

Исследование изменений фотометрических характеристик с эффектом Блажко у XZ Лебеда

П.З. Кынчев

На основе полученных в 1972 г. фотоэлектрических наблюдений (табл. 3), исследовано изменение с эффектом Блажко фотометрических характеристик XZ Лебеда.

Выявлено, что блеск U, B, V в максимуме и минимуме и показатели цвета B-V и U-B в максимуме изменяются с эффектом Блажко. Амплитуды меняются так: $A_V = 0.64 \div 1.35$, $A_B = 0.92 \div 1.67$, $A_U = 0.76 \div 1.53$, $(B-V)_{\max} = 0.14 \div 0.24$, $(B-V)_{\min} = 0.47 \div 0.50$, $(U-B)_{\max} = -0.20 \div +0.25$, $\Delta(B-V)_{\max} = 0.30 \div 0.35$.

O-C изменяются с эффектом Блажко от -0.070 до -0.025 по элементам SAC 1973.

Investigations on Variations of Photometric Characteristics with Blazhko Effect at XZ Cygni

P.Z. Kunchev

On the basis of photoelectric observations obtained in 1972 (Table 3) variations in photometric characteristics of XZ Cyg with Blazhko effect have been studied.

The light in U, B, V at maximum and minimum, colour index B-V and U-B at maximum are found to change with Blazhko effect. The amplitudes range as follows: $A_V = 0.64 \div 1.35$, $A_B = 0.92 \div 1.67$, $A_U = 0.76 \div 1.53$, $(B-V)_{\max} = 0.14 \div 0.24$, $(B-V)_{\min} = 0.47 \div 0.50$, $(U-B)_{\max} = -0.20 \div +0.25$, $\Delta(B-V)_{\max} = 0.30 \div 0.35$.

O-C changes with Blazhko effect from -0.070 to -0.025 to SAC 1973 elements.

Периодическое изменение формы кривой блеска и периода у XZ Лебеда открыл С.Н. Блажко еще в начале нашего столетия.

Несмотря на это, характер эффекта Блажко у этой интересной звезды до сих пор систематически не исследовался, хотя и существуют значительные ряды визуальных и фотографических наблюдений и отдельные эпизодические ряды фотоэлектрических наблюдений (Мюллер, 1953, Клепикова, 1959, Гейер, 1961, Стурч, 1965, Фитч и др., 1966).

Это связано с определенными трудностями в проведении непрерывных и многочисленных наблюдений исследуемой звезды. Тем не менее для решения целого ряда задач, в частности, исследования эффекта Блажко и анализа некоторых аспектов физической переменности XZ Лебеда, подобные наблюдения совершенно необходимы.

Наблюдательный материал и методика его обработки

Переменную звезду XZ Лебеда мы наблюдали в 1972 году в системе, близкой к UVV, на электрофотометре, установленном на рефлекторе АЗТ-3 Одесской астрономической обсерватории (станция в с. Маяки). Был использован электрофотометр в режиме регистрации мгновенного значения тока с ФЭУ—ЕМІ 9502 В с кварцевым окном. В течение 31 ночи (август—октябрь) было получено 615 измерений блеска переменной в каждом из фильтров. Все наблюдения приходятся на интервал температур окружающего воздуха $+10^{\circ}$ — $+20^{\circ}$ С, что с достаточной степенью точности исключает возможные сезонные влияния на систему UVV (Ажусенис, Страйжис, 1966).

С целью обеспечения устойчивой работы аппаратуру включали за два часа до начала наблюдений. Устойчивость ее работы контролировалась записями отсчетов люминофора через каждый час.

Ввиду сильного изменения блеска переменной звезды наблюдения велись со сменой диапазонов усилителя постоянного тока. Особое внимание мы обратили на коэффициенты связи между диапазонами усилителя постоянного тока. Их определяли по специальным записям люминофора и постоянных звезд, которые делались через каждые 1—1.5 часа.

В процессе наблюдения были использованы две звезды сравнения, первая из которых α была ярче, чем переменная в максимуме, а вторая β — слабее, чем переменная в минимуме (рис. 1).

