

Зависимость период—светимость у цефеид шаровых скоплений

Б. В. Кукаркин, А. С. Расторгуев

На основе всех опубликованных и частично собственных наблюдений для 26 цефеид в шаровых скоплениях были выведены значения их средних видимых величин $\langle V \rangle$ и $\langle B \rangle$. Видимые модули расстояний этих скоплений вычислены в системе Б. В. Кукаркина и Р. М. Русева (1972). Зависимость период—светимость хорошо представляется следующими линейными уравнениями (см. также рис. 2 и 3).

$$M_V = -0.26 - 1.12 \lg P, \quad M_B = -0.08 - 0.70 \lg P \quad (\lg P < 1.14)$$

$$M_V = +2.66 - 3.89 \lg P, \quad M_B = +3.51 - 4.11 \lg P \quad (\lg P > 1.14)$$

The Period-Luminosity Relation of Cepheids in Globular Clusters
by B. V. Kukarkin, A. S. Rastorguev

On the base of all published and partially our own observations the mean apparent magnitudes $\langle V \rangle$ and $\langle B \rangle$ for 26 cepheids in globular clusters were obtained. Apparent distance moduli were determined according to B. V. Kukarkin and R. M. Rusev system (1972). The period-luminosity relation may be represented by the following linear equations (see also fig. 2 and 3):

$$M_V = -0.26 - 1.12 \lg P, \quad M_B = -0.08 - 0.70 \lg P \quad (\lg P < 1.14)$$

$$M_V = +2.66 - 3.89 \lg P, \quad M_B = +3.51 - 4.11 \lg P \quad (\lg P > 1.14)$$

Известно, что зависимость период—светимость у цефеид сферической составляющей нашей Галактики отличается от подобной зависимости у классических цефеид. Эта зависимость неоднократно подвергалась исследованию (см., например, Ферни, 1964; Фролов, 1970; Демерс, 1971).

Недавно методика определения модулей расстояния шаровых скоплений была пересмотрена (Кукаркин, Русев, 1972). Вместо абсолютной величины звезд типа RR Лиры, принимавшейся до сих пор одинаковой для всех звездных систем, были приняты различные величины, выводимые из нелинейной теории пульсации (Кристи, 1966, 1970). Неоднородность абсолютных величин звезд типа RR Лиры отмечалась уже давно (Павловская, 1953), но только недавно на это было обращено внимание. Видимые модули расстояния до шаровых скоплений, определенные различными методами, были прокалиброваны по модулям, полученным по звездам типа RR Лиры. В имеющейся в Астрономическом институте им. Штернберга картотеке ведется непрерывная регистрация всех исследований шаровых скоплений и осуществляется систематическое улучшение всех характеристик (в том числе и модулей расстояний).

Задача исследования зависимости период-светимость для цефеид в шаровых скоплениях сводилась, таким образом, к вычислению абсолютных величин по их видимым величинам и новым значениям видимых модулей расстояний.

Фотографические наблюдения девяти цефеид в шаровых скоплениях М 5, М 10, М 12, М 13 и М 80 сделал А.С.Расторгуев по пластинкам Южной станции ГАИШ, полученным специально для этой цели. В результате были выведены средние значения видимой величины V для этих звезд. Результаты приведены в таблице 1. Подробная работа будет опубликована отдельно.

Таблица 1

NGC	Var	lg P	B	NGC	Var	lg P	B
6205	V 1	0.164	14.10	6093	V 1	1.196	14.10
6205	V 6	0.325	14.40	6254	V 2	1.273	12.65
6205	V 2	0.708	13.20	5904	V 42	1.410	11.90
6254	V 3	0.896	13.80	5904	V 84	1.423	12.05
6218	V 1	1.190	12.72				

Для вывода зависимости период-светимость были использованы все опубликованные до мая 1972 г. наблюдения цефеид в шаровых скоплениях в полосах B и V или в других системах, легко редуцируемых к системе B, V . Окончательные значения величин $\langle B \rangle$ и $\langle V \rangle$ приведены в таблице 2. Первый столбец дает номер шарового скопления, второй — номер переменной по каталогу Е. Сойер Хогг (1955), третий — логарифм периода, четвертый и пятый величины $\langle V \rangle$ и $\langle B \rangle$, шестой $(B-V)$, седьмой $(B-V)_0$, восьмой — видимый модуль расстояния $\text{mod } V$, а девятый и десятый — соответствующие значения абсолютных величин цефеид M_V и M_B .

