

Переменные звезды 21, №2, 227–235, 1979.

Variable Stars 21, No 2, 227–235, 1979

Фотоэлектрические наблюдения затменной переменной EY Ориона

М.М. Закиров

Данная работа является продолжением исследования тесной двойной системы EY Ori, входящей в Большую туманность Ориона. В 1976–78 гг. автор провел фотоэлектрические UBV^dR наблюдения EY Ori и получил 200 точек в U, 246 в B, 221 в V и 224 в R. По результатам фотоэлектрических наблюдений улучшен период EY Ori ($P = 16^d.787832$). Продолжительность затмения в главном минимуме составляет $D = 0^h.056$, а величина $I = 9^m.003$. Определены амплитуды изменения блеска системы в V ($9^m.47 - 10^m.01$) и показатели цвета (U–V, B–V, V–R) вне затмения и в главном минимуме. Кривая блеска EY Ori в системе V, R решена методом Расселла–Меррилла с коэффициентом потемнения на краю $x = 0.5$. Абсолютные звездные величины компонентов EY Ori определены в предположении нормального закона поглощения ($R = 3.2$) и оказались равными $M_1 = +0.9$ V и $M_2 = +0.5$ V. Оценены абсолютные размеры звезд ($R_1 = 3.4 R_\odot$ и $R_2 = 4.5 R_\odot$) и массы компонентов ($M_1 = 2.0 M_\odot$ и $M_2 = 1.6 M_\odot$). На двухцветной диаграмме (U–B)₀–(B–V)₀ спутник EY Ori классифицирован как звезда F0. Компоненты EY Ori на Г–Р диаграмме попадают в область гигантов и по радиусам соответствуют гигантам. Возраст компонентов EY Ori оценен в $2 \cdot 10^6$ лет и 10^6 лет и они не достигли ZAMS.

The Photoelectric Observations of Eclipsing Variable EY Orionis

by M.M. Zakirov

An observational study of close binary system EY Ori in Great Orion Nebula has been carried out.

Photoelectric UBV^dR observations of EY Ori were obtained in 1976–1978 years. The individual observations in each color (200 U, 246 B, 221 V, 224 R) are listed in Table A. The new period is equal to $16^d.787832$. The amplitude of the variations ranges $9^m.47 - 10^m.01$ V. Primary eclipse, shown to be an occultation, had a totality lasting $2^h.4$. Solution of the V, R light curves is given in Table II. A limb darkening coefficient of $x = 0.5$ was assumed for both stars. The V magnitudes and U–V, B–V and V–R are listed in Table III. A plot on the color–color diagram indicates that the secondary component is F0 star.

With $f(M) = 0.29$ from Struve and with the M/L relation applied only to star A, the resulting dimensions are $2.0 M_\odot$, $3.4 R_\odot$, $M_v = +0.9$ for the star A and $1.6 M_\odot$, $4.5 R_\odot$, $M_v = +0.5$ for the star F. The dimensions imply that the components are about $10^6 - 2 \cdot 10^6$ years old, slightly older than the Sword region ($5 \cdot 10^5$ years) presumably because of its binary nature. The components of EY Ori do not reach the theoretical ZAMS by Iben.

Введение. В предыдущей статье автора (Закиров, 1975) была получена фотографическая кривая блеска EY Ori и проведено ее предварительное исследование. Было показано, что затменная переменная EY Ori входит в большую туманность Ориона и по некоторым характеристикам родственна с уникальной двойной системой BM Ori. С целью исследования кривой блеска EY Ori и уточнения ее фотометрических элементов были поставлены фотоэлектрические наблюдения.

Наблюдения. В 1976–78 гг. были проведены фотоэлектрические наблюдения EY Ori в системе UBVR на 40-см рефлекторе Высокогорной Майданакской экспедиции АН УзССР. Измерения световых потоков проводились на фотометре со счетом фотонов (Филиппьев, 1977) с рабочими диафрагмами 20", 40", 46" и временем накопления сигналов 10 сек. Звездами сравнения служили BD-5°1269 (HD 36120) и BD-5°1277 (HD 36324). Случайная ошибка одного определения блеска переменной в системе UBVR составила: $\sigma_U = \pm 0^m.032$; $\sigma_B = \pm 0^m.023$; $\sigma_V = \pm 0^m.019$ и $\sigma_R = \pm 0^m.023$. Ошибки измерения оказались несколько большими, чем при обычных фотоэлектрических наблюдениях, из-за влияния фона туманности, окружающей EY Ori (Закиров, 1975). Звездные величины звезды сравнения BD-5°1269 были взяты из работы Ли (1968) и относительно них определены значения UBVR системы EY Ori. Разность звездных величин EY Ori в моменты вне затмения по данным Ли (1968) и по нашим наблюдениям в среднем составила в U: 0.00; в B: 0.00; в V: +0^m.01 и в R: -0^m.01. Полученные поправки были учтены в наших наблюдениях EY Ori и результаты приведены в конце статьи (табл. А). Всего было получено 200 наблюдений в системе U, 246 B, 221 V и 224 R.

