

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

**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. Коновалов А.Н., советник РАН, академик РАН, д.ф.-м.н., kan@sscc.ru

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. А. Н. Коновалов. Полностью консервативные разностные схемы для динамических задач линейной теории упругости и вязкоупругости // Дифференциальные уравнения, 2013, Том 49, №7, с. 885-896.

Конференции:

1. Вторая международная конференция «Суперкомпьютерные технологии математического моделирования», Якутск, Россия, 8-11 июля 2013 г. Пленарный доклад «Полность консервативные разностные схемы для динамических задач линейной теории упругости и вязкоупругости»
2. Международная научная конференция «Методы создания, исследования и идентификации математических моделей», Новосибирск, Академгородок, 10-13 октября 2013 г. Пленарный доклад «О построении теоретических сейсмограмм».

2. Минимаксная оптимизация весовых параметрических оценок метода Монте-Карло. Михайлов Г.А., советник РАН, член-корр. РАН, Роженко С.А. м.н.с., к.ф.-м.н. gam@sscc.ru

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 альбедо 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, г. 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. Сабельфельд К.К., г.н.с., д.ф.-м.н. karl@osmf.sccc.ru

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. K.K. Sabelfeld and I.A. Shalimova. Spherical and Plane Integral operators for PDEs. Construction, Analysis, and Applications. Walter de Gruyter, Berlin/Boston, 2013
2. K.K. Sabelfeld, V. M. Kaganer, F. Limbach, P. Dogan, O. Brandt, L. Geelhaar, H. Riechert.
3. Height self-equilibration during the growth of dense nanowire ensembles: Order emerging from disorder. Appl. Phys. Lett. 103, 133105 (2013)
4. Sergio Fernandez-Garrido, Vladimir M. Kaganer, Karl K. Sabelfeld, Tobias Gotschke, Javier Grandal, Enrique Calleja, Lutz Geelhaar, and Oliver Brandt. Self-regulated radius of spontaneously formed GaN nanowires in molecular beam epitaxy. Nano Letters, 2013, 13 (7), pp 3274–3280.
5. O. Kurbanmuradov, K. Sabelfeld, and P. Kramer. Randomized Spectral and Fourier-Wavelet Methods for Multidimensional Gaussian Random Vector Fields. Journal of Computational Physics, (2013), vol.245, 218-234.

Конференции:

1. 7th Nanowire Growth Workshop, Lausanne, 10-12 June, 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. Лаевский Ю.М., зав. лаб., д.ф.-м.н., Воронин К.В., инженер. laev@labchem.sccc.ru

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.

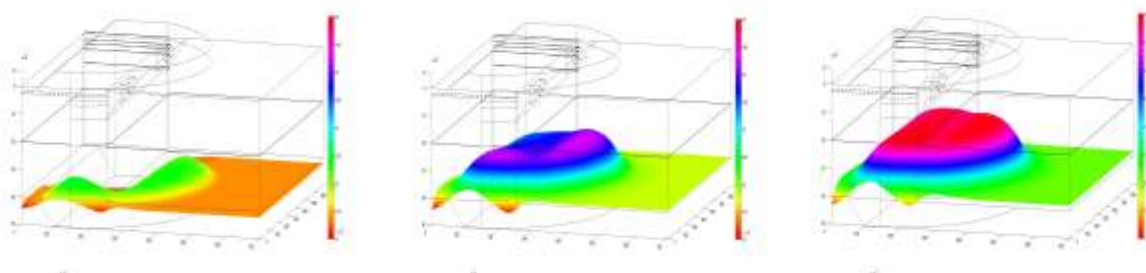


Рис. 1. Результат 3D моделирования: на рисунках изображена динамика изоповерхности $T=650^{\circ}\text{C}$ (температура образования гранитоидов) при надвижении Карской плиты на Сибирский кратон в моменты времени $t=10$ млн. лет, $t=50$ млн. лет и $t=100$ млн. лет.

