Лаборатория суперкомпьютерного моделирования

Зав. лабораторией к.ф.-м.н. Черных И. Г.

Важнейшие достижения

Программный код для решения задач астрофизики на суперЭВМ с Intel Xeon Phi

Получены важнейшие результаты в области исследования взрыва сверхновых звезд типа Ia на основе эволюции белых карликов. Разработана вычислительная модель процесса сверхновой типа Ia на массивно-параллельных суперкомпьютерах с использованием технологии адаптивных вложенных сеток на основе гидродинамической модели, замкнутой звездным уравнением состояния. Для источника взрыва сверхновой типа Ia используется реакции ядерного горения углерода посредством бомбардировки атома другим атомом углерода с выходом протона и атома натрия. Разработан новый численный метод, основанный на комбинации метода Годунова, метода разделения операторов и метода Русанова. Параллельная реализация основана на идее распределенных вычислений: на архитектуре с общей памятью происходит счет гидродинамической эволюции белых карликов (базовые вычисления – первый уровень вложенных сеток), при достижении критических значений температуры и плотности происходит запуск новой задачи на архитектуре с распределенной памятью, в которой моделируется развитие гидродинамической турбулентности, приводящей к сверхзвуковому ядерному горению углерода (спутниковые вычисления – второй уровень вложенных сеток). Для реализации используется стек технологий параллельных вычислений FFTW/MPI/OpenMP/CUDA/AVX-512. С помощью вычислительных экспериментов на суперЭВМ исследованы два сценария взрыва сверхновых типа Ia, в основе которых взрыв на периферии звезды.

Получены важнейшие результаты в области исследования процессов звездообразования во взаимодействующих галактиках. Разработана двухфазная модель галактик на основе уравнений гравитационной газовой динамики и уравнений для бесстолкновительной компоненты с диагональным тензором дисперсии скоростей, с учетом нелинейных процессов

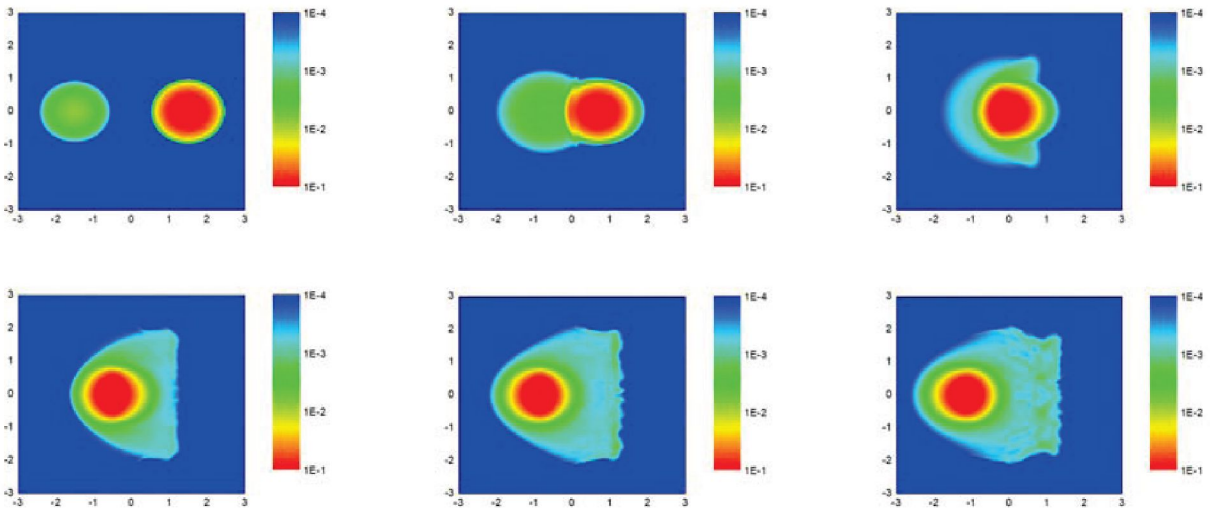

Рис. 1: Результаты вычислительных экспериментов по воспроизведению сценария образования галактики типа Медуза на основе столкновения галактик различных масс. Показана плотность (см-3) по порядку на начальный момент времени и на моменты времени 80, 150, 200, 240 и 270 млн лет

звездообразования и эффекта от взрыва сверхновых с соответствующими функциями охлаждения и нагревания, а также с учетом химокинетики водорода. Исследован процесс звездообразования в ходе столкновения S и E галактик. С помощью вычислительного эксперимента на суперЭВМ показано образование двухрукавного диска из молодых звезд.

Д.ф.-м.н. Куликов И. М.

Результаты исследований опубликованы в работе

Kulikov I. M., Chernykh I. G., Glinskiy B. M., Protasov V. A. An efficient optimization of Hll method for the second generation of Intel Xeon Phi Processor // Lobachevskii J. of Mathematics. 2018. Vol. 39, iss. 4. P. 543–551.

Отчет по этапам научно-исследовательских работ, завершенным в 2018 г. в соответствии с планом НИР института

Проект НИР № 0315-2016-0009. Разработка суперкомпьютерных технологий и методов моделирования масштабируемости алгоритмов для высокопроизводительных вычислительных систем".

Номер государственной регистрации НИР 0315-2016-0009

Руководитель – д.т.н. Глинский Б. М.

В рамках бюджетного финансирования проводилось исследование параллельных вычислительных методов решения уравнений гравитационной гидродинамики. Сформулированы новые модельные задачи для тестирования методов решения уравнений гравитационной гидродинамики на качество решения, алгоритмическую сложность и энергоэффективность. На тестовых задачах исследованы разработанные в рамках проектов РНФ, РФФИ и гранта Президента РФ параллельные вычислительные методы. В настоящее время методика исследования методов включает модели гидродинамики (12 тестов), магнитной гидродинамики (7 тестов), релятивистской гидродинамики (2 теста) и уравнений для первых моментов бесстолкновительного уравнения Больцмана (2 теста). Модифицирован пакет ChemPAK для численного моделирования химических процессов в космологических задачах. Модификация заключалась в коррекции системы хранения и обработки данных с целью обеспечения возможности альтернативного расчета констант для случая нестандартной формы предэкспоненты (степенная функция) константы скорости протекания процесса. Модифицированная версия пакета протестирована на кинетической системе из термомолекулярных, ион-молекулярных, нейтральных процессов и процессов фотодиссоциации веществ в космологических задачах. В результате моделирования даны оценки временных характеристик основных процессов с Si, CO, CO_2, He в 400–1000 суток. Проверка модифицированного решателя выполнялась путем запуска на счет на вычислительном узле РСК с процессорами Эльбрус. Показана производительность ядра Эльбрус 4С как 60 % от ядра Intel Broadwell. Разработан список модификаций решателя для эффективного использования совместно с газодинамическим кодом CosmoPhi. Для задач моделирования динамики околозвездных дисков, из которых формируются планеты и которые состоят из газа, пыли и твердых тел, разработаны алгоритмы вычисления силы трения (передачи момента импульса) между твердой фазой и газом. Данные алгоритмы обладают следующими свойствами:

– являются универсальными и могут применяться для пыли и твердых тел любых размеров, меньших чем длина свободного пробега молекул газа;

– могут быть использованы для вычисления двусторонней передачи момента импульса между газом и пылью (а не только односторонней передачи, как это делается в некоторых альтернативных подходах);

– позволяют производить расчеты без потери точности при использовании временнóго шага, определяемого газодинамическими параметрами (а не силой трения);

- совместимы с используемыми параллельными алгоритмами решения трехмерных уравнений газовой динамики, гидродинамических уравнений для пыли и бесстолкновительного уравнения Больцмана для крупных тел.

В рамках представленного подхода проведено суперкомпьютерное моделирование динамики газопылевого диска.