Новые световые элементы. Наблюдения EY Ori были обработаны по следующим световым элементам:

$$\text{Min } I_{\odot} = 2427310.420 + 16^d.78786 \cdot E, \quad (1)$$

где начальная эпоха взята из работы Гапошкина (1953), а период — из сообщения Анерта (1977а, б). Главный минимум EY Ori по фотоэлектрическим наблюдениям наступает при фазе $0^p.9984 \pm 0^p.0001$. Улучшенные световые элементы EY Ori по результатам наших наблюдений следующие:

$$\text{Min } I_{\odot} = 2443527.466 + 16^d.787832 \cdot E. \quad (2)$$

$$\pm .002 \quad \pm .000002$$

Наблюденные моменты главного минимума EY Ori, приведенные в работе Анерта (19775), были обработаны с новым периодом и составлена следующая таблица (O-C₁ вычислены с элементами (1), а O-C₂ — с элементами (2)):

Таблица 1

JD ₀	E ₁	(O-C) ₁	E ₂	(O-C) ₂	JD ₀	E ₁	(O-C) ₁	E ₂	(O-C) ₂
2400000+					2400000+				
26588.464	- 43	-0.078	-1008	-0.080	26605.395	-42	+0.065	-1007	+0.064
.481		-0.061		-0.062	.420		+0.090		+0.089
.489		-0.053		-0.054	.450		+0.120		+0.119
26605.382	- 42	+0.052	-1007	+0.051	.472		+0.142		+0.140

Таблица 1 (продолжение)

$JD_{\odot}$	E_1	$(O-C)_1$	E_2	$(O-C)_2$	$JD_{\odot}$	E_1	$(O-C)_1$	E_2	$(O-C)_2$
2400000+					2400000+				
26605.502	-42	+0. ^d 172	-1007	+0. ^d 170	38373.471	+659	-0. ^d 149	-307	-0. ^d 130
31138.121	+228	+0.069	-737	+0.075	.515		-0.105		-0.086
35553.10	+491	-0.16	-475	-0.15	38709.481	+679	+0.104	-287	+0.123
37366.286	+599	-0.062	-367	-0.050	.512		+0.137		+0.154
37584.621	+612	-0.031	-354	+0.048	.572		+0.195		+0.214
37668.399	+617	-0.131	-349	-0.114	39028.557	+698	+0.211	-267	+0.230
.421		-0.109		-0.092	39179.311	+707	-0.126	-259	-0.106
37970.506	+635	-0.205	-331	-0.188	.401		-0.036		-0.016
.548		-0.163		-0.146	39800.588	+744	+0.001	-221	+0.021
38088.321	+642	+0.095	-312	+0.112	.610		+0.023		+0.043
38289.565	+654	-0.115	-312	-0.097	40673.323	+796	-0.234	-170	-0.212
.608		-0.072		-0.054	41244.522	+830	+0.178	-135	+0.201
38373.426	+659	-0.194	-307	-0.176	42016.458	+876	-0.027	-90	-0.103

Из таблицы в работе Анерта (19776) было опущено одно наблюдение ($JD_{\odot}$ 2432876.487), так как оно относится к фазе $0^P.55$. Сумма $(O-C)$ по Анерту составляет $-0^d.395$, а по нашим вычислениям $-0^d.127$.

Кривая блеска. Глубина главного минимума EY Ori по фотографическим наблюдениям составляет $0^m.73$ (Гапошкин, 1953), а по фотоэлектрическим $-0^m.57$ В. Амплитуда изменений блеска EY Ori в главном минимуме по данным Соловьева (1959) равна $0^m.52$ pg , что близко к нашим определениям. В визуальных лучах амплитуда в главном минимуме составляет $0^m.7$ (ОКПЗ), а по нашим определениям $-0^m.54$ В (рис. 1). Вторичный минимум EY Ori смещен относительно фазы $0^P.5$ приблизительно на $0^P.61-0^P.02$ (Лаузе, 1933, Гапошкин, 1953; Цесевич, 1954; Соловьев, 1959), причем, по наблюдениям Цесевича, в противоположную сторону, чем по данным других авторов. Нам удалось получить только одно наблюдение при фазе $0^P.500$ переменной EY Ori и поэтому судить о смещении вторичного минимума не можем.