Публикации:

1. 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.
2. K. Voronin, Yu. Laevsky. Splitting schemes for geothermal processes simulation. Proceedings of 11th International Conference 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, стр. 26.
4. А.Е. Верниковская, В.М. Даценко, В.А. Верниковский, Н.Ю. Матушкин, Ю.М. Лаевский, И.В. Романова, А.В. Травин, К.В. Воронин, Е.Н. Лепехина. Эволюция магматизма и карбонатит-гранитная ассоциация в неопротерозойской активной континентальной окраине Сибирского кратона: термохронологические реконструкции. Доклады РАН, 2013, т.448, №5, с.555-562.
5. А.Е. Vernikovskaya, V.M. Datsenko, V.A. Vernikovsky, N.Yu. Matushkin, Yu.M. Laevsky, I.V. Romanova, A.V. Travin, K.V. Voronin, E.N. Lepekhina. Magmatism evolution and carbonate-granite association in the neoproterozoic active continental margin of the Siberian craton: Thermochronological reconstructions. Doklady Earth Sciences, 2013, v.448, No.2, p.161-167.

Конференции:

1. 75th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2013, London, 8-15 June 2013.
2. International Conference on Mathematical and Numerical Aspects of Waves, WAVES-2013, Gammarth, Tunisia, 3-7 June 2013.
3. Международная научная конференция «Методы создания, исследования и идентификации математических моделей», посвященной 85летию со дня рождения академика А.С. Алексеева, Новосибирск, 10-13 октября 2013 г.

5. Новое семейство радиальных базисных функций для многомерной сплайн-аппроксимации. А.И. Роженко, с.н.с., д.ф.-м.н. rozhenko@oapmg.sccc.ru

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. А.И. Роженко. О новом семействе условно положительно-определенных радиальных базисных функций // Труды Института математики УрО РАН. – 2013. – Т. 19, № 2. – С. 256–266.
2. А.И. Роженко, Т.С. Шайдоров. О построении сплайнов методом воспроизводящих ядер // Сиб. журн. вычисл. Математики / РАН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2013. – Т. 16, № 4. – С. 365–376.
3. A.I. Rozhenko. On new families of radial basis functions // Abstracts of Int. Conference "Constructive theory of functions - 2013", Sozopol, June 9-15, 2013. - P. 35-36. - <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. Михайлов А. А., н.с., к.ф.-м.н., Михайленко Б. Г., академик РАН, директор. mikh@sscc.ru

Разработан эффективный численный алгоритм решения динамической задачи моделирования распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн для совмещённой модели "Земля–Атмосфера " при наличии ветра в атмосфере. На основе данного алгоритма созданы программы для проведения расчётов 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. Были проведены детальные исследования особенностей распространения сейсмических и акусто-гравитационных волн вблизи границы раздела Земля-Атмосфера от источников разного типа, располагающихся в твердой среде или атмосфере. Исследовано влияние ветра на конфигурацию фронта акусто-гравитационных и поверхностных сейсмических волн.

В результате проведенных исследований были выявлены новые особенности распространения поверхностных сейсмических и акусто-гравитационных волн вблизи границы раздела Земля-Атмосфера при наличии ветра в атмосфере. Был установлен факт влияния ветра на скорость распространения поверхностных волн Стоунли и перераспределение энергии по её 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. B.G. Mikhailenko, A.A. Mikhailov and G.V. Reshetova. Numerical Modeling of Acoustic-Gravity Waves Propagation in a heterogeneous Earth-Atmosphere Model with a Wind in the Atmosphere // Journal of Applied Mathematics and Physics, 2013, № 2, P. 123-129.

Конференции:

1. II Международная конференция "Суперкомпьютерные технологии математического моделирования". Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Амосова, г. Якутск, 5–12 августа 2013 г.
2. VIII Международная научно-техническая конференция «Аналитические и численные методы моделирования естественнонаучных и социальных проблем» (АЧМ-2013) посвященной 70-летию Пензенского государственного университета, г. Пенза, 22 – 25 октября 2013 г.

