

Об определении индивидуальных светимостей классических
цефеид Галактики
Н. Н. Якимова

Предлагаются два косвенных способа определения относительных индивидуальных светимостей классических цефеид Галактики: 1) по относительным амплитудам блеска и амплитудам цвета; 2) по относительным амплитудам блеска и цвету в максимуме блеска. Оба способа прокалиброваны с помощью светимостей, найденных в системе средних радиусов по Курочкину.

The Determination of the Individual Luminosities of the Galactic Cepheids
by N. N. Yakimova

We suggest two indirect rules for determination of the relative individual luminosities of the Galactic Cepheids: 1) through relative light amplitudes (A_V , A_B) and colour amplitudes (A_{B-V}); 2) through light amplitudes and maximum colour $(B-V)_{0 \text{ max}}$. Both methods have been calibrated by means of the luminosities in the system of average radii determined by Kurochkin.

Важность проблемы определения индивидуальных светимостей классических цефеид общеизвестна. Лишь для немногих цефеид Галактики возможно непосредственно оценивать абсолютную звездную величину M_V , когда цефеида является членом скопления или ассоциации. Естественно, что кривые блеска и цвета, их форма и амплитуды несут немалую информацию об индивидуальных особенностях переменной (Паренного, Кукаркин, 1936; Ефремов, 1962). Очень ценно на основании видимых, легко получаемых из наблюдений фотометрических характеристик (допустим, в системе B, V) судить об индивидуальной светимости. Это представляется весьма вероятным, т. к. для классических цефеид нами установлены следующие эмпирические соотношения вдоль линий постоянного периода ($P = \text{const}$), отражающие особенности поперечной структуры полосы неустойчивости (Якимова, 1970÷1973):

$\delta \bar{R} = f_1 (\delta \langle B-V \rangle_0, \delta (B-V)_{0 \max})$ — для Галактики,*

$\delta \langle B-V \rangle_0 = f_2 (\delta A_V, \delta (B-V)_{0 \max})$ — для Галактики и Магеллановых Облаков.

$\delta \langle V \rangle_0 = f_3 (\delta A_B, \delta (B-V)_{0 \max}) = f_4 (\delta A_{B-V}, \delta (B-V)_{0 \max}) = f_5 (\delta A_B, \delta \langle B-V \rangle_0)$ и т. д. — для Магеллановых Облаков.

Выяснение для галактических цефеид вида соотношений

$$\begin{aligned} \delta M_V &= F_1 (\delta A_V, \delta (B-V)_{0 \max}), \\ \delta M_V &= F_2 (\delta A_V, \delta A_{B-V}) \end{aligned} \quad (2)$$

и величин входящих туда коэффициентов позволило бы, фактически двумя способами, находить относительные индивидуальные светимости классических цефеид δM_V с помощью δ -уклонений наблюдаемых фотометрических характеристик $A_V, A_{B-V}, (B-V)_{0 \max}$.

Абсолютные величины M_V отдельных цефеид Галактики определялись с помощью оценок средних радиусов по данным Курочкина (1964, 1966) и средних цветов $\langle B-V \rangle_0$, согласно данным Царевского и Якимовой (1970).

Мы руководствовались постулатом о равновесном законе непрерывного излучения: $\bar{L}_{\text{бол}} \sim \bar{R}^2 \bar{T}_{\text{эфф}}^4$; переход от нормальных цветов $(B-V)_0$ к спектрам в системе МК-согласно данным Царевского и Якимовой по цефеидам, а от спектров к эффективным температурам и болометрические поправки — согласно данным Джонсона (1966) для сверхгигантов постоянного блеска, учет покровного эффекта при определении визуальных величин — согласно результатам Оука (1961) по двум цефеидам, постоянные для Солнца — согласно Аллену (1960).

Средняя зависимость период-светимость строилась косвенным путем как суперпозиция двух достаточно уверенных сглаженных зависимостей: период-средний радиус $\bar{R}$ (по данным Курочкина для 70 цефеид) и период-средний нормальный цвет $\langle B-V \rangle_0$ (по данным Царевского и Якимовой для 160 цефеид), причем без какого-либо навешивания каждой из них линейной или параболической формы. Таким образом, уклонения абсолютных величин δM_V соответствуют методике Курочкина определения размеров, хотя привлечение средних радиусов, найденных Латышевым (1966, 1968), в целом не должно изменить значений δM_V^{**} .

*Символ " δ " означает, что рассматриваются индивидуальные характеристики переменных относительно усредненных для данного периода значений; $\bar{R}$ — средний радиус цефеиды; $\langle B-V \rangle_0$ и $(B-V)_{0 \max}$ — нормальные цвета в "средней" фазе и максимуме блеска (max); A_V и A_{B-V} — амплитуды блеска и цвета; $\langle V \rangle_0$ и M_V — видимый (с учетом поглощения) и абсолютный средний блеск.