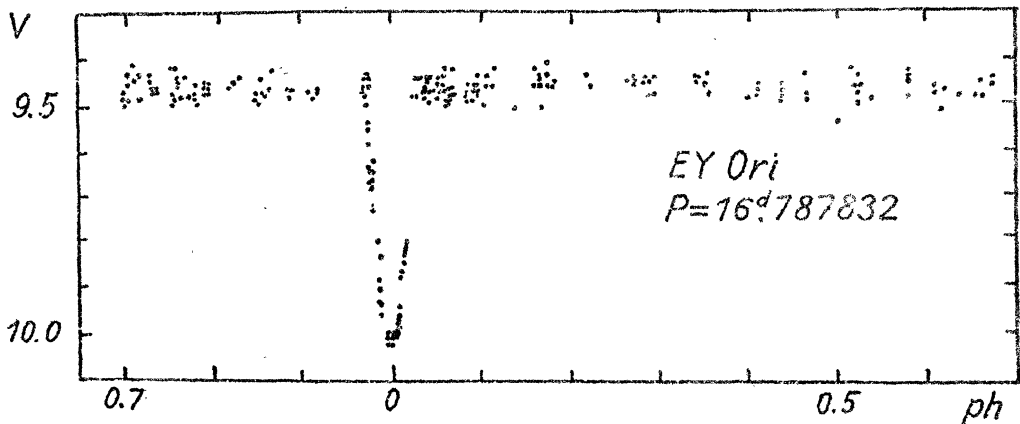


Рис. 1.

Продолжительность главного минимума (D) EY Ori по фотоэлектрическим наблюдениям ($D=0^P.056$) почти в два раза меньше, чем приведенная величина D в ОКПЗ ($D=0^P.09$). Значение D в каталоге указано по результатам многочисленных фотографических оценок Гапошкина (1953). По наблюдениям Соловьева (1959) величина $D=0^P.30$, а по оценкам автора (Закиров, 1975) $D=0^P.14$.

Нам удалось определить, что в главном минимуме EY Ori наблюдается остановка блеска системы в течение $2^h.4$ ($d=0^p.003$). Близкое значение d можно получить и из сводной кривой блеска EY Ori по данным Гапошкина (1953). Соловьев (1959) определил $d=0^p.000$, хотя по его оригинальным оценкам нет наблюдений вблизи середины главного минимума EY Ori. Фотоэлектрическая кривая блеска EY Ori в моменты вне затмения имеет постоянный блеск в пределах ошибок наблюдений. Отмеченные особенности на кривой блеска EY Ori по фотографическим оценкам автора при фотоэлектрических наблюдениях не подтвердились.

Решение кривой блеска. Отличие d от нуля указывает на то, что во время главного минимума EY Ori происходит полное затмение. Кривая блеска EY Ori не нуждается в ректификации за эффекты ограничения и эллипсоидальности компонентов системы. Орбита двойной системы эксцентрична и по кривой лучевых скоростей $e=0.1$ и $\omega=243^\circ$ (Струве, 1945). В момент главного минимума EY Ori скорость движения спутника близка к усредненной скорости по углу и поэтому при решении главного минимума можно считать орбиту круговой. Фотометрические элементы, полученные при решении двух кривых блеска (V и R) EY Ori методом Расселла–Меррилла с коэффициентом потемнения к краю $x=0.5$, даны ниже (гипотеза B→M):

Параметры	V	R	$\overline{VR}$	pg	Таблица 2.
k	0.732	0.757	0.744 ± 0.012	0.54	
r	0.108	0.108	0.108	0.13	
i°	88°6	88°8	$88^\circ7\pm0^\circ1$	86°6	
L _p	0.61	0.63		0.91	

В последнем столбце таблицы 2 приведены элементы EY Ori, полученные при решении фотографической кривой блеска (гипотеза M→B) по предварительному исследованию автора (Закиров, 1975). На рис. 2 показана теоретическая кривая блеска EY Ori в главном минимуме в системе V, вычисленная по полученным фотографическим элементам системы и нанесены отдельные фотоэлектрические наблюдения. По ре-