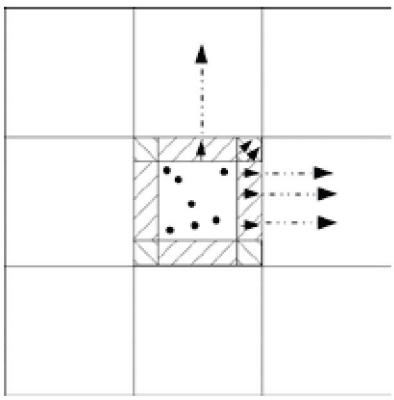

Рис. 2: Разрешение конфликта чтения-записи с помощью буферов

С целью проведения численных расчетов взаимодействия с плазмой инжектируемых электронных пучков в трехмерной постановке создана параллельная реализация кода 3D-PIC, основанная на лагранжевой декомпозиции метода частиц-в-ячейках. Разработана реализация метода частиц в ячейках на GPU. Основной с точки зрения затрат по времени является функция переупорядочивания частиц между ячейками. Создана оригинальная методика оптимизации данного этапа расчета, позволяющая избавиться от атомарных операций. Выполнено тестирование производительности на ряде современных графических процессоров. На графическом процессоре Nvidia VT100 "Volta" получена производительность 0.5 TFLOPS за счет разрешения конфликта чтения-записи с помощью буферов (штриховка на рис. 2). Каждая пунктирная линия показывает перемещение отдельной частицы из исходной ячейки в соседнюю, видно, что в данном случае они не пересекаются. Частицы, которые не покидают данную ячейку, показаны черными кружками, частицы, которые должны перелететь в одну из соседних ячеек, показаны стрелками, указывающими в соответствующем направлении. Для простоты показан двумерный случай.

Проведены методические исследования влияния граничных условий и форм-фактора частиц на точность решения задач физики плазмы методом частиц в ячейках. В качестве тестовых задач были выбраны задачи о взаимодействии с плазмой одного и двух встречных электронных пучков. Были рассмотрены параболический и PIC форм-факторы, а также два типа граничных условий: граничное условие Мура с вычислением плотности тока через внутренние узлы сетки (способ 1) и поглощающий слой для электромагнитных полей с прямым вычислением плотности тока на границе (способ 2). Показана сходимость всех решений, определена ошибка решения для различного числа модельных частиц. На рис. 3 представлена временнáя зависимость мощности излучения при непрерывной инжекции встречных электронных пучков в плазму для случаев параболического и PIC-ядра для разных граничных условий и способов вычисления токов. Показана сходимость в зависимости от числа модельных частиц.

Модифицирован алгоритм численного моделирования динамики пучков в суперколлайдерах с целью проведения численных экспериментов с малым углом встречи пучков.

Алгоритм позволяет проводить вычисления для однопролетного взаимодействия пучков в полностью трехмерном ультрарелятивистском случае с учетом эффекта песочных часов, когда возможна сильная нелинейная деформация и разрушение пучков. Проведены расчеты для сильно сфокусированных пучков частиц с γ~106 и углами встречи 0–20 мрад, реализовано аналитическое решение для светимости, получено количественное совпадение с

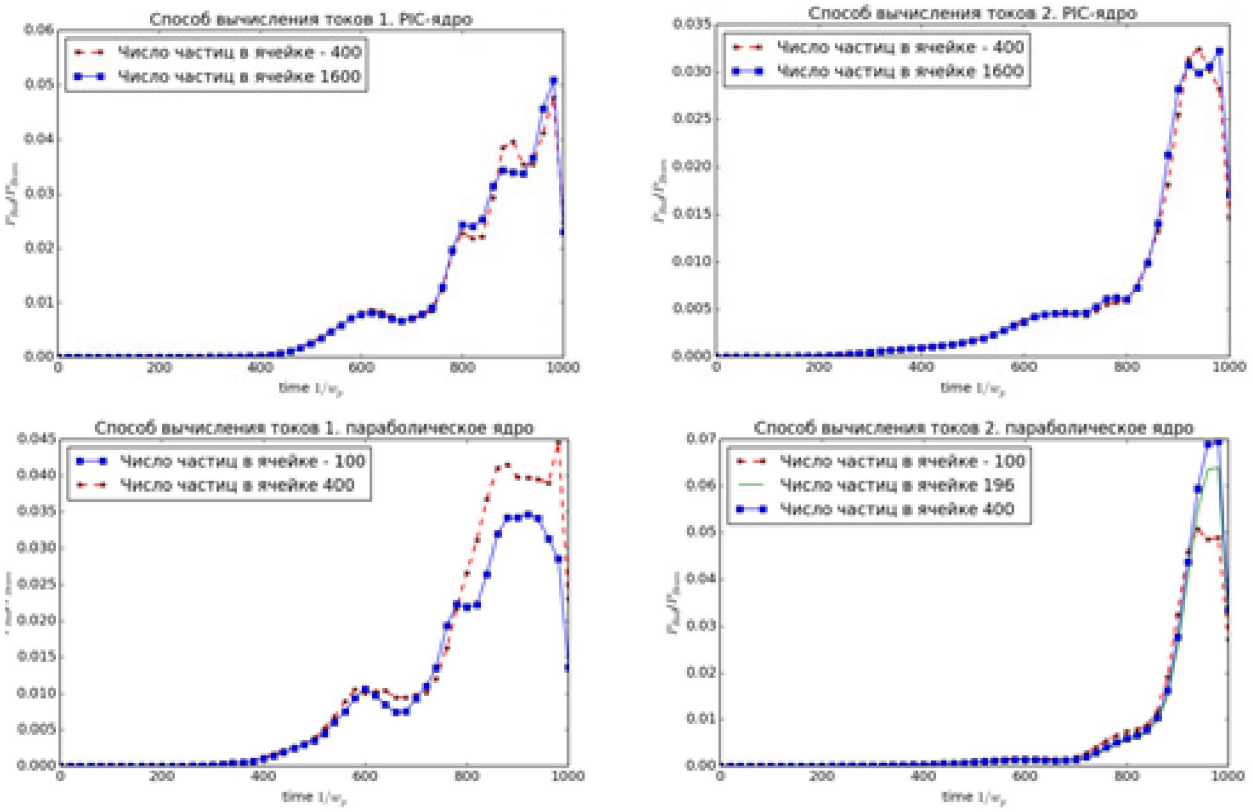

Рис. 3. Временна́я зависимость мощности излучения при непрерывной инжекции встречных электронных пучков в плазму для случаев параболического и PIC-ядра для разных граничных условий и способов вычисления токов

теоретическими ожиданиями для некритических режимов и качественное совпадение для критических режимов (рис. 4).

Проведено численное моделирование эволюции локализованного возмущения произвольной амплитуды в трехкомпонентной квазинейтральной плазме, состоящей из электронов и двух сортов ионов разных масс. Используется система уравнений Власова для ионных компонент, плотность электронов описывается распределением Больцмана. Показано, что структура ионно-звуковых ударных волн существенно меняется при наличии даже небольшого количества легких ионов, поскольку они отражаются от фронта волны существенно раньше более тяжелых ионов. В случае, когда плазма содержит 0.3 % легких ионов, получен режим "полного отражения" легких ионов потенциальным барьером переднего фронта, который формирует характерное подножье на профиле электростатического потенциала. При увеличении концентрации легких ионов в диапазоне от 1 % до 1.5 % режим

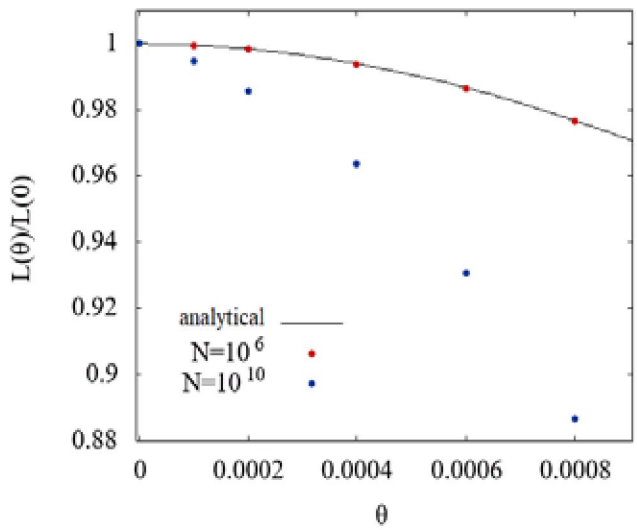

Рис. 4. Зависимость падения светимости от угла встречи θ для некритического случая ($N = 10^6$), критического ($N = 10^{10}$) и теоретической оценки (analytical)

