

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ  
И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОФИЗИКИ  
Сибирского отделения  
Российской академии наук**

**Важнейшие результаты  
научных исследований в 2012 г.**

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

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

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

А.Н. Коновалов, академик, г.н.с., д.ф.-м.н., тел.: 330-61-48, [Kan@sscc.ru](mailto:Kan@sscc.ru).

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

Публикации:

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

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

3. А.Н. Коновалов. Дискретные модели в динамической задаче линейной теории упругости и законы сохранения. Дифференциальные уравнения, 2012, Том 48, № 7, с. 990-996.

Результаты работы докладывались автором на следующих конференциях:

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

2. Вторая молодежная международная школа-конференция памяти академика М.М.Лаврентьева «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач». Новосибирск, 21-29 сентября 2010 г.

3. Восьмая всероссийская конференция «Сеточные методы для краевых задач и приложения», посвященная 80-летию со дня рождения А.Д.Ляшко. Казань, 30 сентября – 5 октября 2010 г.

4. IX Всероссийская молодежная школа-конференция «Лобачевские чтения-2010», Казань, 1-6 сентября 2010 г.

5. Российская конференция, посвященная 80-летию со дня рождения Ю. С. Завьялова «Методы сплайн-функций» Новосибирск, 31 января – 2 февраля 2011 г. <http://math.nsc.ru/conference/msf11/index.html>

6. Международная конференция «Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика», посвященная 90-летию со дня

рождения академика Н.Н.Яненко, Новосибирск, 30-мая – 4 июня 2011 г.  
[http://conf.nsc.ru/niknik-90/prog\\_committee](http://conf.nsc.ru/niknik-90/prog_committee)

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

8. Третья международная молодежная школа-конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", Новосибирск, Академгородок, 10-15 октября 2011 г.

9. Четвертая международная молодежная научная школа-конференция «Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач», Новосибирск, Академгородок, 5-15 августа 2012 г.

10. Девятая всероссийская конференция «Сеточные методы для краевых задач и приложения», Казань, 16-22 сентября 2012 г.

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

Михайлов Г.А., советник РАН, Рогазинский С.В. зав.лаб., д.ф.-м.н., О.В. Блощицына аспирант ИВМиМГ СО РАН; [gam@sscc.ru](mailto:gam@sscc.ru), [svr@osmf.sscc.ru](mailto:svr@osmf.sscc.ru) .

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

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

1. Г.А. Михайлов, С.В. Рогазинский. Модифицированный метод мажорантной частоты для численного моделирования обобщенного экспоненциального распределения // Доклады Академии Наук, 2012, т.444, No.1, с. 28-30

2. G.A. Mikhailov, S.V. Rogazinskii. Probabilistic model of many-particle evolution and estimation of solutions to a nonlinear kinetic equation // Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling, Vol. 27., No. 3, pp. 229-242, 2012

3. О.В. Блощицына, С.В. Рогазинский. Весовая модификация метода мажорантной частоты для решения нелинейных кинетических уравнений // Журнал вычисл. математики и матем. физики, 2012, т.52, № 9, с. 1724-1734

Материалы работы были представлены в докладах на:

1. Всероссийской конференции «Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования», Россия, г. Новосибирск, ИВМиМГ СО РАН, 12-15 июня 2012 г.

2. Международной конференции «Обратные и некорректные задачи математической физики», посвящённой 80-летию со дня рождения ак. М.М. Лаврентьева, Новосибирск, Россия, 5-12 августа 2012 г.

## **3. Унифицированный алгоритм расчета фотореалистических изображений кристаллических агрегатов оптически изотропных и анизотропных прозрачных минералов.**

В.А. Дебелов, в.н.с., д.т.н., тел.: 330-65-57, [debelov@oapmg.sscc.ru](mailto:debelov@oapmg.sscc.ru); Д.С. Козлов, аспирант НГУ, [kozlov@oapmg.scc.ru](mailto:kozlov@oapmg.scc.ru).