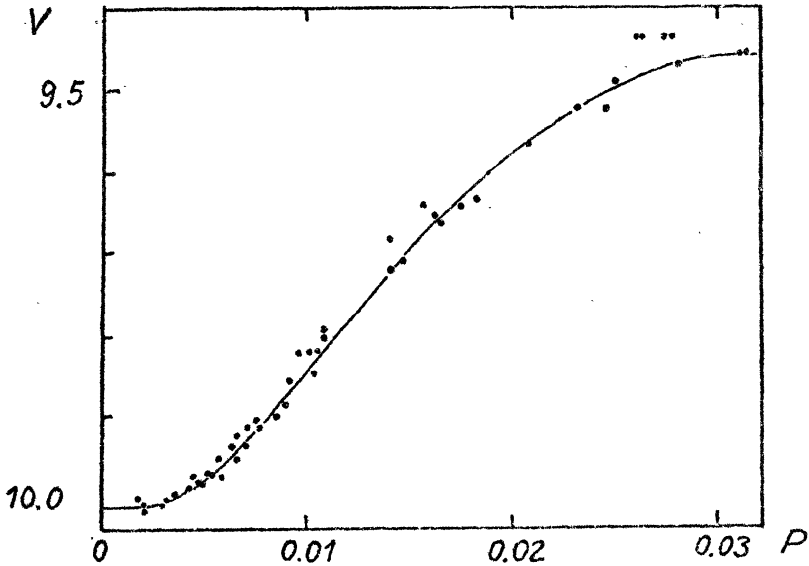


Рис. 2.

результатам фотоэлектрических наблюдений определены следующие фотометрические характеристики двойной системы EY Ori:

Параметр	Max	Горячий компонент	Холодный компонент
V	3. ^m 47	10. ^m 48	10. ^m 01
U-V	+1.24	+ 1.24	+ 1.24
B-V	+0.72	+ 0.68	+ 0.75
V-R	+0.69	+ 0.65	+ 0.73

Обсуждение результатов. В спектре EY Ori видны линии одного компонента, принадлежащего звезде dA7 (Струве, 1945). Бернакка (1967) классифицирует спектр EY Ori как A9 на спектрограммах, полученных с помощью объективной призмы с обратной дисперсией 450 Å/мм. Расин (1968) относит звезду к A7V. Абт и Левато (1978) находят в спектре EY Ori признаки Am звезды. Струве (1945) указывает, что в спектре звезды не происходит заметного изменения во время главного минимума (фаза 0.^P006). Согласно нашим световым элементам EY Ori, момент наблюдения Струве соответствует фазе 0.^P03, при которой затмения уже не происходит (рис. 2). На двухцветной диаграмме $(U-B)_0 - (B-V)_0$ спутник EY Ori классифицируется как звезда F0. Избыток цвета главной звезды $E_{B-V} = 0.^m48$, что при нормальном законе поглощения $R = 3.2$ определяет величину $A_V = 1.^m6$. Принимая модуль расстояния ассоциации Ori I $m-M = 8.0$ (Пенстон и др., 1975), находим абсолютные величины компонентов $M_1 = +0.9 V$ и $M_2 = +0.5 V$. Из зависимости масса-светимость (Свечников, 1969) определяем массу главного компонента $M_1 = 2.0 M_\odot$. Из функции масс для EY Ori (Струве, 1945), получаем массу спутника $M_2 = 1.6 M_\odot$. Привлекая соотношение $M_1/M_2 = a_2/a_1$ (величина $a_1 \sin i$ известна) и значения r_s и r_g , легко оценить абсолютные радиусы компонентов: $R_1 = 3.4 R_\odot$ и $R_2 = 4.5 R_\odot$. По величине радиуса компоненты EY Ori соответствуют гигантам и на Г-Р диаграмме (рис. 3) попадают в область гигантов. Отметим, что по результатам исследования затменной переменной BM Ori (Поппер, Плавец, 1976) спутник системы на Г-Р диаграмме находится вблизи ветви гигантов (рис. 3).