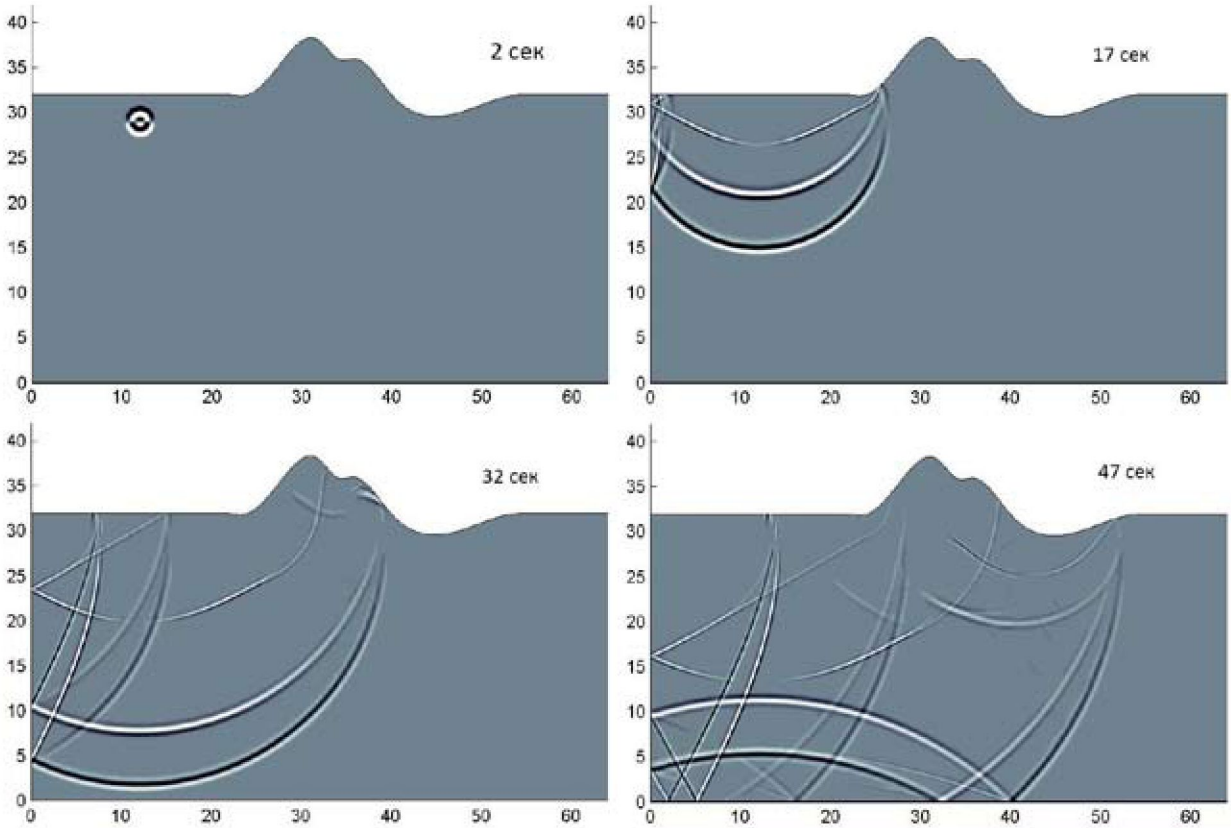

Рис. 5. Область и волновое поле в ней (км)

"полного отражения" сменяется "пульсационным" режимом, при котором происходит периодическое отражение групп частиц от фронта ударной волны.

Продолжены работы над применением многоуровневого подхода к моделированию метода вибросейсмического мониторинга живущих вулканов. Разработан и успешно апробирован алгоритм моделирования упругих волн в средах со сложной топографией свободной поверхности. Созданы и оптимизированы две рабочие версии алгоритма – на основе метода конечных разностей по пространству и времени и на основе метода конечных разностей по пространству и пошагового метода преобразований Лагерра по времени. Отличительной особенностью является применение криволинейной сетки, согласованной с формой свободной поверхности. Класс сред, для которых применим данный подход, был расширен с однородных до слоисто-неоднородных, класс поверхностей – с гладких до кусочно-гладких. Созданы параллельные реализации алгоритмов и проведены расчеты с использованием классической многопроцессорной архитектуры, а также с применением связки CPU+Intel Xeon Phi (архитектура РСК Торнадо) и только Intel Xeon Phi (архитектура РСК ПетаСтрим). На рис. 5 представлен пример области и волнового поля в ней.

Разработана временна́я модель программы моделирования 3D-сейсмополей. Задача ставится в смещениях (система из трех вместо классических девяти уравнений линейной теории упругости). Для решения необходимо рассчитать компоненты смещения. Топология коммуникаций между процессами – 3D куб (рис. 6).

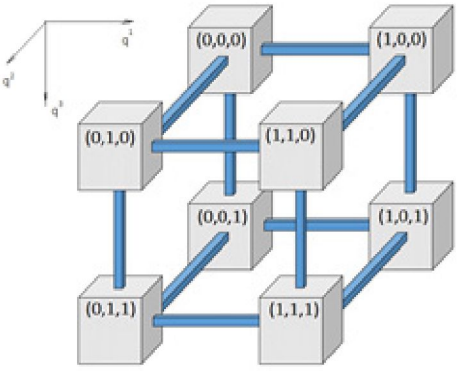

Рис. 6. Топология коммуникаций между процессами

Цикл по времени разбит на несколько участков, каждый из которых представлен временными функциями, зависящими от параметров. Таким образом, если известны средние временные показатели для вычисления/пересылки одного элемента, задержка сети при пересылке и размер данных, можно промоделировать время работы всего временнóго цикла на произвольном числе ядер и получить оценку потенциальной масштабируемости алгоритма на системы с большим числом ядер. Следовательно, можно получить рекомендации по улучшению работы алгоритма/программы с точки зрения масштабируемости.

Выполнено исследование инструментов для проведения имитационного моделирования большого числа вычислительных потоков. Апробация инструментов проводилось путем проверки производительности на моделях исполнения алгоритмов распределенного статистического моделирования, численного моделирования задач астрофизики и сейсмики. Одним из результатов выполнения этой работы стало создание универсальной библиотеки для моделирования вычислительных алгоритмов на различных архитектурах на языке Erlang.

Результаты работ по проектам РНФ

Грант РНФ 16-11-10028 "Высокопроизводительное моделирование турбулентных режимов генерации высокочастотного электромагнитного излучения в системе плазма – релятивистский электронный пучок".

Руководитель – д.ф.-м.н. Вшивков В. А.

В рамках работы по проекту в 2018 г. исследован механизм генерации электромагнитного излучения при инжекции в плазму встречных пучков в 2D3V геометрии. Определены наиболее эффективные режимы генерации излучения в терагерцовом диапазоне частот путем варьирования основных параметров системы (внешнее магнитное поле, размеры и относительное положение пучков). Обнаружено, что можно достичь высокой мощности (приблизительно 8 % от мощности инжектируемых пучков) за счет механизма лобового столкновения электромагнитных волн, возбуждаемых пучками в плазме. Для имитации динамики плазмы за границей расчетной области были реализованы новые граничные условия для электромагнитных полей и частиц.

Создан комплекс программ 3D-PIC для моделирования процессов взаимодействия электронных пучков с плазмой в трехмерной постановке. Проведенное компьютерное моделирование взаимодействия с плазмой двух встречных пучков с параметрами, близкими к условию лабораторного эксперимента, показало усиление электромагнитного излучения вблизи второй гармоники плазменной частоты, что хорошо согласуется с теорией. Выполнены расчеты с инжекцией электронного пучка в плазму с модулированной плотностью. Исследована зависимость мощности электромагнитного излучения от формы профиля пучка и плазмы и величины амплитуды модуляции профиля плотности плазмы при взаимодействии одного инжектируемого электронного пучка с модулированной плазмой.

