модель самоподобного переноса излучения в резонансных линиях для тестирования кодов для периферийной плазмы

П.А. Сдвиженский1, С.И. Крашенинников2,3, А.Б. Кукушкин1,3

1НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, sdvinpt@gmail.com
2University of California San Diego, La Jolla, USA
3Московский инженерно-физический институт, г. Москва, Россия

Выражение кинетического уравнения через самоподобные переменные позволяет получить аналитические решения, которые могут быть весьма полезными для тестирования соответствующих блоков численных кодов для описания явлений переноса. В качестве примера можно привести стационарные столкновительные кинетические уравнения для электронов [1] и нейтральных атомов [2] в сильно неоднородной плазме. Здесь cамоподобие оказывается применимым для нелокальных (недиффузионных) корреляций функции распределения: для надтепловых электронов [1] и для быстрых нейтралов, образующихся в результате перезарядки [2]. Другой тип самоподобия был обнаружен в [3] для нестационарного уравнения Бибермана-Холстейна (Б-Х) для переноса резонансного излучения в линиях атомов/ионов в однородной среде. Здесь самоподобие также выражено в терминах характеристик нелокальности переноса излучения в модели Б-Х.

В данной работе мы расширяем подход [1, 2] на случай стационарного уравнения Бибермана-Холстейна в неоднородном плазменном слое. Рассматривается одномерный перенос в плоском слое толщины *L* (одномерность переноса означает учет обмена атомов фотонами только при излучении фотонов поперек границам слоя). Такая упрощенная задача позволит нам оценить саму возможность существования автомодельных аналитических решений. Показано, что для целого класса подобных пространственных профилей трех характеристик, а именно, плотности невозбужденных атомов, ширины спектральной линии и нерадиационного источника возбуждения атомов, профиль плотности возбужденных атомов может быть описан аналитически в терминах подобия упомянутых выше профилей. Обнаруженные классы аналитических решений предлагается использовать для проверки численных кодов для расчета переноса излучения вблизи границы плазмы, включая коды для расчета переноса излучения в основной плазме и для расчетов радиационных потерь за счет излучения примесей.

Литература

1. S.I. Krasheninnikov, Sov. Phys. JETP **67** (1988) 2483.
2. P. Helander, S.I. Krasheninnikov, Phys. Plasmas **3** (1996) 226.
3. A.B. Kukushkin, P.A. Sdvizhenskii. Proc. 41st EPS Conf. Plasma Physics, Berlin, 2014, P4.133.