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

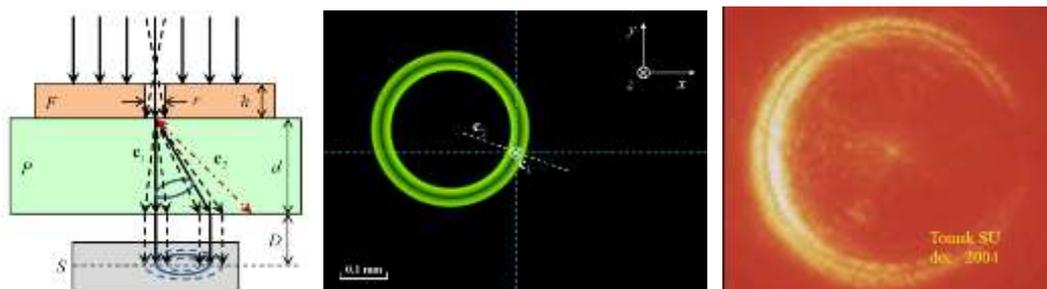


Рис. Слева: модельная сцена, посередине: рассчитанное изображение, справа: фотография явления внутренней конической рефракции (источник: <http://www.demophys.tsu.ru/Original/Hamilton/Hamilton.html>)

Публикации:

1. В. А. Дебелов, Д. С. Козлов. Локальная модель взаимодействия света с изотропными и одноосными прозрачными средами // Вестник НГУ, серия "Информационные технологии", Том 10, Выпуск 1. – 2012. – С. 5-23.

2. V.A. Debelov, D.S. Kozlov. Rendering of Translucent Objects, Verification and Validation of Algorithms // Proc. WSCG'2012, short (communication) papers. Plzen, 25–28 June 2012. – С. 189–196.

3. V.A. Debelov, D.S. Kozlov. A local model of light interaction with transparent crystalline media // IEEE Transactions on visualization and computer graphics. – 14 С. (в печати)

Результаты работы докладывались авторами на всероссийской конференции «Актуальные проблемы вычислительной математики и математического моделирования», г. Новосибирск, 12–15 июня 2012 г., на 20-й международной конференции по компьютерной графике и визуализации WSCG'2012, г. Пльзень (Чехия), 25–28 июня 2012 г., на международной молодежной конференции-школе «Современные проблемы прикладной математики и информатики», г. Дубна, 22–27 августа 2012 г.

**4. Стохастические граничные методы фундаментальных решений для многомерных краевых задач, Сабельфельд К.К., гнс, д.ф.-м.н. р.т.: 330-77-21, [karl@osmf.sccc.ru](mailto:karl@osmf.sccc.ru)**

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

Результаты этих исследований опубликованы в двух статьях

1 Sabelfeld K. Stochastic Boundary Methods of Fundamental Solutions for solving PDEs. Engineering Analysis with Boundary Elements, v.36 (2012), 1092-1103.

2. K.K. Sabelfeld, N.S. Mozartova. Stochastic boundary collocation and spectral methods for solving PDEs. Monte Carlo Methods and Applications, vol.18 (2012), issue 3, 217-263.

и монографии

3. Random Fields and Stochastic Lagrangian Models. Analysis and Applications in Turbulence and Porous Media. Walter de Gruyter, Berlin, 2012, ISSN 978-3-11-029681-5

а также представлены на пленарном докладе на конференции:

K. Sabelfeld. Stochastic methods for solving some ill-posed and inverse problems.

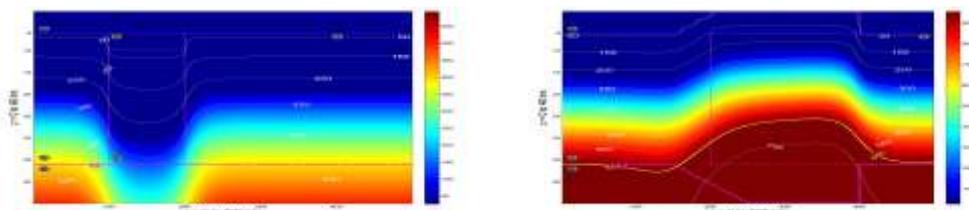
The international conference dedicated to the 80th anniversary of the birthday of academician M.M. Lavrentiev, Novosibirsk, 5-12 august 2012.

