Komarov V. Yu., Rodionova T. V., Terekhova I. S., Pietrzak M., Kuratieva N. V., Manakov A. Yu., Kireev S. E., Podoksenov A. V., Ryzhykov M. R. Polymorphism of ionic lathrate hydrates // *Proc. of the 14th Intern. seminar on inclusion compounds, IL 05.* Edinburgh (UK). 2013.

8. Fet Ya. History of computer science as an instrument of enlightenment // *Proc. of Intern. conf. "HC 2013 IFIP Advances in information and communications technologies".* 2013. P. 207–212.

9. Fet Ya. History of computer science in Russia // *Proc. of the 23rd Intern. congr. of the history of science and technology.* Budapest (Hungary), 2013.

Прочие издания

1. Малышкин. В. Э. Грамотность грядущих столетий // *Труды 7-й Сиб. конф. по параллельным и высокопроизводительным вычислениям.* Томск: Изд-во Том. ун-та, 2013. С. 12–14.

2. Маркова В. П. Построение таблицы правил переходов клеточного автомата, моделирующего волновой процесс // *Там же.* С. 21–22.

3. Купчишин А. Б., Сарычев В. Г. Разработка программного комплекса для конструирования программ обработки геофизических данных на высокопроизводительных вычислительных системах // *Там же.* С. 29–30.

4. Ткачева А. А. Средства для задания управления фрагментированных программ на примере задачи моделирования самогравитирующего вещества методом частиц в ячейках

// Труды 7-й Сиб. конф. по параллельным и высокопроизводительным вычислениям. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2013. С. 33–34.

5. Подстригайло А. С. Реализация модели многочастичного газа FHP-MP на гибридном кластере // Там же. С. 38–39.

6. Волков А. С., Городничев М. А. Параллельный фреймворк для реализации метода частиц в ячейках // Там же. С. 30–31.

7. Щукин Г. А. Исследование фрагментированной реализации метода конечных элементов для начально-краевой задачи мелкой воды // Там же. С. 45–46.

8. Перепелкин В. А. Автоматическое обеспечение динамической балансировки загрузки процессоров в системе фрагментированного программирования LuNA // Там же. С. 80–81.

9. Беляев Н. А. Организация безопасных отказоустойчивых вычислений на распределенных мобильных устройствах // Там же. С. 81–82.

10. Вайцель С. А., Городничев М. А. HPC Community cloud: разработка инструментария повышения уровня взаимодействия пользователей с объединенными HPC-системами // Там же. С. 82–84.

11. Комаров В. Ю., Дудка А. П., Киреев С. Е., Солодовников С. Ф., Соболев Б. П. Моделирование и экспериментальное исследование ближнего порядка в допированных флюоритах $\text{Ca}_{(1-x)}\text{R}^{3+}_{(x)}\text{F}_{(2+x)}$ // Труды 2-й Всерос. конф. "Методы исследования состава и структуры функциональных материалов", Новосибирск, 2013.

12. Калгин К. В. О влиянии регулярных системных прерываний на производительность параллельных программ. // Труды Национального суперкомпьютерного форума (НСКФ-2013), Переславль-Залесский, 2013.

13. Медведев Ю. Г. Коэффициенты связи физических и модельных параметров в клеточно-автоматных моделях диффузионного процесса с целочисленным алфавитом // Труды Междунар. конф. "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ-2013). Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2013. С. 605.

14. Elokhin V., Kalgin K., Gorodetskii V., Kovalyov E., Matveev A. Oscillation regimes performed over the flexible surfaces of the metal Pd nanoparticles: Monte-Carlo modeling. // Abs. of 7th World Congr. on oxidation catalysis, Saint Louis (USA), 2013. P. 15.

Сдано в печать

1. Malyshkin V. E. Peculiarities of numerical algorithms parallel implementation for exa-flops multicomputers // Int. J. of Big Data Intelligence. 2014. Inaugural iss. Inderscience Publisher.

2. Ачасова С. М. Самовоспроизводящаяся структура как искусственный многоклеточный организм // Кибернетика и сист. анализ. 2014. № 2.

3. Фет Я. И. Хрестоматия по истории информатики. Новосибирск: Акад. изд-во "Гео", 2013. 560 с.

4. Афанасьев И. В. Клеточно-автоматная модель динамики популяций трех видов организмов озера Байкал // СибЖВМ. 2013. № 6.

5. Витвицкий А. А. Клеточно-автоматные модели с динамической структурой для моделирования роста биологических тканей // СибЖВМ. 2013. № 6.

Общее число публикаций

Монографии – 1

Центральные издания – 5

Зарубежные издания – 5

Материалы международных конференций – 9.

Участие в конференциях и совещаниях

1. 12th International conference on parallel computing technologies (PaCT-2013), St.-Petersburg, 2013 – 2 доклада (Бандман О. Л., Киреева А. Е.).
2. International conference on high performance computing and simulation (HPCS), Helsinki (Finland), 2013 – 1 доклад (Бандман О. Л.).
3. Международная конференция "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ-2013), Челябинск, 2013. – 4 доклада (Бандман О. Л., Медведев Ю. Г., Калгин К. В., Афанасьев И. В.).
4. 7-я Сибирская конференция по параллельным и высокопроизводительным вычислениям, Томский государственный университет, Томск, 2013 – 10 докладов (Малышкин В. Э., Маркова В. П., Городничев М. А., Перепелкин В. А., Щукин Г. А., Купчишин А. Б., Сарычев В. Г., Волков А. С., Ткачева А. А., Подстригаило А. С., Беляев Н. А., Вайцель С. А.).
5. 14th International seminar on inclusion compounds. Institute of Chemical Sciences, Heriot – Watt University, Riccarton, Edinburgh (UK), 2013 – 1 доклад (Киреев С. Е.).
6. 7th World congress on oxidation catalysis, Saint Louis (USA), 2013 – 1 доклад (Калгин К. В.).
7. 2-я Всероссийская научная конференция "Методы исследования состава и структуры функциональных материалов", Новосибирск. – 1 доклад (Киреев С. Е.).
8. Национальный суперкомпьютерный форум (НСКФ-2013), Переславль-Залесский, 2013. – 1 доклад (Калгин К. В.).
9. Cloud summer school Almere, Almere (Netherlands), 2013 – 1 доклад (Волков А. С.).
10. Международная конференция "Актуальные проблемы истории информатики" (Making the history of computing relevant), London (UK). 2013. – 1 докл. (Фет Я. И.).
11. International conference "IC 2013 IFIP advances in information and communications technologies", 2013. – 1 доклад. (Фет Я. И.).
12. The 23rd International congress of the history of science and technology, Budapest (Hungary), 2013. – 1 доклад (Фет Я. И.).
13. 51-я Международная научная конференция "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирский государственный университет, Новосибирск, 2013. – 14 докладов (Волков А. С., Ткачева А. А., Дворечинская Ю. А., Никитин А. А., Подстригаило А. С., Черникова А. И., Зайцев В. Е., Купчишин А. Б., Мустаков Р. Н., Пушкина В. А., Пясс И. А., Сафин А. Р., Беляев Н. А., Верещагин А. С.).
14. Конференция молодых ученых ИВМиМГ, Новосибирск, 2013. – 4 доклада (Витвицкий А. А., Киреева А. Е., Черникова А. И., Щукин Г. А.).

Всего докладов 43.