Грант РНФ 18-11-00044 "Разработка, реализация и исследование эффективных параллельных вычислительных методов для решения уравнений гидродинамики с использованием технологии вложенных сеток на массивно-параллельных суперЭВМ".

Руководитель – д.ф.-м.н. Куликов И. М.

В рамках работы по проекту в 2018 г. разработана вычислительная модель процесса сверхновой типа Ia на массивно-параллельных суперкомпьютерах с использованием

технологии адаптивных вложенных сеток на основе гидродинамической модели, замкнутой звездным уравнением состояния. Для источника взрыва сверхновой типа Ia используется реакция ядерного горения углерода посредством бомбардировки атома другим атомом углерода с выходом протона и атома натрия. Разработан новый численный метод, основанный на комбинации метода Годунова, метода разделения операторов и метода Русанова. Параллельная реализация основана на идее распределенных вычислений: на архитектуре с общей памятью происходит счет гидродинамической эволюции белых карликов (базовые вычисления – первый уровень вложенных сеток), при достижении критических значений температуры и плотности происходит запуск новой задачи на архитектуре с распределенной памятью, в которой моделируется развитие гидродинамической турбулентности, приводящей к сверхзвуковому ядерному горению углерода (спутниковые вычисления – второй уровень вложенных сеток). Для реализации используется стек технологий параллельных вычислений FFTW/MPI/OpenMP/CUDA/AVX-512. С помощью вычислительных экспериментов на суперЭВМ исследованы два сценария взрыва сверхновых типа Ia, в основе которых взрыв на периферии звезды.

Результаты работ по проектам РФФИ

Проект РФФИ 18-01-00166 "Разработка векторизованных параллельных вычислительных методов высокого порядка точности для моделирования динамической эволюции галактик на суперЭВМ, оснащенных ускорителями Intel Xeon Phi".

Руководитель – д.ф.-м.н. Куликов И. М.

В ходе работы над проектом в 2018 г. разработана двухфазная модель галактик на основе уравнений гравитационной газовой динамики и уравнений для бесстолкновительной компоненты с диагональным тензором дисперсии скоростей с учетом нелинейных процессов звездообразования и эффекта от взрыва сверхновых с соответствующими функциями охлаждения и нагревания, а также с учетом химокинетики водорода. Исследован процесс звездообразования в ходе столкновения S и E галактик. С помощью вычислительного эксперимента на суперЭВМ показано образование двухрукавного диска из молодых звезд.

Проект РФФИ 18-01-20088 "Проект организации "Workshop on Numerical Modeling in MHD and Plasma Physics: methods, tools, and outcomes. Honor of academician Anatoly Alekseev's 90th Birthday"».

Руководитель – д.ф.-м.н. Куликов И. М.

Организованно мероприятие "Workshop on Numerical Modeling in MHD and Plasma Physics: methods, tools, and outcomes. Honor of academician Anatoly Alekseev's 90th Birthday" (сайт http://conf.nsc.ru/mhd18/en). Труды конференции опубликованы в журнале Journal of Physics: Conference Series, Vol. 1103, 2018. Мероприятие способствовало развитию в Российской Федерации математического моделирования в задачах астрофизики, магнитной гидродинамики, физике плазмы. Принято решение о ежегодном проведении подобного рабочего совещания.

Проект РФФИ 18-07-00364 "Кросс-платформенная реализация метода частиц-в-ячейках для решения задач физики высокотемпературной плазмы и УТС на суперЭВМ гибридной архитектуры на базе графических ускорителей и ускорителей Intel Xeon Phi".

Руководитель – к.ф.-м.н. Снытников А. В.

Создана реализация метода частиц-в-ячейках с поддержкой локальности данных с целью упрощения использования кэш-памяти и исключения синхронизации при пересылке модельных частиц из одной ячейки в другую путем реализации нескольких буферов обмена (по числу направлений) для каждой ячейки. Проведены расчеты на гибридном кластере по моделированию инжекции электронного пучка в плазму. Проведено GPU-моделирование длительной инжекции электронного пучка в замагниченную плазму и идентифицированы количественные характеристики процесса – функции распределения электронов и ионов по энергиям для сравнения с теоретическими моделями и экспериментальными наблюдениями, которые могут служить индикаторами корректности вычислений. Верифицирован существующий трехмерный электромагнитный PIC-код.

Проект РФФИ 18-07-00757 "Разработка параллельных вычислительных методов высокого порядка точности для моделирования химических процессов взрыва сверхновой звезды на высокопроизводительных вычислительных системах".

Руководитель – к.ф.-м.н. Черных И. Г.

Адаптирована, верифицирована и исследована схема высокого порядка точности для решения уравнений гравитационной газовой динамики в лагранжевых координатах с учетом сферической симметрии. Разработана, верифицирована и исследована схема высокого порядка точности для численного решения жестких систем ОДУ, ориентированная на совместное использование с методом решения гидродинамических уравнений. Разработана программная реализация параллельных вычислительных методов решения уравнений гравитационной газовой динамики на гибридных суперЭВМ. Выполнено моделирование и исследование сценария взрыва сверхновой с учетом кинетической схемы с основными 28 межмолекулярными реакциями (Cherchneff 2009). Для дальнейших работ по исследованию химических процессов в сверхновых подготовлены 15 кинетических схем по циклу работ Cherchneff 2009–2011.

Проект РФФИ 18-37-00279 "Анализ эффективности применения параллельных программ на современных и перспективных суперкомпьютерах на основе мультиагентного моделирования".

Руководитель – Винс Д. В.

В ходе работы над проектом в 2018 г. исследованы средства разработки имитационных моделей параллельных алгоритмов на основе моделей акторов. На примерах алгоритмов распределенного статистического моделирования течений разреженного газа с учетом химических реакций методами Монте-Карло и численного моделирования динамики трехмерных газовых объектов в самосогласованном гравитационном поле показано, что наибольшую производительность и наименьшие потери при обмене сообщениями демонстрирует функциональный язык программирования Erlang. Имитационные модели, реализованные на данном языке, позволяют более точно судить о масштабируемости алгоритма, имитировать исполнение на большем числе вычислительных ядер, а само моделирование занимает меньше времени. С использованием выбранного инструмента создана универсальная, настраиваемая мультагентная модель выполнения параллельной программы на заданной архитектуре суперкомпьютера.

Проект РФФИ 18-31-00314 "Численное моделирование конфигурации магнитного поля в осесимметричных открытых ловушках с диамагнитным удержанием плазмы".

Руководитель – к.ф.-м.н. Генрих Е. А.

В рамках работы по гранту разработана гибридная двумерная математическая модель для изучения процессов формирования согласованной с движением плазмы конфигурации магнитного поля. Начата разработка алгоритма решения поставленной задачи в цилиндрической геометрии на основе метода частиц.

Проект РФФИ 18-41-543012 «Разработка цифровой платформы "Виртуальный планетарий" для Большого новосибирского планетария».

Руководитель – д.ф.-м.н. Куликов И. М.

В рамках работ по гранту разработан гибридный метод решения уравнений гравитационной гидродинамики на основе метода сглаженных частиц (SPH) и метода Годунова. С помощью разработанного метода решена задача коллапса молекулярного облака до плотностей, соответствующих звездным плотностям.

Проект РФФИ 16-07-00434 "Разработка алгоритмического и программного обеспечения экзафлопсных суперЭВМ на основе интегрального подхода.

Руководитель – д.т.н. Глинский Б. М.

Исследована производительность векторизованного варианта реализации метода решения уравнений гравитационной магнитной газовой динамики на ускорителях Intel Xeon Phi на архитектуре KNL, получена производительность 302 гигафлопс в рамках одного ускорителя. Создана модель взаимодействия параллельных процессов для решения астрофизических задач. Подготовлены данные для имитационного моделирования. Созданы параллельные алгоритм и программа моделирования сейсмополей в средах с криволинейной свободной поверхностью, проведены численные расчеты на разных параллельных архитектурах (многопроцессорная, CPU + Intel Xeon Phi, Intel Xeon Phi). Разработаны параллельные алгоритмы и программное обеспечение для численного моделирования распространения сейсмических волн в трехмерных сложно построенных гетерогенных упругих средах, эффективно использующие архитектуру кластера НКС-1П ССКЦ ИВМиМГ СО РАН, оснащенного процессорами Intel Xeon Phi 7290 KNL. Проведено исследование времени работы, масштабируемости и энергоэффективности разработанного программного обеспечения. Показан высокий уровень загрузки процессора.

