

Исследование новой затменной переменной SY Цефея

В.И. Кардополов, М.И. Лавров, Г.К. Филиппев

Представлены результаты UBV фотоэлектрической фотометрии SY Cep в 1979-80 г. Переменная оказалась затменной системой типа Алголя с $P=8^d.34720$. Данные наблюдений использованы для вычисления элементов фотометрической орбиты. Расчеты проведены на ЭВМ "Наири" К по казанским программам прямого метода.

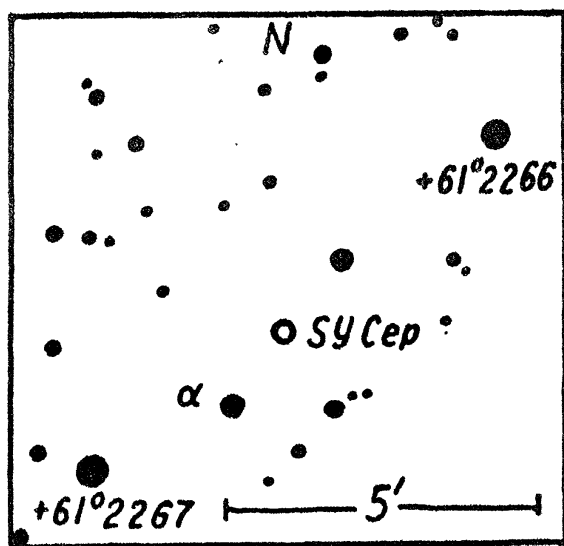
Investigation of SY Cephei, the New Eclipsing Variable Star

by: V.I. Kardopolov, M.I. Lavrov, G.K. Filipjev

The results of UBV photoelectric photometry of SY Cep in 1979-80 are presented. It is shown that the variable star is an Algol eclipsing system with $P=8^d.34720$. The observational data were used to calculate the orbital elements. The calculations were carried out with a "Nairy K" computer with the set of programs for the analysis of the light curves of eclipsing binary systems by the direct method (Lavrov, 1976, 1981). The derived orbital elements of SY Cep are presented in Table 2.

Введение. Переменность SY Cep была заподозрена Д'Эстером (1913), который в 1912 году дважды наблюдал ослабления ее блеска на 1^m. По просьбе Д'Эстера Э. Пикеринг просмотрел звезды на Гарвардских снимках и подтвердил ее переменность. Изменчивый блеск казался нерегулярным (Д'Эстер, 1913). Пикеринг (1913) считал переменность «двойной» и предложил период 10.117 (1913) года. В 1914 году Пикеринг опубликовал каталог переменных звезд, в котором SY Cep была занесена с периодом 10.117 года. В 1915 году Пикеринг опубликовал каталог переменных звезд, в котором SY Cep была занесена с периодом 10.117 года. В 1916 году Пикеринг опубликовал каталог переменных звезд, в котором SY Cep была занесена с периодом 10.117 года.

В 1917 году Пикеринг опубликовал каталог переменных звезд, в котором SY Cep была занесена с периодом 10.117 года. В 1918 году Пикеринг опубликовал каталог переменных звезд, в котором SY Cep была занесена с периодом 10.117 года. В 1919 году Пикеринг опубликовал каталог переменных звезд, в котором SY Cep была занесена с периодом 10.117 года.



Р и с. 1.

	V	B-V	U-B
α	$10^m 52$	$+0.41$	$+0.22$
BD+61°2266	9.01	$+0.07$	-0.40

За 44 ночи разрозненных наблюдений 1979 года была обнаружена периодичность в ослаблениях блеска и сделан вывод о том, что переменная является вероятнее всего затменной двойной системой. Было найдено предварительное значение периода $P = 8^d.3455$ (Кардополов, Филиппев, 1981). В начале сезона наблюдений 1980 года вывод о типе переменности был подтвержден Филиппевым и после уточнения им величины периода SY Cep на-