Участие в программных и организационных комитетах конференций

1. Малышкин В. Э., Бандман О. Л., Ачасова С. М., Городничев М. А., Киреев С. Е., Киреева А. Е., Маркова В. П., Медведев Ю. Г., Перепелкин В. А., Остапкевич М. Б., Щукин Г. А. – члены оргкомитета конференции PaCT-2013.
2. Бандман О. Л.:
 - член программного комитета The International conference on high performance computing & simulation (HPCS 2013), July 1–5, 2013, Helsinki (Finland);
 - член оргкомитета молодежного конкурса научных работ ИВМиМГ СО РАН.
3. Малышкин В. Э.:
 - член программного комитета 7-й Сибирской конференции по параллельным и высокопроизводительным вычислениям, 12–14 ноября 2013 г., Томск;

- член программного комитета 12th IEEE International conference on intelligent software methodologies, tools and techniques (SoMeT 2013), Sept. 22–24, 2013, Budapest (Hungary);
- член программного комитета 10th Intern. conf. on parallel processing and applied mathematics, Sept. 8–11, 2013, Warsaw (Poland).;
- член программного комитета Международной научной конференции "Параллельные вычислительные технологии 2013", 1–5 апреля 2013 г., Челябинск.

Проведение лабораторией международной конференции

Проведена 12-я Международная конференция по параллельным компьютерным технологиям ("PaCT-2013"), Петербург, 30 сент. – 4 окт. 2013 г.

Международные научные связи

1. Малышкин В. Э.:
 - член редколлегии "The International Journal of Computational Science and Engineering";
 - приглашенный редактор журнала "The Journal of Supercomputing".
2. Фет Я. И. – 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.	к.т.н.
5. Маркова В. П.	с.н.с.	к.т.н.
6. Медведев Ю. Г.	с.н.с.	к.т.н.
7. Непомнящая А. Ш.	с.н.с.	к.ф.-м.н.
8. Арыков С. Б.	м.н.с.	к.ф.-м.н.
9. Калгин К. В.	м.н.с.	к.ф.-м.н.
10. Киреев С. Е.	н.с.	
11. Киреева А. Е.	м.н.с.	
12. Городничев М. А.	м.н.с.	
13. Остапкевич М. Б.	м.н.с.	
14. Ткачева А. А.	м.н.с.	
15. Перепелкин В. А.	м.н.с.	
16. Шукин Г. А.	м.н.с.	
17. Савукова В. А.	техник 1 кат.	

Арыков С. Б., Городничев М. А., Калгин К. В., Киреев С. Е., Киреева А. Е., Перепелкин В. А., Ткачева А. А., Шукин Г. А. – молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Малышкин В. Э.	– профессор, зав. каф. НГУ и НГТУ.
Фет Я. И.	– профессор НГУ.
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

- Афанасьев И. В. – 3-й год, ИВМиМГ, руководитель Бандман О. Л.
Витвицкий А. А. – 2-й год, ИВМиМГ, руководитель Бандман О. Л.

Защита дипломов

- Двореченская Ю. А. – магистрант, НГУ, руководитель Корнеев В. Д.
Пушкова Е. А. – магистрант, НГУ, руководитель Ачасова С. М.
Ткачева А. А. – магистрант, НГТУ, руководитель Маркова В. П.
Черникова А. И. – магистрант, НГУ, руководитель Малышкин В. Э.
Зайцев В. Е. – бакалавр, НГУ, руководитель Остапкевич М. Б.
Мустаков Р. Н. – бакалавр, НГУ, руководитель Перепелкин В. А.
Пашкин Т. И. – бакалавр, НГУ, руководитель Маркова В. П.
Сафин А. Р. – бакалавр, НГУ, руководитель Киреев С. Е.
Пясс И. А. – бакалавр, НГУ, руководитель Киреев С. Е.

Руководство студентами

- Дуплищев И. К. – 4-й курс, НГУ, руководитель Перепелкин В. А.
Комаров С. О. – 4-й курс, НГУ, руководитель Калгин К. В.
Матвеев А. С. – 4-й курс, НГУ, руководитель Городничев М. А.
Токарев А. А. – 4-й курс, НГУ, руководитель Остапкевич М. Б.
Зайцев В. Е. – 5-й курс, НГУ, руководитель Калгин К. В.
Мачульскис С. В. – 5-й курс, НГУ, руководитель Малышкин В. Э.
Мустаков Р. Н. – 5-й курс, НГУ, руководитель Малышкин В. Э.
Пашкин Т. И. – 5-й курс, НГУ, руководитель Маркова В. П.
Сафин А. Р. – 5-й курс, НГУ, руководитель Маркова В. П.
Сумбатьянц И. И. – 5-й курс, НГУ, руководитель Малышкин В. Э.
Подстригаило А. С. – 6-й курс, НГУ, руководитель Калгин К. В.
Волков А. С. – 6-й курс, НГУ, руководитель Малышкин В. Э.
Сарычев В. Г. – 4-й курс, НГТУ, руководитель Городничев М. А.
Вайцель С. А. – 4-й курс, НГТУ, руководитель Городничев М. А.

Защита кандидатской диссертации

Киреева А. Е. "Клеточно-автоматное моделирование самоорганизующихся реакционно-диффузионных процессов" – защита 13.11.2013 г.

Лаборатория параллельных алгоритмов решения больших задач

Зав. лабораторией д.ф.-м.н. Вшивков В. А.

Важнейшие достижения

1. Совместно с Институтом Астрономии РАН (д.ф.-м.н., проф. Тутуков А. В.) проведены исследования в области математического моделирования столкновения галактик. В рамках данной работы сформулирована и реализована модель взаимодействующих галактик в виде магнитно-газодинамической модели (для моделирования областей с высокой скоростью звездообразования) в трехмерной постановке. Для реализации бесстолкновительной компоненты (звезды и темная материя) использована модель, основанная на решении уравнений первых трех моментов уравнения Больцмана. Многокомпонентная магнитно-газодинамическая модель взаимодействующих галактик реализована для суперЭВМ, оснащенных графическими ускорителями и ускорителями Intel Xeon Phi.

2. В сотрудничестве с Институтом Математики СО РАН (акад. С. К. Годунов), ИТПМ СО РАН и ИГиЛ СО РАН проведены исследования в области моделирования упруго-пластических деформаций. В рамках данной работы выражены требования к формулировке уравнения состояния. Для этого выписаны основные инварианты, из которых строится уравнение состояния, и для каждого инварианта сформулированы условия корректности. Модель упруго-пластической среды реализована для многоядерной архитектуры суперЭВМ. В результате:

- сформулирована область корректности уравнения состояния упруго-пластичной среды
- с помощью вычислительных экспериментов на многоядерных суперЭВМ смоделирован процесс волнообразования при сварке взрывом в упруго-пластической модели.

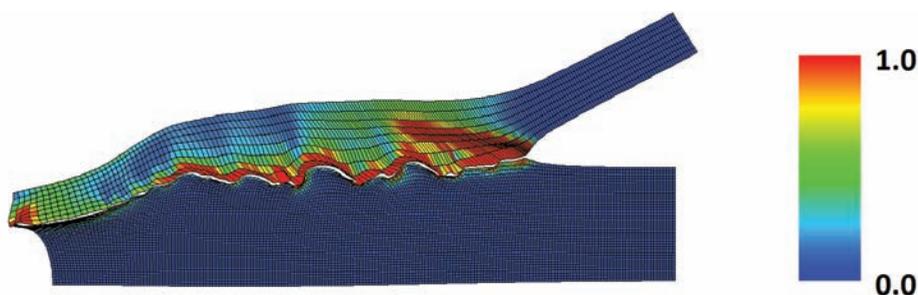


Рис. 1. Распределение безразмерной нормированной величины $\|I - B\|$, показывающей, насколько эффективные деформации отличаются от упругих

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

Проект НИР I.4.1.2. "Математическое моделирование сложных природных процессов с использованием параллельных и распределенных вычислений".