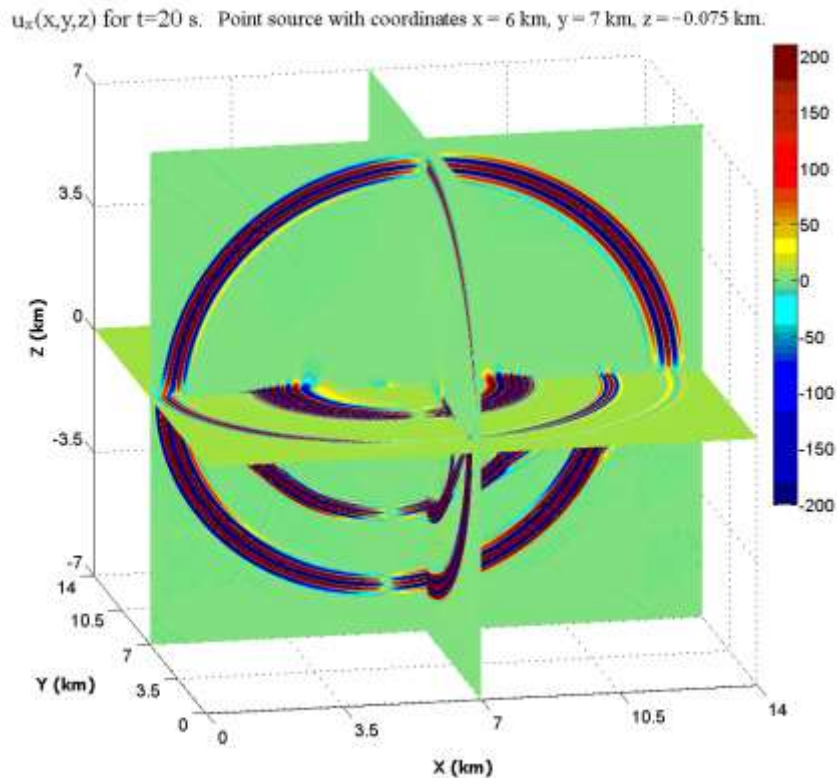


Рис.1. Мгновенный снимок волнового поля для горизонтальной компоненты скорости $u_x(x, y, z)$ в момент времени $t=20$ секунд при наличии ветра в атмосфере (скорость ветра - 50 м/с).

2. Алгоритм определения амплитуды переднего фронта волны. Кабанихин С.И., зав.лаб, член-корр. РАН; Шишленин М.А., с.н.с, к.ф.-м.н., Криворотько О.И., инженер. kabanikhin@scc.ru

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 $\eta(x, y, 0) = h(y) \cdot \delta(x)$ амплитуда переднего фронта волны $S(z, y)$ является решением системы уравнений в частных производных первого порядка

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

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

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

$c(x, y) = \sqrt{gH(x, y)}$, $H(x, y) > 0$ - 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 растут с уменьшением глубины.

Публикации:

1. Кабанихин С.И. Линейная регуляризация многомерных обратных задач для гиперболических уравнений // Препринт института 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 // Applied Computational Mathematics. V. 12, N. 2. 2013.- Pp. 91-96.
3. Kabanikhin S.I., Krivorotko O.I. Combined inverse tsunami problem // Bulletin of Novosibirsk Computing Center, Math. Model. In Geoph., V. 16, 2013.- Pp. 45-58.