Звезды с массами $2.0 M_\odot$ достигают ZAMS* за время $1.0 \cdot 10^7$ лет и $1.6 \cdot 10^7$ лет (Ибен, 1965). Возраст звезд в области "меча" Ориона оценивается в $5 \cdot 10^5$ лет (Шарплесс, 1962), что значительно меньше времени, необходимого для достижения ZAMS звезд с массами $2.0 M_\odot$ и $1.6 M_\odot$. Возраст одиночных звезд со светимостями и спектральными классами, аналогичными компонентам EY Ori, на эволюционных треках Ибена (1965) оцениваются в $2 \cdot 10^6$ лет и 10^6 лет. Перевод шкалы $M_V - (B-V)_0$ в теоретическую шкалу $L - \lg T_\odot$ осуществлен согласно Флоуэру (1977). Ввиду отсутствия расчетов эволюции компонентов двойных систем до ZAMS мы сравнивали положения компонентов EY Ori на диаграмме с эволюцией одиночной звезды. Примем возраст компонентов EY Ori равными $2 \cdot 10^6$ лет и 10^6 лет. Звезды, подобные компонентам EY Ori за время $10^6 - 2 \cdot 10^6$ лет, рассеивают окружающую пы-

*) ZAMS -- главная последовательность нулевого возраста. -- Ред.

левую оболочку и становятся доступными наблюдению в оптическом диапазоне спектра (Ларсон, 1972). В рамках этих предположений возраст спутника EY Ori оказался меньше возраста главного компонента; аналогичное обстоятельство имеет место и в случае двойной системы BM Ori (Хэлл, Гаррисон, 1969). Возможно, на ранней стадии эволюции двойной системы более массивный компонент увеличивает свою массу путем захвата вещества в системе и его эволюция ускоряется по сравнению с эволюцией спутника. Кроме того, возраст самой системы EY Ori ($10^6 - 2 \cdot 10^6$ лет) превышает оценку возраста звезд в области "меча" Ориона ($5 \cdot 10^5$ лет). Аналогичный факт отмечают Хэлл и Гаррисон (1969) при исследовании BM Ori (возраст системы превышает возраст самой Трапеции). Сэндидж (1958) установил, что энергия фрагментации во время образования группы звезд может увеличить возрасты, по сравнению с получающимся из эволюционных треков. Шарплесс (1966) показал, что данное обстоятельство имеет место для звезд Трапеции. Ссылаясь на работы Сэндиджа и Шарплесса, Хэлл и Гаррисон (1969) предполагают, что процесс фрагментации, в результате которого образовалась система BM Ori, может привести к эволюционному старению обоих компонентов. По-видимому, такое предположение можно распространить и на случай EY Ori.

Заключение. На основе наших исследований затменная переменная EY Ori является системой, компоненты которой находятся на стадии эволюции до ZAMS. По светимости и радиусу компоненты EY Ori относятся к звездам A7III и F0III, а по спектральной классификации к A7V (Струве, 1945; Расин, 1968). Возможно, линии компонентов сливаются на спектрограммах с низкой дисперсией (на спектрограммах, полученных Струве, дисперсия у Н γ около 55 Å/мм), образуя широкие линии, характерные для звезд-карликов. Струве отмечает, что на спектрограммах EY Ori, полученных вблизи фазы главного минимума, линии становятся глубже и уже. Для уверенной классификации EY Ori необходимо получить спектры с более высоким разрешением, чем на спектрограммах Струве, и определить спектральный класс спутника в момент главного минимума, когда блеск системы остается минимальным в течение 2^h4. Определение кривых лучевых скоростей каждого компонента EY Ori позволило бы уточнить абсолютные характеристики системы. Для окончательных выводов о природе EY Ori нужно получить новый ряд спектральных наблюдений и построить полную фотоэлектрическую кривую блеска.

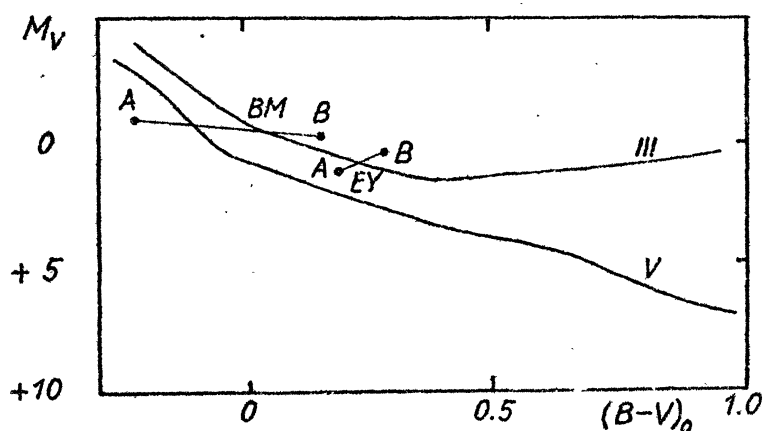


Рис. 3.

