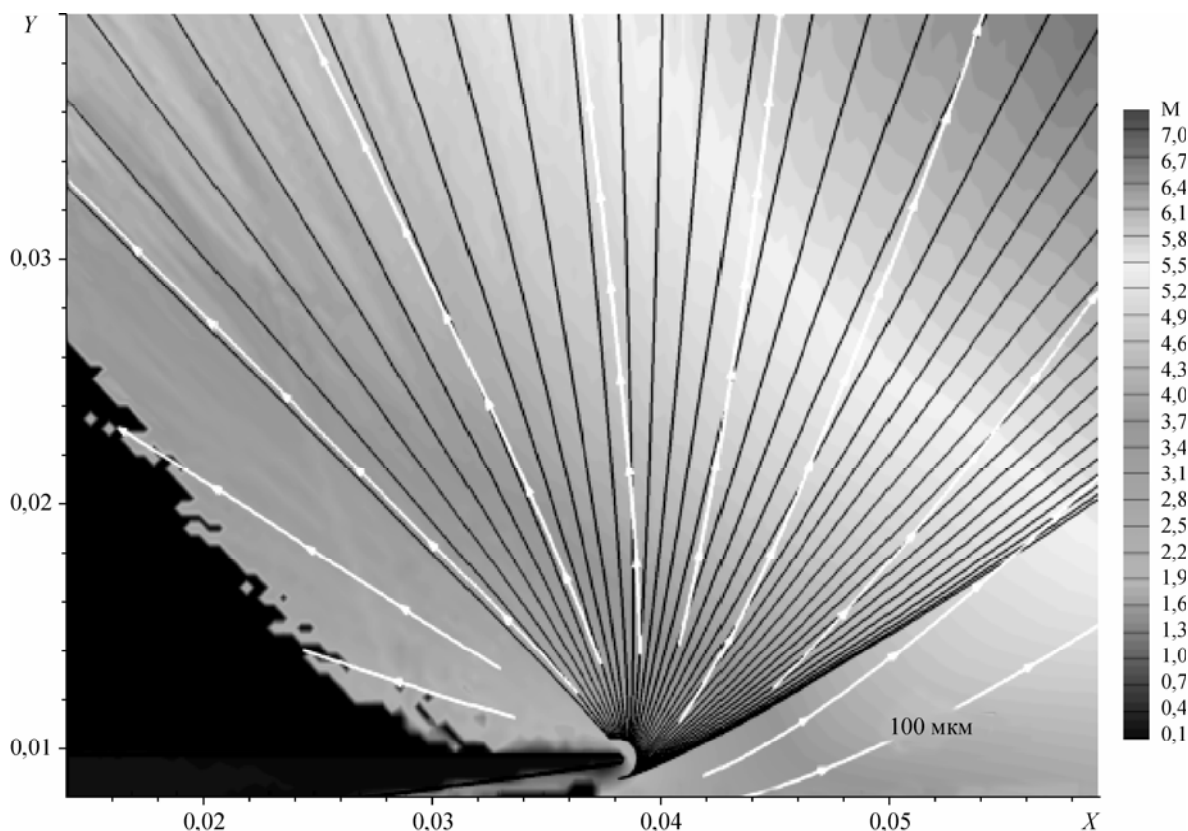


**КИНЕТИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
МОДЕЛИ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.
ПРОЕКТ № 2**

Координаторы: член-корр. РАН Михайлов Г. А., д-р физ.-мат. наук Аниконов Ю. Е.
Исполнители: ИВМиМГ, ИМ, ИТ, ИТПМ, ИВТ СО РАН

Для вероятностной модели процесса парных столкновений в системе N частиц разработаны новые глобально-весовые модификации статистического моделирования для приближенного решения нелинейного кинетического уравнения Больцмана, основанные на использовании расслоения распределения столкновений по номеру пары взаимодействующих частиц. Предложен способ параллельного, т. е. коррелированного, моделирования ансамблей

с различным числом N частиц. Построенные алгоритмы позволяют эффективно оценивать изменения оценок функционалов от решений уравнения Больцмана при изменении числа частиц в модельном ансамбле. Расчеты, проведенные для нелинейного кинетического уравнения с известным решением, подтвердили полуэмпирическую гипотезу о порядке $O(1/N)$ модельной погрешности.