Конференции:

1. 4-я Международная конференция, посвященная 90-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН, академика Европейской академии наук Л.Д. Кудрявцева «Об определении амплитуды переднего фронта волны в приближении мелкой воды», Москва, РУДН, 25-29 марта 2013.
2. 4th Inverse Problems, Design and Optimization Symposium (IPDO-2013) «Optimization method for reconstruction of tsunami source using measurements of the passing tsunami wave height», Albi, France, June 26-28, 2013.
3. Applied Inverse Problem Conference «Gradient algorithm of tsunami source reconstruction», Daejeon, Korea, 1-5 July 2013.
4. Международная конференция, посвященная 105-летию со дня рождения С.Л. Соболева «Совмещенная обратная задача цунами», Новосибирск, Академгородок, 18 – 24 августа, 2013.

3. Методика оценки частоты падений небесных тел на Землю. Амелин И.И., м.н.с., Гусяков В.К., зав. лаб., д.ф.-м.н., Ляпидевская З.А., вед. прогр. gvk@sscc.ru

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.

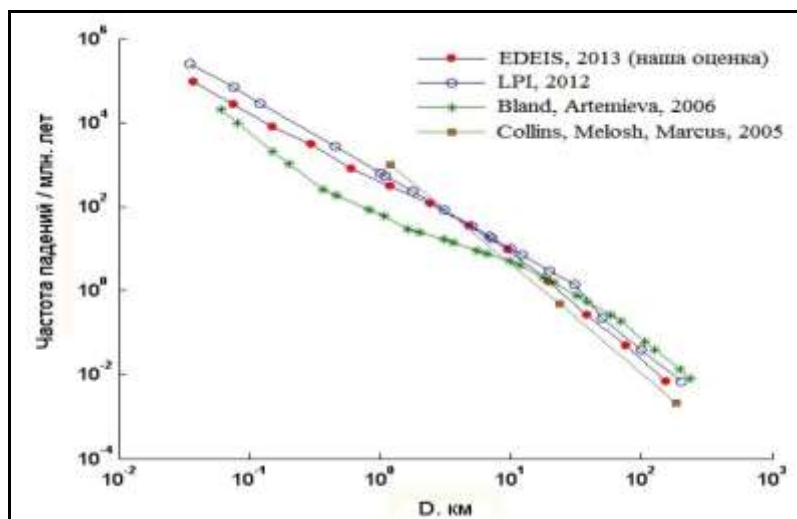


Рис.1. Оценки частоты падения астероидов в зависимости от диаметра образуемого кратера.

Публикации:

1. Amelin I.I., Gusiakov V.K., Lyapidevskaya Z.A. Estimates of the impact frequency of cosmic bodies on the Earth from data the catalog of Earth impact structures // Bulletin of the Novosibirsk Computing Center, Series: Mathematical Modeling in Geophysics, 2013, Issue 13, P.1-17.
2. Амелин И.И., Гусяков В.К., Ляпидевская З.А. Методика оценки частоты импактных событий // Проблемы передачи информации, 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// Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. 2013 Серия 1. Экономика и управление. (приложение). с.89-91.

Конференции:

1. Международная конференция “Околосемная астрономия-2013” 7-11 октября 2013 г., г. Краснодар.

4. Модификация RTTOV-моделей измерений аппаратуры ИКФС-2 и МСУ-МР космических аппаратов «Метеор-М» №№ 2-1, 2-2. Пяткин В.П., зав. лаб., Русин Е.В., с.н.с., к.т.н. pvpr@ooi.sccc.ru

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 слоёв 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).

