

Применение суперкомпьютеров в задаче о переносе излучения*

М.А. Чашин, Е.Ф. Леликова, Л.И. Рубина, О.Н. Ульянов

Институт математики и механики Уральского отделения РАН

Авторы на протяжении ряда лет разрабатывают методику численного исследования радиационного переноса, сочетающую определение интенсивности излучения в каждой спектральной линии и вычисление населенностей уровней всех веществ смеси. Моделирование взаимодействия излучения и вещества в данной методике основывается на совместном решении интегро-дифференциального спектрального уравнения переноса излучения при соответствующих граничных условиях и системы уравнений кинетики населенностей уровней.

Методика имеет две важные особенности: методика направлена на расчет взаимодействия смеси веществ с излучением методом, который, фактически, является методом line-by-line; методика объединяет два подхода МАПИ и МПЛЧ, один из которых (МПЛЧ – Метод Полиномов Лагранжа-Чебышева) использует для представления решения полиномы Лагранжа с узлами Чебышева и обеспечивает приемлемое время расчетов, второй---(МАПИ – Метод Аналитического Представления Интенсивности) позволяет выбрать некоторые параметры для расчета по программам метода МПЛЧ, оценить и гарантировать в некотором смысле точность результатов расчета.

Ранее авторами изучался перенос излучения в плоском слое смеси веществ, содержащем несколько подслоев, имеющих разные плотности и температуры, с учетом нескольких десятков резонансных линий [1-2].

В данной работе представлено развитие методики для случая, когда в модели учитывается несколько сотен спектральных линий, и для случая, когда математическая модель дополнена уравнением энергобаланса для электронной температуры.

Предложенные алгоритмы, разработанные программы и модули позволили проводить численное моделирование для новых классов задач — задач с учетом до тысячи спектральных линий и задач с учетом энергобаланса — за приемлемое время с приемлемой точностью. Эти классы задач с физической точки зрения существенно более содержательны, с вычислительной — принципиально более сложные.

Проведены серии численных расчетов по моделированию взаимодействия излучения с веществом на суперкомпьютерах МВС-100К (МСЦ РАН, г. Москва) и «Уран» (ИММ УрО РАН, г. Екатеринбург).

Литература

1. Леликова Е.Ф., Рубина Л.И., Ульянов О.Н., Чашин М.А. Параллельные вычислительные технологии в задаче о переносе радиационного излучения // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Математическое моделирование физических процессов. М. 2002. Вып.3. С. 3-13.
2. Леликова Е.Ф., Рубина Л.И., Ульянов О.Н., Чашин М.А. Параллельные вычисления в задачах, возникающих при математическом моделировании переноса излучения // Автоматика и телемеханика, 2007, № 5. С.126-140.

* Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Интеллектуальные информационные технологии, математическое моделирование, системный анализ и автоматизация» при поддержке УрО РАН (проект 09-П-1-1003) и проекта «Моделирование фундаментальных и прикладных задач математической физики с применением супервычислителей» Региональной целевой программы развития вычислительных, телекоммуникационных и информационных ресурсов УрО РАН (проект РЦП-11-П8).