блюдалась преимущественно в минимумах. Объединенные результаты наблюдений 1979–80 годов, редуцированные к стандартной системе UBВ, приведены в конце статьи. В сводку включены и 14 наблюдений (они отмечены звездочкой), сделанные по просьбе авторов А.Ф. Шаймиевой на 60 см рефлекторе, также установленном на горе Майданак. Они согласуются с нашими и потому включены в общую обработку. По наблюдениям вне затмений в предположении о постоянстве блеска получено (ошибки здесь и всюду далее среднеквадратические):

$$V_{\max} = 12^m.057, \quad B-V = +0^m.450, \quad U-B = +0^m.308 \quad (1)$$

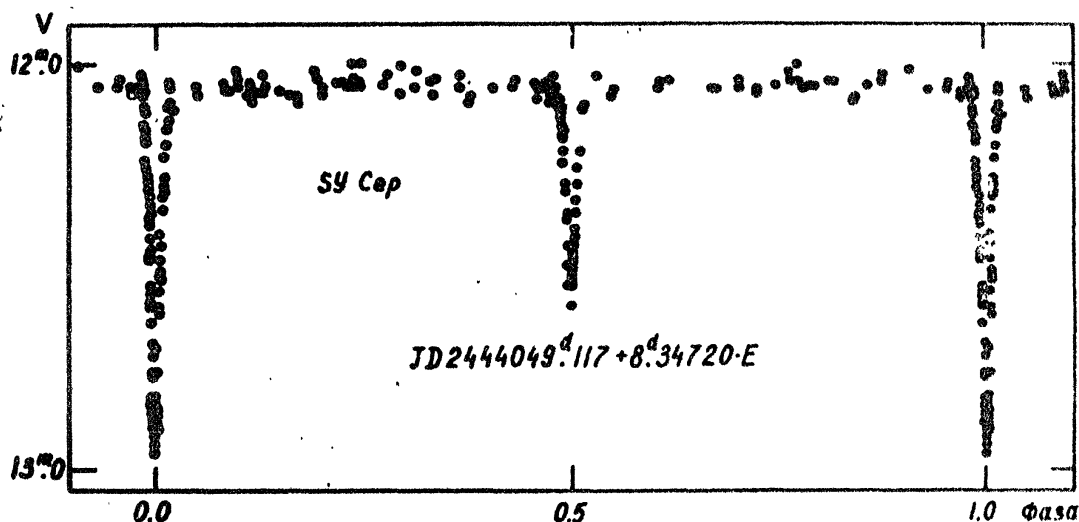
$\pm 21 \qquad \qquad \pm 24 \qquad \qquad \pm 37$

Погрешности этих результатов могут рассматриваться и как оценки точности наблюдений в соответствующих лучах — $\sigma_V, \sigma_B, \sigma_U$. Аналогичные оценки получаются и из сопоставления между собой звезд сравнения: $\sigma_V = \pm 0^m.020, \sigma_B = \pm 0^m.022, \sigma_U = \pm 0^m.038$. В сводке наблюдений двоеточием отмечены значения блеска и показателей цвета с погрешностями 2σ . При погрешностях порядка 3σ и больше у звездных величин оставлен только один знак после запятой.

Кривые блеска. Из обработки фотоэлектрических наблюдений впервые выведены световые элементы SY Cep:

$$\text{Min} = \text{JD}_{h.e.} 2444049.117 + 8^d.34720 \cdot E. \quad (2)$$

Как показывает рис. 2, переменная является разделенной системой типа Алголя без признаков эффектов фазы и эллипсоидальности компонентов. Средние кривые блеска SY Cep в лучах В и V приведены в таблице 1а, б. По средним точкам вне затмений получено:



Р и с. 2.

$$I_V = 1.0001 \pm 18 - 0.0022 \pm 28 \cos \theta - 0.0056 \pm 26 \cos 2\theta - 0.0028 \pm 27 \sin \theta - 0.0024 \pm 28 \sin 2\theta. \quad (3)$$

$$I_B = 1.0011 \pm 30 + 0.0016 \pm 46 \cos \theta + 0.0071 \pm 42 \cos 2\theta - 0.0052 \pm 45 \sin \theta + 0.0012 \pm 48 \sin 2\theta. \quad (4)$$

Величины всех коэффициентов перед тригонометрическими функциями малы и ненадежны. Только у V кривой знаки коэффициентов перед $\cos \theta$ и $\cos 2\theta$ соответствуют теоретически ожидаемым. Одинаковый знак коэффициента перед $\sin \theta$ свидетельствует о небольшом различии блеска системы ($\Delta m \lesssim 0.01$) до вторичного минимума и после него.