Таблица 2

NGC	Var	lg P	V	B	B-V	$(B-V)_0$	$\text{mod } V$	M_V	M_B
5139	43	0.063	13. ^m 38	13. ^m 84	0. ^m 46	0. ^m 32	13. ^m 84	-0. ^m 46	-0. ^m 14
5139	92	0.129	13. 96	14. 45	0. 49	0. 35	13. 84	+0. 12	+0. 47
5139	60	0.130	13. 49	13. 87	0. 38	0. 24	13. 84	-0. 35	-0. 11
7078	1	0.158	14. 85	15. 17	0. 34	0. 23	15. 30	-0. 47	-0. 24
6205	1	0.164	14. 19	14. 49	0. 41	0. 38	13. 93	-0. 15	+0. 23
6402	76	0.276	15. 84	16. 60	0. 76	0. 27	16. 33	-0. 49	-0. 22
6205	6	0.325	13. 89	14. 39	0. 50	0. 47	13. 93	-0. 04	+0. 43
5139	61	0.357	13. 44	14. 07	0. 63	0. 49	13. 84	-0. 40	+0. 09
6402	2	0.445	15. 64	16. 44	0. 80	0. 31	16. 33	-0. 69	-0. 38
5139	48	0.651	12. 77	13. 41	0. 64	0. 50	13. 84	-1. 07	-0. 57
6205	2	0.708	12. 86	13. 28	0. 42	0. 39	13. 93	-1. 07	-0. 68
6254	3	0.896	12. 80	13. 59	0. 79	0. 56	13. 92	-1. 12	-0. 56
6402	17	1.083	14. 79	15. 93	1. 14	0. 65	16. 33	-1. 54	-0. 89
6402	7	1. 133	14. 75	15. 97	1. 22	0. 73	16. 33	-1. 58	-0. 85

Таблица 2
(продолжение)

NGC	Var	lgP	V	B	B-V	B-V	mod V	M _V	M _B
5139	29	1.168	11. ^m 88	12. ^m 83	0. ^m 95	0. ^m 81	13. ^m 84	-1. ^m 96	-1. ^m 15
5272	154	1.185	12. 48	12. 97	0. 49	0. 47	14. 82	-2. 34	-1. 87
6218	1	1.190	—	12. 72	—	—	14. 09	—	-1. 54
7089	1	1.192	13. 42	13. 99	0. 57	0. 50	15. 44	-2. 02	-1. 52
6093	1	1.212	13. 44	14. 20	0. 76	0. 58	15. 45:	-2. 01:	-1. 43:
7089	5	1.244	13. 29	13. 86	0. 57	0. 50	15. 44	-2. 15	-1. 65
6402	1	1.272	14. 09	15. 31	1. 22	0. 73	16. 33	-2. 24	-1. 51
6254	2	1.273	11. 74	12. 56	0. 82	0. 59	13. 92	-2. 18	-1. 59
7089	6	1.284	13. 10	13. 70	0. 60	0. 53	15. 44	-2. 34	-1. 81
5904	42	1.411	11. 28	11. 84	0. 56	0. 51	14. 33	-3. 05	-2. 54
5904	84	1.423	11. 42	12. 01	0. 59	0. 54	14. 33	-2. 91	-2. 37
5139	1	1.465	10. 89	11. 68	0. 79	0. 65	13. 84	-2. 95	-2. 30
7089	11	1.525	12. 21	12. 72	0. 51	0. 44	15. 44	-3. 23	-2. 79