Номер государственной регистрации НИР 01201370231.

Руководитель – д.ф.-м.н. Вшивков В. А.

В текущем году разработаны эффективные параллельные алгоритмы и программные комплексы, направленные на решение задач численного моделирования эффектов встречи в суперколлайдерах, быстрой динамики электромагнитного поля при взаимодействии лазерного импульса с плазмой, аномальной теплопроводности при нагреве плазмы электронным

пучком в установках УТС, а также моделирования столкновения галактик в газодинамическом приближении.

Созданы две модификации программного пакета для моделирования взаимодействия электронного пучка с плазмой, которые позволят эффективно использовать экзафлопс-вычислители, когда они будут созданы. Первая модификация – трехмерная декомпозиция расчетной области, с помощью которой уже сейчас достигается высокая масштабируемость. При этом для расчета в отдельной подобласти используется группа процессоров (или ядер), что позволяет не ограничивать снизу объем подобласти. Вторая модификация предполагает использование графического ускорителя вместо группы процессоров для расчета отдельной подобласти.

При распараллеливании как в двумерном, так и в трехмерном случае используется смешанная эйлерово-лагранжева декомпозиция. Область делится на несколько подобластей вдоль одного измерения. С каждой подобластью связана группа процессоров, частицы в каждой подобласти разделены между всеми процессорами группы. Созданные алгоритмы позволяют существенно сократить затраты ресурсов ЭВМ за счет использования большего количества процессоров в областях большей плотности пучка. В этом случае загрузка процессоров более равномерна по сравнению с линейным случаем, что позволяет не только ускорить вычисления, но дает возможность проводить численные эксперименты с параметрами, недостижимыми при распараллеливании только по сеточной области. Особенностью созданных алгоритмов является масштабируемость на тысячи процессорных ядер.

Предложен новый метод декомпозиции области для моделирования некоторых астрофизических задач, основанный на частичном предвычислении функции Грина для заданной сеточной функции потенциала и соответствующих краевых условий и методе сопряжения подобластей. Экспериментальное исследование алгоритма, проведенное в Сибирском суперкомпьютерном центре, основанное на последовательности запусков с различным числом вычислительных ядер (вплоть до 50 тыс.), показало его линейную масштабируемость. Также проведено теоретическое исследование алгоритма и его масштабируемости вплоть до 6 млн вычислительных ядер (нитей). Разработаны теоретические основы адаптации данного подхода для реализации решения уравнения Пуассона на сгущающихся сетках (Adaptive Mesh Refinement).

В рамках основных направлений исследований лаборатории ПАРБЗ проведено исследование процесса волнообразования при сварке взрывом на основе упруго-пластической модели.

Результаты работа 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.

В 2013 г. проведено распараллеливание алгоритма для численного моделирования динамики пучков заряженных частиц с высокими энергиями. Балансировка загрузки процессоров во время выполнения алгоритма позволяет проводить расчеты на сетках порядка $512 \times 512 \times 512$ с количеством частиц в пучке $\sim 10^8$ и более. Проведенные численные эксперименты показали хорошую эффективность и масштабируемость алгоритма. Полученные результаты демонстрируют уменьшение остаточного поля, следующего за пучком. Созданный алгоритм позволит исследовать необходимые зависимости формы пучков при больших зарядах на более мелких сетках.

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.

На основе метода частиц-в-ячейках создан численный код, позволяющий моделировать процесс установления и нелинейной эволюции квазистационарной плазменной турбулентности, возбуждаемой мощным электронным пучком. Рассмотрено несколько вариантов развития плазменной турбулентности как при наличии постоянного источника энергии, так и без него. В качестве постоянного источника энергии выбран невзаимодействующий с возбуждаемыми полями пучок. Изучено развитие неоднородности ионной плотности в областях слабого магнитного поля для заданного модулированного пучка, а также распределение волновой энергии между различными ветвями плазменных колебаний. Изучен процесс формирования модуляции плотности пучка и рассчитаны параметры эволюции спектра возбуждаемых пучком электромагнитных полей в случае отсутствия постоянного источника энергии. В случае изотропной плазмы экспоненциальный рост некоторых фурье-гармоник электрического и магнитного полей хорошо согласуется с теоретическими оценками, однако в некоторых случаях происходит подавление развития неустойчивости. Разработан масштабируемый до 8192 процессорных ядер параллельный алгоритм для проведения расчетов областей размером в несколько длин волн.

Проект РФФИ № 12-01-31352 "Разработка эффективных параллельных алгоритмов для моделирования динамики многофазных астрофизических объектов на гибридных высокопроизводительных вычислительных системах".

Руководитель проекта – к.ф.-м.н. Куликов И. М.

В рамках работ по гранту проведено исследование модели бесстолкновительной компоненты взаимодействующих галактик, основанной на использовании первых трех моментов уравнения Больцмана. Показано, что такая модель позволяет получить сценарии столкновения галактик в виде разлета последних в результате столкновения. Для первых моментов уравнения Больцмана создан новый численный метод на основе комбинации метода крупных частиц и метода Годунова, решена задача о распаде произвольного разрыва на эйлеровом этапе численного метода.

Проект РФФИ № 13-07-00589 "Разработка методов имитационного моделирования поведения сверхмасштабируемых алгоритмов на суперЭВМ экзафлопсной производительности".

Руководитель проекта – д.т.н. Глинский Б. М.

В рамках работ по гранту проведено исследование возможности решения уравнения Пуассона для гравитационного потенциала в виде уравнения типа Коши – Ковалевской. Такой подход впервые предложен в работах Чуева Н. П. в 2011 г. Для реализации данного подхода создан новый численный метод, позволяющий находить решение эволюционного уравнения с точным сохранением уравнения Пуассона для гравитационного потенциала на каждом шаге по времени. Такой подход дает возможность использовать произвольную декомпозицию расчетной области для моделирования динамики астрофизических объектов, что позволит использовать его на суперЭВМ экзафлопсной производительности.

Проект РФФИ № 10-01-00040 "Дискретно-стохастические функциональные сеточные численные алгоритмы".

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

В рамках работ по гранту проведено исследование методов построения спектральных портретов матриц и их параллельных реализаций и обсуждение нового статистического экономичного метода построения двумерных спектральных портретов.

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

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 130.

Координатор – акад. РАН Михайленко Б. Г.

В рамках работ по гранту проводились исследования нелинейных процессов формирования турбулентного спектра в замагниченной плазме под действием мощного электронного пучка, а также исследование динамики встречных пучков заряженных частиц с высоким релятивистским фактором. Реализован программный комплекс AstroPhi для моделирования динамики астрофизических объектов на суперЭВМ, оснащенных ускорителями Intel Xeon Phi. Выполнен анализ сильной и слабой масштабируемости программного комплекса, проведено сравнение производительности AstroPhi с комплексом GPUPEGAS, ориентированным на использование графических ускорителей NVIDIA. Экспериментальное исследование алгоритмов, проведенное в Сибирском суперкомпьютерном центре, основанное на последовательности запусков с различным числом вычислительных ядер (вплоть до 50 тыс.), показало их высокую масштабируемость, в некоторых случаях – линейную.

Госконтракты

ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 гг."

Госконтракт 14.740.11.0350.

Руководитель – чл.корр. Кабанихин С. И.

В рамках работ по госконтракту проведено исследование процесса волнообразования при сварке взрывом на основе упруго-пластической модели. Получены области применимости этой модели, экспериментально показана необходимость введения модели молекулярной динамики для моделирования кумулятивной струи. Численно смоделирован процесс волнообразования при сварке взрывом.