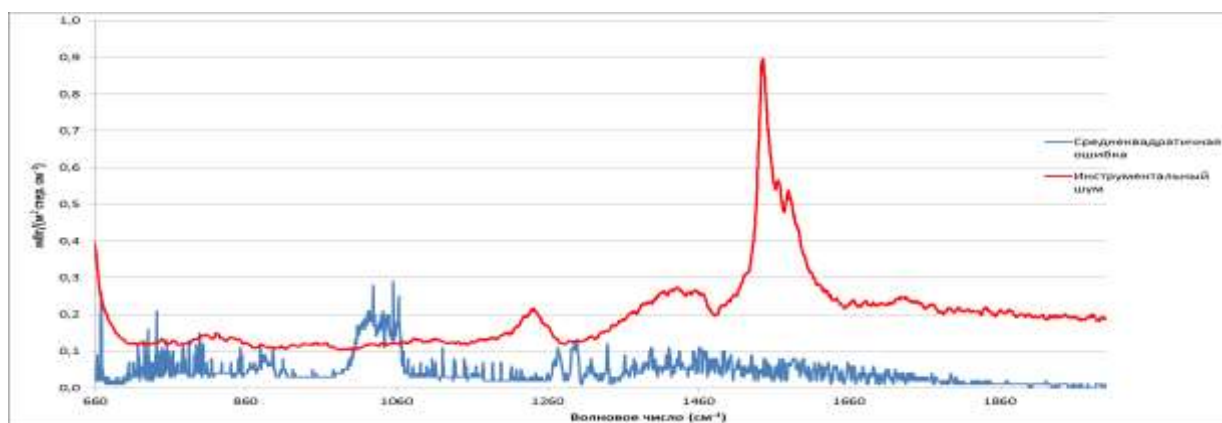


Рис. 1. Точность расчетов по разработанной «ускоренной» модели ИКФС-2 (по отношению к расчетам по «точной» полинейной модели LBLRTM) в сравнении с аппаратным шумом прибора.

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 было 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 сентября 2013 г.

5. Вибросейсмоакустическая технология экологоохранного прогнозирования.
Ковалевский В.В., зав. лаб., д.т.н., Хайретдинов М.С., г.н.с., д.т.н., Авроров С.А., м.н.с., к.т.н., Воскобойникова Г.М., м.н.с., Седухина Г.Ф., н.с., Якименко А.А., инж., marat@opg.sgcc.ru

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 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 резковыраженная ветрозависимая концентрация их максимумов на определенных азимутальных направлениях, потенциально опасных для окружающей среды.



Рис. 1. Схема регистрация 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 от массовых взрывов с помощью сейсмических вибраторов. Вестник Кемеровского государственного университета, вып.№4(52),Т.1, 2012, 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,с. 56-64.
3. Хайретдинов М.С., Ковалевский В.В. Экологоохранное прогнозирование с помощью сейсмических вибраторов. Журнал «Проблемы информатики», №3, 2013, с.42-53.

Конференции:

1. 8thInternational Forum on Strategic Technology (IFOST 2013), June 28 – July 1, 2013 Ulaanbaatar, Mongolia.
2. Международная конференция «Математические и информационные технологии, МИТ-2013» г.Врнячка Баня, Сербия;- г.Будва, Черногория, 9 – 14 сентября 2013 г.
3. Междун. науч. конф. "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвященной 85-летию со дня рождения академика А.С. Алексеева, Новосибирск, 10-13 октября 2013 г.
4. Всероссийская конференция с международным участием "50 лет сейсмологического мониторинга Сибири", 21-25 октября, Новосибирск, Академгородок. – Новосибирск: Изд-во Полиграфика, 2013., с.183-190.

6. Вариационная методика с использованием интегрирующих множителей и решений сопряженных задач для моделей динамики и химии атмосферы и природоохранного прогнозирования. Пененко В.В., зав. лаб., д.ф.-м.н., Цветова Е.А., в.н.с., к.ф.-м.н., Пененко А.В., м.н.с., к.ф.-м.н. penenko@sscc.ru

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. Сибирский журнал вычислительной математики, 2013, т.16, №3, с. 239-252.
2. Пененко В.В. Вариационные методы построения дискретно-аналитических схем с использованием техники интегрирующих множителей. В сб. трудов «Современные

проблемы математического моделирования». Ростов–на –Дону, Изд. ЮФУ, 2013, С. 198-202.

3. Vladimir Penenko, Alexey Penenko, and Elena Tsvetova. Variational methods for direct/inverse problems of atmospheric dynamics and chemistry// Geophysical Research Abstracts, Vol. 15, EGU2013-4760, 2013, EGU General Assembly 2013.

