

Т. А. Я к ш и н а (Ставрополь, СГУ). **Этапы развития теории звездных атмосфер.**

Уравнения переноса и лучистого равновесия, принадлежащие к числу основных в теории звездных атмосфер, первоначально решались в предположении о независимости коэффициента поглощения от длины волны λ . В модели [1] предполагалось постоянство температуры T в области формирования линии, в модели [2] предполагалось чистое рассеяние. Позже началось изучение тонких эффектов в звездных спектрах [3]. В первых расчетах содержания химических элементов в атмосфере Солнца не учитывался основной источник непрерывного поглощения — отрицательный ион водорода [4]. Поток, поступающий от звезды, получается интегрированием удельной интенсивности $I_{\lambda,\theta}$ по всем углам θ выхода излучения из атмосферы. Измеряя $I_{\lambda,\theta}$ в различных участках солнечного диска, можно построить эмпирическую модель атмосферы Солнца и сравнить ее с первыми численными моделями [5]. Для горячей звезды спектрального класса В2М первая численная модель рассчитана в [6]. Оказалось, что в области формирования спектральных линий температура меняется с оптической глубиной τ почти вдвое, а газовое и электронное давление — на 2–3 порядка, т.е. многие изящные аналитические решения, полученные в рамках однослойных моделей, обесценились. Первые расчеты моделей на ЭВМ выполнены в [7], [8]. Позже для набора эффективных температур T_{eff} и ускорений силы тяжести в атмосфере g были рассчитаны сетки моделей [9], [10]. Методы исправления распределения $T(\tau)$ основаны на итерационных расчетах поля излучения $I_{\lambda,\theta}(\tau)$. При учете поглощения непрерывного излучения большим числом атомных и молекулярных линий вначале использовались статистические приближения: частично и полностью перекрывающихся линий (POA и JOA [11]); метод функций распределения непрозрачности (OPDF [12]); метод выборочной непрозрачности (OS). Т.к. информации о сечениях переходов для десятков тысяч атомных линий не хватало, были рассчитаны полуэмпирические значения сил осцилляторов [13]. Интенсивности вращательных линий молекулярных спектров можно было вычислить [14], используя экспериментальные сечения электронных переходов. Конвективный перенос учитывался в приближении длины пути перемешивания, при этом зона подфотосферной конвекции появляется у звезд с $T_{eff} < 8000^\circ \text{K}$. В глубоких слоях атмосферы ионизация и возбуждение атомов регулируются столкновениями, т.е. в каждом элементарном объеме выполняется условие локального термодинамического равновесия (ЛТР). Во внешних, разреженных слоях, возрастает роль радиактивных процессов, и отклонения от ЛТР значительны. Существует два типа не ЛТР задач: вычисление профилей спектральных линий и построение не ЛТР модели атмосферы, для преодоления вычислительных трудностей был разработан метод полной линеаризации [15]. К настоящему времени, в приближении не ЛТР рассчитаны профили сотен линий полутора десятков химических элементов. Рост вычислительных возможностей позволил отказаться от одномерного описания звездной атмосферы [16]. В работах по двумерному и трехмерному моделированию конвективной грануляции и трехмерному моделированию пятнистого распределения химических элементов [17] среда трактуется как сжимаемая, радиационно-связанная, гравитационно-стратифицированная. Конвективные движения проявляются в асимметрии профиля линии, наблюдаемой от всей полусферы звезды [18].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Schuster A.* Astrophys. J., 1905, v. 21, p. 1.
2. *Eddington A. S.* Internal constitution of the stars, 1926.
3. *Unsöld A.* Physik der Sternatmosphären. Berlin: 1938.
4. *Chandrasekhar S.* Astrophys. J., 1946, v. 104, p. 430.
5. *Strömberg B.* Pub. mind. med. Kobenhavns Obs., 1944, № 138.
6. *Aller L. H.* Astrophys. J., 1949, v. 109, p. 244.

7. *Traving G.* Zeitschrift f. Astr., 1955, v. 36, p. 1.
8. *Hunger K.* Zeitschrift f. Astr., 1955, v. 36, p. 42.
9. *Mihalas D.* Astrophys. J., Suppl. Ser., 1965, v. 9, p. 321.
10. *Strom S. E., Avrett E. H.* Astrophys. J., Suppl. Ser., 1965, v. 12, p. 1.
11. *Golden S. A.* J.Q.S.R.T., 1967, v. 7, p. 225.
12. *Strom S. E., Kurucz R. L.* J.Q.S.R.T., 1966, v. 6, p. 591.
13. *Kurucz R. L.* Smithsonian Astroph. Obs. Spec. Rep. № 390, 1981.
14. *Панчук В. Е.* Сообщения САО АН СССР, 1978, в. 22, с. 5.
15. *Auer L. H., Mihalas D.* Astrophys. J., 1969, v. 158, p. 641.
16. *Nordlund A.* Solar Phys., 1985, v. 100, p. 209.
17. *Piskunov N. E., Tuominen I., Vilhu O.* Astron. Astrophys., 1990, v. 230, p. 363.
18. *Dravins D., Nordlund A.* Astron. Astrophys., 1990, v. 228, p. 203.