Госконтракт 16.740.11.0573.

Руководитель – к.ф.м.н. Куликов И. М.

В рамках работ по госконтракту 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, выполнена 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.

В рамках работ по госконтракту разработан параллельный сверхмасштабируемый алгоритм для решения задач механики сплошной среды, реализованный для гибридных суперЭВМ. Программная реализация запущена на рекордном количестве независимо работающих программных потоков (порядка 86 млн). На имитационной модели показана масштабируемость алгоритма и ее ограничение.

Прочие гранты

Грант Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук

Грант МК-4183.2013.9.

Руководитель – к.ф.м.н. Куликов И.М.

В рамках работы по гранту проведено исследование магнитно-газодинамической модели астрофизических объектов. Для этой модели создан новый численный метод на основе комбинации метода крупных частиц и метода Годунова, решена задача о распаде произвольного разрыва на эйлеровом этапе численного метода. На основе самогравитирующей двухкомпонентной магнитно-газодинамической модели получен сценарий нецентрального столкновения галактик с определением области активного звездообразования.

Грант Мэрии Новосибирска

Руководитель к.ф.м.н. Куликов И. М.

В рамках работ по гранту реализован двухкомпонентный 3D2V подход к моделированию процесса образования планетных систем. В основе подхода использование газопылевой модели протопланетного диска. Модель реализована в виде программного комплекса PlaSysFor для гибридных многоядерных суперЭВМ. С помощью данного комплекса получен один из сценариев образования начальной стадии однопланетной системы.

Публикации**Центральные издания**

1. Берендеев Е. А., Ефимова А. А. Реализация эффективных параллельных вычислений при моделировании больших задач физики плазмы методом частиц в ячейках // Вестн. УГАТУ. 2013. Т. 17, № 2 (55). С. 112–116.

2. Берендеев Е. А., Иванов А. В., Лазарева Г. Г., Снытников А. В. Моделирование на суперЭВМ динамики плазменных электронов в ловушке с инверсными магнитными пробками и мультипольными магнитными стенками // Выч. методы и прогр. 2013. Т 14. С. 149–154.

3. Годунов С. К., Киселев С. П., Куликов И. М., Мали В. И. Численное и экспериментальное моделирование образования волн при сварке взрывом // Совр. пробл. механ. Сб. статей. К 80-летию со дня рождения акад. А. Г. Куликовского. Труды МИАН. 2013. № 281. С. 16–31.

4. Ершов А. Г., Рыков И. А., Снытников Н. В. Как создается инженерное наукоемкое ПО мирового класса // Наука из первых рук. 2013. № 2 (50). С. 80–95.

5. Снытникова Т. В., Дудникова Г. И., Вшивков В. А. Модификация метода частиц в ячейках с использованием адаптивных масс: взаимодействие лазерного импульса с плазмой // Выч. методы и программир. 2013. Т 14. С. 348–356.

6. Артемьев С. С., Корнеев В. Д., Якунин М. А. Численное решение стохастических дифференциальных уравнений со случайной структурой на суперкомпьютерах // СибЖВМ. 2013. Т. 16, № 4. С. 303–311.

7. Артемьев С. С., Корнеев В. Д. Анализ точности численного решения стохастических дифференциальных уравнений на суперкомпьютерах // Вестн. УГАТУ. 2013. Т. 17, № 2 (55). С. 11.

8. Месяц Е. А., Снытников А. В., Лотов К. В. О выборе числа частиц в методе частиц-в-ячейках для моделирования задач физики плазмы // Выч. технол. 2013. Т. 18, № 6. С. 83–96.

Зарубежные издания

1. He M. Q., Shao X., Liu C. S., Liu T. C., Su J. J., Dudnikova G., Sagdeev R. Z., Sheng Z. M. Quasi-monoenergetic protons accelerated by laser radiation pressure and shocks in thin gaseous targets // Phys. of Plasmas. V. 19. 2012. id. 073116.

2. Kulikov I. PEGAS: Hydrodynamical code for numerical simulation of the gas components of interacting galaxies // 2nd Workshop on numerical and observational astrophysics from the first structures to the universe today, 2011. AAABS. 2013. № 4. P. 91–95.

3. Berendeev E. A., Dudnikova G. I., Efimova A. A. Computer simulation of the nonlinear regime of the beam-plasma interaction // Bul. NCC. Ser. Num. An. 2013, iss. 16. P. 1–6.

4. Berendeev E. A., Lazareva G. G. Supercomputer simulation of plasma electron dynamics in a magnetic trap with inverse magnetic mirrors and multipole magnetic walls // Ibid. P. 7–14.

5. Boronina M. A., Korneev V. D. Parallel three-dimensional PIC code for the numerical modelling of ultrarelativistic beams // Ibid. P. 15–22.

6. Kulikov I. GPUPEGAS: a new GPU-accelerated hydrodynamic code for numerical simulation of interacting galaxies // Ibid. P. 23–42.

7. Lazareva G. G., Korneev V. D. A parallel algorithm for solving the mantle flows non-stationary problem // Ibid. P. 53–63.

8. Snytnikov A. V., Romanenko A. A. The advantage of GPU-based supercomputer simulation of plasma phenomena // Ibid. P. 81–92.

9. Snytnikov N. V. Scalable parallel algorithm of solving Poisson equation for stellar dynamics problems // Ibid. P. 93–99.

10. Sagdeev R., Malkov M., Diamond P., Dudnikova G., Liu C., Su J. J. Reflected Ion Acceleration by Ion-acoustic Shocks // 55 Ann. Meeting of the APS DPP. Abstract: GP8.00106. Bul. of the APS. 2013. V. 58, N 16.

Материалы международных конференции и совещаний

1. Boronina M. A., Vshivkov V. A., Korneev V. D. Parallel 3D PIC code for the numerical simulations of ultrarelativistic charged beams in supercolliders // Abs. of the Intern. conf. on math. modeling and comput. phys., Dubna, July 8–12, 2013. P. 59–60.

2. Kulikov I. PEGAS: Hydrodynamical code for numerical simulation of the gas components of interacting galaxies // 2nd Workshop on num. and observ. astrophys. from the 1st struct. to the Universe Today, 2011. AAABS. 2013. № 4. P. 91–95.

3. Mesyats E. A., Snytnikov A. V. Particle-in-cell simulation of kinetic instability of an electron beam in plasma // Abs. of the Intern. conf. on math. modeling and comput. phys., Dubna, July 8–12, 2013. P. 129–130.

4. Берендеев Е. А., Иванов А. В., Лазарева Г. Г., Снытников А. В. Моделирование на суперЭВМ динамики плазменных электронов в ловушке с инверсными магнитными пробками и мультипольными магнитными стенками // *Материалы Междунар. конф. "Параллельные вычислительные технологии"*, Челябинск, 2013. С. 68–75.

5. Берендеев Е. А., Ефимова А. А. Численное моделирование резонансного возбуждения колебаний плазмы, нагреваемой электронным пучком // *Материалы Междунар. конф. "Параллельные вычислительные технологии"*, Челябинск, 2013. С. 288–294.

6. Глинский Б. М., Куликов И. М., Черных И. Г. AstroPhi: Программный комплекс для моделирования динамики астрофизических объектов на гибридных суперЭВМ, оснащенных ускорителями Intel Xeon Phi // *Труды Междунар. суперкомпьютер. конф. "Научный сервис в сети Интернет: все грани параллелизма"*. М.: Изд-во МГУ, 2013. С. 4–7.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

1. Куликов И. М. Программа для моделирования динамики трехмерных астрофизических газовых объектов. Св-во № 2013611678 от 19 апреля 2013 г.