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

Ю.М. Лаевский, рук. лаб., д.ф-м.н., тел.: +7(383)330-83-74, [laev@labchem.sccc.ru](mailto:laev@labchem.sccc.ru)

К.В. Воронин, инженер, +7(383)330-83-74

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



*На левом рисунке тепловое поле до начала коллизии, на правом – постколлизийный процесс.*

Публикации:

1. К.В. Воронин, Ю.М. Лаевский. О схемах расщепления в смешанном методе конечных элементов. Сибирский журнал вычислительной математики, т.15 (2012), №2, с.183-189.

2. Ю.М. Лаевский, К.В. Воронин. Схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов решения задач теплопереноса. Математическое моделирование, т.24 (2012), №8, с.109-120.

3. К.В. Воронин. Схемы расщепления в смешанном методе конечных элементов. Материалы 50-й юбилейной Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс», НГУ, 2012, с.203.

4. В.А. Верниковский, А.Е. Верниковская, О.П. Полянский, Ю.М. Лаевский, Н.Ю. Матушкин, К.В. Воронин. Тектонотермальная модель формирования орогена на постколлизиионной стадии. Геология и геофизика, 2011, т.52, №1, с.32-50.

Конференции:

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

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

3. First Russian-French Conference on Mathematical Geophysics, Mathematical Modeling in Continuum Mechanics and Inverse Problems, Biarritz, France, June 18-22, 2012. <http://uppa-inria.univ-pau.fr/m3d/ConfFR/index.html> Y. Laevsky, K. Voronin. «Numerical simulation of some geothermal regimes based on the splitting methods for the mixed finite element approximations» (*пленарный доклад*).

4. The China-Russian Workshop on Computational Methods, Beijing, China, October 14-15, 2012. Y. Laevsky. «Splitting schemes in mixed finite element method for heat transfer problems» (*пленарный доклад*).

5. EGU General Assembly, Vienna, Austria, April 23–27, 2012. [http://www.egu2012.eu/EGU2012-programmegrup\\_programme\\_GMPV.pdf](http://www.egu2012.eu/EGU2012-programmegrup_programme_GMPV.pdf)

Vernikovskaya A.E., Vernikovskiy V.A., Matushkin N.Yu., Polyansky O.P., Laevsky Y.M., Voronin K.V. «Thermal history modeling of intrusions in the Tatarka-Ishimba suture zone at the Late Neoproterozoic evolution stage of the Yenisei Ridge rogeny».

**6. «Библиотека параллельных алгебраических решателей Krylov».** Ильин В.П., г.н.с., д.ф.-м.н., т 3306062, [ilin@sscc.ru](mailto:ilin@sscc.ru), Бутюгин Д.С., м.н.с., [dm.butyugin@gmail.com](mailto:dm.butyugin@gmail.com), Перевозкин Д.В., м.н.с., [foxillys@gmail.com](mailto:foxillys@gmail.com)

Разработана библиотека параллельных алгоритмов Krylov, ориентированная на решение больших систем линейных алгебраических уравнений с разреженными симметричными и несимметричными матрицами (положительно определенными и знаконеопределенными), получаемых при сеточных аппроксимациях многомерных краевых задач для систем дифференциальных уравнений на неструктурированных сетках. Библиотека включает двухуровневые итерационные методы в подпространствах Крылова, предобуславливание которых осуществляется на основе сбалансированной декомпозиции расчетной области с различными размерами пересечений подобластей и краевых условий сопряжения на смежных границах. Повышение скорости сходимости итерационных крыловских процессов производится с помощью грубосеточной коррекции, алгоритмов дефляции и неполной факторизации матриц в покомпонентном и блочном вариантах. Программные реализации выполнены на типовых сжатых разреженных форматах матричных данных. Проведены численные эксперименты с демонстрацией эффективности распараллеливания для характерных плохо обусловленных задач

Публикации:

1. Бутюгин Д.С., Ильин В.П., Перевозкин Д.В. Методы параллельного решения СЛАУ на системах с распределенной памятью в библиотеке Krylov // Вестник Южно-Уральского государственного университета. 2012. Вып. 2. С. 22-36.

