

Этапы развития методики моделирования взаимодействия излучения с веществом. Доплеровские контуры

М.А. Чашин, Л.И. Рубина, О.Н. Ульянов

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

Авторы на протяжении ряда лет разрабатывают методику численного решения задачи о взаимодействии ионизирующего излучения с веществом [1,2]. Населенности уровней вычисляются из системы уравнений кинетики с коэффициентами, зависящими от интенсивности излучения, которая, в свою очередь, определяется из уравнения (или системы уравнений) переноса с коэффициентами, зависящими от населенностей уровней. В методике реализуются два метода решения задачи, предложенных и разрабатываемых авторами [1,2].

По мере развития вычислительной техники и параллельных технологий, совершенствования используемых авторами математических моделей, разрабатываемых ими численных алгоритмов и параллельных программ, методика совершенствуется, постановки задач все больше приближаются к описанию реальных процессов.

В докладе излагаются результаты, полученные для веществ с доплеровскими профилями излучения и поглощения при использовании новой (не применявшейся авторами ранее в этом случае), более полной математической модели процесса.

В этой модели:

- интенсивность излучения определяется из единого спектрального уравнения переноса излучения без разбиения на "непрерывную" и "дискретную" части, в отличие от ранее использовавшейся модели, в которой спектральное уравнение переноса разбивалось на систему стационарных интегро-дифференциальных уравнений переноса излучения в "дискретном спектре" (в каждой спектральной линии) и уравнение переноса излучения в "непрерывном спектре";
- расчет вклада каждой линии производится с учетом их возможного пересечения (ранее пересечением спектральных линий пренебрегалось);
- система уравнений дополнена уравнением энергобаланса.

Разработаны параллельные алгоритмы и программы, предполагающие (на данном этапе), что слой неподвижного однокомпонентного вещества, на который падает излучение, однороден, и учитываются две спектральные линии. Численные расчеты проводились на суперкомпьютере УРАН. Результаты, полученные при реализации двух различных методов, достаточно близки. Выяснены условия, при которых более полная математическая модель процесса взаимодействия излучения с веществом, дает результаты, совпадающие с результатами, полученными при использовании модели с прежним приближением, а при каких — значительно отличающиеся.

Дальнейшее развитие методики моделирования взаимодействия излучения с веществом для доплеровских контуров излучения предполагает: увеличение количества спектральных линий, количества слоев вещества, рассмотрение смесей веществ, а также областей, состоящих из возможно движущихся слоев неоднородных по плотности, скорости, составу смеси.

Литература

1. Е.Ф. Леликова, Л.И. Рубина, О.Н. Ульянов, М.А. Чашин Параллельные вычислительные технологии в задаче о переносе радиационного излучения // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Мат. моделирование физ. процессов.- 2002.- Вып.3.- С.3-13.
2. М.А. Чашин, Л.И. Рубина, О.Н. Ульянов // Тр. конференции. ПаВТ`2012.- Новосибирск, 2012.- С.313-324.