

Средние параллаксы и абсолютные величины затменных звезд М. Ю. Волянская

По параллактическим и пекулярным компонентам собственных движений и лучевых скоростей выведены средние статистические параллаксы и абсолютные звездные величины для 306 компонент затменных систем, разделенных на группы по их спектральным классам (таблица 1), а также на разделенные, полуразделенные и контактные системы (таблица 2). На основе абсолютных величин и средних абсолютных радиусов звезд для каждой группы выведены эффективные температуры (таблица 3). Произведена оценка избытка светимости для группы вторичных компонентов полуразделенных систем.

Mean Parallaxes and Absolute Magnitudes of Eclipsing Stars by M. Yu. Volyanskaya

The parallactic and peculiar components of proper motions and radial velocities of eclipsing variables are used to derive the mean statistical parallaxes and the mean absolute magnitudes of 306 components of eclipsing binary systems, divided into groups according to their spectral classes (table 1) as well as into detached, semi-detached and contact systems (table 2). On the basis of absolute magnitudes and the mean absolute radii of stars within each group the mean effective temperatures of such stars have been derived (table 3). The luminosity excesses for the group of secondary components of semi-detached eclipsing binaries are evaluated.

Двадцать лет назад З. Копал и Ш. Троенфельз (1951) по собственным движениям и лучевым скоростям звезд вывели средние абсолютные величины и эффективные температуры для компонент затменных двойных систем, разделенных на группы по спектральным классам. За прошедшие годы появились новые данные о собственных движениях звезд, систематических поправках каталогов, о различных константах,

в частности, о дисперсиях абсолютных величин и о болометрических поправках звезд различных спектральных классов, об абсолютных размерах звезд. Кроме того, определена классификация затменных систем по типам в соответствии с физическими свойствами их компонент.

Поэтому мы решили пересмотреть указанные характеристики для затменных систем на основе более обширных данных и иного разбиения материала на группы. В основу этих определений легли собственные движения 122 затменных звезд, выведенные из наблюдений автора на Одесском меридианном круге и положений этих звезд из других каталогов (Волянская, 1972). Были использованы также собственные движения 41 звезды типа W UMa, определенные Н.М. Артюхиной (1964), и 70 собственных движений из работы Копала и Троенфельза (1951). Таким образом мы располагали собственными движениями для 233 затменных систем. Лучевые скорости центров тяжести для 148 из этих систем были выписаны в основном из каталога Р. Вилсона (1952) и частично из работы Копала и Шепли (1956).

По имеющимся лучевым скоростям были определены координаты апекса и скорость движения Солнца относительно изучаемой группы звезд: $V_{\odot} = \pm 17.2 \pm 0.6$ км/сек, $A = 281^{\circ} \pm 21^{\circ}$, $D = +48^{\circ} \pm 13^{\circ}$. Отличие этих величин от стандартных значений невелико, однако мы вычисляли параллактические и пекулярные компоненты собственных движений и лучевых скоростей как со стандартным, так и с полученным специально значением апекса. Ввиду того, что различия получились незначительными, мы приводим здесь только результаты вычислений со стандартным апексом.

Звездные величины для всех звезд взяты из ОКПЗ 68 и приведены к визуальным.

Для вычисления средних статистических параллаксов $\bar{\pi}$ весь материал был разделен на группы в соответствии со спектральными классами звезд. Если были известны спектральные классы обеих компонент, то каждая компонента рассматривалась отдельно.

Разделение на группы представлено в таблице 1, где n — число звезд в группе, $\bar{m}$ — средняя для группы визуальная звездная величина.

Таблица 1

№ группы	Спектральный класс	Средний спектр	n	$\bar{m}$
1	O5 — B4	B1	55	6. ^m 1
2	B5 — B9	B7	39	7.8
3	A9 — A2	A0.5	47	8.4

4	A3 — A9	A5	55	8. ^m 7
5	F0 — F9 sg	F4	20	9. 2
6	F0 — F9 d	F5	37	9. 2
7	G0 — G9 sg	G5	16	9. 1
8	G0 — G9 d	G5	33	9. 7

Кроме того, из имеющегося материала были составлены группы в соответствии с классификацией затменных систем Копала—Свечникова (1969) — см. табл. 2.

Таблица 2

№ группы	Тип	Средний спектр	n	$\bar{m}$
1	РГП	B7	48	7. ^m 5
2	PR _I	B9.5	49	7. 8
3	PR _{II}	G5.5	33	10. 3
4	KW ₁	F4	30	9. 1
5	KW ₂	G4	34	10. 1

В группе, где представлены звезды спектральных классов O5—B4, мы учитывали влияние межзвездного поглощения по формуле П. П. Паренаго и таблицам А. С. Шарова (1963). Из каталога М. А. Свечникова (1969) взяты абсолютные радиусы компонент затменных систем.