7. Исследование процессов атмосферного загрязнения территорий Сибири на основе гидродинамических моделей и данных наблюдений. Леженин А.А. с.н.с., к.ф.-м.н. lezhenin@ommfao.sccc.ru

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.

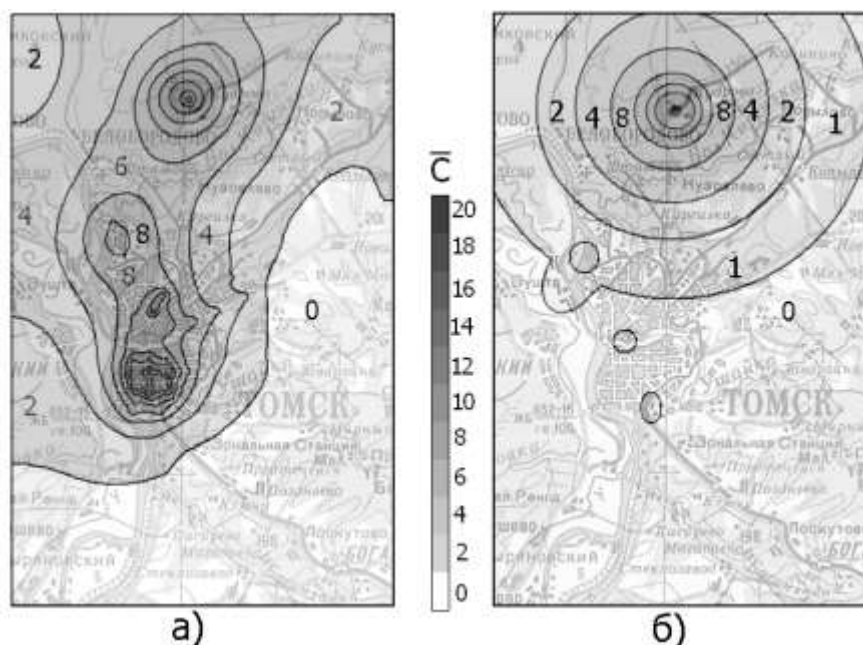


Рис.1. а) расчетное поле среднегодовой концентрации формальдегида (в единицах ПДК_{СС}) на уровне $z=2\text{м}$; б) поле концентрации, полученное по модели ОНД-86.

Публикации:

1. Леженин А.А. Исследование процессов атмосферного загрязнения территорий Сибири на основе гидродинамических моделей и данных наблюдений // Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.ф.-м.н., 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 // Инженерная экология. 2012. №3. С. 26-37.

Конференции:

1. IX Международный научный конгресс «Интерэкспо-Гео-Сибирь-2013», Новосибирск, апрель 2013 г.,
2. Научно-практическая конференция «Загрязнение атмосферы городов», г. Санкт-Петербург, октябрь 2013 г.,
3. Международная научная конференция "Методы создания, исследования и идентификации математических моделей", посвященной 85-летию академика А.С.Алексеева, Новосибирск, Академгородок, октябрь 2013 г.,
4. Юбилейная XX Рабочая группа «Аэрозоли Сибири», Томск, ноябрь 2013 г.

8. Математические модели и методы обеспечения эффективного функционирования беспроводных сенсорных сетей. Родионов А.С., зав. лаб., д.т.н., Шахов В.В., с.н.с., к.ф.-м.н., Мигов Д.А., н.с., к.ф.-м.н., Бакулина М.П., н.с., к.ф.-м.н. alrod@sccc.ru

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 по улучшению 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 Int. Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (ACM ICUIMC 2013), Kota Kinabalu, Malaysia, Jan 17-19, 2013, ACM New York, USA, 2013, Article No. 39, ISBN: 978-1-4503-1958-4 (SCOPUS).
2. Vladimir V. Shakhov: Experiment Design for Parameter Estimation in Sensing Models. Springer Lecture Notes in Computer Science, Volume 8072, 2013, pp 151-158, ISSN0302-9743. (Springer, SCOPUS)
3. Vladimir V. Shakhov: Protecting Wireless Sensor Networks from Energy Exhausting Attacks. Springer Lecture Notes in Computer Science, Volume 7971, 2013, pp 184-193, ISSN0302-9743. (Springer, SCOPUS)
4. Бакулина М. П. Эффективное кодирование длин серий при факсимильной передаче данных по сети // Ползуновский вестник. № 2, 2013. С. 257-259.