Таблица А

JD 2443...U	B	V	R	JD 2443...U	B	V	R
042.373	10 ^m .16		8 ^m .83	053.392	10 ^m .17		
.377 10 ^m .77		9 ^m .50	8.80	.406 10 ^m .73	10.17	9 ^m .48	8.78
.397 10.73		9.44	8.77	.415 10.74	10.19	9.50	8.79
.401 10.69	10.14	9.46	8.79	.417	10.19		
.461 10.77		9.46	8.79	.424	10.21		
.475 10.77		9.46	8.81	.444 10.74	10.20	9.49	8.79
.502	10.22	9.43	8.79	.447 10.69	10.21	9.45	8.79
043.370	10.21	9.47	8.76	.469 10.69	10.21	9.49	8.77
.386 10.72	10.18	9.45	8.76	.485 10.69	10.20	9.47	8.79
.400 10.71	10.18	9.47	8.79	053.486	10.20		
.418 10.68	10.17	9.43	8.79	.493	10.20		
.421 10.71	10.15	9.46	8.78	.501 10.70	10.20	9.47	8.81
.425 10.64	10.16	9.47	8.78	055.486	10.75	10.21	9.47
.484 10.69	10.21	9.51	8.76	.491 10.75	10.21	9.48	8.75
.491 10.64	10.16	9.45	8.78	.512 10.69	10.16	9.43	8.77
.498 10.65	10.17	9.43	8.77	.515 10.65	10.17	9.47	8.75
044.368		9.44	8.77	.516	10.17		
.443 10.69		9.46	8.79	05P 364 10.22	10.22	9.46	
045.415	10.21	9.45		.365 10.71	10.18		8.82
046.466 10.63	10.19	9.46	8.79	.374 10.78			8.83
.468 10.69	10.18	9.45	8.79	.378	10.16		
.485 10.72	10.17	9.46	8.79	.392 10.64	10.20		8.75
047.387 10.65	10.15	9.49	8.78	.406 10.71		9.50	8.78
.495 10.72	10.20	9.47	8.81	.413		9.50	8.75
048.373 10.72	10.17	9.44	8.75	.415 10.70	10.15		
.440 10.69	10.22	9.48	8.75	.417	10.15		
.482 10.72	10.22	9.49	8.80	.424	10.21	9.43	8.79
049.374	10.16		8.81	.425 10.70	10.17	9.44	8.77
.380	10.21			.426	10.21		
.385	10.17			.429	10.19		
.390	10.20			.432	10.16		
.396	10.17			.451	10.17		8.78
.404 10.72	10.20	9.44	8.82	.460	10.24	9.49	8.81
.414	10.18	9.47	8.79	.489 10.75	10.22	9.48	8.77
.415	10.16			.500 10.66	10.22		8.79
.420	10.16			.504	10.19		
.426 10.70	10.20	9.50	8.77	.508	10.21		
.434	10.21			058.514	10.32	9.43	8.82
.439 10.78	10.19	9.47	8.79	.521 10.74	10.21	9.43	8.82
.448	10.21			083.317		9.49	8.79
.456	10.21			084.358 10.66	10.16	9.47	8.77
.462	10.16	9.48	8.78	.368 10.69	10.19	9.46	8.77
.463	10.18			085.350 10.64	10.16	9.46	8.77
.469 10.69	10.21		8.79	.356 10.76	10.19	9.45	8.77
050.435	10.18		8.75	086.466 10.74	10.18	9.46	8.78
.440		9.43	8.75	.501 10.69	10.18	9.45	8.78
.443 10.64	10.16	9.4	8.77	.511 10.72	10.19	9.48	8.76
.450	10.16			.522 10.69	10.18	9.47	8.77
.453 10.70	10.16	9.44	8.79	087.324 10.77	10.19	9.47	8.79
.462 10.68	10.16		8.77	.338 10.71	10.21	9.48	8.79
.474 10.67	10.19	9.48	8.79	.341 10.71	10.20	9.46	9.79
.486	10.19			.376 10.78	10.21	9.50	8.79
052.398 10.68	10.19	9.47	8.79	.488 10.74	10.21	9.48	8.80
.417 10.77	10.21	9.50	8.81	.490 10.67	10.17	9.46	8.78
.426 10.72	10.18	9.49	8.79	.497 10.72	10.20	9.47	8.79
.432 10.71	10.19	9.47	8.80	.508 10.69	10.18	9.46	8.78
.435	10.20			.515 10.76	10.21	9.48	8.79
.442	10.18			.525 10.75	10.20	9.47	8.79
.446	10.18			098.317 10.71	10.18	9.46	8.77
.456 10.68	10.19	9.45	8.81	.325 10.69	10.21	9.48	8.79
.468 10.73	10.20	9.49	8.78	.335 10.69	10.21	9.49	8.79
.472	10.24			.342 10.71	10.18	9.47	8.79
.474	10.23			099.404 10.79	10.27	9.54	8.85
.487 10.66	10.19	9.43	8.48	101.316 10.70	10.17	9.47	
.499 10.69	10.16		8.79	.320 10.76	10.23	9.51	
.507	10.19			103.350 10.70	10.21	9.48	8.81
053.368	10.17	9.43	8.79	.360 10.73	10.23	9.47	8.81
.369 10.68	10.17	9.43	8.81	105.242		9.49	
.372	10.17			.255 10.70	10.23	9.48	8.79
.385	10.17			.269 10.76	10.23	9.50	