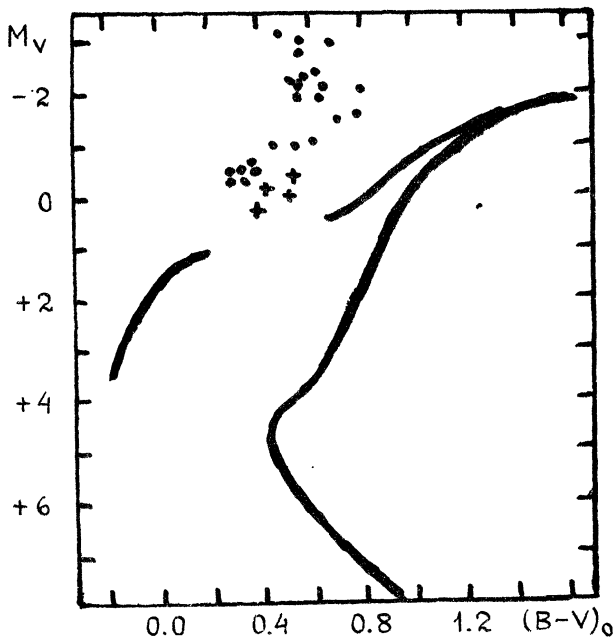


Рис. 1. Положение звезд типа W Девы и RV Тельца на диаграмме цвет-светимость для скопления M 13.

На рис. 1 изображено положение цефеид на диаграмме цвет-светимость. Этот рисунок дает представление о полосе неустойчивости. Возможно, что положение отдельных цефеид на этой диаграмме связано и с фазой эволюции, и с изобилием тяжелых элементов в атмосферах. Желательно тщательное наблюдение цефеид, чтобы свести к минимуму влияние случайных ошибок. Обращает внимание группа четырех цефеид (отмечены крестиками), нарушающая общий характер диаграммы. Сильно уклоняется звезда V 154 (M 3). Об этих звездах сказано ниже.

На рис. 2 и 3 изображены зависимости период-светимость для фотометрической системы β , V. Отмеченные выше четыре цефеиды и на этих графиках уклоняются от общей тенденции. Важно отметить, что и различные особенности этих четырех звезд (например, кривые блеска, амплитуды и т. д.) отличаются от особенностей других цефеид с такими

же периодами. Особенно характерными представляются различия кривых блеска переменных звезд V 60 и V 92 в скоплении ω Центавра.

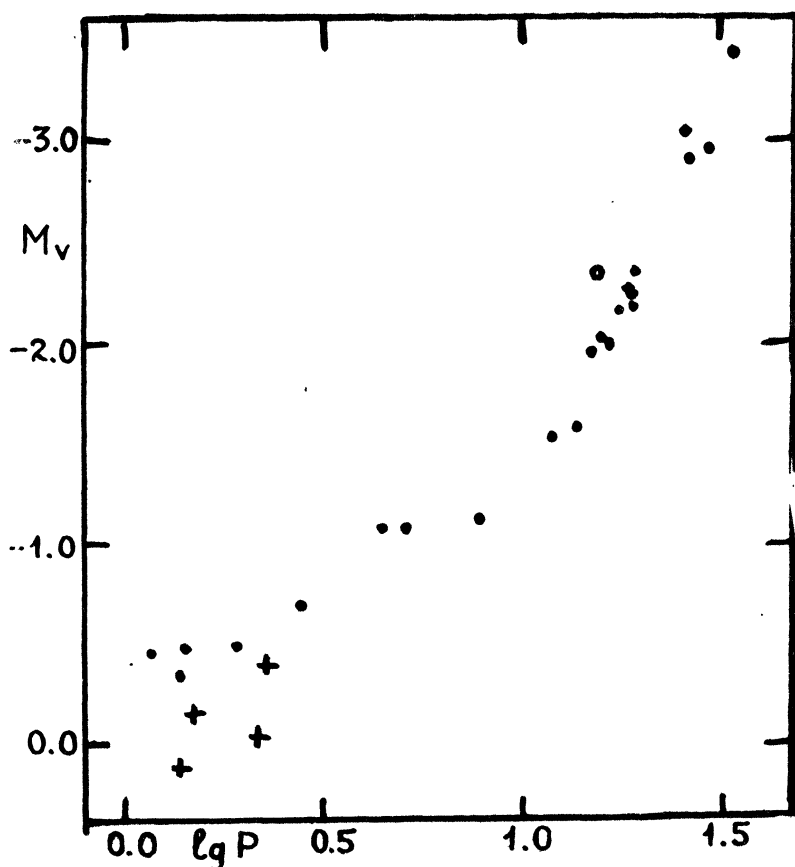


Рис. 2. Зависимость период-светимость цефеид M_V в шаровых скоплениях. Нормальные цефеиды отмечены черными кружками, аномальные — крестами, а цефеида, находящаяся в центре скопления МЗ, отмечена кольцом (см. текст).

