

## Расчет профилей Фойгта для моделирования отклика спектральных линий на вариации физических величин в моделях фотосферы

*С.Г. Можаровский*

Уссурийская астрофизическая обсерватория ДВО РАН, Уссурийск, Россия  
*sw@newmail.ru*

При моделировании процесса переноса излучения в спектральной линии на каждом элементарном шаге расчета необходимо вычислить профиль поглощения линии, т.е. профиль Фойгта. Он зависит от двух параметров  $a$  и  $\nu$ , где  $a$  – отношение ширин профилей Лоренца и Гаусса,  $\nu = \Delta\lambda / \Delta\lambda_D$ ,  $\lambda$  – длина волны,  $\Delta\lambda_D$  – доплеровское уширение линии и  $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$  – расстояние точки профиля от его центра. Точность, которую нужно достичь, определяется целью расчета. Для профилей, которые используются в численном эксперименте, иногда необходима точность порядка  $10^{-10}$ . Такая точность требуется, если необходимо получить линейный отклик спектральной линии на элементарные изменения модели фотосферы.

Дешевизна компьютерной памяти позволила упростить схему расчета, которую можно разбить на две фазы:

1. Заполнить двумерную сетку опорных значений профиля Фойгта, вычисленных для заданных значений  $a$  и  $\nu$  с необходимой точностью.
2. Делать интерполяцию кубическими сплайнами по очереди сначала по одной, затем по другой координате.

Ошибка интерполяции неодинакова в разных областях определения параметров  $a$  и  $\nu$  и зависит от шага разбиения. Для достижения точности  $10^{-11}$  интервал значений  $a$  в диапазоне от 100 до  $10^{-5}$  нужно разбить на 2000 одинаковых в логарифмической шкале отрезков. Значения  $\nu$  в диапазоне от 0 до 4 разбиваем на равные в линейной шкале отрезки с шагом по 0.003, это 1350 точек, а в диапазоне от 4 до 2000 разбиваем также на 1350 отрезков, но уже с равным шагом в логарифмической шкале. Для предварительного заполнения матриц мы вычисляем профиль Фойгта прямым численным интегрированием с помощью процедуры QUANC8 (Форсайт, Малькольм, Моулер, 1980) с точностью  $10^{-13}$ . Это занимает много минут, поэтому один раз рассчитанную матрицу сохраняем на диске. В области  $a < 10^{-5}$  профиль Фойгта не интерполируется, а вычисляется разложением в ряд Тейлора по  $a$  (Рачковский, 1962).

Таким образом, получается очень простая методика, которая позволяет менять точность расчета, меняя шаг матрицы опорных значений. При этом скорость вычислений остается постоянной. Она примерно втрое медленнее, чем для алгоритма Хумличека (1979). Детали алгоритма можно найти на странице <http://uafo.ru/msg/voigt.html>

### Литература

Humlíček J. // Journ. Quant. Spectroscopy and Rad. Transfer. 1979. V. 21. P. 309.

Рачковский Д.Н. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 1962. Т. 27. С. 148.

Форсайт Дж., Малькольм А., Моулер К. // Машинные методы математических вычислений. / Москва, «Мир», 1980.