Прочие издания

1. Вшивков В. А., Ефимова А. А. Численная схема для модели пузырьковой жидкости // *Проблемы и перспективы развития математического и экономического образования*. Тара, 2013. С. 40–46.

2. Берендеев Е. А. Моделирование на суперЭВМ динамики плазменных электронов в ловушке с инверсными магнитными пробками и мультипольными магнитными стенками // *Материалы 51-й Междунар. науч. студ. конф. "Студент и научно-технический прогресс"*. Сер.: Математика. Новосибирск: НГУ, 2013. С. 165.

3. Берендеев Е. А., Лазарева Г. Г. Математическое моделирование на суперЭВМ динамики плазмы в ловушке-мишени для получения атомарных пучков высокой энергии // *Тез. 5-й Междунар. молодежной науч. шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач"*. Новосибирск: Сиб. науч. изд-во., 2013. С. 22.

4. Ефимова А. А. Численное моделирование развития турбулентности в системе пучок-плазма. // *Тез. Междунар. конф. "Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений"*, посвящ. 105-летию со дня рождения акад. С. Л. Соболева, Новосибирск, 18–4 авг. 2013 г. Новосибирск, 2013. С. 134.

5. Ефимова А. А. Численное моделирование нелинейных эффектов при пучково-плазменном взаимодействии // *Тез. Междунар. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей"*, посвящ. 85-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. С. 35.

6. Ефимова А. А., Берендеев Е. А. Численное моделирование нелинейных эффектов в плазме под действием электронного пучка // *Сб. трудов XV Всерос. конф.-шк. молодых исследователей "Современные проблемы математического моделирования"*. Ростов-на-Дону, 2013 г. Ростов н/Д: ЮФУ, 2013. С. 85–90.

7. Куликов И. М. Суперкомпьютерное моделирование динамики галактик на основе гидродинамической модели // *Сб. докл. Всерос. конф. "Современные проблемы динамики разреженного газа"*, 2013. С. 123–126. ISBN 978-5-89017-035-4.

Общее число публикаций

Центральные издания – 8

Зарубежные издания – 10

Материалы международных конференции и совещаний – 6

Патенты – 1.

Участие в конференциях и совещаниях

1. 31st Intern. conf. on phenomena in ionized gases (ICPIG), Granada (Spain), July 14–19, 2013. – 1 доклад (Берендеев Е. А.).
2. "Mathematical modeling and computational physics", Dubna, July 8–12, 2013. – 2 доклада (Боронина М. А., Месяц Е. А.).
3. 7-я Междунар. науч. конф. "Параллельные вычислительные технологии" (ПавТ-2013), Челябинск, 1–5 апр. 2013 г. – 2 доклада (Берендеев Е. А., Ефимова А. А.).
4. 51-я Междунар. науч. студ. конф. "Студент и научно-технический прогресс", Новосибирск, 12–18 апр. 2013 г. – 1 доклад (Берендеев Е. А.).
5. Конф. молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, 2–4 апр. 2013 г., Новосибирск. – 1 доклад (Куликов И. М.).
6. Intern. conf. "Mind the gap: From microphysics to large-scale structure in the Universe", July 8–12 2013. Кембридж (Великобритания). – 1 доклад (Куликов И. М.).
7. Всерос. конф. "Современные проблемы динамики разреженного газа", Новосибирск, 26–29 июля 2013 г. – 1 доклад (Куликов И. М.).
8. Междунар. конф. "Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений", Новосибирск, 18–24 авг. 2013 г. – 1 доклад (Куликов И. М.).
9. Междунар. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. – 2 доклада (Куликов И. М., Ефимова А. А.).
10. 5-я Междунар. молодежная науч. шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. – 3 доклада (Берендеев Е. А., Корнеев В. Д., Куликов И. М.).
11. Междунар. конф. "Дифференциальные уравнения. Функциональные пространства. Теория приближений", Новосибирск, 18–24 авг. 2013 г. – 2 доклада (Ефимова А. А., Лазарева Г. Г.).
12. 15-я Всерос. конф.-шк. молодых исслед. "Современные проблемы математического моделирования", Дюрсо, 16–21 сент. 2013 г. – 1 доклад (Ефимова А. А.).
13. Сиб. форум "Индустрия информационных систем-2013", Новосибирск, 24–25 апр. – 1 доклад (Снытников Н. В.).
14. Междунар. конф. "Математические и информационные технологии" (MIT-2013), Врнячка Баня (Сербия), 5–8 сент. 2013 г.; Будва (Черногория), 9–14 сент. 2013 г. – 1 доклад (Куликов И. М.).
15. Междунар. суперкомпьютер. конф. "Научный сервис в сети Интернет: все грани параллелизма", Абрау-Дюрсо, 23–28 сент. 2013 г. – 1 доклад (Куликов И. М.).

Всего докладов 20.

Участие в программных и организационных комитетах конференций

1. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. (Боронина М. А., Ефимова А. А.).
2. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. (Боронина М. А., Ефимова А. А.).
3. Конференция молодых ученых ИВМиМГ СО РАН, Новосибирск, 2–4 апр. 2013 г. (Куликов И. М.).

4. Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", Новосибирск, 10–13 окт. 2013 г. (Куликов И. М.).
5. 5-я Междунар. молодежная науч. шк.-конф. "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, 8–13 окт. 2013 г. (Куликов И. М.).
6. Всерос. науч. конф. студентов и молодых ученых "Наука. Технологии. Инновации", Новосибирск, 22–23 нояб. 2013 г. (Куликов И. М.).

Кадровый состав

1. Вшивков В. А.	зав. лаб.,	д.ф.-м.н.
2. Лазарева Г. Г.	с.н.с.,	д.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.	ведущ. 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. – проф. НГУ, проф. НГТУ.
 Корнеев В. Д. – доц. НГТУ.
 Куликов И. Г. – доц. НГТУ.
 Лазарева Г. Г. – доц. НГУ.

Руководство аспирантами

Берендеев Е. А. – 1-й год, ИВМиМГ, руководитель Вшивков В. А.
 Ларин В. В. – 1-й год, НГТУ, руководитель Вшивков В. А.
 Якункин Н. И. – 3-й год, ИВМиМГ, руководитель Вшивков В. А.

Руководство студентами

Антонова М. С. – 2-й курс магистратуры НГУ, руководитель Вшивков В. А.
 Горшунов В. С. – 4-й курс НГУ, руководитель Вшивков В. А.
 Протасов В. А. – 1-й курс магистратуры НГТУ, руководитель Куликов И. М.
 Серенко А. А. – 1-й курс магистратуры НГТУ, руководитель Куликов И. М.
 Нартова О. Ю. – 2-й курс магистратуры НГТУ, руководитель Куликов И. М.
 Спешилов К. В. – 2-й курс магистратуры НГТУ, руководитель Куликов И. М.

Защита дипломов

Берендеев Е. А. – магистратура НГУ, руководитель Вшивков В. А.
 Горр М. Б. – магистратура НГУ, руководитель Вшивков В. А.
 Горшунов В. С. – бакалавратура НГУ, руководитель Вшивков В. А.

Учебная и методическая литература

1. Куликов И. М. Технологии разработки программного обеспечения для математического моделирования физических процессов. Ч. 1. Использование суперкомпьютеров, оснащенных графическими ускорителями // Учеб. пособ. Новосибирск: НГТУ, 2013. 40 с. ISBN 978-5-7782-2195-6.

Лаборатория Сибирский суперкомпьютерный центр

Зав. лабораторией д.т.н. Б.М. Глинский

Проект НИР I.4.1. "Математическое моделирование с использованием параллельных и распределенных вычислений".