** Напомним (Якимова, 1970): $\delta \bar{R}(K) \sim \delta \bar{R}(L)$.

Таблица 1

N	Звезда	*	lg P	δA_V		$\delta(B-V)_{0max}$	δM_V (δM_V (выч))			δM_V (ср)
							δM_R	δM_1	δM_2	
1	BY Cas	"s"	0.508	-18	-5.5	-13.5	-118	-152	-270:	-155
2	R TrA	гл	530	-2	+2.5	+4.5	-116	-131	-60	-100
3	UX Car	гл	566	+21	+9.5	0	+75	+41	+58	+64
4	RT Aur	гл	571	+14	+7.5	-4	-8	-16	-23	-14
5	BF Oph	гл	609	0	+3	-3	-75	-113	-92	-87
6	T Vul	гл	647	0	+0.5	-4.5	-114	-68	-100	-102
7	FF Aql	"s"	650	-34	-18.5	+2.5	-44	+30	-17	-23
8	V482 Sco	гл	656	-6	-4	+2.5	-37	-35	-60	-44
9	S Cru		671	+6	+2	+2.5	+2	-16	+12	+2
10	CF Cas	гл	688	-14	-7	+10	-28	-61	+5	-21
11	V388 Cyg	гл	721	-1	-1.5	-4.5	-99	-28	-97	-87
12	δ Cep		730	+13	+7.5	+7.5	+12	-22	-36	-10
13	V Cen	гл	740	+9	+3	-2	-49	+4	-7	-26
14	R Cru		765	+13	+4	+1.5	+28	+36	+56	+39
15	RV Sco		783	+10	+4	-6.5	-57	-2	-42	-43
16	S TrA		801	+9	+3	+4.5	-10	+4	+59	+15
17	V Car		826	+9	-2	+8	+130	+114	+93	+115
18	T Cru	"s"?	828	-23	-10	+6	+8	-93	+82	+16
19	U Sgr		829	+5	0	0	+50	+17	-11	+24
20	V496 Aql	"s"	833	-29	-20	+7.5	+80	+153	+142	+113
21	X Sgr		846	-7	-5	0	-4	-22	-77	-31
22	η Aql		856	+11	+4.5	-1.5	-8	-2	+13	0
23	R Mus		876	+16	+6.5	+0.5	+56	+24	+66	+54
24	W Sgr		880	+10	+6.5	-8	-17	-54	-56	-36
25	VY Cyg		895	+14	+6	-8.5	-36	+10	-34	-28
26	U Vul		903	+7	+1	+3.5	-48		-37	-44
27	S Sge		918	+10	+5	-3	-37		-7	-25
28	S Mus		985	-10	-11	-3	+19		-122	-37
29	S Nor		989	+6	-4	+17	+22	+160	+152:	+88
30	β Dor		993	0	0	-3	-17		-84	-44
31	BZ Cyg		1.006	-17	-9.5	+11.5	-110		+15:	-79
32	ζ Gem		1.006	-20	-11.5	+12.5	+37		+29	+34
33	XX Cen		1.040	+13	+5.5	0	+68		+21	+49
34	SV Vel		1.149	+25	+10	0	+34		+99	+60
35	TX Cyg		1.168	+22	+17.5	-15	-72		-67	-70
36	SZ Cyg		1.179	-13	0	+18	-16		+69	+18
37	CD Cyg		1.232	+12	+11	-1	+42		+17	+32
38	Y Oph	"s"	1.233	-52	-32	+6	+12		+83	+40
39	RY Sco		1.308	-18	-15.5	+0.5	-45		-47	-46

40 T Mon	1.432 - 5 - 4	+ 7	+ 54	+ 58	+ 56
41 AQ Pup	1.475 - 3 + 14	-19.5	- 55	-191:	- 90
42 e Car	1.551 -30 -12	+24	+ 24	+252:	+ 81
43 U Car	1.588 +10 + 3	- 5	+ 36	+ 33	+ 35
44 SV Vul	1.654 - 5 + 2	- 2	- 30	- 30	- 30

* Обозначение "гл" относится к цефеидам с гладкими кривыми блеска (без волн, горбов).

A. Связь между отклонениями δM_V , δA_V , δA_{B-V} .

Сопоставим отклонения δM_V и δA_V . На рис. 1а никакой тенденции усмотреть нельзя. Однако выделение звезд с близкими значениями δA_{B-V} (рис. 1б) позволяет с уверенностью заключить: вдоль линий $P = \text{const}$ цефеиды с фиксированными амплитудами цвета имеют тем большие амплитуды блеска, чем слабее они по абсолютной величине. Действительно, по 46 переменных всех периодов, включая "s"-цефеиды, мы нашли:

$$\delta M_V = 3.03 \cdot \delta A_V - 4.93 \cdot \delta A_{B-V} \pm 1.15 \pm 1.98 \quad (3)$$

Отличие коэффициентов от нуля — значимое. Однако линейное приближение в данном случае некорректно (оказалось, что остаточные отклонения $\epsilon = \delta M_V - \delta M_V$ (выч.) зависели от δM_V , а это недопустимо). Нелинейность иллюстрирует рис. 2, на котором отклонения δA_{B-V} четко коррелируют с величинами $x_A = \delta A_V - 0.098 \cdot \delta M_V$. Различные квадратичные приближения, вместо (3), оказались тоже мало пригодными, тем более, ограничено число звезд.