Таблица А (продолжение)

JD 2443...	U	B	V	R	JD 2443...	U	B	V	R
105.265	10 ^m .73		9 ^m .45	8 ^m .83	527.412		10 ^m .78	10 ^m .01	9 ^m .30
.334			9.48	8.81	.424		10.76	10.02	9.31
.360	10.73	10 ^m .23	9.48	8.93	.433		10.00	10.00	9.29
.433		10.16		8.75	528.119	10 ^m .77	10.21	9.47	8.79
.447		10.21	9.46	8.82	.129	10.68	10.17	9.46	8.80
.490			9.43	8.77	.157	10.75		9.45	8.82
.517	10.77	10.21			.205	10.69	10.20	9.47	8.80
106.263	10.72	10.21	9.47	8.82	.215	10.71	10.18	9.47	8.79
.371	10.78	10.21	9.48	8.81	.254	10.79	10.20	9.47	
.433	10.69	10.19	9.47	8.81	.320	10.69	10.16	9.49	8.78
107.225			9.47		.371		10.14	9.49	8.77
.233	10.64	10.16	9.45	8.78	.396				8.81
.240	10.72	10.22	9.47	8.81	532.218	10.76	10.21	9.46	8.77
.246	10.72	10.20	9.47	8.83	.243	10.64	10.18	9.46	8.79
.258	10.71	10.19	9.44	8.78	.252	10.74	10.19	9.46	8.79
.299	10.74	10.21	9.45	8.82	534.348		10.19	9.46	8.78
.302	10.71	10.21	9.48	8.81	.358		10.21	9.48	8.72
.312	10.72	10.19	9.46	8.80	.368		10.21		8.78
.349	10.78	10.26	9.50	8.84	538.161	10.73	10.19	9.48	8.76
.358	10.77	10.27	9.54	8.85	.167	10.74			
.376	10.75	10.25	9.53	8.87	545.142	10.70	10.17	9.47	8.78
.422	10.84	10.31	9.58	8.93	.175	10.67	10.18	9.45	8.78
.456		10.39		9.08	.183	10.78	10.18	9.48	8.78
.461	10.82	10.34	9.64		.238	10.72	10.19	9.47	8.78
.473		10.37	9.65	8.94	.248	10.68	10.18	9.47	8.78
.488	10.97		9.67	9.01	.290		10.19	9.47	8.78
.492		10.36			.329	10.66	10.19	9.47	8.78
.494	10.86		9.66	9.01	.336	10.71	10.18	9.47	8.80
.504	10.90	10.39	9.65	9.01	547.190	10.69	10.19	9.47	8.80
.518	10.99	10.46	9.72	9.04	.238	10.72	10.19	9.47	8.79
.529			9.69	9.05	549.188	10.71	10.18	9.46	8.77
.532	10.96	10.39	9.73	9.05	.229	10.68	10.18	9.48	8.79
108.208	10.72	10.16	9.45	8.79	.239	10.73	10.18	9.45	8.78
.211	10.77	10.15	9.45		.252	10.69	10.18	9.45	8.77
.225			9.47	8.83	.304	10.73	10.20	9.48	8.78
.235	10.73	10.17	9.45	8.82	.344	10.69		9.45	8.79
.242	10.66	10.18	9.48	8.79	550.117	10.69	10.17	9.45	8.80
.249	10.71				.199	10.69	10.19	9.47	8.79
.407		10.17	9.47	8.80	.249	10.71	10.16	9.45	8.77
.412	10.68	10.22	9.45	8.85	.296	10.74		9.48	8.79
.418	10.65	10.22	9.47	8.83	555.191	10.75	10.20	9.48	8.79
.427	10.65	10.15	9.48	8.79	.245	10.70	10.19	9.46	8.78
109.228	10.65		9.48		.300	10.77	10.22	9.48	8.79
.235	10.74		9.47	8.79	556.167	10.70	10.20	9.46	8.79
.242		10.23	9.49	8.81	.233	10.68	10.19	9.45	8.78
.260	10.77	10.22	9.46		.286	10.73	10.18	9.49	8.80
.322	10.77			8.80	557.122	10.72	10.18	9.47	8.80
.340	10.73	10.21	9.49	8.80	.195	10.71	10.17	9.45	8.77
.343	10.69	10.21	9.46	8.81	.267	10.73	10.14	9.48	8.78
.385		10.19	9.47	8.81	558.129	10.72	10.19	9.47	8.78
.408	10.76	10.22	9.46	8.78	.191	10.74	10.18	9.46	8.78
.425	10.69	10.17	9.47	8.83	.258	10.75	10.17	9.45	8.77
.434		10.18	9.47		561.099	11.22	10.76	10.01	9.28
.440		10.14	9.44	8.76	.107	11.24	10.77	10.00	9.27
110.354	10.76		9.51		.116	11.25	10.76	9.98	9.25
150.168	10.72	10.22	9.45	8.79	.123	11.30	10.76	9.99	9.25
155.201	10.74	10.22	9.53	8.82	.129	11.24	10.76	9.99	9.25
526.150	10.71		9.47	8.78	.137	11.24	10.76	9.98	9.24
527.282	11.04	10.45	9.80	9.11	.146	11.22	10.76	9.98	9.24
.290	11.09	10.57	9.83	9.14	.156		10.76	9.96	9.23
.315	11.17	10.60	9.88	9.17	.165	11.19	10.74	9.94	9.20
.320	11.18	10.63	9.91	9.16	.190		10.66	9.88	9.17
.328	11.17	10.67	9.92	9.19	.197		10.63	9.87	9.15
.343	11.15		9.92	9.22	.204	11.18	10.60	9.83	9.16
.350		10.69	9.93	9.23	.210	11.03	10.60	9.83	9.13
.365	11.20	10.70	9.95	9.24	.219		10.57		9.09
.379	11.30	10.77	10.03	9.29	.228	11.07	10.53	9.81	9.11
.388	11.24	10.76	10.01	9.29	.243	10.89	10.52	9.81	9.08
.396	11.32	10.77	10.00	9.29					