На рис. 4 изображены кривые блеска этих звезд, имеющих одинаковые периоды (Мартин, 1938). Как видно, кривая блеска звезды V 92 совсем не характерна для большинства цефеид в шаровых скоплениях с периодами 1.2–1.5 дня. Кривая блеска звезды V 60, наоборот, весьма характерна.

С точки зрения современных идей эволюции звезд на поздних стадиях развития (см., например, Шварцшильд, Херм, 1970) звезды в шаровых скоплениях могут проходить полосу неустойчивости на весьма различных стадиях развития (напр., и на стадии после гелиевой и после углеродной вспышки). Для таких звезд могут, естественно, существовать свои особые зависимости период-светимость.

Мы предположили, что звезды, образующие на рис. 2 и 3 последовательности с небольшой дисперсией, находятся на одном (едином для

всех звезд) этапе эволюции, а четыре уклоняющиеся звезды — на другом. Звезда V154 в скоплении М 3 была исключена, т. к. находится в самом центре скопления, и большая плотность звездного фона искажает результаты фотометрических измерений.

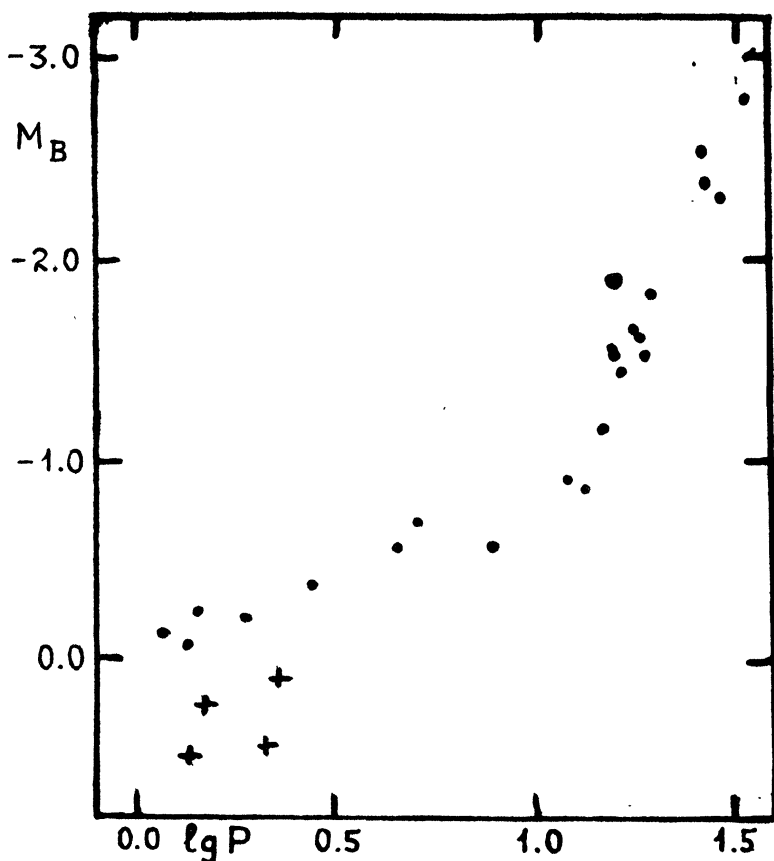


Рис. 3. Зависимость период-светимость (M_V) для цефеид шаровых скоплений. Значки — см. пояснения к рис. 2.

Были получены следующие зависимости период-светимость для фотометрических полос V и B:

$$\begin{aligned}
 M_V &= -0.26 - 1.12 \lg P & (\lg P < 1.14) \\
 &\pm 0.07 \pm 0.08 \\
 M_V &= +2.66 - 3.89 \lg P & (\lg P > 1.14) \\
 &\pm 0.10 \pm 0.11' & (1) \\
 M_B &= -0.08 - 0.70 \lg P & (\lg P < 1.14) \\
 &\pm 0.06 \pm 0.07 \\
 M_B &= +3.51 - 4.11 \lg P & (\lg P > 1.14) \\
 &\pm 0.09 \pm 0.10 & (2)
 \end{aligned}$$

По-видимому, вопрос о зависимости период-светимость у цефеид шаровых скоплений гораздо сложнее, чем это принималось до сих пор. Однако, большинство цефеид в шаровых скоплениях отно-

сится к объектам, к которым применимы выведенные нами формулы (1) и (2). Примерно 15 процентов цефеид не удовлетворяют этим формулам. При практическом решении вопроса о применимости выведенных формул следует принимать во внимание не только длину периода, но и форму кривых блеска, амплитуду и другие характеристики.