Элементы фотометрической орбиты. Вычисления элементов фотометрической орбиты по средним кривым блеска сделаны на ЭВМ "Наири" К по казанским программам прямого метода (Лавров, 1976, 1981). Сначала с приписанными по спектральным классам значениями коэффициентов потемнения дисков звезд к краю ($X_V = 0.50$, $X_B = 0.60$) были получены предельные значения ЭФО при $i = 90^\circ$ (в главном минимуме прохождения):

K	r_1	r_2	L_1	Кривая
0.912	0.058	0.0528	0.627	V
0.935	0.056	0.0525	0.619	B

которые затем усреднялись методом дифференциальных поправок. Окончательные результаты (табл. 2) лишь незначительно отличаются от предельных. Попутно прямым методом были уточнены положения середин затмений: средние эпохи минимумов могут быть отнесены к моментам

$$T_{гн} = JD_{h.e.} \quad 2444508.2129 \pm 0.0006,$$

$$T_{вт} = JD_{h.e.} \quad 2444462.3017 \pm 0.0013.$$

Вторичный минимум несколько смещен относительно фазы 0.5:

$$\Phi_{BT} = 0.^{\circ}49984 \pm 0.^{\circ}00016,$$

но продолжительности главного и вторичного затмений практически одинаковы. Поэтому попытки оценить значения эксцентриситета орбиты и долготы периастра оказались безуспешными, можно только утверждать, что $e \ll 0.01$. При вычислении элементов фотометрической орбиты блеск системы вне затмений принимался постоянным. Ректификация V кривой с учетом разложения (3) и полученных элементов не оказывает влияния на конечные результаты в табл. 2.

Обсуждение результатов. В табл. 3 приведены гипотетические характеристики компонентов системы. Они получены в предположении о том, что оба компонента принадлежат главной последовательности диаграммы спектр—светимость. Спектральный класс спутника оценен по отношению средних поверхностных яркостей компонентов $I_1/I_2 = 1.4 \pm 0.1$ со шкалой эффективных температур Поппера (1980), массы приписаны по зависимости масса—спектр (Свечников, Тайдакова, 1984), а радиусы вычислены по r_1 , r_2 и радиусу относительной орбиты системы $A = 27 R_{\odot}$, выведенному из третьего закона Кеплера. Известно, что в соответствии с этим законом удвоение масс приводит к возрастанию радиусов только на 26%.

Если оценка спектрального класса главной звезды верна, то оба компонента SY Cer попадают на диаграмме спектр—светимость в полосу неустойчивости звезд типа δ Sct (Фролов, 1983). Визуальные наблюдения как будто указывают на изменения блеска переменной в пределах $11.^m9$ — $12.^m2$ (Бейер, 1950). Но поскольку ошибки наших измерений, оцененные по кривым блеска вне затмений и из наблюдений звезд сравнения, практически одинаковы, то у нас нет пока оснований подозревать у компонентов пары переменность блеска типа δ Sct.

Авторы признательны А.Ф.Шаймиевой за помощь в патрульных наблюдениях переменной.

Таблица 3с

Средняя V кривая блеска SY Cer

Фаза	V	n	Фаза	V	n	Фаза	V	n	Фаза	V	n
0.9837	12.073	4	0.0042	12.575	4	0.4220	12.050	4	0.5075	12.360	4
.9850	.120	2	.0063	.488	4	.4589	.082	6	.5044	.420	2
.9861	.130	2	.0076	.280	3	.4745	.074	5	.5090	.450	2
.9874	.193	3	.0089	.303	3	.4795	.060	5	.5084	.320	2
.9895	.253	3	.0100	.277	3	.4856	.110	5	.5005	.240	2
.9905	.317	3	.0122	.157	2	.4872	.137	5	.5155	.240	2
.9921	.362	4	.0137	.150	3	.4885	.150	5	.5143	.300	2
.9933	.460	4	.0150	.076	2	.4597	.160	5	.5147	.470	2
.9945	.570	4	.0505	.070	2	.4600	.170	5	.5140	.500	2
.9957	.547	5	.0910	.050	2	.4910	.130	4	.5305	.500	2
.9974	.573	5	.1270	.070	2	.4900	.100	4	.5300	.500	2
.9986	.840	3	.1560	.300	3	.4900	.100	4	.5300	.500	2
.9997	.800	3	.2040	.070	2	.4900	.100	4	.5300	.500	2
.0000	.070	2	.2250	.070	2	.4900	.100	4	.5300	.500	2
.0003	.080	3	.2800	.070	2	.4900	.100	4	.5300	.500	2
.0022	.060	6	.3250	.070	2	.5000	.070	2	.5300	.500	2
.0032	.730	2	.3696	.053	2						