Доклады на конференциях:

Бутюгин Д.С., Ильин В.П., Перевозкин Д.В. Саров: демонстрационная версия библиотеки параллельных решателей // XIV Международная конференция «Супервычисления и математическое моделирование». Саров, 1-5 октября 2012 г.

Бутюгин Д.С., Ильин В.П., Перевозкин Д.В. Методы параллельного решения СЛАУ на системах с распределенной памятью в библиотеке Krylov // VI Международная научная конференция «Параллельные вычислительные технологии». Новосибирск, 26-30 марта 2012 г.

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

**7. Система мультиагентного моделирования параллельных высокопроизводительных вычислений на суперЭВМ эксафлопной производительности.** Глинский Б.М., д.т.н., gbm@sscc.ru тел. 330-62-79, Родионов А.С., д.т.н., alrod@sscc.ru, тел. 332-69-49, Марченко М.А., к.ф.-м.н., marchenko@sscc.ru, тел. 330-76-90, Подкорытов Д.И., к.т.н., d.podkorytov@gmail.com, тел. 332-69-49.

Разработана система мультиагентного моделирования для оценки поведения алгоритмов при их масштабировании на большое количество ядер [1, 2]. Система имитационного моделирования позволяет выявить узкие места в алгоритмах, понять, как их нужно модифицировать, какие параметры алгоритмов необходимо настраивать при масштабировании. Система базируется на пакете AGNES, разработанном в ИВМиМГ и установленном в ЦКП ССКЦ СО РАН [3]. Исследовано поведение двух типов алгоритмов: распределенного статистического моделирования и численного моделирования 3D сейсмических полей. Для распределенного статистического моделирования исходные данные получены с использованием библиотеки PARMONC, предназначенной для использования на современных суперкомпьютерах тера- и петафлопсного уровня, также установленной в ЦКП ССКЦ СО РАН [4].

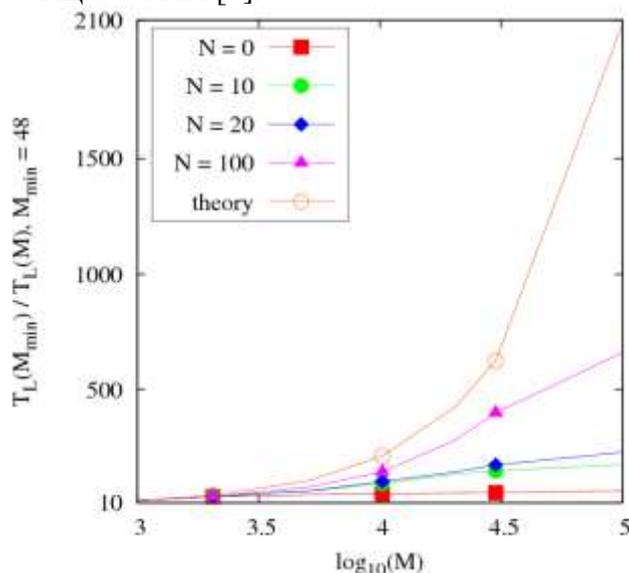


Рис. Сравнение ускорения распределенного статистического моделирования для разных вариантов организации обмена данными (N-количество ядер сборщиков от 1 до 100) для числа ядер M до 100 000 (горизонтальная ось – в логарифмическом масштабе).

ускорение от распараллеливания при расчётах на M ядрах определим так:  $S_L(M) = T_L(M_{min})/T_L(M)$  Если пренебречь обемами, то  $S_L(M) = M/M_{min}$  где  $M_{min}$  – наименьшее число ядер, использованных при расчётах.

Публикации:

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

Результаты работы докладывались на конференциях:

1. Международная конференция «Параллельные вычисления и задачи управления», Москва, 24-26 октября 2012 г.
2. IEEE 14th International Conference on High Performance Computing and Communications, Liverpool, June 2012;
3. Международная суперкомпьютерная конференция. "Научный сервис в сети интернет". Абрау, сент., 2012.
4. International conference on Ubiquitous information management and communication, Kuala Lumpur, Malaysia, 20-22 February, 2012.
5. Первый национальный суперкомпьютерный форум. г. Переславль-Залесский, 29-30 ноября 2012.