Конференции:

1. 7th Int. Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (ACM ICUIMC 2013), Kota Kinabalu, Malaysia, Jan 17-19, 2013.
2. 13th International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA 2013), Ho Chi Minh City, Vietnam, June 24-27, 2013.
3. 1st International Workshop on Wireless Access Flexibility (WiFlex 2013), Kaliningrad, Russia, September 4-6, 2013.
4. 9th Asian International Workshop on Optimization Problems of Complex Systems, Almaty, Kazakhstan, August 15-25, 2013.
5. 7th International Workshop on Simulation, Rimini, Italy, May 21-25, 2013.

9. Гиперсетевая технология оптимального проектирования линейных сооружений городских инженерных сетей. Попков Г.В., н.с., к.т.н., Токтошов Г.Б. м.н.с., к.т.н. popkov@rav.sccc.ru

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.

Публикации:

1. Попков Г. В., Попков В. К. Вопросы проектирования, строительства и эксплуатации первичных сетей // Проблемы информатики № 4, 2013 стр. 51- 57.
2. Попков Г.В., Попков В.К. Система распределенной обработки данных // Вестник Бурятского государственного университета, Математика и информатика Улан-Удэ, Изд-во Бурятского госуниверситета, вып.9, 2013 г. Стр. 174-181.

3. Попков Г.В., Конин М. В., Лепнер Э. Ю. Применение S-гиперсетей для автоматизированного проектирования инженерной инфраструктуры предприятия // Проблемы информатики № 2, 2013 г., 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 № 2, 2013 г. Стр.36-40.

Конференции:

1. 9th Asian International Workshop on Optimization Problems of Complex Systems, Almaty, Kazakhstan, August 15-25, 2013
2. 2ая международная конференция, посвященная 20-летию образования Кыргызско-Российского Славянского университета и 100-летию основателя математической школы в Кыргызстане профессора Я.В. Быкова, Бишкек, 2013 г.

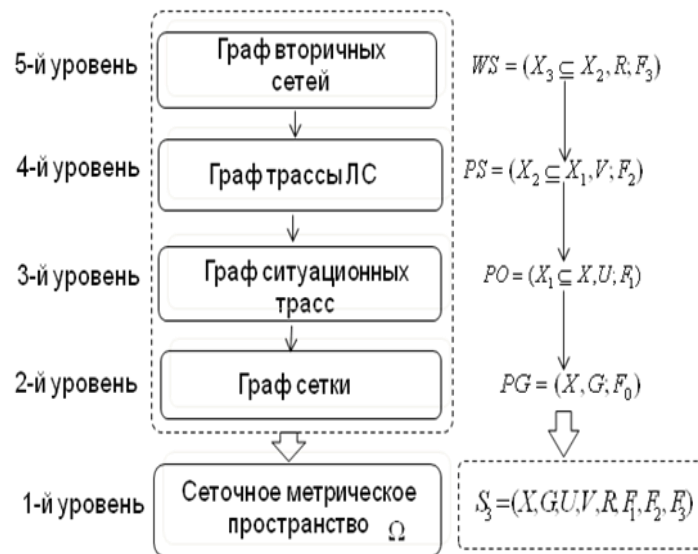


Рис. 1. Гиперсетевой подход к проектированию инженерных сетей

Приоритетное направление I.4. Высокпроизводительные 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.
Свешников В.М., зав. лабораторией, д.ф.-м.н. victor@lapasrv.sccc.ru

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.