Таблица 16

Средняя В кривая блеска SY Сер

Фаза	В	n	Фаза	В	n	Фаза	В	n	Фаза	В	n
0.9839	12.540	3	0.0032	13.205	2	0.3213	12.534	4	0.5036	12.925	2
.9850	.530	2	.0042	.075	4	.3704	.525	4	.5044	.860	2
.9860	.560	1	.0063	12.948	4	.4230	.503	3	.5052	.835	2
.9874	.670	3	.0078	.835	2	.4589	.497	6	.5068	.750	2
.9895	.660	3	.0089	.743	3	.4745	.506	5	.5089	.680	2
.9905	.753	3	.0106	.697	3	.4795	.516	5	.5115	.620	1
.9921	.835	4	.0122	.610	3	.4856	.570	3	.5143	.550	1
.9933	.890	4	.0137	.567	3	.4876	.540	2	.5431	.487	3
.9945	13.020	4	.0159	.517	3	.4885	.585	2	.6105	.492	4
.9955	.100	4	.0505	.470	2	.4894	.617	3	.6693	.490	2
.9974	.245	4	.0893	.498	4	.4912	.697	3	.7383	.506	7
.9986	.330	2	.1270	.522	13	.4925	.820	1	.7796	.522	6
.9992	.398	4	.1706	.510	2	.4954	.915	2	.8244	.512	4
.9998	.440	1	.2043	.505	6	.4991	13.000	1	.8743	.490	2
.0012	.352	4	.2381	.494	7	.5013	.000	1	.9419	.500	4
.0021	.297	3	.2930	.550	1	.5024	12.943	3	.9711	.480	3

Таблица 2

Элементы фотометрической орбиты SY Сер

Элементы	V	B	Среднее
K	0.913 ±17	0.947 ±46	0.93 ±3
r ₁	0.0578 ±14	0.0558 ±30	0.057 ±2
r ₂	0.0528 ±9	0.0528 ±12	0.053 ±1
i	89.9 ±4	89.8 ±3	89.9 ±3
L ₁	0.626 ±10	0.614 ±21	0.619 (V); 0.622 (B)
Φ _{гл}	0.00006 ±9	-0.00008 ±6	-0.00001 ±8
Φ _{вт}	-0.00011 ±9	-0.00023 ±17	-0.00017 ±14

Таблица 3

Гипотетические характеристики компонентов SY Сер

Характеристика	Главная звезда	Спутник
Сп. класс	A3:(V)	[A7V]
M/M _☉	2.0	1.8
R/R _☉	1.5	1.4
T _• (по Попперу)	8550°	~7750°
M _b	2 ^m 2	2 ^m 7