Мы пришли к выводу о целесообразности графического решения, что никак не привело к потери точности. При этом необходимо требовать: а) отсутствия корреляции между остаточными отклонениями ϵ , с одной стороны, и отклонениями δM_V , δA_V , δA_{B-V} и величиной периода с другой; б) дисперсия остаточных отклонения (σ_ϵ), конечно, не должна превосходить дисперсию абсолютных величин вдоль линий $P = \text{const}$ (σ_{M_V}). Результаты графического решения для цефеид с $\lg P < 0.9$ следующие:

$$\delta M_V = 13(\delta A_V - \bar{x}_A) + 0^m.04, \quad (4)$$

где величина $\bar{x}_A$, зависящая от δA_{B-V} , ищется по табл. 2.

Цефеиды с $\lg P > 1.0$ — более неоднородная физически группа переменных, менее обширная; к тому же связь отклонений δM_V с разностью $(\delta A_V - \bar{x}_A)$ оказалась слабее вдвое. Так что для этих переменных невозможно судить о достаточной точности об относительной светимости на основании отклонений амплитуд. Целесообразно использовать разность $(\delta A_V - \bar{x}_A)$ лишь для предсказания знака величины δM_V (табл. 2).

** Использовался метод наименьших квадратов. В данном случае он вполне корректен, т. к. ошибки определения отклонений δM_V почти на порядок превосходят ошибки остальных отклонений.