Для уменьшения влияния дисперсии расстояний звезд выбранной группы от Солнца собственные движения μ и их параллактические η и пекулярные ϵ составляющие были умножены на коэффициент $q = 10^{0.2(m-\bar{m})}$ для приведения к среднему для группы расстоянию. Каждому собственному движению был приписан вес w в соответствии с формулой $\sqrt{w} = \frac{0''.010}{q \cdot \epsilon_\mu}$, где ϵ_μ — ошибка собственного движения. Чтобы не допустить преимущественного влияния на величины вычисляемых параллаксов звезд с малыми ошибками собственных движений, вес, больший 5, не назначался.

Для каждой группы звезд вычислялись средние параллаксы: $\bar{\pi}_\nu$ — основанный на параллактических компонентах собственных движений, $\bar{\pi}_\mu$ — по общему собственному движению, $\bar{\pi}_\epsilon$ — по пекулярным компонентам собственных движений, $\bar{\pi}_\nu$ — по остаточным параллактическим компонентам. Вычисленные параллаксы приведены в таблице 3. Они различны по величине и возникает вопрос о наиболее вероятном значении параллакса для данной группы звезд.

Следуя Ресселу (1921), мы приняли за наиболее вероятное значение $\bar{\pi} = \frac{3}{4} \bar{\pi}_1 + \frac{1}{4} \bar{\pi}_\mu$, где $\bar{\pi}_1$ — средневзвешенное из параллаксов,

основанных на пекулярных и параллактических компонентах. Ошибки этих параллаксов определялись также по формулам, выведенным Рес-селом:

$$\epsilon_{\pi_v} = \pm 0.845 \pi_v \cdot \frac{|\bar{V}_r'|}{V_{\odot} \sqrt{n \cdot \sin^2 \lambda}},$$

$$\epsilon_{\pi_r} = \pm 0.721 \pi_r \cdot \frac{1}{\sqrt{n}},$$

где $\bar{V}_r'$ — средняя пекулярная лучевая скорость звезд избранной группы.

Средние абсолютные звездные величины находились по известной

формуле: $\bar{M} = \bar{m} + 5 + 5 \cdot \overline{\lg \pi}$, где $\overline{\lg \pi} = \lg \bar{\pi} - \frac{\sigma_M^2}{25 \cdot \log_e 10 \dots}$, а σ_M — диспер-

сия значений абсолютных величин звезд для каждой группы. Дисперсии взяты из работы Мак-Каски (1967). Принятые значения дисперсий и вычисленные величины $\bar{M}$ приведены в таблице 3. Величины $\bar{M}$ переведены в болометрические при помощи болометрических поправок из работы Мортон и Адамса (1968). Затем из соотношения

$$\lg T/T_{\odot} = 0.1 \cdot (M_{\odot} - \bar{M}) - 0.5 \cdot \lg R/R_{\odot}$$

были определены средние эффективные температуры, записанные в последнем столбце таблицы 3.

Все вычисления произведены при помощи ЭЦВМ "Наири-С".

Поскольку рассматриваемые звезды имеют разнообразные спектральные классы (от O5 до G9), представилась возможность произвести ревизию шкалы эффективных температур затменных переменных звезд. Температуры звезд спектрального класса A и более поздних хорошо согласуются со значениями, полученными З. Копалом. Для группы звезд ранних спектральных классов ($\bar{S}_p \sim Bf$) наши результаты дают более высокую температуру, близкую к определениям Дж. Койпера. Однако она ниже стандартной температуры для одиночных звезд того же спектрального класса.

При вычислениях для звезд, разделенных на группы по физическим свойствам компонент, мы получили, что результаты для K W-систем согласуются с выводами Н. М. Артюхиной (1964) о том, что звезды типа W Большой Медведицы по своим светимостям не отличаются от обычных звезд главной последовательности. Полуразделенные системы составили две группы: в группу PR_I входили компоненты полуразделенных систем со спектральными классами B и A, в группу PR_{II} — со спектральными классами F и G. Для обеих групп значения абсолютных звездных величин $\bar{M}$ получились довольно большими — больше, чем