Наблюдения

JD ₀	V	U-B	B-V	JD ₀	V	U-B	B-V	JD ₀	V	U-B	B-V
2444...				2444...				2444...			
050.450 12.08				149.217 12.40	+0.09	+0.42		462.286 12.55:			
057.394 12.33	+0.35	+0.47		.229 12.46	0.30:	0.36		.296 12.54		+0.46	
.406 12.43		0.45		150.226 12.07	0.24	0.47		.322 12.49		0.45	
058.420 12.10:	0.31:	0.44		.238 12.07	0.30	0.43		.345 12.42		0.42	
059.394 12.06	0.29	0.43		151.251 12.0		0.54		.376 12.26		0.44	
.402 12.06	0.30	0.43		157.237 12.06		0.48		.399 12.11:		0.51	
097.337 12.06	0.26	0.48		.249 12.04:	0.30	0.45		.423 12.10		0.44	
.347 12.06	0.24	0.50		159.226 12.02	0.28	0.46		464.357 12.05	+0.31	0.46	
099.356 12.12:	0.31	0.41		.246 12.04	0.31	0.48		465.276 12.05			
.367 12.12:	0.35	0.42		160.228 12.06	0.30	0.48		466.264 12.06	0.30	0.44	
100.325 12.08	0.31	0.46		.240 12.02:	0.28	0.54		.309 12.03			
.349 12.05	0.29	0.51		161.224 12.06	0.32:	0.43		.338 12.05			
102.325 12.10:	0.22	0.48		.237 12.04		0.44		.362 12.11			
.349 12.08	0.34	0.46		162.212 12.08	0.28	0.40		.378 12.19	0.27	0.46	
103.385 12.51		0.49		.225 12.06		0.42		.423 12.48	0.15	0.48	
.406 12.45		0.45		163.211 12.06		0.42		.435 12.57	0.25	0.49	
104.350 12.04		0.47		.224 12.06		0.44		.443 12.64	0.16	0.51	
.360 12.04		0.46		164.206 12.05		0.43		.446 12.76			
105.346 12.02:	0.25	0.49		.218 12.05	0.28	0.47		.452 12.72	0.21	0.50	
.359 12.04	0.27	0.47		395.358 12.08	0.29	0.46		.459 12.77			
108.353 12.02		0.44		.369 12.07	0.35	0.41		.462 12.83			
.362 12.06		0.45		.407 12.10	0.31	0.45		.465 12.86			
109.365 12.05	0.3	0.43		.419 12.11	0.42	0.43		.467 12.88			
.412 12.05	0.32	0.47		.425 12.14	0.32	0.40:		.471 12.90			
110.330 12.08	0.27	0.44		.430 12.17	0.38	0.42		.474 12.94			
.340 12.04		0.5		.435 12.18	0.42	0.44		.477 12.92			
111.342 12.05	0.30	0.43		.441 12.19				.480 12.90			
.358 12.09	0.35	0.40		417.357 12.07	0.32	0.4		467.259 12.07			
114.308 12.04		0.46		.367 12.10	0.35	0.38		.294 12.04			
.322 12.04	0.32	0.46		.426 12.08		0.48		469.234 12.05			
115.306 12.06		0.42		.433 12.08		0.46		482.402 12.01:	0.34	0.49	
.319 12.06	0.32	0.43		420.256 12.06		0.46		483.164 12.96	0.49	0.43	
116.310 12.06	0.3	0.41		.288 12.05		0.45		.182 12.87	0.48	0.43	
.322 12.08	0.36	0.39		.333 12.10:		0.46		.185 12.84	0.38	0.48	
117.313 12.10:		0.40		.344 12.04		0.46		.189 12.88	0.34	0.36	
.325 12.08		0.44		.358 12.04		0.44		.201 12.70	0.30	0.46	
118.328 12.01:				.367 12.08		0.42		.205 12.60	0.36	0.52	
.341 12.08	0.31	0.47		.372 12.06		0.43		.227 12.53	0.29	0.39	
119.287 12.06		0.48		.379 12.03		0.49		.240 12.33	0.2	0.45	
120.319 12.03		0.47		.389 12.06		0.46		.270 12.20	0.24	0.44	
122.325 12.0		0.52		.407 12.06		0.46		.283 12.20	0.3	0.34	
.336 12.04	0.33	0.5		.455 12.14		0.46		484.400 12.07	0.36	0.47	
124.302 12.36	0.42	0.4		423.384 12.09:		0.44		.407 12.07	0.3	0.41	
.316 12.28	0.36	0.44		.395 12.08		0.44		487.365 12.48		0.49	
125.302 12.03	0.38	0.45:		441.271 12.06		0.38		.373 12.52		0.43	
.316 12.06		0.44		.331 12.16		0.45		.378 12.43		0.46	
126.294 12.05		0.41		.357 12.29	0.24	0.43		.386 12.41		0.42	
.307 12.0		0.46		.371 12.37	0.31	0.47		.391 12.37		0.46	
127.282 12.06		0.45		.378 12.47	0.36	0.43		.399 12.34		0.41:	
.294 12.03		0.44		.386 12.55	0.20	0.43		.404 12.30	0.24	0.45	
129.274 12.06	0.36	0.44		.393 12.60	0.31	0.47		.421 12.22		0.44	
.285 12.04	0.32	0.42:		.402 12.64	0.38	0.48		508.150 12.35		0.53	
130.259 12.06	0.38:	0.42		.410 12.69	0.30	0.50		.162 12.64		0.45	
.281 12.07		0.42		.418 12.77	0.41	0.50		.171 12.63		0.44	
132.327 12.06	0.33	0.40		.427 12.84	0.40	0.53		.173 12.60		0.50	
.340 12.08	0.34	0.40		.447 12.92	0.38	0.54		.192 12.63		0.50	
133.264 12.05	0.34	0.45		.483 12.86				.206 12.82		0.53	
.275 12.07	0.34:	0.43		.484 12.87				.207 12.81		0.53	
134.252 12.06	0.27	0.46		.487 12.87				.208 12.81		0.53	
.264 12.03	0.32	0.44		.488 12.87				.209 12.81		0.53	
137.201 12.0		0.45		443.430 12.06				.210 12.81		0.53	
.215 12.05		0.46		.444 12.07				.211 12.81		0.53	
443.436 12.06		0.47		.445 12.07				.212 12.81		0.53	
.269 12.07		0.48		.446 12.07				.213 12.81		0.53	
				.447 12.07				.214 12.81		0.53	
				.448 12.07				.215 12.81		0.53	
				.449 12.07				.216 12.81		0.53	
				.450 12.07				.217 12.81		0.53	
				.451 12.07				.218 12.81		0.53	
				.452 12.07				.219 12.81		0.53	
				.453 12.07				.220 12.81		0.53	
				.454 12.07				.221 12.81		0.53	
				.455 12.07				.222 12.81		0.53	
				.456 12.07				.223 12.81		0.53	
				.457 12.07				.224 12.81		0.53	
				.458 12.07				.225 12.81		0.53	
				.459 12.07				.226 12.81		0.53	
				.460 12.07				.227 12.81		0.53	
				.461 12.07				.228 12.81		0.53	
				.462 12.07				.229 12.81		0.53	
				.463 12.07				.230 12.81		0.53	
				.464 12.07				.231 12.81		0.53	
				.465 12.07				.232 12.81		0.53	
				.466 12.07				.233 12.81		0.53	
				.467 12.07				.234 12.81		0.53	
				.468 12.07				.235 12.81		0.53	
				.469 12.07				.236 12.81		0.53	
				.470 12.07				.237 12.81		0.53	
				.471 12.07				.238 12.81		0.53	
				.472 12.07				.239 12.81		0.53	
				.473 12.07				.240 12.81		0.53	
				.474 12.07				.241 12.81		0.53	
				.475 12.07				.242 12.81		0.53	
				.476 12.07				.243 12.81		0.53	
				.477 12.07				.244 12.81		0.53	
				.478 12.07				.245 12.81		0.53	
				.479 12.07				.246 12.81		0.53	
				.480 12.07				.247 12.81		0.53	
				.481 12.07				.248 12.81		0.53	
				.482 12.07				.249 12.81		0.53	
				.483 12.07				.250 12.81		0.53	
				.484 12.07				.251 12.81		0.53	
				.485 12.07				.252 12.81		0.53	
				.486 12.07				.253 12.81		0.53	
				.487 12.07				.254 12.81		0.53	
				.488 12.07				.255 12.81		0.53	
				.489 12.07				.256 12.81		0.53	
				.490 12.07				.257 12.81		0.53	
				.491 12.07				.258 12.81		0.53	
				.492 12.07				.259 12.81		0.53	
				.493 12.07				.260 12.81		0.53	
				.494 12.07				.261 12.81		0.53	
				.495 12.07				.262 12.81		0.53	
				.496 12.07				.263 12.81		0.53	
				.497 12.07				.264 12.81		0.53	
				.498 12.07				.265 12.81		0.53	
				.499 12.07				.266 12.81		0.53	
				.500 12.07				.267 12.81		0.53	
				.501 12.07				.268 12.81		0.53	
				.502 12.07				.269 12.81		0.53	
				.503 12.07				.270 12.81		0.53	
				.504 12.07				.271 12.81		0.53	
				.505 12.07				.272 12.81		0.53	
				.506 12.07				.273 12.81		0.53	
				.507 12.07				.274 12.81		0.53	
				.508 12.07				.275 12.81		0.53	
				.509 12.07				.276 12.81		0.53	
				.510 12.07				.277 12.81		0.53	
				.511 12.07				.278 12.81		0.53	
				.512 12.07				.279 12.81		0.53	
				.513 12.07				.280 12.81		0.53	
				.514 12.07				.281 12.81		0.53</	