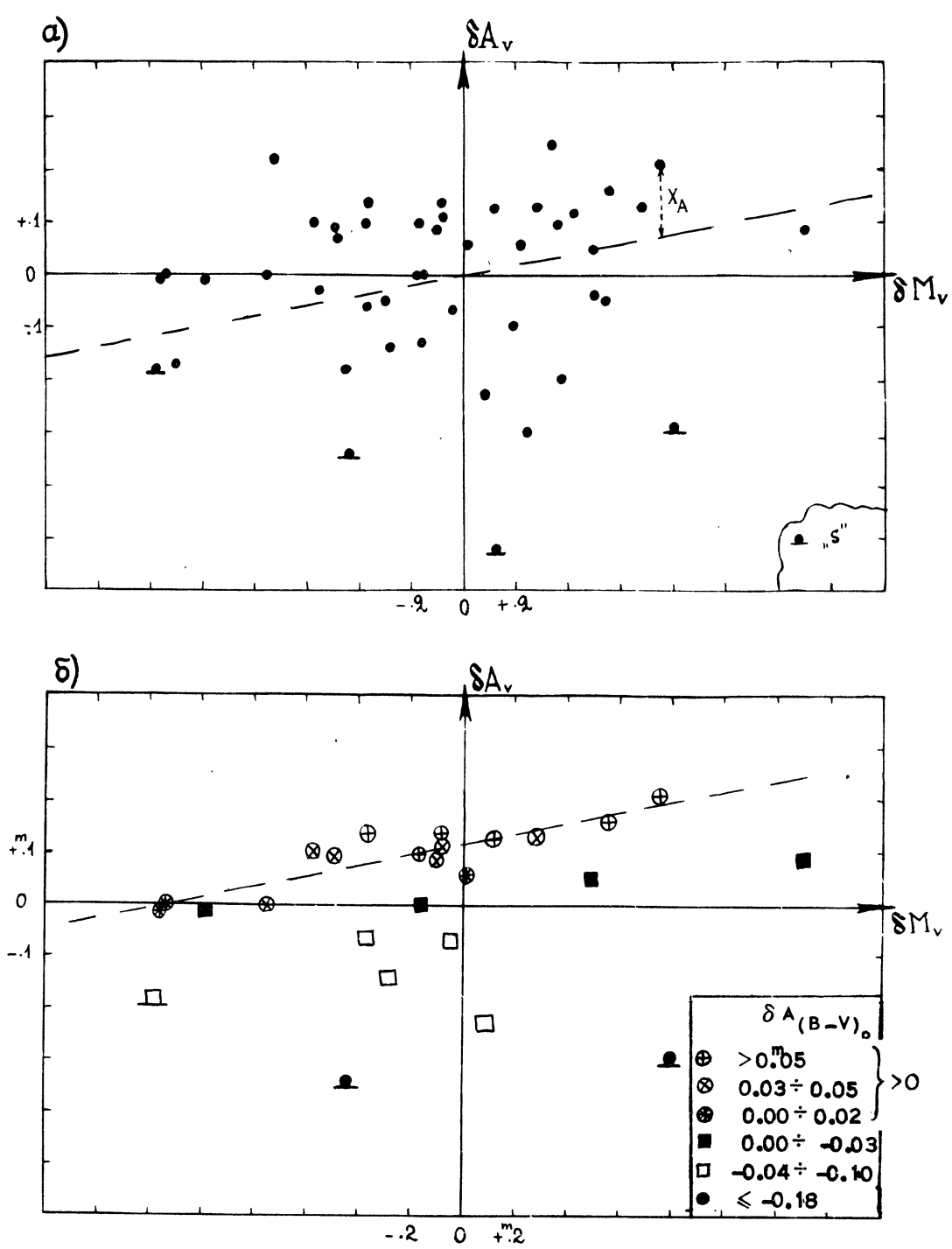


Рис. 1. Сопоставление вдоль линий $P = \text{const}$ индивидуальных абсолютных величин M_V и амплитуд блеска A_V а) в целом и б) с использованием дополнительного параметра — амплитуд цвета A_{B-V} .

Таблица 2

δA_{B-V}	$\bar{x}_A$		δA_{B-V}	$\bar{x}_A$	
	$\lg P < 0.9$	$\lg P > 1.0$		$\lg P < 0.9$	$\lg P > 1.0$
-0. ^m 30	(-0. ^m 73)	-0. ^m 49	-0. 0	+ 4	- 2
- 25	(- 53)	-0 40	+ 5	+ 12	+ 4
- 20	- 40	- 32	+ 10	(+ 19)	+ 10
- 15	- 27	- 24	+ 15	(+ 25)	+ 16
- 10	- 16	- 17	+0.20	(+0.30)	+0.21
- 5	- 5	- 9			

В. Связь между отклонениями δM_V , δA_V , $\delta(B-V)_{0\max}$.

Существование взаимосвязи демонстрирует рис. 3, аналогичный рис. 2. Сопоставляется величина $x_A = \delta A_V - 0.156 \cdot \delta M_V$ с отклонениями $\delta(B-V)_{0\max}$. В целом для цефеид всех периодов определенно имеет место корреляция величин x_A и $\delta(B-V)_{0\max}$, особенно тесная для звезд в узком интервале периодов ($0.5 < \lg P < 0.8$). Можно предположить существование линейной связи величин x_A и $\delta(B-V)_{0\max}$. Для 9 цефеид (кроме "s"-цефеид) с периодами меньше 10 дней и совершенно гладкими (без волн и горбов) кривыми блеска, фактически для $0.5 < \lg P < 0.75$, мы нашли методом наименьших квадратов коэффициенты в уравнении:

$$\delta M_V = 5.46 \cdot \delta A_V + 8.32 \cdot \delta(B-V)_{0\max} - 0.^m.62 \pm 1.62 \pm 3.48 \pm 0.14 \quad (5)$$

Причем нежелательных корреляций остаточных отклонений ϵ с величинами δM_V , δA_V , $\delta(B-V)_{0\max}$, $\lg P$ для этих переменных не обнаружено. Найденные коэффициенты были взяты в качестве отправных для всех остальных цефеид. Изучая поведение остаточных отклонений $\epsilon = \delta M_V - \delta M_V$ (выч.) по мере изменения периодов, амплитуд блеска, мы попытались найти наилучшие формулы для отыскания ожидаемых величин δM_V .

Принятая окончательная формула для определения отклонений δM_V следующая:

$$\delta M_V = 6.5 \cdot \delta A_V + 9.8 \delta(B-V)_{0\max} - 0.^m.73 + \Delta_A + \Delta_P,^{**} \quad (6)$$

где Δ_A и Δ_P зависят от отклонений δA_V и $\lg P$, соответственно

* Все "s"-цефеиды (в том числе переменная со сравнительно малыми амплитудами колебаний — Т Gru) отклоняются от основной зависимости в одну сторону, образуя примерно параллельную последовательность для цефеид с наименее интенсивными пульсациями. Это, вероятно, свидетельствует о неполнотой снятом влиянии отклонений амплитуд блеска на величину x_A .

** Поправка ($\Delta_A + \Delta_P - 0.^m.73$), по-видимому, отражает неминуемые неточности средних зависимостей период-амплитуда, -цвет, -радиус и т. д.