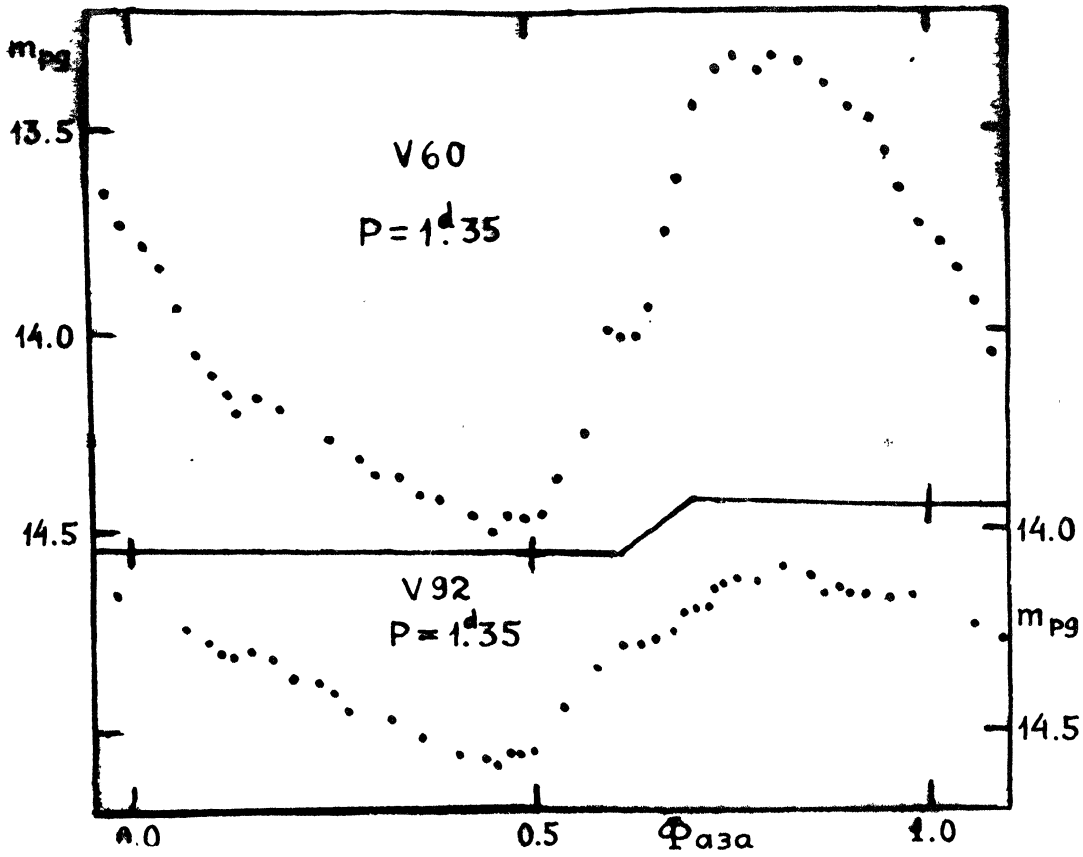


Рис. 4. Две цефеиды в шаровом скоплении ω Центавра с одинаковыми периодами, но с различными кривыми блеска, амплитудами и средней видимой величиной.

Литература:

Демерс, 1971 — Demers S., AJ 76, 916.
 Кристи, 1966 — Christy R.F., ApJ 144, 108.
 Кристи, 1970 — Christy R.F., Preprint of the Steward Obs. No. 35.
 Кукаркин Б.В., Русев Р.М., 1972, АЖ 49, 121.
 Мартин, 1938 — Martin W.C., Leid Ann 17, No. 2.
 Павловская Е.Д., 1953, ПЗ 9, 353.
 Ферни, 1964 — Fernie J.D., AJ 69, 258.
 Фролов М.С., 1970. Пульсирующие звезды, стр. 124—139, Наука, Москва.
 Шварцшильд, Херм, 1970 — Schwarzschild M., Härm R., ApJ 161, 341.

Гос. астрономический ин-т
 им. П.К.Штернберга

Поступила в редакцию
 3 июня 1972 г.