Выполнено имитационное моделирование алгоритма для кумулятивного уточнения нижней и верхней границ вероятности связности сети методом Монте-Карло. Исследована масштабируемость алгоритма при исполнении на миллионе и более вычислительных ядер. Алгоритм показал близкую к теоретической масштабируемость при исполнении на 500 тыс. ядер, при дальнейшем увеличении числа ядер наблюдается уменьшение эффекта от распараллеливания. Проведено исследование масштабируемости алгоритма численного моделирования распространения сейсмических волн в сложно построенных гетерогенных упругих средах. Показано, что при решении этой задачи эффективно можно использовать примерно 1 млн вычислительных ядер.

Проект РФФИ 16-07-00916 "Разработка алгоритмов и программного обеспечения для суперкомпьютерного моделирования двухфазных гравитирующих систем в задачах астрофизики".

Руководитель к.ф.-м.н. Снытников Н. В.

Разработан алгоритм расчета быстрого обмена импульсами между газом и твердыми частицами в двухфазном газопылевом диске для численной модели с использованием метода сглаженных частиц SPH. Результаты тестовых расчетов сравниваются с полученными ранее

для численной модели ZEUS, использующей сеточные методы с кусочно-параболической интерполяцией (PPM). Разработана параллельная реализация численной модели, комбинирующей метод SPH для решения уравнений газодинамики и метод частиц-в-ячейках для моделирования движения пыли, при котором пыль и газ взаимодействуют посредством гравитационных полей и сил трения на основе созданного алгоритма обмена импульсами.

Проект РФФИ 16-01-00209 "Численное моделирование неустойчивых режимов взаимодействия релятивистских электронных пучков с плазмой в установках УТС".

Руководитель – Дудникова Г. И.

В рамках работы по проекту в 2018 г. разработаны алгоритмы инжекции электронного пучка в плазму для 3D3V кинетической модели, а также методы поглощения электромагнитных полей и определения мощности электромагнитного излучения в 3D геометрии. С помощью разработанных методов были получены оценки эффективности электромагнитного излучения в задаче взаимодействия электронного пучка с модулированной по плотности и однородной плазмой (в открытой постановке). Выполнено сравнение решений для 2D и 3D геометрии для случаев инжекции одного и двух встречных пучков в плазму. Получены зависимости мощности и поляризации электромагнитного излучения от следующих параметров пучка и плазмы: плотности пучка и плазмы, энергии пучка, напряженности магнитного поля и направления движения пучка.

Проект РФФИ 16-29-15120 "Разработка алгоритмического и программного обеспечения многомасштабного моделирования месторождений углеводородов с использованием суперкомпьютеров".

Руководитель – чл.-корр. РАН Кабанихин С. И.

В ходе работ по гранту сформулирована, обоснована и реализована математическая модель упруго-пластических сред с учетом фазовых переходов между твердым телом, жидкостью и газом с учетом процесса откола вещества от газовой фазы. Сформулирован один из подходов к записи уравнения состояния упруго-пластических сред, выписаны основные инварианты, используемые для построения уравнения состояния. Представлены результаты математического моделирования геологических деформаций, приводящих к образованию трещин. Решается задача пороупругости на основе метода конечных элементов с использованием подхода (*rp-refinement*) адаптивных подвижных сеток, который позволяет сохранять связность (постоянную структуру матрицы жесткости) для самых различных физических задач, а значит заранее прогнозировать время расчета при имеющихся вычислительных ресурсах. Разработаны параллельные программные модули для расчета задачи пороупругости (в 2D и 3D постановке) на основе *rp-refinement* для решателя Freefem++. Распараллеливание производится средствами MPI путем декомпозиции области на основе метода Шварца с предобусловливателем в виде решения на грубой сетке.

Проект РФФИ 16-01-00455 "Создание автоматизированных технологий и компьютерных программ построения пространственных адаптивных разностных сеток и расчет задач со сложной конфигурацией зон особенностей".

Руководитель – Лисейкин В. Д.

Разработан и программно реализован параллельный алгоритм генерации сеток, согласованных со сложной топографией исследуемой среды (2D и 3D варианты). Особенностью построенных сеток является локальная ортогональность вблизи свободной поверхности. Они применялись для решения прямых 2D и 3D задач теории упругости (моделирование

сейсмополей). Для 2D случая разработаны два параллельных алгоритма (с использованием метода конечных разностей по пространству и времени; с использование конечно-разностного метода по пространственным переменным и пошагового метода Лагерра по временнóй переменной). Проведены тестовые расчеты для различных параллельных архитектур, алгоритмы исследованы на слабую и сильную масштабируемость. Рассмотрено решение двухмерной задачи численного моделирования распространения сейсмических волн в сложно построенных гетерогенных упругих средах с сильно выраженной криволинейной границей, характерной для вулкана Эльбрус, на основе метода конечных элементов. Разработаны параллельный алгоритм и программное обеспечение, для проведения соответствующих расчетов с помощью решателя Freefem++ на узлах кластера НКС-1П ССКЦ ИВМиМГ СО РАН. В ходе применения метода Шварца для декомпозиции расчетной области между MPI-процессами рассмотрены различные варианты предобусловливателей. Проведены тестовые расчеты для приближенной модели вулкана Эльбрус.

Проект РФФИ 17-57-45166 ИНД_а "Подход к обработке данных регистрации вибросейсмических волн и теоретического исследования сейсмических волн".

Руководитель – к.т.н. Знак В. И.

На языке Fortran создан параллельный вариант программы обработки сигналов (на примере вибросейсмических сигналов) при помощи порядковых (WOS filters) и ко-фазных порядковых фильтров (Co-phased WOS filters). Проведены расчеты на параллельных архитектурах (классическая многопроцессорная и РСК ПетаСтрим), получены результаты слабой и сильной масштабируемости алгоритма.

Прочие гранты

Грант МК-1445.2017.9 "Разработка эффективных векторизованных параллельных алгоритмов для магнитно-газодинамического моделирования астрофизических течений на гибридных суперЭВМ, оснащенных ускорителями Intel Xeon Phi".

Руководитель – д.ф.-м.н. Куликов И. М.

С помощью вычислительных экспериментов на суперЭВМ, оснащенных ускорителями Intel Xeon Phi KNL, проведено исследование МГД процессов: предложен один из механизмов образования ионизированных молекулярных облаков в ходе развития сверхзвуковой турбулентности межзвездной среды; показан механизм перезамыкания магнитных линий при взаимодействии солнечного ветра с кометой; описан один из механизмов образования лун в ходе взаимодействия звездного ветра с атмосферой газовой планеты.

Публикации

Издания, включенные в реферативную базу данных Web of science

1. Boronina M. A., Genrikh E. A., Vshivkov V. A. Numerical simulations of colliding beams dynamics with nonzero crossing angle // Math. Methods in the Appl. Sci. 2018. V. 41, iss. 18. P. 9293–9300. DOI: 10.1002/mma.5301.

2. Berendeev E. A., Dudnikova G. I., Efimova A. A., Vshivkov V. A. Simple absorbing layer for EM-radiation from system of beam-plasma interaction // Ibid. P. 9276–9282. DOI: 10.1002/mma.5253.

3. Kulikov I. M., Chernykh I. G., Glinskiy B. M., Protasov V. A. An efficient optimization of Hll method for the second generation of Intel Xeon Phi Processor // Lobachevskii J. of Math. 2018. Vol. 39, iss. 4. P. 543–551. DOI: 10.1134/S1995080218040091.

4. Kulikov I. M., Chernykh I. G., Tutukov A. V. A new parallel Intel Xeon Phi hydrodynamics code for massively parallel supercomputers // Lobachevskii J. of Math. 2018. Vol. 39, iss. 9. P. 1207–1216. DOI: 10.1134/S1995080218090135.