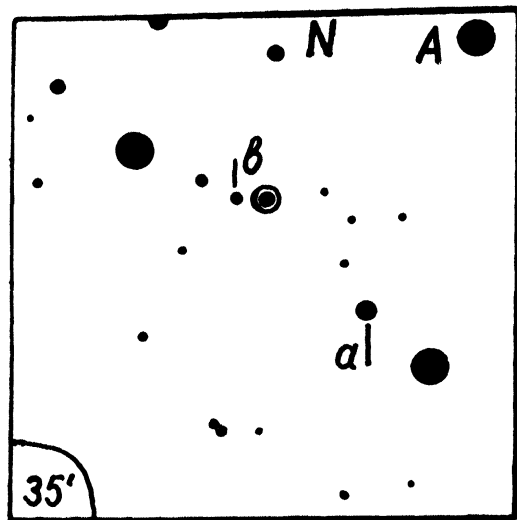


Рис. 1. $A = BD + 56^{\circ} 2250$

Один цикл наблюдений длился в среднем 15—17 минут и велся в таком порядке: звезда сравнения α (vbu) — переменная (vbu) — звезда сравнения β (vbu) — переменная (vbu) — звезда сравнения α (vbu) — и т.д. Здесь и в дальнейшем будем обозначать инструментальную систему буквами v , b , u . После каждого наблюдения звезд сравнения или переменной в данном фильтре сразу записывался и отсчет соответствующего фона. Перед каждым наблюдением переменной звезды и после него измерялся блеск звезд сравнения α и β . Блеск XZ Ле-

беда определялся как по отношению к звезде a , так и по отношению к звезде b ; затем все инструментальные разности переводились в отсчеты относительно звезды сравнения a .

В результате мы располагали длинными рядами отсчетов звезд сравнения, которые позволили с достаточной точностью определить внеатмосферные звездные величины звезд сравнения a и b .

Время на ленте самописца отмечалось с точностью до 0.1 мин. Контроль линейности аппаратуры осуществлялся по стандартным звездам.

Наблюдения обрабатывались по формулам, получаемым из следующих соображений.

Редукция звездной величины к внеатмосферной выражается формулой:

$$m_0 = m(z) - k M(z), \quad (1)$$

где m_0 — внеатмосферная звездная величина звезды, $m(z)$ — наблюдаемая величина звезды на зенитном расстоянии z , $M(z)$ — воздушная масса на данном z , и коэффициент экстинкции — k , зависящий от показателя цвета C (Харди, 1967):

$$k = k' + k''C. \quad (2)$$

Здесь C — показатель цвета, не исправленный за экстинкцию, k' — коэффициент экстинкции для звезды с показателем цвета $C=0$; k'' — приращение коэффициента k' для звезды с показателем цвета $C=1.0$.

Незначительная разница в координатах переменной и звезд сравнения в наших наблюдениях обеспечивала условие $\Delta M(z) \approx 0$, где $\Delta M(z)$ — разница в воздушных массах для переменной и звезд сравнения. В этом случае при дифференциальных наблюдениях:

$$m(z) = m_s(z) - \Delta m(z), \quad (3)$$

где m_s — наблюдаемая звездная величина звезды сравнения, $\Delta m(z)$ — наблюдаемая разница звездных величин исследуемой звезды и звезды сравнения.

Из (1) — (3) получается, что

$$\Delta m_0 = \Delta m(z) - k'' \Delta C M(z), \quad (4)$$

где Δm_0 — внеатмосферная разница звездных величин исследуемой звезды и звезды сравнения,

ΔC — разница их наблюдаемых показателей цвета.

Записав выражение (4) для Δv_0 , Δb_0 , Δu_0 и беря соответствующие разности, получаем:

$$\begin{aligned} \Delta v_0 &= \Delta v - k''_1 \Delta(b-v) M(z) \\ \Delta(b-v)_0 &= \Delta(b-v) \cdot [1 - k''_2 M(z)] \\ \Delta(u-b)_0 &= \Delta(u-b) \cdot [1 - k''_3 M(z)]. \end{aligned} \quad (5)$$

Величины k'' мы определили по дифференциальным наблюдениям двух звезд скопления IC 4665 № 17 и № 29 с сильно отличающимися показателями цвета.

Вычисление методом наименьших квадратов дало следующие значения:

$$k_1'' = -0.002, \quad k_2'' = -0.037, \quad k_3'' = -0.023.$$

Исходя из того, что все наши наблюдения переменной выполнены при $M(z) < 1.600$ и в нашем случае $\Delta C < 0.4$, в соответствии с указаниями Никонова (1957), Харди (1967), Чугайнова (1971), что коэффициенты практически постоянны для данного инструмента и сезона, мы приняли для расчетов:

$$k_1'' = 0.00, \quad k_2'' = -0.04, \quad k_3'' = 0.02.$$

Тогда $\Delta v_0 = \Delta v$.