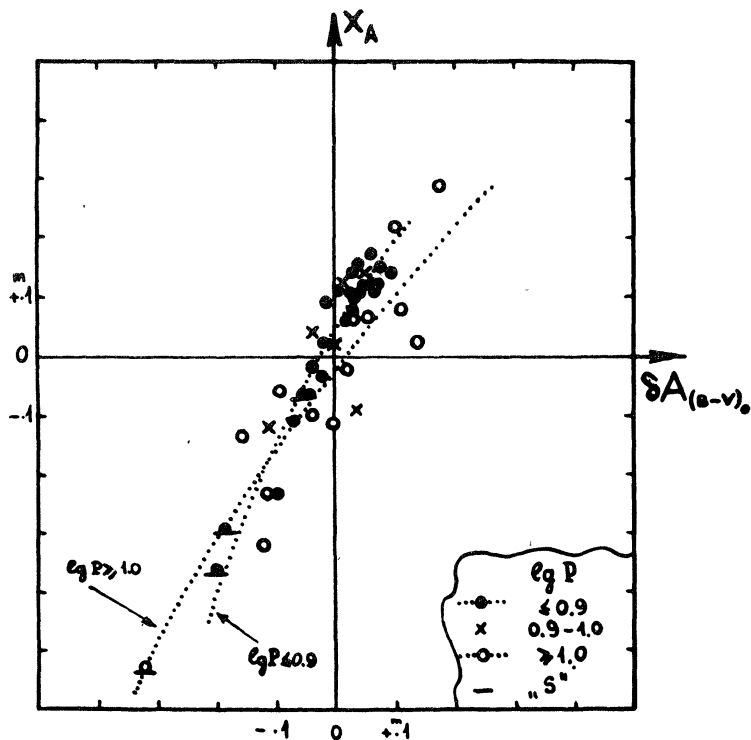


Рис. 2. Корреляция величин $x_A = \delta A_V - 0.098 \delta M_V$ с δ -уклонениями амплитуд цвета. Пунктирные линии — средние зависимости величины x_A от δA_{B-V} для цефеид с $\lg P < 0.9$ и $\lg P > 1.0$

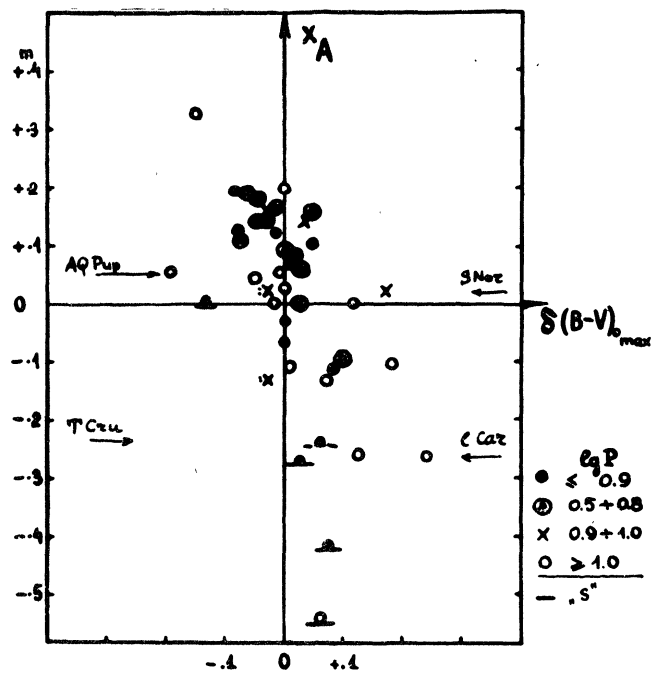


Рис. 3. Корреляция величин $x_A = \delta A_V - 0.156 \delta M_V$ с δ -уклонениями цвета в максимуме блеска.

(табл. 3, 4). Корреляции остаточных уклонений ϵ с величинами $\lg P$, δA_V , δM_V уже не проявляются. На рис. 4 сопоставлены вычисленные δM_V (выч.) с "подлинными" δM_V для цефеид различных периодов. Можно констатировать 82%-ое совпадение знаков исходных и искомым относительных светимостей. Если же подсчитать уклонения δM_V (выч.) без учета поправки ($\Delta_A + \Delta_P - 0^m.73$), то совпадение знаков достигнет всего лишь 61 %.

Таблица 3

δA_V	$-0^m.60$	-0.50	-0.40	-0.30	-0.20	-0.15	-0.10	-0.08	-0.06	-0.04	-0.02
Δ_A	($5^m.0$.)	4.0:	3.0:	2.0	1.0	0.55	0.25	0.15	0.10	0.05	0.00

Таблица 4

$\lg P$	Δ_P	$\lg P$	Δ_P	$\lg P$	Δ_P	$\lg P$	Δ_P
0.50	$-0^m.30::$	0.85	$+0^m.30$	1.15	$+0^m.08:$	1.45	$+0^m.90:$
55	- 10:	90	+ 30	20	+ 13	50	+ 90:
60	+ 7	95	+ 27	25	+ 30	55	+ 90:
65	+ 18	1.00	+ 17	30	+ 55:	60	+ 90:
70	+ 25	05	+ 10:	35	+ 75:	65	+ 90::
75	+ 27	10	($+0.08::$)	40	+ 85:	1.70	($+0.90:$)
80	+ 30						

В. Сравнение способов оценки относительной светимости.