5. Perevalov T. V., Islamov D. R., Chernykh I. G. Atomic and electronic structures of intrinsic defects in Ta2O5: Ab initio simulation // JETP Lett. 2018. V. 107(12). P. 761–765. DOI: 10.1134/S0021364018120111.

6. V. Annenkov, E. Berendeev, I. Timofeev, E. Volchok. High-power terahertz emission from a plasma penetrated by counterstreaming different-size electron beams // Physics of Plasmas. 2018. 5(11), 113110. DOI: 10.1063/1.5048245.

Издания, включенные в реферативную базу данных Scopus

1. Boronina M., Vshivkov V. 3D numerical modeling of ultrarelativistic particle beams with crossing angle // Proc. 20th Intern. symposium on high-current electronics "ISHCE 2018", 8521191. P. 5–9. DOI: 10.1109/ISHCE.2018.8521191.

2. Dudnikova G., Berendeev E., Efimova A., Vshivkov V. Generation of terahertz radiation by electron beam-plasma interaction // Ibid. 8521220. P. 19–22. DOI: 10.1109/ISHCE.2018.8521220.

3. Lazareva G. G., Arakcheev A. S., Burdakov A. V., Kandaurov I. V., Kasatov A. A., Kurkuchekov V. V., Maksimova A. G., Popov V. A., Shoshin A. A., Snytnikov A. V., Trunev Yu. A., Vasilyev A. A., Vyacheslavov L. N. Numerical model of high-power transient heating of tungsten with considering of various erosion effects // J. of Physics: Conf. Series. 2018. V. 1103, 012001. DOI: 10.1088/1742-6596/1103/1/012001.

4. Stoyanovskaya O. P., Akimkin V. V., Vorobyov E. I., Glushko T. A., Pavlyuchenkov Ya. N., Snytnikov V. N., Snytnikov N. V. Development and application of fast methods for computing momentum transfer between gas and dust in supercomputer simulation of planet formation // Ibid. 012008. DOI: 10.1088/1742-6596/1103/1/012008.

5. Prigarin V., Protasov V., Berendeev E., Karavaev D., Serenko A., Nenashev V., Ulyanichev I., Kulikov I., Chernykh I., Tutukov A. A new Intel Xeon Phi accelerated hydrodynamic code for numerical simulations of interacting galaxies // Ibid. 012010. DOI: 10.1088/1742-6596/1103/1/012010.

6. Kulikov I. The numerical modeling of the collapse of molecular cloud on adaptive nested mesh // Ibid. 012011. DOI: 10.1088/1742-6596/1103/1/012011.

7. Snytnikov, A. V., Romanenko, A. A. High performance PIC plasma simulation with modern GPUs // Ibid. 012013. DOI: 10.1088/1742-6596/1103/1/012013.

8. Vshivkova L. V., Vshivkov V. A. Two-dimensional algorithm to study electromagnetic waves generating by a relativistic electron beam // Ibid. 012016. DOI: 10.1088/1742-6596/1103/1/012016.

9. Genrikh E. A., Berendeev E. A., Dudnikova G. I. 3D-PIC simulation of the electron beam interaction with modulated density plasma // Ibid. 012018. DOI: 10.1088/1742-6596/1103/1/012018.

10. Boronina M. A., Vshivkov V. A. Numerical modelling of focused relativistic electron-positron beams colliding with crossing angle // Ibid. 012020. DOI: 10.1088/1742-6596/1103/1/012020.

11. Chernykh I., Kulikov I. Numerical modelling of the neutral hydrogen dynamics for astrophysical problems // Ibid. 012021. DOI: 10.1088/1742-6596/1103/1/012021.

12. Berendeev E. A., Annenkov V. V., Timofeev I. V., Dudnikova G. I., Efimova A. A. Comparison of open boundary conditions realizations for continuous injection of an electron beam into a plasma in the case of the PIC and parabolic form-factors // Ibid. 012022. DOI: 10.1088/1742-6596/1103/1/012022.

13. Vshivkova L., Vshivkov V., Dudnikova G. Diagnostics of electromagnetic waves in the vacuum // J. of Physics: Conf. Series. 2018. V. 1141, 012039. DOI: 10.1088/1742-6596/1141/1/012039.

14. Boronina M. A., Vshivkov V. A. Parallel algorithm for numerical modeling of colliding ultrarelativistic beams with crossing angle // AIP Conf. proc. 2018. V. 2025, 050001. DOI: 10.1063/1.5064903.

15. Genrikh E. A., Berendeev E. A., Vshivkov V. A. 3D-PIC model of the electromagnetic radiation generation by the counter-streaming electron beams // Ibid. 110001. DOI: 10.1063/1.5064944.

16. Berendeev E. A., Dudnikova G. I., Efimova A. A. Simulation of open beam-plasma systems by the particle-in-cell (PIC) method // Ibid. 080001. DOI: 10.1063/1.5064921.

17. Lazareva G. G., Arakcheev A. S., Kandaurov I. V., Kasatov A. A., Kurkuchekov V. V., Maksimova A. G., Popov V. A., Snytnikov A. V., Trunev Yu. A., Vasilyev A. A., Vyacheslavov L. N. Computational experiment for solution of the Stefan problem with nonlinear coefficients // Ibid. 080005. DOI: 10.1063/1.5064925.

18. Mironov V., Moskovsky A., Kudryavtsev A., Kulikov I., Alexeev Y, Chernykh I. Evaluation of Intel memory drive technology performance for scientific applications // ACM Intern. conf. proc. ser. 2018. P. 14–21. DOI: 10.1145/3286475.3286479.

19. Arakcheev A. S., Apushkinskaya D. E., Kandaurov I. V., Kasatov A. A., Kurkuchekov V. V., Lazareva G. G., Maksimova A. G., Popov V. A., Snytnikov A. V., Trunev Yu. A., Vasilyev A. A., Vyacheslavov L. N. Two-dimensional numerical simulation of tungsten melting in exposure to pulsed electron beam // Fusion Engin. and Design. 2018. V. 132. P. 13-17. DOI: 10.1016/j.fusengdes.2018.05.008.

20. Znak V., Karavaev D., Titov P. Order filters: Some aspects of the intelligent processing of vibroseismic research data as periodic signals and optimization of their performance // Saint Petersburg 2018: Innovations in Geosciences - Time for Breakthrough. 2018. Art. num. 44296.

21. Stoyanovskaya O., Glushko T., Snytnikov N., Snytnikov V. Two-fluid dusty gas in smoothed particle hydrodynamics: Fast and implicit algorithm for stiff linear drag // Astron. and Comput. 2018. V. 25. P. 25–37. DOI: 10.1016/j.ascom.2018.08.004.

22. Protasov V., Kulikov I., Chernykh I., Gubaydullin I. PADME – new code for modeling of planet georesources formation on heterogeneous computing systems // MATEC Web of Conf. 2018. V. 158, 01026. DOI: 10.1051/matecconf/201815801026.

23. Kulikov I., Chernykh I. Numerical modeling of Jellyfish galaxy at Intel Xeon Phi supercomputers // 2017 Ivannikov ISPRAS Open Conf. (ISPRAS). 2018. P. 104–109. DOI: 10.1109/ISPRAS.2017.00024.

24. Dudnikova G. I., Vshivkova L. V. Numerical modeling the dynamics of plasma flows interaction in magnetic field // J. of Physics: Conf. Series. 2018. V. 1103, 012017. DOI: 10.1088/1742-6596/1103/1/012017.

25. Romanenko A. A., Snytnikov A. V. The peculiarities of the parallel implementation of particle-in-cell method // Vestnik Udmurtskogo Universiteta. Ser.: Matematika, Mekhanika, Komp'yuternye Nauki. 2018. N 28(3). P. 419–426. DOI: 10.20537/vm180311.

Издания, включенные в библиографическую базу данных РИНЦ

1. Боронина М. А., Вшивков В. А. Параллельный алгоритм для численного моделирования встречных пучков ультрарелятивистских частиц с учетом угла встречи // Вестн. НГУ. Сер.: Информ. технол. 2018. Т. 16, № 4. С. 31–40. DOI: 10.25205/1818-7900-2018-16-4-31-40.