Воздушную массу $M(z)$ мы определяли из таблиц Бемпорада. Для ускорения процесса обработки был составлен график зависимости $M(z)$ от часового угла t , позволяющий считывать значения $M(z)$ с точностью до третьего знака.

Формулы редукции инструментальной системы к системе UBВ были вычислены по наблюдениям девяти звезд с различными В-В в скоплении IC 4665 (Джонсон, 1954).

Были составлены уравнения, связывающие внеатмосферные инструментальные величины наблюдаемых звезд стандарта и их величины V, В-В и U-В. Вычисление методом наименьших квадратов дало следующие редукционные формулы:

$$\begin{aligned} V &= v_0 + 15.446 - 0.010 v_0 - 0.014 (B-V), \\ &\quad \pm 0.035 \pm 0.005 \quad \pm 0.005 \\ B-V &= 1.131 (b-v)_0 + 1.176, \\ &\quad \pm 0.018 \quad \pm 0.017 \\ U-B &= 1.006 (u-b)_0 - 1.512 \\ &\quad \pm 0.031 \quad \pm 0.048. \end{aligned} \tag{6}$$

Линейность связи контролировалась построением графиков $V-v_0$; $(B-V)-(b-v)_0$, $(U-B)-(u-b)_0$.

Ввиду того, что наблюдения переменной звезды выполнялись дифференциальным методом, формулы перехода использовались в виде

$$\begin{aligned} \Delta V &= \Delta v_0 - 0.010 \Delta v_0 - 0.014 \Delta (B-V), \\ \Delta (B-V) &= 1.131 \Delta (b-v)_0, \\ \Delta (U-B) &= 1.006 \Delta (u-b)_0. \end{aligned} \tag{7}$$

Звезды сравнения

Ряды наблюдений звезд сравнения, получаемые всегда, когда это было возможно, позволили определить с достаточной точностью внеатмосферные инструментальные разности величин и показателей цвета звезд сравнения а и б. Звездная величина и показатели цвета звезды сравнения а в системе UBВ определены совместным наблюдением звезд стандарта (IC 4665) и звезды сравнения. В качестве основной стандартной звезды была выбрана звезда № 17.

Таблица 1

Звезда срав- нения	V	σ_V	n	B-V	σ_{B-V}	n	U-B	σ_{U-B}	n
a	8 ^m .581	±0.011	9	+0.636	±0.021	9	-0.143	±0.030	8

В таблице 1 приведены величины V, B-V, U-B звезды сравнения а и соответствующие среднеквадратичные ошибки.

Внеатмосферные инструментальные разности величин и показателей цвета звезд сравнения а и б были редуцированы к UBV системе по формулам (7). В таблице 2 приведены полученные разности и их среднеквадратичные ошибки.

Таблица 2

Звезда срав- нения	ΔV	σ	n	$\Delta(B-V)$	σ	n	$\Delta(U-B)$	σ	n
a-b	-2.706	±0.007	29	+0.355	±0.009	29	-0.209	±0.017	22

Кривые блеска и показателей цвета

Все результаты наблюдений XZ Лебеда даны в таблице 3, в которой для гелиоцентрических дат приведены V, B-V, U-B. Наблюдения, которые, возможно, имеют наблюдательную ошибку до 0^m.03, отмечены двоеточием, а более 0^m.03 — двумя двоеточиями. Фазы основного периода колебания блеска вычислены по элементам из SAC 1973:

$$\text{Max J.D. hel} = 2440445.789 + 0^d.466497 \cdot E. \quad (8)$$

Используя данные из таблицы 3, мы построили кривые изменений V, B-V и U-B в зависимости от фазы ϕ . По этим индивидуальным кривым были определены: моменты и звездные величины в максимуме блеска ($V_{\max}$, $B_{\max}$, $U_{\max}$), величины $(B-V)_{\max}$ и $(U-B)_{\max}$ по моменту $V_{\max}$, величины $V_{\min}$, $B_{\min}$, $U_{\min}$ и $(B-V)_{\min}$, $(U-B)_{\min}$ по моменту $V_{\min}$.

