

ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ 1.3. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА, ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ И РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Программа 1.3.1. Методы вычислительной математики для задач математической физики

В Институте вычислительной математики и математической геофизики для приближенного решения методом Монте-Карло нелинейных кинетических уравнений разработано весовое ценностное моделирование эволюции многочастичных ансамблей. При этом в качестве «функции ценности» использовано приближенное решение нелинейной сопряженной задачи, определенной Г. И. Марчуком. Эффективность различных «ценностных» алгоритмов была исследована с помощью решения тестовых задач для кинетических уравнений Больцмана и Смолуховского. Значительное уменьшение трудоемкости получено при решении задач коагуляции.

В том же Институте с использованием многоуровневых полунявных разностных схем и подвижных адаптивных сеток разработаны новые вычислительные модели нестационарных процессов фильтрационного горения газов, для которых характерны аномально высокие температуры в зоне горения (рис. 2). Разработанные вычислительные модели могут быть использованы при создании и развитии ряда новых технологий, таких как энергосберегающие горелочные устройства, огнепреградительные устройства, дожигание низкокалорийных смесей в целях экологической безопасности.

Разработаны и исследованы методы полусопряженных невязок и полусопряженных градиентов с динамическими предобуславливателями в подпространствах Крылова для решения систем линейных алгебраических уравнений с несимметричными разреженными мат-

рицами высокого порядка. Установлены ортогональные и вариационные свойства рассмотренных итерационных процессов, а также условия их сходимости. Предложены алгоритмы выбора переменных итерационных параметров при использовании неполной факторизации для построения адаптивных предобуславливателей. Проведены методические эксперименты по решению сеточных диффузионно-конвективных уравнений, демонстрирующие эффективность используемых подходов.

В Институте математики им. С. Л. Соболева для гиперболических систем законов сохранения доказано существование гладких решений, разделенных поверхностью «нейтрально устойчивого» сильного разрыва.

В том же Институте разработаны методы интерполяции функций одной и двух переменных, являющихся решениями сингулярно-возмущенных краевых задач на специальных и равномерных сетках.

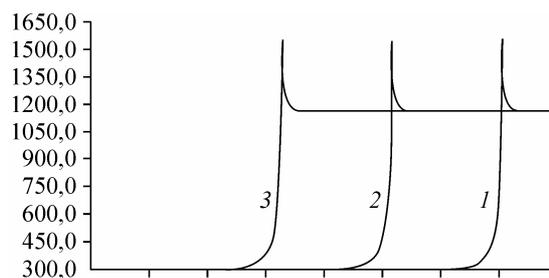


Рис. 2. Распространение волны горения навстречу потоку горючей газовой смеси.
1—3 соответствуют различным моментам времени.

Программа 1.3.2. Параллельные и распределенные вычисления в задачах математического моделирования

В Институте вычислительного моделирования традиционный реологический метод построения определяющих соотношений упруговязкопластических материалов обобщен на случай материалов, по-разному сопротивляю-

щихся растяжению и сжатию. На его основе получены математические модели деформации сыпучих сред. Разработаны вычислительные алгоритмы и комплексы прикладных программ для численного исследования моделей на мно-

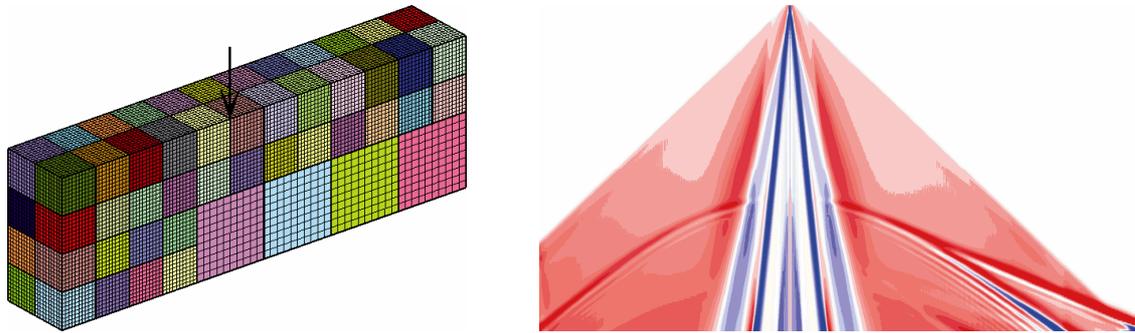


Рис. 3. Схема нагружения массива с разбиением области между вычислительными узлами (слева) и сейсмограмма отраженных волн (справа) (результаты расчетов на 68 процессорах МВС-15000).

гопроцессорных вычислительных системах (рис. 3).

В том же Институте разработаны и исследованы новые три семейства методов решения жестких автономных и два семейства методов решения жестких неавтономных задач. Получены коэффициенты пяти L-устойчивых шестистадийных численных схем третьего порядка точности. Построены оценки ошибки и неравенства для контроля точности вычислений и устойчивости численных схем, позволяющие проводить расчеты с переменным шагом интегрирования. Созданные алгоритмы интегрирования на жестких задачах эффективнее известных явных методов более чем в 100 раз.

В Институте вычислительной математики и математической геофизики разработаны алгоритмы исполнения и оптимизации исполнения фрагментированных программ численного моделирования. Фрагментированная программа собирается из отдельных фрагментов в соответствии с описанием алгоритма компоновки фрагментированной программы. Такие алгоритмы разработаны для ряда численных алгоритмов, предназначенных для включения в библиотеку. Для создания библиотеки параллельных подпрограмм численного моделирования

разработаны фрагментированные версии известных численных алгоритмов умножения матриц, LU-разложения, явные численные схемы алгоритмов реализации метода частиц-в-ячейках. На основе примеров разработаны подходы и методика конструирования фрагментированных численных алгоритмов в тех случаях, когда такая форма представления возможна.

В том же Институте разработаны алгоритмы и реализовано экспериментальное программное обеспечение для исполнения MPI-программ на всех ресурсах вычислительного GRID. Вычислительный GRID формируется из мультикомпьютеров, связанных некоторой коммуникационной сетью. Специальным образом сформулирована задача конструирования GRID-систем с учетом специализации NumGRID для выполнения крупномасштабного численного моделирования. Эта постановка позволила значительно упростить проблему реализации системного программного обеспечения NumGRID практически без потери потребительских качеств NumGRID-систем. Результаты работы позволяют исполнять параллельные MPI-программы на всех ресурсах вычислительного GRID без внесения изменений в текст программ.