2. Титов П. А. Моделирование упругих волн в средах со сложной топографией свободной поверхности // Там же. № 4. С. 153–166. DOI: 10.25205/1818-7900-2018-16-4-153-166.

3. Глинский Б. М., Кабанихин С. И., Калинин С. А., Куликов И. М., Курмангалиев Р. З., Новиков Н. С., Рязанцев А. Э., Сапетина А. Ф., Черных И. Г., Шишленин М. А. Математическое моделирование упругопластических деформаций для задач образования и эволюции геологических трещин // Там же. № 1. С. 61–73. DOI: 10.25205/1818-7900-2018-16-1-61-73.

4. Мартынов В. Н., Глинский Б. М., Караваев Д. А. Моделирование вибросейсмического мониторинга вулканических структур // Сборник материалов 14-й Междунар. науч. конгр. "Интерэкспо ГЕО-Сибирь", Междунар. науч. конф. "Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология", Новосибирск, 23–27 апр. 2018 г. Т. 2. Новосибирск: СГУГиТ, 2018. С. 120–132.

5. Берендеев Е. А., Ефимова А. А. Метод затухающего поглощения электромагнитных волн при численном моделировании взаимодействия электронного пучка с плазмой // Выч. методы. и програм. Новые выч. технол. 2018. Т. 19, вып. 3. С. 253–260.

6. Стояновская О. П., Акимкин В. В., Воробьев Э. И., Глушко Т. А., Павлюченков Я. Н., Снытников В. Н., Снытников Н. В. Разработка и применение алгоритмов для расчета быстрого обмена импульсом между газом и твердыми частицами в суперкомпьютерном моделировании образования планет // Труды конференции "Параллельные вычислительные технологии" (ПаВТ'2018). 2018. С. 353–365.

7. Куликов И. М., Черных И. Г., Пригарин В. Г., Паршин Д. В., Чупахин А. П. Математическое моделирование образования крупномасштабных космологических структур на суперЭВМ // Там же. С. 295–309.

8. Боронина М. А., Вшивков В. А. Параллельный алгоритм для моделирования динамики пучков заряженных частиц при встрече под углом // Тез. докл. 9-й Всерос. конф. с международным участием "Актуальные проблемы прикладной математики и механики", посвящ. памяти акад. А. Ф. Сидорова. 2018. С. 14–15.

9. Вшивкова Л. В., Вшивков В. А., Дудникова Г. И. О диагностике электромагнитных волн // Там же. С. 23–24.

10. Берендеев Е. А., Ефимова А. А., Дудникова Г. И. Моделирование открытых пучково-плазменных систем методом частиц в ячейках // Труды 22-й Всерос. конф. "Теоретические основы и конструирование численных алгоритмов решения задач математической физики", посвящ. памяти К. И. Бабенко. 2018. С. 20–21.

11. Куликов И. М., Черных И. Г. GooPhi: новый код для моделирования астрофизических течений на суперЭВМ, оснащенных ускорителями Intel Xeon Phi // Пробл. информ. 2018. № 2. С. 52–74.

12. Сапетина А. Ф., Глинский Б. М., Мартынов В. Н. . Суперкомпьютерное 3D моделирование сейсмических волновых полей в средах, характерных для магматических вулканов // Труды Междунар. конф. "Вычислительная математика и математическая геофизика", посвящ. 90-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 8–12 окт. 2018 г. Новосибирск: ИВМиМГ, 2018. С. 342–348.

Прочие

1. Chernykh I., Glinskiy B., Kuchin N., Lomakin S. Siberian supercomputer center as a service for bioinformatics research // Abst. of the 3rd Intern. symp. on mathematical modeling and high-performance computing in bioinformatics, biomedicine and biotechnology "MM-HPC-BBB-2018", Novosibirsk, Aug. 21–24, 2018. P. 16. DOI: 10.18699/MM-HPC-BBB-2018-07.

2. Kulikov I. High performance computing in astrophysics. The organic formation in protostellar disc // Ibid. P. 39. DOI: 10.18699/MM-HPC-BBB-2018-30.

Свидетельства о регистрации программ и баз данных в Роспатенте

1. Свидетельство № 2018617293 РФ. Программа для численного решения уравнений гравитационной газовой динамики с использованием векторизации вычислений на суперЭВМ, оснащенных ускорителями Intel Xeon Phi / Куликов И. М. Дата регистрации 21.06.2018 г.

2. Свидетельство № 2018665035 РФ. Программа для распараллеливания алгоритма решения задачи фокусировки ударной волны в жидкости на суперЭВМ : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ / Лазарева Г. Г., Корнеев В. Д., Вшивков В. А. Дата регистрации 29.11.2018. Дата поступления заявки 1.11.2018. Дата публикации 29.11.2018.

Участие в конференциях и совещаниях

1. The 10th International conference on application of mathematics in technical and natural sciences, Албена (Болгария), 20–25 июня 2018 г. – 4 доклада (Боронина М. А., Генрих Е. А., Ефимова А. А., Вшивков В. А., Берендеев Е. А., Снытников А. В.).

2. The 6th International congress energy fluxes and radiation effects ("EFRE 2018"), Томск, 16–22 сент. 2018 г. – 3 доклада (Берендеев Е. А., Боронина М. А., Вшивков В. А., Ефимова А. А., Генрих Е. А.).

3. 9-я Всероссийская конференция с международным участием "Актуальные проблемы прикладной математики и механики", посвящ. памяти акад. А. Ф. Сидорова, Абрау-Дюрсо, 3–8 сентября 2018 г. – 4 доклада (Боронина М. А., Ефимова А. А., Берендеев Е. А., Генрих Е. А., Вшивков В. А., Вшивкова Л. В.).

4. 22-я Всероссийская конференция "Теоретические основы и конструирования численных алгоритмов решения задач математической физики", посвящ. памяти К. И. Бабенко, Абрау-Дюрсо, 3–8 сентября 2018 г. – 1 доклад (Ефимова А. А., Берендеев Е. А.).

5. Workshop on numerical modeling in MHD and plasma physics: methods, tools, and outcomes. Honor of acad. A. Alekseev's 90th birthday, Новосибирск, 11–12 октября 2018 г. – 11 докладов, из них 3 приглашенных (Берендеев Е. А., Боронина М. А., Вшивков В. А., Генрих Е. А., Ефимова А. А., Куликов И. М., Снытников А. В., Снытников Н. В., Черных И. Г., Вшивкова Л. В.).

6. Международная конференция "Суперкомпьютерные дни в России", Москва, 4–25 сентября 2018 г. – 3 доклада (Винс Д. В., Глинский Б. М., Черных И. Г., Вшивков В. А., Куликов И. М.).

7. 12-я Российская конференция с международным Участием "Новые информационные технологии в исследовании сложных структур", Томск, 4–8 июня 2018 г. – 1 доклад (Винс Д. В.).

8. The 3rd Conference on numerical analysis and scientific computation with applications, Каламата (Греция), 2–6 июля 2018г. – 1 доклад (Вшивков В. А., Вшивкова Л. В.).

9. 25-й Всероссийский семинар с международным участием по струйным, отрывным и нестационарным течениям, Санкт-Петербург, 11–14 сентября 2018 г. – 1 доклад (Ефимова А. А.)

10. Dubna workshop "Computational modelling of complex systems", Дубна, 15 ноября 2018 г. – 2 доклада (Ефимова А. А., Берендеев Е. А.).

11. "EAGE-2018", Санкт-Петербург, 10–11 апреля 2018 г. – 1 доклад (Титов П. А.).

12. "Big data and data analysis" – 2018, Рим (Италия), 20–21 июня 2018 г. – 1 доклад (Титов П. А.).

13. "Параллельные вычислительные технологии 2018", Ростов-на-Дону, 2–6 апреля 2018 г. – 1 доклад (Снытников Н. В.)

14. 10-я Международная молодежная научная школа конференция "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", посвящ. 90-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева и 80-летию чл.-корр. РАН В. Г. Романова, Новосибирск, 10–13 октября 2018 г. – 2 доклада (Снытников А. В., Черных И. Г., Глинский Б. М.).