I.4.1.3. "Развитие суперкомпьютерных технологий и методов моделирования архитектур и алгоритмов для пета-и эксафлопсных супер-ЭВМ".

Номер государственной регистрации НИР 01201370232.

Руководитель – д.т.н. Глинский Б. М.

Создана мультиагентная модель функционирования системы управления потоком параллельных задач, поступающих на разнородные вычислительные ресурсы ЦКП, позволяющая оценить эффективность алгоритмов планирования очереди заданий, обеспечения отказоустойчивости и экономии электроэнергии ЦКП. Для этой модели проведена апробация нескольких популярных и перспективных алгоритмов планирования, исследование эффективности которых позволит в дальнейшем создать набор оптимальных алгоритмов для управления ЦКП ССКЦ СО РАН. Апробация алгоритмов производилась на основе статистики работы ЦКП ССКЦ СО РАН за 2011–2013 гг., система управления PBS Pro.

Реализован метод двухдиагонализации матриц для решения прямой задачи химической кинетики на примере биохимической модели Шефера (Hires) с использованием GPU. Реализация данного метода будет использована для имитационного моделирования с целью анализа масштабируемости при исполнении больших параллельных программ на суперЭВМ. Для решения системы ОДУ используется ФДН-метод. В рамках работ создана и протестирована параллельная реализация ФДН-метода решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Для параллельной реализации на GPU все матричные операции метода двухдиагонализации, выполняемые на CPU, заменены на матричные операции, выполняемые на GPU. Апробация решателя проведена на задачах пиролиза пропана. Результаты тестов показали хорошее совпадение с результатами других решателей, включенных в ChemPAK.

Нарастали программные и аппаратные компоненты основного кластера центра НКС-30Т+GPU: закуплены новые версии программного обеспечения Intel Cluster Studio XE 2013 и Intel Parallel Studio XE 2013, включающие Intel MPI 4.1, Intel TraceAnalyzer/Collector, компиляторы Intel C++ и Intel Fortran из состава Composer XE 2013 SP1. На год продлена техническая поддержка компиляторов PGI Accelerator, предусматривающая возможность обновления версий этого программного обеспечения. PGI Accelerator позволяет использовать вычислительные мощности GPU NVIDIA Tesla M2090 на языках Fortran и C++.

HP ProLiant DL980 G7 (архитектура SMP) входит в состав кластера НКС-30Т как отдельный вычислительный узел. После расширения в 2013 г. DL980 содержит 1 Тбайт оперативной памяти и восемь процессоров Intel E7-4870.

В рейтинге TOP-50 по СНГ кластер НКС-30Т занимает 21-е место для расширения кластера на GPU (архитектура GPGPU) и 36-е место для базового кластера на процессорах Intel Xeon (архитектура MPP) в 19-й редакции рейтинга от 24.09.2013. Деятельность ЦКП ССКЦ за 2013 г. представлена на схемах.

СОСТАВ ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ЦКП ССКЦ

КЛАСТЕР НКС-30Т+GPU гибридной архитектуры



576 процессоров (2688 ядер)
Intel Xeon E5450/E5540/X5670;

80 процессоров CPU (X5670)
(480 ядер);

120 процессоров GPU - Tesla
M2090 (61440 ядер).

Пиковая производительность
115 Тфлопс

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Общесистемное:

RedHat 5.4 - Операционная система,
PBSPro 11.1 - Очередь заданий.

Средства разработки:

Intel Parallel Studio XE 2013 – **Закуплено в 2013 г.**
Intel Cluster Studio XE 2013 – **Закуплено в 2013 г.**



СЕРВЕР с общей памятью (hp DL980 G7)



8 процессоров
(80 ядер)
Intel E7-4870;
ОП - 1 Тбайт;
768 Гфлопс.
Модернизи-
рован в 2013 г.

СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ (СХД)



Кластерная
файловая
система
IBRIX
для НКС-30Т
4 сервера,
32 Тбайта
**Планируется
расширение
до 64 Тбайт**

MPI 4.1 Intel, Intel TraceAnalyzer / Collector,
Intel C++, Intel Fortran

NVIDIA CUDA 5.5,
Portland Group PGI Accelerator 14.1.

Пакеты прикладных программ:
ANSYS CFD 14.5.7,
Gaussian 09

Пакеты, разработанные в ИВМиМГ СО РАН:
PARMONC, AGNES.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСЛУГ ССКЦ В 2013 г.

Всего пользователей – **185**
Всего организаций – **29**

Академических
организаций – **21**
Университетов – **5**
(НГУ, НГТУ, ИАТЭ НИЯУ МИФИ
(Обнинск), АГТУ (Барнаул),
СГМУ (Томск))

Другие организации – **3**
(СибНИА им. Чаплыгина,
СибНИГМИ, Компания КОТЭС)

Всего грантов, программ,
проектов, тем — **179**

Из них Российских — **175**
Международных — **4**

Грантов РФФИ – **66**
Программ РАН – **29**
Проектов СО РАН – **38**
Программ Минобнауки – **18**
Другие – **28**

Всего публикаций – **161**

Российских – **107**
Зарубежных – **54**

Доктор. диссерт. – **2**,
Кандидат. диссерт. – **4**,
Дипломы – **9**,
Патенты – **7**.

Статистика по кластерам (НКС-160 + НКС-30Т)	2009	2010	2011	2012	2013
∑ производительность (тфлопс)	7,1	17,5	31,0	116	115
∑ CPU (час.)	1 924 308,38	2 908 834,93	5 039 941,76	12 799 789,11	17 135 050,08
∑ количество заданий	38 914	39 750	35 952	83 797	103 840

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ № 13-07-00589 "Разработка методов имитационного моделирования поведения сверхмасштабируемых алгоритмов на суперЭВМ экзафлопсной производительности".

Руководитель проекта – д.т.н. Б.М. Глинский.

Важнейшие результаты по гранту, полученные в 2013 г.:

1) Разработана имитационная модель управления очередями задач на суперЭВМ, в которой вычислительные ядра поделены между "областями вычислений", имеющими свои очереди заданий и локальное управление.

2) Разработан GUI (интерфейс) для работы с системой моделирования AGNES.

3) Разработан параллельный алгоритм для решения NP-трудной задачи расчета вероятности связности случайного графа с ненадежными ребрами.

4) Создан новый численный метод, позволяющий находить решение эволюционного уравнения с точным сохранением уравнения Пуассона для гравитационного потенциала на каждом шаге по времени.

5) Проведена адаптация методов численного моделирования распространения сейсмических волн в трехмерных упругих средах под архитектуру гибридного кластера НКС-30T+GPU ССКЦ ИВМиМГ СО РАН.

6) Модифицирован и реализован на GPU метод решения задачи Коши для жестких систем ОДУ, использующих модифицированный метод формул дифференцирования назад (Modified Extended Backward Differentiation Formulas), который отличается более высокой стабильностью и вычислительной эффективностью для методов средних и высоких порядков по сравнению с классическими BDF-методами.

Работа выполнялись совместно с сотрудниками лабораторий Родионова А. С., Вшивкова В. А., Рогозинского С. В., Ковалевского В. В.

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

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 130.

Координатор – акад. Михайленко Б. Г.

Исполнителями работ по этому гранту являются 11 институтов СО РАН. Вклад лаборатории Сибирский суперкомпьютерный центр заключался в развитии технических и программных средств ЦКП ССКЦ, описанный выше, в оказании вычислительных и консалтинговых услуг участникам проекта. Проведена серия семинаров для участников проекта в рамках постоянно действующего семинара ССКЦ – НГУ "Архитектура, системное и прикладное программное обеспечение кластерных суперЭВМ" с целью интеграции и координации работ по проекту.

Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 39.

Координатор в институте – д.т.н. Глинский Б. М.

Проведена комплексная отладка системы межкластерных коммуникаций в NumGRID. Устранены ошибки асинхронного взаимодействия процессов. В настоящее время набор реализованных в NumGRID функций MPI включает: MPI_Init, MPI_Finalize, MPI_Recv, MPI_Send, MPI_Irecv, MPI_Isend, MPI_Iprobe, MPI_Probe, MPI_Bcast, MPI_Reduce, MPI_Wait, MPI_Barrier, MPI_Ibarrier, MPI_Ibcast. Коммуникационные функции NumGRID демонстрируют стабильную работу на синтетических тестах и приложениях численного моделирования.

Разработаны параллельный алгоритм и программы для решения задачи 3D численного моделирования распространения сейсмических волн в неоднородных упругих средах. Программа разработана с использованием технологий параллельного программирования для проведения расчетов на многопроцессорных вычислительных системах с гибридной архитектурой. На тестовых примерах показано сравнение параллельных реализаций данного алгоритма на вычислительных узлах кластера. Результаты сравнения времени расчета двух реализаций алгоритма на кластере показали перспективность и эффективность использования графических процессоров для реализации сеточных алгоритмов численного моделирования на распределенных системах.

Исследована возможность адаптации задачи статистического моделирования электронных лавин в газе к исполнению на распределенных вычислительных системах. Разработанная вычислительная программа ELSHOW исполнялась на вычислительных системах с различной архитектурой: кластерах с MPP-архитектурой, гибридных системах с ускорителями Nvidia GPU и Intel Xeon Phi. Исследованы вопросы оптимизации обмена данными между вычислительными узлами. На этой основе разработаны программные модули для исполнения с использованием системы NumGRID.

Работа выполнялись совместно с сотрудниками лабораторий Малышкина В. Э., Рогозинского С. В., Ковалевского В. В.

Программа президиума РАН № 4, проект № 4.9, подпроект "Моделирование и экспериментальные исследования вулканических структур методами активной и пассивной сейсмологии".

Руководитель – д.т.н. Глинский Б. М.

В теоретической части проекта выполнена адаптация параллельного алгоритма численного моделирования для использования в расчетах 3D параллельной схемы и вычислительных узлов с GPU. Разработана программа для использования возможностей гибридных вычислительных систем. Проведено сравнение работы программ в задачах моделирования волновых полей при вибросейсмическом зондировании вулканов с использованием в расчетах CPU или комбинации CPU с GPU. Реализованный подход с трехмерной декомпозицией области моделирования позволит проводить эксперименты для исследования подробных 3D геометрий вулканических структур. Проведенное исследование показало возможность использования гибридных вычислительных систем для проведения численного моделирования. Разработанные программы дают возможность проводить численное моделирование сейсмических полей для детализированных 3D вулканических структур.

Начаты работы по формированию физической модели стратовулкана Эльбрус, за основу берется модель магматического вулкана центрального типа (Федотов и др., 1991).

В экспериментальной части проекта проведена обработка данных экспериментальных работ по исследованию микросейсмической активности в районе вулкана Эльбрус с использованием подземной сейсмической группы. Пилотный эксперимент по созданию такой группы выполнен Институтом вычислительной математики и математической геофизики СО РАН и Институтом физики Земли РАН. Линейная сейсмическая группа имеет апертуру 2,5 км и состоит из шести трехкомпонентных сейсмоприемников СК-1П с автономными цифровыми регистраторами "Байкал".

Приведенные результаты пилотного эксперимента и их анализ показывают, что линейная сейсмическая группа с апертурой 2,5 км, развернутая в штольне БНО ИЯИ РАН, по уровню микросейсмических шумов и регистрируемых сигналов, а также по их корреляции-

онным свойствам, имеет в короткопериодном диапазоне характеристики, сравнимые с характеристиками современных сейсмических групп, работающих в Международной системе мониторинга.

Создаваемая группа будет ориентирована на мониторинг микросейсмической активности района вулкана Эльбрус с целью определения областей активизации сейсмических процессов, связанных с геодинамикой магматического очага вулкана, осуществлением сейсмоэmissionsной томографии активных областей района вулкана Эльбрус.

Работа выполнялась совместно с сотрудниками лаборатории Ковалевского В. В.

Программа президиума РАН № 14, проект № 14.6, подпроект "Развитие интегрированной вычислительной среды (GRID сегмента) на базе вычислительных ресурсов ССКЦ".

Руководитель – д.т.н. Глинский Б. М.

Продолжены работы по поддержанию и развитию виртуализированной вычислительной GRID-среды ННЦ, основанной на суперкомпьютерной 10 Гбит сети ННЦ и включающей вычислительные ресурсы ССКЦ, ИЯФ и НГУ. Из числа вычислительных ресурсов ССКЦ для использования исключительно в составе GRID выделены 32 двойных блейд-сервера HP BL2×220 G5 на процессорах Intel Xeon E5450, суммарно: 512 ядер, 1024 Гбайт памяти. Устранены некоторые технические ограничения и повышена стабильность работы системы виртуализации. GRID-среда активно используется для обработки данных экспериментов по физике высоких энергий, осуществляемых в ИЯФ СО РАН как на собственных ускорителях, так и на Большом адронном коллайдере.

Продолжались работы в рамках ЦКП "Биоинформатика". Участники – институты ИЦиГ СО РАН, ИХБиФМ СО РАН и Томографический Центр – подключены к суперкомпьютерной сети ННЦ СО АН. К сожалению, основные серверы этих институтов не имеют полноценного доступа к сети 10 Гбит/с. В то же время задачи биоинформатики, такие как сборка генома, переходят в разряд Big Data. Размеры обрабатываемых данных составляют от нескольких десятков до двухсот гигабайт.

На ресурсах ССКЦ ведутся работы по проекту NumGrid. Программный комплекс NumGRID-MPI предназначен для объединения разнородных вычислительных кластеров в единый вычислительный ресурс на основе частичной реализации стандарта MPI-3.0. NumGRID обеспечивает возможность запускать MPI-приложение так, чтобы процессы приложения были распределены по рабочим узлам нескольких кластеров. При этом процессы составляют один коммуникатор MPI и предоставляют средствами MPI возможность взаимодействия.

Публикации

Центральные издания

1. Глинский Б. М., Марченко М. А., Михайленко Б. Г., Родионов А. С., Черных И. Г., Караваев Д. А., Подкорытов Д. И., Винс Д. В. Отображения параллельных алгоритмов для суперкомпьютеров экзафлопсной производительности на основе имитационного моделирования // Информ. технол. и вычисл. системы. 2013. № 4. С. 3–14. Импакт-фактор – 0,304.

2. Глинский Б. М. Сибирский суперкомпьютерный центр коллективного пользования: этапы развития, текущее состояние и перспективы // Пробл. информ. 2013. № 3. С. 72–84. Импакт-фактор по РИНЦ – 0,188.

3. Куликов И. М., Черных И. Г., Глинский Б. М. AstroPhi: программный комплекс для моделирования динамики астрофизических объектов на гибридных суперЭВМ, оснащенных

ускорителями Intel Xeon Phi // Вестн. ЮУрГУ. Сер: Вычислительная математика и информатика. 2013. Т. 2, № 4. С. 57–79.

Зарубежные издания

1. Snytnikov V. N., Mischenko T. I., Snytnikov V. N., Chernykh I. G. Autocatalytic dehydrogenation of propane // Res. on Chem. Intermed. 2013. V. 39, N 1. P. 3–14.