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

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

**8. Оценка влияния климатических изменений на вариации эмиссии метана на шельфе морей восточного сектора Арктики** Малахова В.В., н.с., к.ф.-м.н., [malax@sscc.ru](mailto:malax@sscc.ru), Голубева Е.Н., с.н.с., д.ф.-м.н.

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

В предположении увеличения газовой проницаемости мерзлых донных осадков, как следствия климатических изменений, реализованы численные эксперименты по поступлению растворенного метана в воды Восточно-Сибирского шельфа из донных

резервуаров, как результат возможного таяния газгидратов (Рис.1) и путем речного стока в период с 2002 по 2010 год. Расчет интегральных потоков метана атмосферу в изучаемом районе показал, что максимальная эмиссия характерна для 2005 и 2007 годов (Рис.2). Это могло являться следствием формирования в арктических морях в эти годы уникального теплового состояния поверхностного слоя, способствующего усиленному таянию льда.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

1. Малахова В.В., Голубева Е.Н. [Роль сибирских рек в увеличении концентрации растворенного метана в водах Восточно-Сибирского шельфа // Оптика атмосферы и океана. – 2012. Т. 25, № 06. С. 534–538](#)

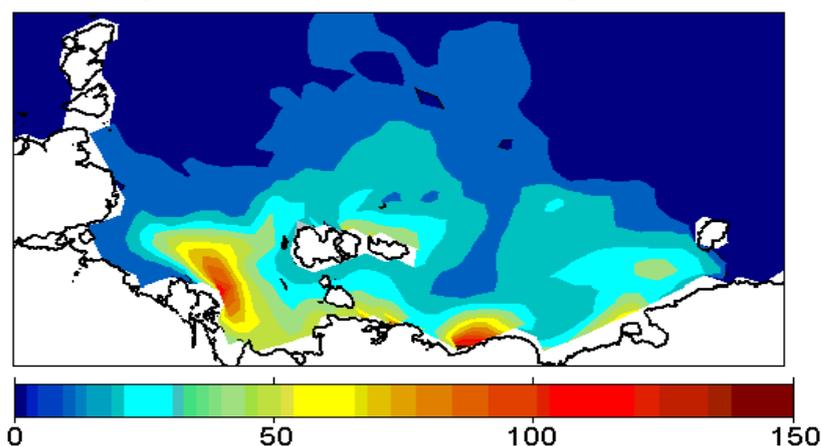
2. Кузин В.И., Платов Г.А., Голубева Е.Н., Малахова В.В. О некоторых результатах численного моделирования процессов в Северном Ледовитом океане // Известия РАН. ФАО. - 2012.- Том 48. - № 1. С.117-136.

3. Малахова В.В., Голубева Е.Н. Моделирование потока метана в атмосферу из вод Восточно-Сибирского шельфа // Сборник материалов 8 Международного научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012», 10-20 апреля 2012г., Новосибирск: СГГА, 2012. – С.160-166.

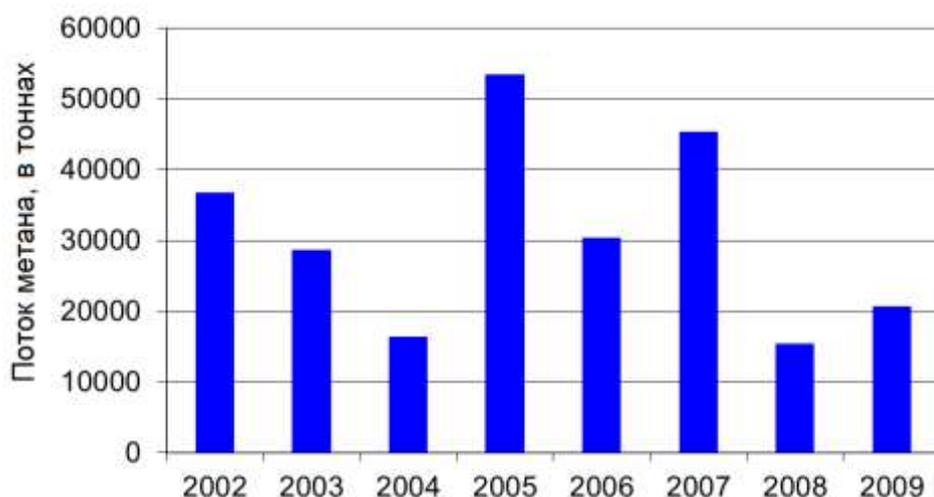
4. Малахова В.В., Голубева Е.Н. Влияние изменений климата на увеличение эмиссии метана на шельфе Восточно-Сибирского сектора Арктики // Тезисы докладов Международной научной конференции по региональным проблемам гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, Казань 2-5 октября 2012 г. – С.161-162.