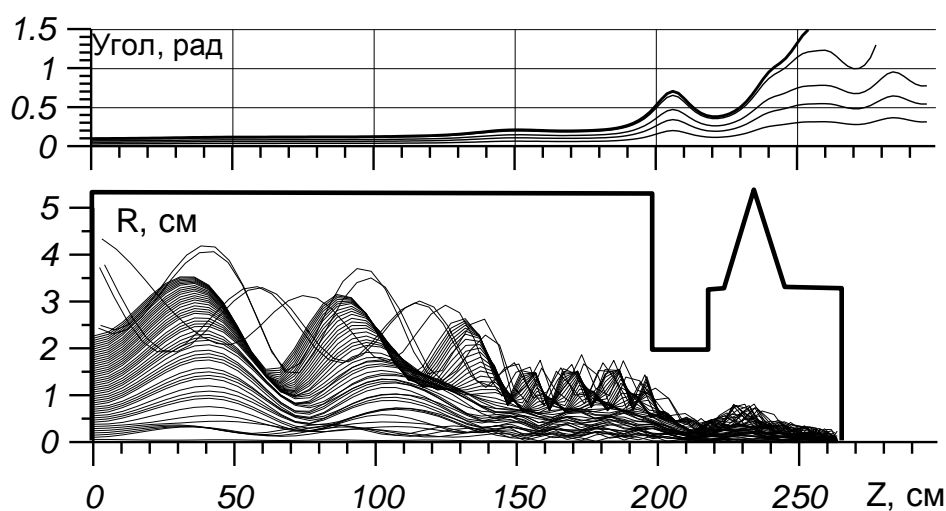


Рис. 1. Пуч-углы (вверху) и траектории (внизу) электронов пучка, ток $I = 70$ А

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 прикладной физики. Т.1. № 5. С. 580 – 584. 2013.

Конференции:

1. Одиннадцатый Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики". Москва. НПО "Орион". 28 – 30 мая 2013.

2. Моделирование упруго-пластических деформаций при сварке взрывом на СуперЭВМ. Куликов И.М., м.н.с., к.ф.-м.н. kulikov@ssd.sccc.ru

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 (академик С.К. Годунов), ИТПМ СО РАН и ИГиЛ СО РАН.

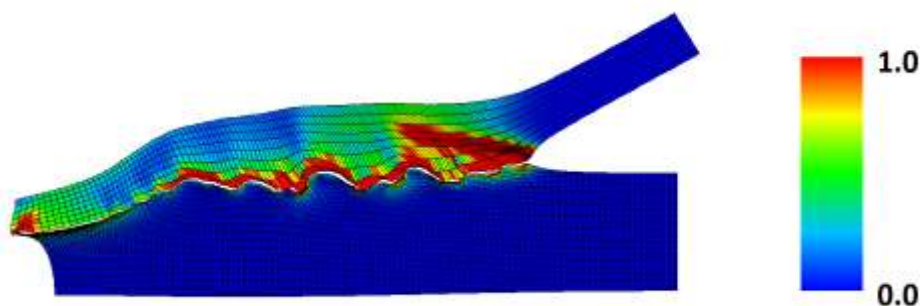


Рис. 1. Распределение безразмерной нормированной величины $\|I - B\|$, показывающей насколько эффективные деформации отличаются от упругих.

Публикации:

1. Годунов С.К., Киселев С.П., Куликов И.М., Мали В.И. Численное и экспериментальное моделирование образования волн при сварке взрывом // Современные проблемы механики, Сборник статей. К 80-летию со дня рождения академика Андрея Геннадьевича Куликовского. Труды МИАН, № 281, 2013, стр. 16-31.

Конференции:

1. Международная конференция «Современные проблемы механики», посвященная 80-летию академика А. Г. Куликовского. Москва. Россия. 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. Россия. 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.