Материалы международных конференций и совещаний

1. Глинский Б. М., Куликов И. М., Черных И. Г. AstroPhi: Программный комплекс для моделирования динамики астрофизических объектов на гибридных суперЭВМ, оснащенных ускорителями Intel Xeon Phi // Труды Междунар. суперкомпьютерной конф. "Научный сервис в сети Интернет: все грани параллелизма". М.: Изд-во МГУ, 2013. С. 4–7.

2. Глинский Б. М., Кучин Н. В., Ломакин С. В., Черных И. Г. Сибирский суперкомпьютерный центр СО РАН // Материалы Междунар. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", 2013. С. 28–29.

Прочие издания

1. Винс Д.В. Использование мультиагентной модели центра коллективного пользования для принятия управленческих решений // Материалы 100-й Всерос. шк.-конф. молодых ученых "Управление большими системами". Уфа: Изд-во Уфимск. гос. авиац. тех. ун-та, 2013. Т. 1. С. 151–155.

2. Он же. Мультиагентная модель системы оперативного управления распределением ресурсов для ВЦКП // Труды конф. молодых ученых. Новосибирск: ИВМиМГ, 2013. С. 38–46.

3. Сапегина А. Ф. Численное моделирование распространения сейсмических волн в сложно построенных средах на гибридном кластере // Труды форума "Суперкомпьютерные технологии в образовании, науке и промышленности", Нижний Новгород, 11–16 нояб. 2013 г. Рекомендована к публикации в "Вестн. Нижегород. ун-та им. Н. И. Лобачевского".

4. Глинский Б. М., Караваев Д. А., Куликов И. М., Кучин Н. В., Снытников Н. В. Масштабируемые вычисления с применением гибридного кластера // Материалы Междунар. конф. "Mathematical and informational technologies" (MIT-2013). С. 89.

5. Ковалевский В. В., Глинский Б. М., Хайретдинов М. С., Караваев Д. А. Численное моделирование и экспериментальные исследования распространения волновых полей от вибратора в вулканических структурах // Там же. С. 103.

6. Mikhailenko B. G., Glinskiy B. M. Supercomputer technologies solution large problems in the siberian super-computer center // "Supercomputer technologies of mathematical modelling". Yakutsk, 2013. P. 51.

7. Glinsky B. M., Kuchin N. V. The Siberian Supercomputer Center SB RAS // "The Hewlett-Packard consortium for advanced scientific and technical computing users group" (HP CAST 20), Leipzig (Germany), 2013.

8. Chernykh I., Glinskiy B., Marchenko M., Rodionov A., Kulikov I., Podkorytov D., Weins D. "AGNES: simulation tool for scalability analysis of a parallel algorithms" // Book of posters of PRACE Conf. of scientific computing, Paphos, (Cyprus), 2013. Poster N 16.

Общее число публикаций

Центральные издания – 3

Зарубежные издания – 1

Материалы международных конференций – 2.

Участие в конференциях и совещаниях

1. Конференция ANSYS 2013: направления развития инженерного анализа, Москва, 4–5 июня 2013 г. – 1 пленарный доклад (Черных И. Г.).
 2. 6th Asia-Pacific Congress on Catalysis, Taipei, (Taiwan), Oct. 13–17, 2013. – 1 доклад (Черных И. Г.).
 3. PRACE Conf. of scientific computing, Paphos (Cyprus), Dec. 3–6, 2013 – 1 доклад (Черных И. Г.).
 4. Международная суперкомпьютерная конференция "Научный сервис в сети Интернет: все грани параллелизма", Абрау – Дюрсо, 23–28 сент. 2013 г. – 1 пленарный доклад (Глинский Б. М.).
 5. "Суперкомпьютерные технологии в образовании, науке и промышленности", Нижний Новгород, 11–16 нояб. 2013 г. – 1 доклад (Сапетина А. Ф.).
 6. The Hewlett-Packard Consortium for Advanced scientific and technical computing users group (HP CAST 20), Leipzig (Germany), 2013 г. – 1 пленарный доклад (Кучин Н. В.).
 7. 2-я Международная конференция "Суперкомпьютерные технологии математического моделирования", Якутск, 8–11 июля 2013 г. – 1 пленарный доклад (Глинский Б. М.).
 8. Международная конференция "Математические и информационные технологии" MIT-2013, Сербия, Черногория, 5–10 сент. 2013 г. – 1 пленарный доклад (Глинский Б. М.).
 9. 10-я Всероссийская школа-конф. молодых ученых "Управление большими системами", Уфа, 2013 г. – 1 доклад (Винс Д. В.).
 10. Конференция молодых ученых ИВМиМГ, Новосибирск, 2013 г. – 2 доклада (Сапетина А. Ф.).
 11. Международная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", Новосибирск, 2013 г. – 1 доклад (Глинский Б. М.).
- Всего докладов** 12, в том числе 5 пленарных.

Участие в оргкомитетах конференций

Международная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", Новосибирск, 2013 – Глинский Б. М. (программный комитет), Черных И. Г. (организационный комитет).

Кадровый состав

- | | | |
|-------------------|--------------------------|-----------|
| 1. Глинский Б. М. | зав. лаб., | д.т.н. |
| 2. Черных И. Г. | н.с. | к.ф.-м.н. |
| 3. Кучин Н. В. | гл. спец. по СПО | |
| 4. Ломакин С. В. | м.н.с. | |
| 5. Винс Д. В. | м.н.с., 0,5 | |
| 6. Макаров И. Н. | ведущ. програмист | |
| 7. Зернова Л. В. | ведущ. программист, 0,75 | |
| 8. Сапетина А. Ф. | инженер, 0,1, магистрант | |
| 9. Кононов А. А. | инженер-электроник, 0,5 | |
- Ломакин С.В., Винс Д.В. – молодые научные сотрудники.

Педагогическая деятельность

Глинский Б. М. – проф. НГУ

Руководство аспирантами

Титов П. А. – 1-й год ИВМиМГ СО РАН (руководитель Глинский Б. М.)

Руководство студентами

Сапетина А. Ф. – 1-й год магистратуры (руководитель Глинский Б. М.)

Немов С. В. – 1-й год магистратуры (руководитель Глинский Б. М.)

Антонова М. С. – 1-й год магистратуры (руководитель Черных И. Г.)

Защиты дипломов

Титов П. А. – магистрант, руководитель Глинский Б. М.

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Таблица 1

Краткая информация о кадровом составе института, его финансовой и научно-организационной деятельности в 2013 г. по сравнению с 2012 г.

№	Показатели	На 31.12.12 г.	На 31.12.13 г.
1.	Общее кол-во штатных работников	303	301
2.	Общее кол-во штатных научных работников	167	167
3.	Общее кол-во штатных молодых научных работников (до 35 лет)	44	46
4.	Общее кол-во аспирантов (очников/заочников)	34 (31/3)	29 (27/2)
4.1.	Кол-во докторантов	1	1
5.	Общее число вышедших публикаций (см. табл.2), в том числе	295	357
5.1.	– монографий	9	7
5.2.	– в центральных и зарубежных изданиях	158	193
5.3.	– материалы международных конференций	128	157
6.	Общее количество охранных документов (патентов и т.п.) полученных институтом (см. табл.2), в том числе	8	7
6.1.	– патентов	2	
6.2.	– программ зарегистрировано	5	7
6.3.	– баз данных	1	

В 2013 г. работники института выполняли:

- 9 базовых проектов фундаментальных научных исследований;
- 18 интеграционных проектов СО РАН (из них в 6 проектах институт выступал головной организацией);
- 22 проекта по программам Президиума РАН и ОМН РАН;
- 32 инициативных проекта РФФИ.