JD ₀	V	U-B	B-V	JD ₀	V	U-B	B-V	JD ₀	V	U-B	B-V
2444...				2444...				2444...			
508 ^d .234 12 ^m 35			+0 ^m .48	508 ^d .344 12 ^m 10			+0 ^m .38	537 ^d .310 12 ^m 09			+0 ^m .48
.237*12.76			0.49	.351*12.06			0.47	.327 12.16			0.4
.246 12.56			0.46	516.408 12.08			0.42	.332 12.13			0.45
.249*12.62			0.48	.413 12.07			0.45	.338 12.18			0.43
.250 12.52			0.54	.420 12.04			0.50	.343 12.17			0.45
.261*12.52			0.49	.427 12.06			0.48	.349 12.22			0.43
.263 12.48			0.49	.430 12.07			0.47	.355 12.25			0.46
.268 12.42-			0.47	.433 12.12			0.40	.360 12.30			0.43
.274*12.45			0.44	.437 12.12			0.42	.366 12.32			0.50
.283*12.33			0.50	.443 12.15			0.41	.370 12.30			
.291 12.30			0.38	.452 12.18			0.44	.382 12.39			
.298 12.32			0.36	.458 12.24			0.44	.387 12.45			0.52:
.302 12.28			0.44	.462 12.26			0.40	.392 12.37:			0.49
.305*12.23			0.46:	.469 12.31			0.36	.398 12.50			0.4
.315 12.16			0.48	.476 12.28			0.45	.423 12.60:			
.318 12.11			0.44	.485 12.38			0.43	.427 12.55			
.325*12.11			0.47	520.366 12.06	+0 ^m .27	0.44		.449 12.53			0.39
.332 12.14			0.44	.376 12.06	0.32	0.43		.454 12.47			
.343*12.05			0.49	537.296 12.11			0.45				