Траектории капель, зарождающихся вблизи кромки сопла (черные линии) и избранные линии тока несущего газа (белые линии со стрелками). Размер капель 100 мкм.

Trajectories of liquid droplets formed near the nozzle lip (black lines) and some of the carrier gas streamlines (white lines with arrows). Droplet radius 100 μm .

Разработан алгоритм комбинированного подхода с использованием численного решения уравнений Навье—Стокса и метода ПСМ для моделирования течения газа внутри сопла и в окрестности выходного сечения при истечении струи в вакуум. Сформулирована математическая модель газочапельного течения в сопле применительно к условиям разреженных потоков. На рисунке представлены результаты численного моделирования обратного потока жидкой фазы. Создана и оттестирована пилотная версия вычислительной системы на объектно-ориентированном языке программирования C++ для проведения расчетов методом ПСМ плоских и осесимметричных течений.

Проведено численное исследование процессов лазерной абляции методами PIC—DSMC и ПСМ. Показана важность корректно-

го задания граничных условий на поверхности мишени. Исследовано влияние внутренних степеней свободы молекул на обратный поток при импульсной лазерной абляции.

Методом ПСМ выполнено исследование влияния учета внутренних степеней свободы в плоском течении Куэтта. Проведено численное исследование сверхзвукового обтекания тел разреженным многокомпонентным газом с сильно различающимися молекулярными массами и сечениями столкновения компонентов.

Для решения линеаризованного уравнения Больцмана проанализированы различные подходы к построению верхней границы погрешности, учитывающие наличие информации о степени зависимости стохастических оценок в узлах.

Основные публикации

1. Пригарин С. М. Методы численного моделирования случайных процессов и полей/ ИВМиМГ СО РАН. Новосибирск, 2005. 259 с.
2. Михайлов Г. А., Медведев И. Н. Эффективность «ценностного» моделирования в методе Монте-Карло// Докл. РАН. 2005. Т. 401, № 1. С. 16—20.
3. Коротченко М. А., Михайлов Г. А., Рогазинский С. В., Иванов М. С. Глобально-весовой метод Монте-Карло для нелинейного уравнения Больцмана// Журн. вычисл. математики и мат. физики. 2005. Т. 45, № 10. С. 1860—1870.
4. Марченко М. А. Статистическое моделирование пространственно неоднородной коагуляции с учетом диффузионного переноса частиц// Сиб. журн. вычисл. математики. 2005. Т. 8, № 3. С. 245—258.
5. Каргин Б. А. Новый подход к стохастическому моделированию задач атмосферной оптики// Изв. РАН. Оптика атмосферы и океана. 2005. Т. 18, № 12.
6. Mikhailov G. A., Chimaeva A. S. Study of polarization estimates variance by the Monte Carlo method// Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling. 2005. V. 20, N 3. P. 305—317.
7. Medvedev I. N., Mikhailov G. A. Study of «value» modelling efficiency in the Monte-Carlo Method// Ibid. 2005. V. 20, N 2. P. 185—207.
8. Plotnikov M. Yu., Shkarupa E. V. The discrete-stochastic approaches to solving the linearized Boltzmann equation// Monte Carlo Methods and Applications, 2005. V. 11, N 4. P. 447—462.
9. Плотников М. Ю., Ребров А. К. Прямое статистическое моделирование поперечного обтекания цилиндра сверхзвуковым потоком бинарной смеси разреженного газа// ПМТФ. 2005. Т. 45, № 5. С. 53—59.