Результаты данных исследований докладывались на международных конференциях:

На VIII Международном научном конгрессе «Гео-Сибирь-2012», Новосибирск, апрель 2012 г., на Международной научной конференции по региональным проблемам гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, Казань, октябрь 2012 г., на Всероссийской научной конференции с международным участием «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии», Барнаул, август 2012г., на Международном Семинаре по проблемам эволюции природной среды в Арктической зоне Сибири (подготовка программы совместных международных научных исследований с использованием НИС «Остров Самойловский») Новосибирск, май 2012 г



**Рисунок 1.** Распространение растворенного метана (в нмоль/л) в поверхностном слое, полученное для сентября 2005 г. в численном эксперименте. Поступление растворенного метана задавалось равномерно по всей области шельфа (глубиной до 100 м) из донных отложений в виде диффузионных потоков порядка 3 нмоль /м<sup>2</sup> в секунду



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

**9. Экономичные численные методы для прямых и обратных задач атмосферной химии** Пененко В.В., зав. лабораторией, д.ф.-м.н., т 3306152, [Penenko@sscc.ru](mailto:Penenko@sscc.ru), Цветова Е.А., ВНС, к.ф.-м.н., т.3306152, Е. [Tsvetova@ommgp.sccc.ru](mailto:Tsvetova@ommgp.sccc.ru)

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

#### Публикация

Пененко В.В., Цветова Е.А. Вариационные методы построения монотонных аппроксимаций для задач химии атмосферы. Принято в СибЖВМ

#### Доклады на конференциях

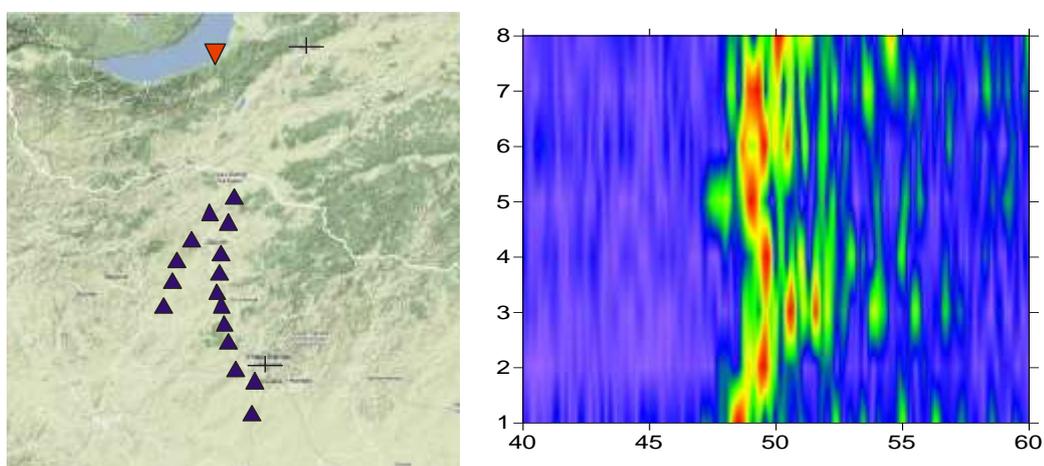
1. Пененко В.В. Вариационные принципы для решения прямых и обратных задач гидротермодинамики и химии атмосферы с оценкой неопределённостей // Тезисы докладов Международной конференции « Обратные и некорректные задачи математической физики», посвященной 80-летию со дня рождения М.М.Лаврентьева, Сибирское научное издательство, Новосибирск, 2012. С 46-47.