Итак, предлагаются два способа оценки относительной абсолютной величины δM_V классических цефеид Галактики, включая "з"-цефеиды. Оба способа используют уклонения амплитуд блеска δA_V вдоль линий $P = \text{const}$. Необходимо также знание по крайней мере еще одной наблюдаемой фотометрической характеристики звезды: в первом способе — уклонения амплитуды цвета δA_{B-V} , во втором — уклонения цвета в макс блеска $\delta (B-V)_{0\text{max}}$. Результаты определения величин δM_V по первому и второму способам имеются в табл. 1.

Оценим количественно возможности каждого способа. Учтем, что исходные уклонения δM_V , использующие средние радиусы цефеид, являются как бы третьим способом определения светимости, от которого зависят рекомендуемые два. Сопоставление средней дисперсии остаточных уклонений ϵ попарно между фактически тремя способами позволит разрешить систему трех уравнений с тремя неизвестными: $\sigma_{\text{ош}_R}$, $\sigma_{\text{ош}_1}$, $\sigma_{\text{ош}_2}$. Мы найдем средние ошибки определения и вычисления величины δM_V в каждом из способов.

Действительно*:

$$\begin{aligned}\epsilon_1 &= \delta M_R - \delta M_1 = \text{ош}_R - \text{ош}_1, \\ \epsilon_2 &= \delta M_R - \delta M_2 = \text{ош}_R - \text{ош}_2, \\ \epsilon_{1,2} &= \delta M_1 - \delta M_2 = \text{ош}_1 - \text{ош}_2.\end{aligned}\quad (7)$$

В общем случае, когда величины ош_R , ош_1 , ош_2 взаимосвязаны и соответствующие коэффициенты корреляции ρ_{R1} , ρ_{R2} , ρ_{12} не равны нулю, можно для их дисперсий написать (Хальд, 1956):

$$\left. \begin{aligned}\sigma_{\epsilon_1}^2 &= \sigma_{\text{ош}_R}^2 + \sigma_{\text{ош}_1}^2 - 2\rho_{R1} \cdot \sigma_{\text{ош}_R} \cdot \sigma_{\text{ош}_1} \\ \sigma_{\epsilon_2}^2 &= \sigma_{\text{ош}_R}^2 + \sigma_{\text{ош}_2}^2 - 2\rho_{R2} \cdot \sigma_{\text{ош}_R} \cdot \sigma_{\text{ош}_2} \\ \sigma_{\epsilon_{1,2}}^2 &= \sigma_{\text{ош}_1}^2 + \sigma_{\text{ош}_2}^2 - 2\rho_{12} \cdot \sigma_{\text{ош}_1} \cdot \sigma_{\text{ош}_2}\end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Таблица 5

	$\rho=0$	$\rho=-1$	$-1 < \rho < 0$
$\sigma_{\text{ош}_R}$	$\pm 0.^m24$	$\pm 0.^m17$	$\pm 0.^m20$
$\sigma_{\text{ош}_1}$	27	20	24
$\sigma_{\text{ош}_2}$	39	29	34

Данные по 24 цефеидам с $\lg P < 0.9$ (исключая ВУ Сав) показывают: $\sigma_{\epsilon_1} = \pm 0.^m464$, $\sigma_{\epsilon_2} = \pm 0.^m370$, $\sigma_{\epsilon_{1,2}} = \pm 0.^m485$. В табл. 5 представлены результаты решения системы (8)^{1,2} для двух крайних случаев: все ρ -нулевые (связь между ошибками отсутствует), $\rho = -1$ (имеется теснейшая корреляция); при $\rho = +1$ система несовместна. В результате для каждого способа определения абсолютных величин можно рекомендовать в среднем такие величины ошибок, найденные по внешней сходимости:

$$\sigma_{\text{ош}_R} = \pm 0.^m20, \quad \sigma_{\text{ош}_1} = \pm 0.^m34, \quad \sigma_{\text{ош}_2} = \pm 0.^m24.$$

По 24 цефеидам с $\lg P < 0.9$ дисперсия наблюдаемых уклонений δM_R составляет: $\sigma_{M_R} = \pm 0.^m56$; тогда дисперсия реальных (безошибочных) уклонений абсолютных величин δM_0 равна: $\sigma_{M_0} = \pm 0.^m50$. Последняя цифра очень полезна, но надо помнить, что получена она в системе абсолютных визуальных величин, базирующихся на радиусах цефеид, согласно Курочкину.

Сравнивая ошибочность каждого из трех способов, можно заключить: а) точность способа по цвету в тах блеска приближается к точности способа по радиусам; б) способ по амплитудам цвета менее надежен. Ин-

* Временно опустим индекс "V" около обозначения абсолютной величины в визуальных лучах.

