

# Взаимодействие вещества с излучением, падающим на плоский слой с двух сторон\*

Л.И.Рубина, О.Н.Ульянов, М.А.Чащин

Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН

Задача численного исследования взаимодействия вещества с ионизирующим излучением и создания соответствующей методики решается авторами в течение ряда лет, при этом физическая и математическая постановки задачи претерпевали значительные изменения. По мере развития вычислительной техники и параллельных технологий, совершенствования используемых авторами математических моделей, разрабатываемых ими численных алгоритмов и параллельных программ, методика развивается, формулируются новые и уточняются рассматриваемые постановки задач [1, 2]. В настоящее время авторами начато изучение задачи о взаимодействии излучения со смесью веществ, содержащихся в плоском неоднородном по плотности неподвижном или движущемся слое, в случае, когда излучение падает на слой с двух сторон. Предполагается рассмотреть как доплеровские, так и фойгтовские контуры излучения и поглощения. Электронная температура в слое может либо быть задана постоянной, либо рассчитываться согласно уравнению энергобаланса.

В докладе приводятся результаты, полученные для случая фойгтовских профилей излучения и поглощения, когда слой однороден, неподвижен, содержит одно вещество, учитываются только две спектральные линии, а температура — постоянна. Математическая модель представляет собой систему уравнений, включающую уравнение переноса излучения, дополненное соответствующими граничными условиями, и систему уравнений кинетики для населенностей уровней. Коэффициенты в уравнениях кинетики зависят от интенсивности излучения, а коэффициенты в уравнении переноса излучения зависят от населенностей уровней. При решении систем уравнений рассчитывается вклад каждой учитываемой спектральной линии.

Разработаны новые и модифицированы ранее созданные параллельные алгоритмы и программы, реализующие два метода численного решения задачи, развиваемые авторами — МАПИ и МПЛЧ [1, 2]. Метод МАПИ базируется на использовании явного представления интенсивности излучения и метода Лобатто, позволяющего получать решение с гарантированной точностью. Метод МПЛЧ опирается на применение интерполяционных полиномов Лагранжа по узлам Чебышева. Методика МАПИ позволяет контролировать точность расчетов, методика МПЛЧ — достаточно быстро получать решение. Для верификации программ проведены расчеты тестовых задач, показавшие работоспособность методики и достоверность получаемых результатов. Расчеты, проведенные по значительно отличающимся методикам МАПИ и МПЛЧ, дали близкие результаты, что также подтверждает достоверность численного моделирования. Исследована эффективность распараллеливания разработанных алгоритмов. Расчеты проводились на суперкомпьютере УРАН (ИММ УрО РАН).

## Литература

1. Леликова, Е.Ф., Рубина, Л.И., Ульянов, О.Н., Чащин, М.А. Параллельные вычисления в задачах, возникающих при математическом моделировании переноса излучения // Автоматика и телемеханика. 2007. №5. С.124-140.
2. Л.И.Рубина, О.Н.Ульянов, М.А.Чащин. О развитии двух параллельных алгоритмов численного моделирования взаимодействия излучения с веществом // Вестник. УГАТУ. Сер. Управление, вычисл. техника и информатика. 2013. Т.17, №2(55). С.64-74.

---

\* Работа выполнена в рамках программы фундаментальных исследований УрО РАН "Математические модели, алгоритмы, высокопроизводительные вычислительные и информационные технологии и приложения", проект 15-7-1-13.