Таблица 3

Средние параллаксы, абсолютные звездные величины и эффективные температуры

Группа	π_{ν}	π_{τ}	π_{ν}	π_{μ}	π	σ_M	M	Δm_b	$T_{\text{эф}}(^{\circ}\text{K})$
O5-B4	0.0010	0.0029	0.0027	0.0028	0.0023 ± 0.0007	0.5^m	-4.5 ± 0.2	-2.36	19400 ± 900
B5-B9	0.0021	0.0026	0.0029	0.0030	0.0026 ± 0.0003	0.5	-1.1 ± 0.3	-0.92	12200 ± 1500
A0-A2	0.0025	0.0031	0.0031	0.0032	0.0030 ± 0.0003	0.5	0.6 ± 0.3	-0.14	9700 ± 800
A3-A9	0.0022	0.0041	0.0038	0.0040	0.0035 ± 0.0003	0.5	1.4 ± 0.2	-0.04	8800 ± 900
F0-F9 sg	0.0048	0.0042	0.0054	0.0053	0.0049 ± 0.0007	0.8	2.5 ± 0.3	-0.10	5400 ± 800
F0-F9 d	0.0072	0.0074	0.0062	0.0072	0.0070 ± 0.0009	0.5	3.4 ± 0.3	0	7500 ± 800
G0-G9 sg	0.0036	0.0047	0.0058	0.0049	0.0047 ± 0.0008	0.8	2.4 ± 0.4	-0.10	4700 ± 800
G0-G9 d	0.018	0.009	0.016	0.014	0.015 ± 0.002	0.4	5.4 ± 0.2	-0.07	5000 ± 500
РГП	0.0012	0.0038	0.0043	0.0037	0.0029 ± 0.0002	0.5	-0.7 ± 0.2	-0.50	12700 ± 1600
ПР _I	0.0010	0.0027	0.0032	0.0029	0.0024 ± 0.0002	0.5	-0.6 ± 0.3	-0.20	11500 ± 1200
ПР _I	0.0036	0.0053	0.0062	0.0059	0.0052 ± 0.0005	0.5	1.2 ± 0.3	-0.20	8000 ± 900
ПР _{II}	0.0024	0.0028	0.0032	0.0030	0.0029 ± 0.0003	0.7	2.4 ± 0.4	-0.10	5800 ± 700
KW _I	0.0058	0.0059	0.0052	0.0058	0.0057 ± 0.0008	0.5	3.3 ± 0.3	0	7600 ± 900
KW ₂	0.023	0.011	0.021	0.016	0.018 ± 0.002	0.4	6.0 ± 0.2	-0.07	4600 ± 400

для последовательности субгигантов. При детальном рассмотрении этих групп оказалось, что в группу PR_{II} входят только вторичные компоненты полуразделенных затменных систем, а группа PR_I состоит из 41 первичной и 8 вторичных компонент. Образовав затем группу PR'_I из 41 первичной компоненты и проведя для нее аналогичные вычисления, мы нашли, что для нее средняя светимость мало отличается от светимости звезд главной последовательности.

Нам представилось интересным сопоставить полученное значение светимости для группы PR_{II} со средней для звезд этой группы величиной массы. Мы определяли избыток светимости ΔM_2 как разность между болометрической величиной, полученной по собственным движениям, и болометрической величиной, вычисленной для той же массы по стандартному соотношению масса-светимость. Взяв величины масс $\overline{m}_2$ из каталога Свечникова (1969) и вычислив среднюю массу $\overline{m}_2$ для группы 33 вторичных компонент со средним спектральным классом $G5.5$, мы вычислили $M_{b\text{ стандарт}} = 4.62 - 10.031 \lg \overline{m}_2$. В результате: $\lg \overline{m}_2 = -0.08$, $M_{b\text{ стандарт}} = +5^m.42$, $\Delta M_2 = \overline{M}_b - M_{b\text{ стандарт}} = -3^m.02$.

Полученное значение ΔM_2 является независимой оценкой для избытка светимости группы вторичных компонент полуразделенных систем и характеризует группу в целом.

Отметим, что в недавнем обзоре, посвященном эволюционным процессам в тесных двойных системах, Б.Пачиньски (1971) по результатам теоретических расчетов, в основу которых была положена гипотеза о переносе массы в больших масштабах от одной компоненты к другой, оценивает избыток светимости вторичных компонент полуразделенных систем в 3^m .

Автор благодарен профессору В.П.Цесевичу за руководство работой.

Литература:

- Копал, Трюенфельз, 1951 — Kopal Z., Truenfels S., НС N 457.
 Волянская М.Ю., 1972, в сб. "Астрометрия и астрофизика", вып. 15.96.
 "Наукова думка", Киев.
 Артюхина Н.М., 1964, ПЗ 15, 127.
 Вилсон, 1952 — Wilson R. E., New General Catalogue of Radial Velocities, Washington.
 Копал, Шэпли, 1956 — Kopal Z., Shapley, Jodrell Bank Annals, 1, N 4, 141.
 Свечников, 1969, Каталог орбитальных элементов, масс и светимостей тесных двойных звезд, Уч. зап. Уральского гос. ун-та N 88, Свердловск.

- Шаров А.С., 1963. АЖ 40. 900.
Рессел, 1921 — Russell H.N., ApJ 54, 140.
Мак-Каски, 1967 — McCuskey S.W., AJ 72, 1199.
Мортон, Адамс, 1968 — Morton D.C., Adams T.F., ApJ 151, 611.
Мартынов Д.Я., 1971, Курс общей астрофизики, "Наука", Москва, 185.
Пачиньски, 1971 — Paczynski B., Annu Rev Astron. and Astroph., 9,
183, Palo Alto, Calif.

Одесская астрономическая
обсерватория

*Поступила в редакцию
в июле 1972 г.*