интересно такое сопоставление. Цефеида уверенно находится не в средней полосе неустойчивости, если для нее отношение $|\delta M|/\sigma_{0\text{ш}} \geq 3$; исходя же из ошибочности каждого способа, отклонение абсолютной величины по модулю у цефеид с $\lg P < 0.9$ должно быть: $|\delta M| \geq 0.^m6$ (или $\geq 1.2 \sigma_{M_0}$) — если по радиусам, $|\delta M| \geq 0.^m7$ (или $\geq 1.^m4 \sigma_{M_0}$) — если по цвету в max, $|\delta M| \geq 1.^m0$ (или $\geq 2.0 \sigma_{M_0}$) — если по амплитуде цвета. Указанные в скобках значения характеризуют относительное положение цефеиды в полосе неустойчивости, независимое от исходной системы абсолютных величин (радиусов). Индивидуальность же важно учитывать как раз для цефеид наиболее удаленных от середины полосы.

Способ оценки относительной светимости по цвету в max блеска становится совершенно необходимым для цефеид с периодами больше 10 дней, если требуется знать отклонение δM_V несколько лучше, чем с точностью до знака. Если же достаточно для цефеиды с $\lg P \geq 1.0$ выявить положение относительно средней зависимости период-светимость с точностью только до знака величины δM_V , то способ по цвету в max даст формально ответ с вероятностью 0.86, а способ по амплитуде цвета — с вероятностью всего лишь 0.70. Однако, способ определения светимости по цвету в max требует от наблюдений и гораздо большей информации — надо знать и наблюдаемый цвет (B—V) в max блеска, и избыток цвета E_{B-V} . В способе по амплитудам достаточно руководствоваться величинами двух амплитуд (блеска и цвета) — одними из самых доступных фотометрических характеристик цефеид.

Средневзвешенные значения отклонений абсолютной величины δM_V (ср) по всем трем способам представлены в табл. 1. Вес p придавался в соответствие с найденными средними ошибками каждого способа: $p_R = 3$, $p_1 = 1$, $p_2 = 2$.

Заключение

Мы надеемся, что предлагаемые два способа определения относительной индивидуальной светимости по относительным амплитудам блеска и цвета, цвету в максимуме блеска помогут для многих классических цефеид Галактики с известными B, V-наблюдениями находить их абсолютные величины как бы в третьем приближении, раза в два точнее, чем это делалось до сих пор в первом приближении, когда руководствовались лишь средней при данном периоде абсолютной величиной. Под вторым приближением мы разумеем тот косвенный способ оценки индивидуальной светимости, когда а) постулируется, что теоретическое значение наклона линии $P = \text{const}$ на диаграмме цвет-величина совпадает со значением, наблюдаемым в Галактике и б) требуется знание среднего нормального цвета $\langle B-V \rangle_0$.

Использование радиусов цефеид, согласно Курочкину и Латышеву, приводит к большой естественной дисперсии зависимости период-светимость в Галактике ($\sim \pm 0.^m5$), в два-три раза превосходящей то, что наблюдается в Магеллановых Облаках. Поэтому необходимо как-то проконтролировать полученные нами индивидуальные светимости. Воспользуемся непосредственными оценками абсолютных величин цефеид-членов скоплений и ассоциаций (Сэндидж, Тамманн, 1969; Якимова, 1973 а). Насколько сохраняется взаимное расположение цефеид на диаграмме период-светимость, как "чувствуют" индивидуальность звезды косвенные способы оценки абсолютной величины? На рис. 5 приведено 7 цефеид-уверенных членов скоплений (в том числе 3 цефеиды, принадлежащие скоплению NGC 7790- см. заметку Якимовой, 1970 а). При близких значениях периода реально более яркие цефеиды остаются более яркими и на основании косвенных оценок, т.е. взаимное расположение переменных в полосе неустойчивости на диаграмме $M_V - \lg P$ не нарушается, когда мы используем сведения о средних радиусах цефеид. Однако, в этом случае дисперсия абсолютных величин, действительно, раза в два-три больше. Следовательно, целесообразно пересмотреть методику определения радиусов цефеид (Якимова, 1973 б).

Таким образом, при привлечении рекомендуемых способов оценки относительной светимости по фотометрическим характеристикам (амплитудам и цветам) надо быть осторожными; пока ручаться, по-видимому, стоит лишь за знак предсказываемой величины δM_V . Принципиально же связь между абсолютными величинами, амплитудами блеска и цвета, цветами в макс блеска вдоль линий $P = \text{const}$ существует у классических цефеид и ею в дальнейшем можно и нужно будет пользоваться, предварительно улучшив методику определения средних радиусов цефеид.

