

Переменные звезды **21**, № 5, 747–749, 1982
Variable Stars **21**, No 5, 747–749, 1982

Эволюционные и пульсационные массы звезд типа δ Щита Ц. Цветков

На основе современных наблюдательных данных вычислены эволюционные M_e и пульсационные M_Q массы 53 звезд типа δ Щита. Показано, что в границах точности определения, оба вида масс согласуются между собой (рис. 1). Лишь у звезды δ Sct имеется слишком большое различие: $M_Q/M_e \approx 1/3$. При сравнении масс M_e и M_Q не играют существенной роли выбор системы эволюционных треков и химического состава 1 типа населения, а также учет разных стадий эволюции (горение водорода в ядре или слое). Можно считать, что вариации химического состава не очень большие среди исследуемых звезд.

Evolution and Pulsation Masses of Delta Scuti Stars by Ts. Tsvetkov

Both evolution M_e and pulsation M_Q masses of 53 Delta Scuti stars are calculated using Breger and Bregman's (1975) observational data. It is shown that the two kinds of masses are consistent taking into account the determination errors (Fig. 1). Large difference $M_Q/M_e \approx 1/3$ is derived only for δ Sct. The comparison of the M_e and M_Q of Delta Scuti stars is not strongly influenced by the choice of the evolution track system and the Population I composition, as well as by taking into consideration of different evolution stages (core or shell hydrogen burning). The composition variations in these stars are probably not very large.

В работе Брегера и Брегмана (1975) опубликован список относительно большого числа звезд типа δ Щита. В списке приводятся однородные наблюдательные данные 59 звезд: периоды P , полученные с точностью 8–10%; эффективные температуры T_e (точность $\pm 110^\circ\text{K}$); абсолютные визуальные звездные величины M_v (точность $\pm 0.^m2$). Для классов светимости III и IV ошибка M_v , возможно, не меньше $\pm 0.^m5$ (Баглен и др., 1973). Брегер и Брегман оценили T_e и M_v с помощью фотометрических калибровок. Из этих двух величин мы определили радиусы R , принимая болометрическую поправку $BC \approx 0$ (в интервале спектральных классов исследуемых звезд $BC < 0.^m05$, см. работу Адамса и Мортонса, 1968). Вследствие ошибок светимости оценки радиусов имеют точность, не больше 20%. Мода колебаний индивидуальных звезд оценена нами (Цветков, 1977а, б) путем сравнения фотометрических M_v и "теоретических" M_{bol} абсолютных звездных величин (M_{bol} получены из теоретических соотношений период – эффективная температура – светимость для четырех низших мод колебаний).

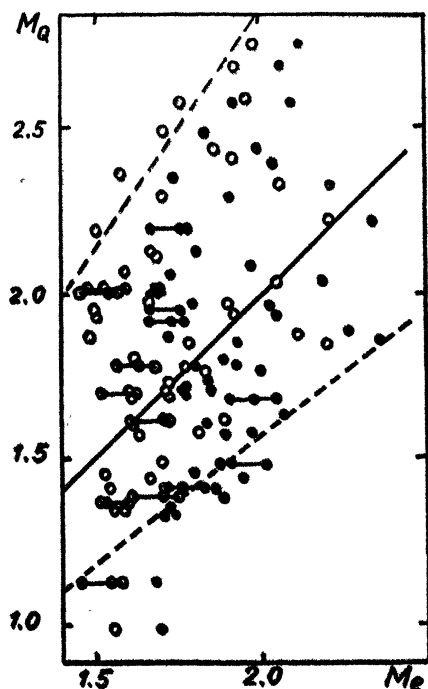


Рис.1. Сравнение эволюционных M_e и пульсационных M_Q масс (выраженных в солнечных массах) звезд типа δ Щита. Массы M_e интерполированы из эволюционных треков Ибена (кружки) и Пачинского (точки). Линией связаны точки, соответствующие разным стадиям эволюции. Массы M_Q вычислены итеративным способом с учетом моды колебаний звезд. Штриховые линии соответствуют 30-процентной ошибке оценок M_e (см. текст).