2. Penenko V., Tsvetova E. Environmental forecasting on the base of online-integrated modeling technology // ENVIROMIS 2012. Selected & Reviewed papers of International

Conference on Environmental observations, modeling and information systems. 24 June - 2 July 2012. Irkutsk, Russia. P. 159-162.

**10. Исследование волнового поля мощного вибросейсмического источника в южном Прибайкалье и северной Монголии», Ковалевский В.В., зав.лаб., д.т.н. Авроров С.А., м.н.с., к.т.н., Брагинская Л.П., вед. прогр. Макаров В.А. вед. электр. [kovalevsky@sscc.ru](mailto:kovalevsky@sscc.ru),**

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



*Рис. 1 Схема регистрации вибросейсмического поля вибратора ЦВО-100 на профилях в Северной Монголии (слева). Волновая картина группы P-волн при регистрации сейсмической группой на расстоянии 295 км от источника (справа).*

Результаты исследований докладывались на конференциях: KACST-JCCP, 1st Joint International Workshop for the Earth's Surface and Sub-surface 4D Monitoring, 8–11 January, 2012, Riyadh, Saudi Arabia, VIII Международная выставка и научный конгресс ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2012, 10–20 апреля 2012 г. Новосибирск, 9th General Assembly of the Asian Seismological Commission, 17-20 September 2012, Ulaanbaatar, Mongolia

**11. Разработка метода восстановления функции распределения ориентаций кристаллической структуры по данным сферического преобразования Радона. (Казанцев И.Г., с.н.с., к.ф.-м.н., тел.: 330-73-32, , [kig@ooi.sscc.ru](mailto:kig@ooi.sscc.ru).**

Сферическое преобразование Радона определяется на сфере в 4-мерном пространстве как интегралы по большим окружностям от некоторой функции. Это преобразование встречается в задачах количественного текстурного анализа в кристаллофизике для восстановления функции распределения ориентаций кристаллографической текстуры в

поликристаллах по экспериментальным данным, полученным из дифракционного эксперимента. Данные являются интенсивностями дифракционных изображений. Восстановленная функции распределения ориентаций зерен поликристаллического образца дает возможность исследования анизотропии усредненных упругих свойств материалов.

Известны формулы аналитического обращения (Минковский, Функ). Однако практическое применение формул обращения требует регулярных сеток на сфере в 4-мерном пространстве. Для работы с ограниченными по углам просвечивания данными более эффективными представляются итерационные методы, которые работают с более широким набором сеток в области изображения. Нами обосновано [1,2] применение к этой задаче одной из лучших квазирегулярных сеток, известных в отечественной литературе по работе Сухарева – (Сухарев А.Г. Об оптимальных стратегиях поиска экстремума ЖВМиМФ. 1971.- № 4. 910- 924). Проведены численные эксперименты и реконструкции итерационным методом Качмажа на иерархических сетках (Рис. 1), позволяющим гладко заполнять сетку восстанавливаемого изображения.

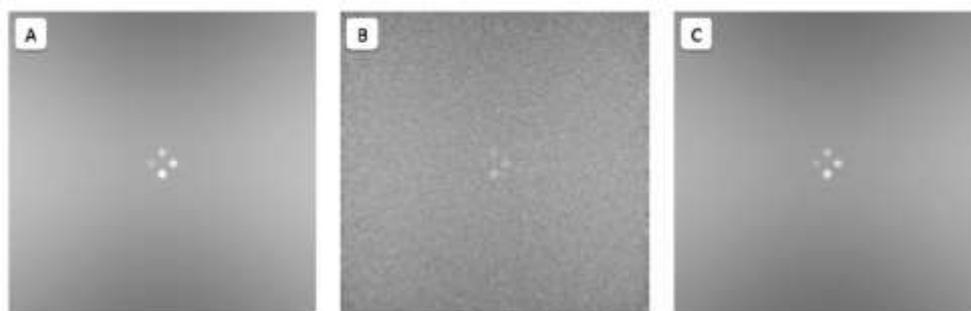


Рис. 1. А) – сечение тестового изображения; В) - восстановление без иерархического удвоения сетки; С) - реконструкция с последовательным использованием иерархических сеток со стороной в 16, 32, 64, 128 и 256 элементов.