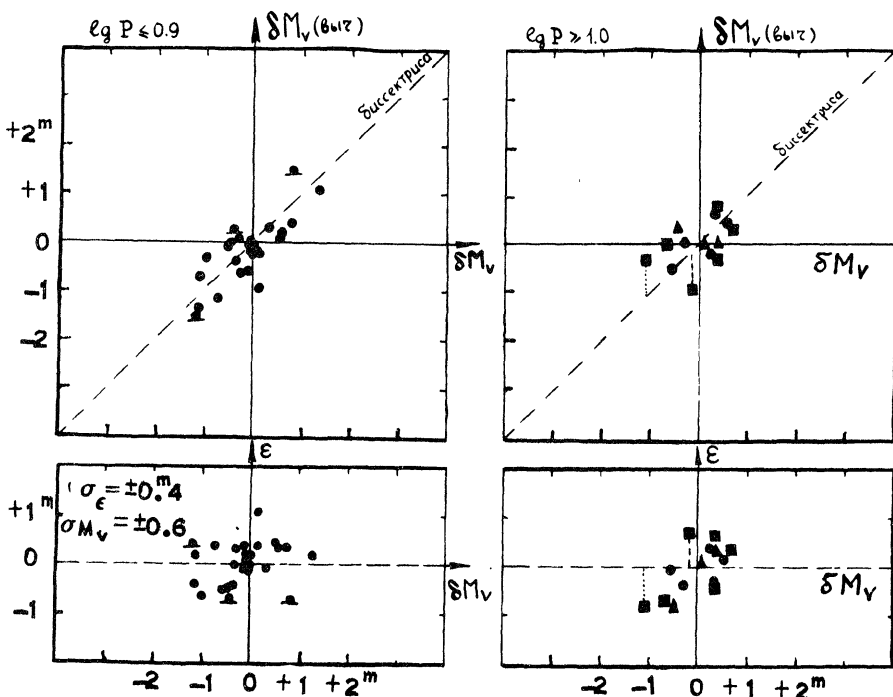


Рис. 4.
а) Согласие исходных
уклонений δM_V (выч)
и исходных δM_V .
б) Контрольное сопоставление остаточных
уклонений ϵ с величинами δM_V .

а)
б)

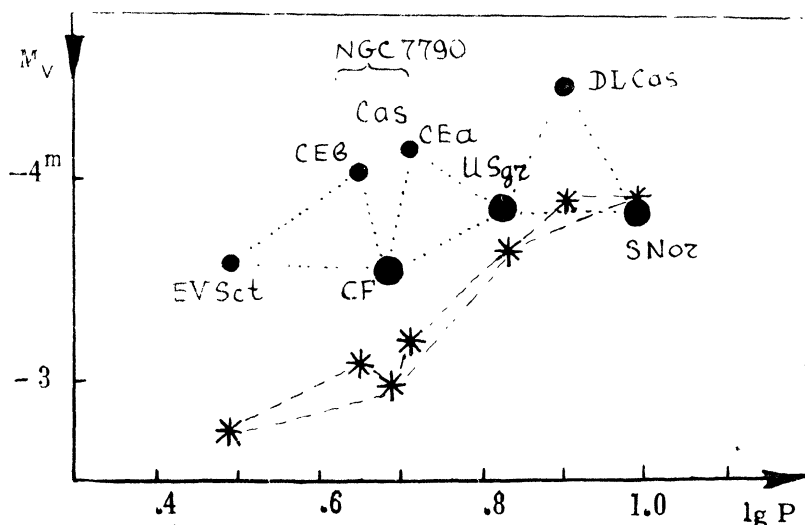


Рис. 5. Качественное сходство взаимной ориентации цефеид скоплений на диаграмме период-светимость при двух оценках абсолютной величины: по принадлежности к скоплению (звездочки) и по предполагаемым косвенным способам (точки).

Литература

- Аллен К. У., 1960, "Астрофизические величины", 159, изд. М.
 Джонсон, 1966 — Johnson H. L., Ann. Rev. Astron. and Astrophys 4, 193.
 Ефремов Ю. Н., 1962, ПЗ 14, 139.
 Курочкин Н. Е., 1964, ПЗ 15, 68.
 Курочкин Н. Е., 1966, ПЗ 16, 10.
 Латышев И. Н., 1966, Астрофизика 2, вып. 3, 355.
 Латышев И. Н., 1968, АЦ № 473, 1.
 Оук, 1961 — Oke J. B., ApJ 133, 90; 134, 214.
 Паренаго, Кукаркин, 1936 — Parenago P. P., Kukarkin B. V.,
 Zeitschrift für Astroph., 11, 5 H, 337.
 Сэндидж, Тамманн, 1969 — Sandage A., Tammann G. A.,
 ApJ 157, 683.
 Хальд А., 1956, "Математическая статистика с техническими приложениями", изд. ИЛ, М.
 Царевский Г. С., Якимова Н. Н., 1970, ПЗ 17, 120.
 Якимова Н. Н., 1970, ПЗ 17, 253.
 Якимова Н. Н., 1970 а, АЦ № 598, 3.
 Якимова Н. Н., 1971, АЖ 48, 1265.
 Якимова Н. Н., 1972, Сообщ. ГАИШ № 144.
 Якимова Н. Н., 1972, ПЗ (в печати).
 Якимова Н. Н., 1973 а, ПЗ (в печати).
 Якимова Н. Н., 1973 б, Сообщ. ГАИШ (в печати).

Москва, ГАИШ

Поступила в редакцию
в феврале 1971 г.