Литература

- Абт, Левато, 1978 — Abt H.A., Levato H., PASP **89**, 797.
 Анерт, 1977a — Ahnert P., IBVS no.1150.
 Анерт, 1977b — Ahnert P., MVS **7**, 165.
 Барнакка, 1967 — Barnacca P.L., Asiago Contr. no.195, 1.
 Гапошкин, 1953 — Gaposchkin S., HA **113**, no.2.
 Закиров М.М., 1975, ПЗ **20**, 199.
 Ибен, 1965 — Iben I., ApJ **141**, 993.
 Ларсон, 1972 — Larson R., MNRAS **157**, 121.
 Лаузе, 1932 — Lause von Fr., AN **250**, 13.
 Ли, 1968 — Lee Th. A., ApJ **152**, 913.
 Пенстон и др., 1975 — Penston M.V., Hunter J.K., O'Neill A., MNRAS **171**, 219.
 Поппер, Плавец, 1976 — Popper D.M., Plavec M., ApJ **205**, 462.
 Расинг, 1968 — Racine R., AJ **73**, 233.
 Свечников М.А., 1969, "Каталог орбитальных элементов, масс и светимостей тесных двойных звезд", Свердловск.
 Соловьев А.В., 1959, Бюлл. ин-та астрофизики АН ТаджССР, №28, 17.
 Струве, 1945 — Struve O., ApJ **102**, 74.
 Сэндидж, 1958 — Sandage A., "Stellar Populations", Amsterdam, 149.
 Филиппьев Г.К., 1978, ПЗ **20**, №6, 597.
 Флоуер, 1977 — Flower P.J., Astr. & Aph. **54**, 31.
 Хэлл, Гаррисон, 1969 — Hall D.S., Garrison L.M., PASP **81**, 771.
 Цесевич В.П., 1954, Изв. Одесск. обс. **4**, 253.
 Шарплесс, 1962 — Sharpless S., ApJ **136**, 767.
 Шарплесс, 1966 — Sharpless S., Vistas in Astronomy **8**, 127.

Астрономический институт
 АН УзССР

Поступила в редакцию
 1 сентября 1978 г.