[1] Kazantsev I.G., Schmidt S., Poulsen H.F.. “A discrete spherical X-ray transform of orientation distribution functions using bounding cubes”, *Inverse Problems*, 2009, vol. 25, p.105009.

[2] Schmidt S., Gade-Nielsen N.F., Hostergaard M., Dammann B., Kazantsev I.G. ”High resolution orientation distribution function”, *Materials Science Forum*, 2012, V. 702-703 p. 536-539

**12. «Метод эволюционного синтеза моделей на основе темплейтов и его параллельная реализация». В.н.с., к.т.н. Монахов О.Г., тел. 330-60-66, monakhov@rav.sccc.ru.**

Разработан метод эволюционного синтеза, объединяющий преимущества генетических ал-горитмов и генетического программирования, основанный на эволюционных вычислениях, темплейтах (шаблонах, скелетонах) алгоритмов и заданного множества пар входных - вы-ходных данных. Исследовано влияние степени специализации шаблона на пространство по-иска при эволюционном синтезе, получены оценки величины сокращения пространства по-иска при введении в шаблон дополнительной информации в виде формул, уточняющих мо-дель. Теоретически и экспериментально показано существенное (на несколько порядков) сокращение времени работы метод эволюционного синтеза при увеличении степени специализации шаблона. На основе метода эволюционного синтеза реализован параллельный алгоритм, который был применен для автоматизации поиска оптимальных параметров финансовых стратегий с точки зрения максимизации показателей доходности. Экспериментально с использованием кластерной системы и графических

ускорителей показано, что предложенный алгоритм позволяет увеличить доходность финансовых стратегий и имеет отличную масштабируемость и линейное ускорение при параллельных вычислениях на суперЭВМ с 53000 ядер.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

1. О.Г. Монахов. Оптимизация торговых стратегий с помощью параллельных эволюционных вычислений на графических процессорах // Вычислительные методы и программирование. Т. 13, 2012. – С. 28-32.

2. О.Г. Монахов. Исследование влияния степени специализации шаблонов на пространство поиска при эволюционном синтезе моделей. // Прикладная дискретная математика. №3, 2012. С.84-94.

3. Монахов О.Г. Масштабируемый параллельный алгоритм для оптимизации финансовых стратегий на гибридном кластере с графическими процессорами // Труды VI Международной конференции «Параллельные вычисления и задачи управления» (РАСО-2012) – 24-26 окт. 2012, Москва, 2012. с. 273-280.

**13. Алгоритмы точного расчета и оценивания различных показателей надежности сетей Зав. лаб., д.т.н. А.С Родионов, тел. 332-6949, alrod@sscc.ru, н.с., к.ф.-м.н. Д.А. Мигов, тел. 330-65-79, mdinka@rav.ssc.ru.**

Разработаны и исследованы алгоритмы точного расчета и оценивания различных показателей надежности сетей, в том числе и для случая с ограничением на диаметр сети. Реализована модификация кумулятивного подхода к принятию решения о надёжности (ненадёжности) сети по отношению к заданному порогу, основанная на последовательном уточнении границ надежности для определенных подсетей исходной сети. Полученные алгоритмы существенно ускоряют процессы расчёта, что позволяет их использование при анализе и оптимизации структур сетей практически интересной размерности.

Результаты этих исследований опубликованы в работах:

1. A. Rodionov, D. Migov, and O. Rodionova. Improvements in Efficiency of Cumulative Updating of All-Terminal Network Reliability // IEEE Transactions on Reliability. Vol. 61, issue 2. June 2012. – P. 460-465.

2. Родионов А.С. К вопросу ускорения расчёта коэффициентов полинома надёжности случайного графа // Автоматика и телемеханика. №7, 2011. – С. 134-146.

3. Мигов Д.А. Расчет надежности сети с ограничением на диаметр с применением точек со-членения // Автоматика и телемеханика. № 7, 2011. – С. 69-74.

4. Мигов Д.А. Расчет вероятности связности случайного графа с применением сечений. Монография. Саарбрюккен, Германия. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2011. 100 С.