15. Международная конференция "Вычислительная математика и математическая геофизика", посвященная 90-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, Новосибирск, 8–12 октября 2018 г. – 4 доклада (Глинский Б. М., Сапетина А. Ф., Снытников А. В., Вшивков В. А.).

16. 6-й Международный молодежный Форум "Инженерия для освоения космоса", Томск, 26–28 апреля 2018 г. – 1 доклад (Черных И. Г., Куликов И. М.).

17. Mathematical modeling and high-performance computing in bioinformatics, biomedicine and biotechnology ("MM-HPC-BBB-2018"), Новосибирск, 21–24 августа 2018 г. – 2 доклада (Черных И. Г., Куликов И. М.).

18. Открытая конференция ИСП РАН им. В. П. Иванникова, Москва, 22–23 ноября 2018 г. – 1 доклад (Куликов И. М., Черных И. Г.).

19. Национальный суперкомпьютерный форум (НСКФ–2018), Переславль-Залесский, 27-30 ноября 2018 г. – 2 доклада (Черных И.Г., Куликов И. М., Берендеев Е. А., Сапетина А. Ф.).

20. Интерэкспо "ГЕО-Сибирь", Новосибирск, 25–27 апреля 2018 г. – 1 доклад (Глинский Б. М., Сапетина А. Ф.).

21. "ISC18", IXPUG Workshop, Франкфурт (Германия), 24–28 июня 2018 г. – 1 доклад (Черных И. Г.).

22. "MCHPC'18": Workshop on memory centric high performance computing, supercomputing' 18, Даллас (США), 11–16 ноября 2018 г. – 1 доклад (Черных И. Г., Куликов И. М.).

23. 2-я Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием им. В. В. Губарева "Интеллектуальный анализ сигналов, данных и знаний: методы и средства"; Молодежная школа, Новосибирск, 11−13 декабря 2018 г. – 1 приглашенный доклад (Черных И. Г.).

24. "Astrochemistry: past, present, future", Пасадена (США), 10–13 июля 2018 г. – 1 доклад (Куликов И. М., Черных И. Г., Глинский Б. М.).

25. International conference on mathematical modeling in physical sciences, Москва, 27–31 августа 2018 г. – 1 доклад (Вшивков В. А., Вшивкова Л. В.).

Участие в оргкомитетах конференций

1. Черных И. Г.:

– член программного комитета и оргкомитета международной конференции "Workshop on numerical modeling in MHD and plasma physics: Methods, tools, and outcomes". Honor of acad. A. Alekseev's 90th Birthday, Новосибирск, 11–12 ноября 2018 г.,

– член оргкомитета 10-й Международной молодежной научной школы-конференции "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", посвящ. 90-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева и 80-летию чл.-корр. РАН В. Г. Романова;

2. Куликов И. М.:

– член программного комитета и оргкомитета международной конференции "Workshop on numerical modeling in MHD and plasma physics: Methods, tools, and outcomes". Honor of acad. A. Alekseev's 90th Birthday, Новосибирск, 11–12 ноября 2018 г.,

– член программного комитета и оргкомитета 10-й Международной молодежной научной школы-конференции "Теория и численные методы решения обратных и некорректных задач", посвящ. 90-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева и 80-летию чл.-корр. РАН В. Г. Романова;

3. Глинский Б. М.:

– член программного комитета и оргкомитета международной конференции "Workshop on numerical modeling in MHD and plasma physics: Methods, tools, and outcomes". Honor of acad. A. Alekseev's 90th Birthday, Новосибирск, 11–12 ноября 2018 г.,

– член программного комитета международной конференции "Параллельные вычислительные технологии" 2018;

– член программного комитета международной конференции "Суперкомпьютерные дни в России" 2018;

– член программного комитета международной конференции "Вычислительная математика и математическая геофизика", посвящ. 90-летию со дня рождения акад. А. С. Алексеева, 2018;

4. Вшивков В. А. – член программного комитета и оргкомитета международной конференции "Workshop on numerical modeling in MHD and plasma physics: Methods, tools, and outcomes". Honor of acad. A. Alekseev's 90th Birthday, Новосибирск, 11–12 ноября 2018 г.,

5. Берендеев Е. А. – член оргкомитета международной конференции "Workshop on numerical modeling in MHD and plasma physics: Methods, tools, and outcomes". Honor of acad. A. Alekseev's 90th Birthday, Новосибирск, 11–12 ноября 2018 г.;

6. Боронина М. А. – член оргкомитета международной конференции "Workshop on numerical modeling in MHD and plasma physics: Methods, tools, and outcomes". Honor of acad. A. Alekseev's 90th Birthday, Новосибирск, 11–12 ноября 2018 г.;

7. Генрих Е. А. – член оргкомитета международной конференции "Workshop on numerical modeling in MHD and plasma physics: Methods, tools, and outcomes". Honor of acad. A. Alekseev's 90th Birthday, Новосибирск, 11–12 ноября 2018 г.;

8. Ефимова А. А. – член оргкомитета международной конференции "Workshop on numerical modeling in MHD and plasma physics: Methods, tools, and outcomes". Honor of acad. A. Alekseev's 90th Birthday, Новосибирск, 11–12 ноября 2018 г.;

9. Снытников А. В. – член оргкомитета международной конференции "Workshop on numerical modeling in MHD and plasma physics: Methods, tools, and outcomes". Honor of acad. A. Alekseev's 90th Birthday, Новосибирск, 11–12 ноября 2018 г.;

10. Снытников Н. В. – член оргкомитета международной конференции "Workshop on numerical modeling in MHD and plasma physics: Methods, tools, and outcomes". Honor of acad. A. Alekseev's 90th Birthday, Новосибирск, 11–12 ноября 2018 г.

Итоговые данные по лаборатории

Публикаций, индексируемых в базе данных Web of Science – 6
Публикаций, индексируемых в базе данных Scopus – 30
Публикаций, индексируемых в базе данных РИНЦ – 13
Докладов на конференциях – 52, в том числе 4 приглашенных.
Участников оргкомитетов конференций – 11

Кадровый состав

1. Черных И. Г. – зав. лаб. к.ф.-м.н.
2. Берендеев Е. А. – м.н.с. к.ф.-м.н.

3. Боронина М. А. – н.с. к.ф.-м.н.
4. Винс Д. В. –н.с. к.т.н.
5. Вшивков В. А. – г.н.с. д.ф.-м.н.
6. Генрих Е. А. – н.с. к.ф.-м.н.
7. Глинский Б. М. – г.н.с. д.т.н.
8. Ефимова А. А – м.н.с.
9. Зернова Л. В. – программист 1-й катег.
10. Кононов А. А. – инженер-электроник
11. Куликов И. М. – н.с. д.ф.-м.н.
12. Кучин Н. В. – гл. специалист по СПО
13. Ломакин С. В. – гл. специалист по ИС
14. Макаров И. Н. – ведущ. программист
15. Сапетина А. Ф. – м.н.с.
16. Снытников А. В. – с.н.с. к.ф.-м.н.
17. Снытников Н. В. – н.с. к.ф.-м.н.
18. Титов П. А. – м.н.с.

Берендеев Е. А., Боронина М. А., Винс Д. В., Генрих Е. А., Ефимова А. А., Куликов И. М., Сапетина А. Ф., Снытников А. В., Снытников Н. В., Титов П. А., Черных И. Г. – молодые научные сотрудники (до 39 лет включительно)

Педагогическая деятельность

Глинский Б. М. – зав. кафедрой НГУ
Вшивков В. А. – профессор НГУ
Куликов И. М. – доцент НГУ
Сапетина А. Ф. – ассистент НГУ

Руководство студентами

1. Макаров И. О. – 3-й курс ММФ НГУ, руководитель Сапетина А. Ф.
2. Тарасов В. С. – 2-й курс магистратуры ММФ НГУ, руководитель Вшивков В. А.
3. Судаков А. М. – 1-й курс магистратуры ММФ НГУ, руководитель Вшивков В. А.
4. Койнов В. – 3-й курс ММФ НГУ, руководитель Глинский Б. М.