Используя величины P , T_e и R мы вычислили эволюционные M_e и пульсационные M_Q массы (в солнечных массах), которые сравниваются между собой на рис. 1. Массы M_e интерполировали из эволюционных треков Ибена (1967) — кружки, и Пачинского (1970) — точки. Массы M_Q вычислили итеративным способом (Кинг и др., 1975) с учетом моды колебаний данной звезды: F , $1N$ или $2N$. На рисунке не нанесены 6 звезд, пульсирующих в моде $3N$, а также сама звезда δ Sct, для которой получается слишком большое различие между оценками M_Q ($0.57 M_\odot$) и M_e ($1.66 M_\odot$ и $1.80 M_\odot$ из треков Ибена и Пачинского, соответственно). Эта звезда имеет ряд особенностей (Фролов, 1972; Эллиотт, 1974; Цветков, 1979) и во многих отношениях не типична для группы звезд δ Щита.

Штриховые линии на рис. 1 ограничивают область, соответствующую 30-процентной ошибке оценок M_e , обусловленной лишь вариациями химического состава I типа населения (Пискунов, 1977). На неопределенность оценок этих масс сказываются также вращение звезд и ошибки светимости (Пискунов, 1977). С другой стороны массы M_Q сильно зависят от радиусов ($M_Q \sim R^3$) и неопределенность оценок M_Q не меньше, чем оценок M_e . Следовательно, в границах точности определения, нет систематического различия между двумя видами масс (рис. 1). Можно считать, что вариации химического состава не очень сильны среди исследуемых звезд.

Для данной звезды M_e (Ибен) $< M_e$ (Пачинский) вследствие некоторого различия эволюционных треков двух авторов. У большинства

звезд типа δ Щита водород горит в ядре. В некоторых случаях возможна более поздняя стадия — горение водорода в слое. Для таких звезд линейно связаны кружки или точки, соответствующие стадиям главной последовательности и ухода от нее. На рисунке видно, что как выбор системы эволюционных треков (Ибена или Пачинского), так и возможность нахождения звезд в разных стадиях эволюции, практически не играет роли при сравнении масс M_0 и M_Q звезд типа δ Щита. Расчеты показали, что подобный вывод можно сделать и относительно химического состава.

Звезды на рис. 1 имеют $1.4 \leq M_0 \leq 2.4$ и $1.0 \leq M_Q \leq 2.8$ (M_0 и M_Q — в солнечных массах).

Наши результаты подтверждают вывод, что в отличие от классических цефеид (также I типа населения) у звезд типа δ Щита нет проблемы согласования эволюционных и пульсационных масс.

Расчеты масс проведены в 1976 г. на ЭВМ М-222 Астросовета АН СССР. Автор выражает благодарность А.Э. Пискунову и А.А. Памятных за помощь в расчетах и обсуждение результатов.

Литература

- Адамс и Мортон, 1968 — Adams T.F., Morton D.C., ApJ **151**, 611.
 Баглен и др., 1973 — Baglin A., Breger M., Chevalier C., Hauck B., le Contel J.M., Sareyan J.P., Valtier J.C., Astron. Astrophys. **23**, 221.
 Брегер и Брегман, 1975 — Breger M., Bregman J.N., ApJ **200**, 343.
 Ибен, 1967 — Iben I., Ann. Rev. Astr. Ap. **5**, 571.
 Пачинский, 1970 — Paczynski B., Acta Astron. **20**, 49.
 Пискунов А.Э., 1977, Научные информации **37**, 31.
 Фролов М.С., 1972, АЦ №671, 3.
 Цветков Ц., 1977а, Диссертация, Москва.
 Цветков Ц., 1977б, Научные информации **37**, 63.
 Цветков, 1979 — Tsvetkov Ts., IBVS No. 1548.
 Эллиотт, 1974 — Elliott J.E., AJ **79**, 1082.

Кафедра астрономии Софийского
университета, Болгария

Поступила в редакцию
27 мая 1980 г.