Литература

Бейер, 1950.-- Вуер М., Erg AN 12, No 2, 25.
 Брюн, 1937 -- Брюн А., ВАН, 9, 91.
 Д'Эстор, 1913-- D'Estere C.R., AN 194, 147.
 Д'Эстор, 1916-- D'Estere C.R., AN 199, 296.
 Кардонелов В.М., Филиппов Г.К., 1987, АН, 1158.
 Кукаркин В.В., Холотов И.Н., Ифремов В.А., Кукаркина Н.И., Хурсевкин В.М., Модноева М.И., Перова Н.Н., Шереметов В.Н., Фролов М.С., 1969, Общий каталог переменных звезд, I, М., "Наука".
 Лавров В.И., 1976, Из Приложения 2, 349.
 Лавров В.И., 1987, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 1987, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 1988, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 1988, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 1989, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 1989, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 1990, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 1990, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 1991, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 1991, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 1992, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 1992, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 1993, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 1993, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 1994, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 1994, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 1995, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 1995, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 1996, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 1996, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 1997, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 1997, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 1998, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 1998, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 1999, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 1999, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2000, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2000, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2001, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2001, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2002, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2002, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2003, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2003, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2004, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2004, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2005, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2005, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2006, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2006, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2007, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2007, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2008, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2008, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2009, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2009, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2010, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2010, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2011, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2011, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2012, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2012, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2013, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2013, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2014, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2014, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2015, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2015, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2016, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2016, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2017, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2017, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2018, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2018, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2019, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2019, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2020, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2020, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2021, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2021, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2022, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2022, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2023, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2023, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2024, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2024, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").
 Лавров В.И., 2025, "Методы поиска звезд с переменными свойствами", М.: Наука, 2025, 198 с. (Серия "Астрономический журнал").