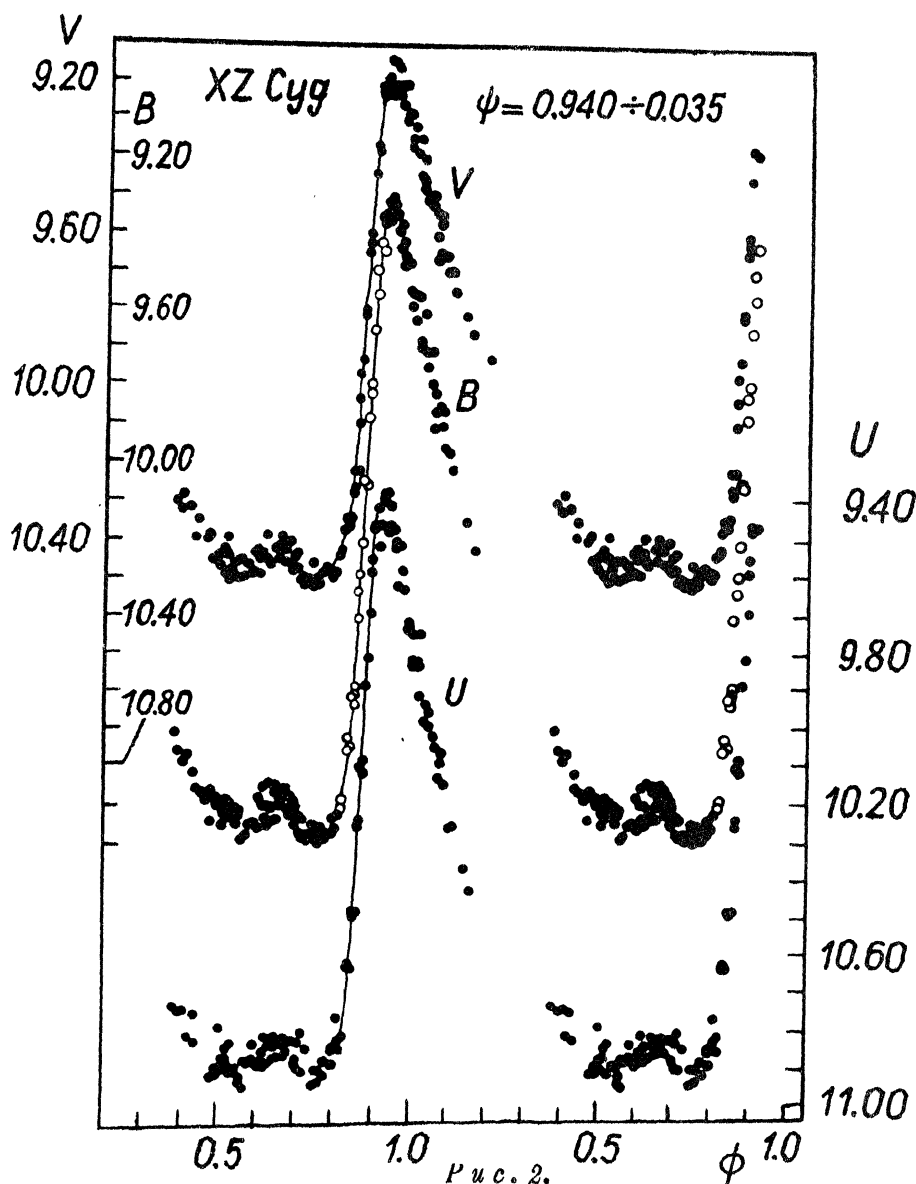
Для близких рядов наблюдений, охватывающих узкие интервалы фазы ψ были построены средние кривые блеска и показателей цвета в зависимости от фазы ϕ . Полученные наблюдения позволили выделить пять интервалов фазы ψ .

$$\begin{aligned} \psi &= 0.320 \div 0.430 & \psi &= 0.870 \div 0.930 \\ \psi &= 0.440 \div 0.530 & \psi &= 0.940 \div 0.035 \\ \psi &= 0.545 \div 0.635 \end{aligned}$$

Фазы ψ эффекта Блажко вычислены по элементам:

$$\text{Max A J.D.} = 2441571.50 + 57^d.52 \cdot N, \quad (9)$$

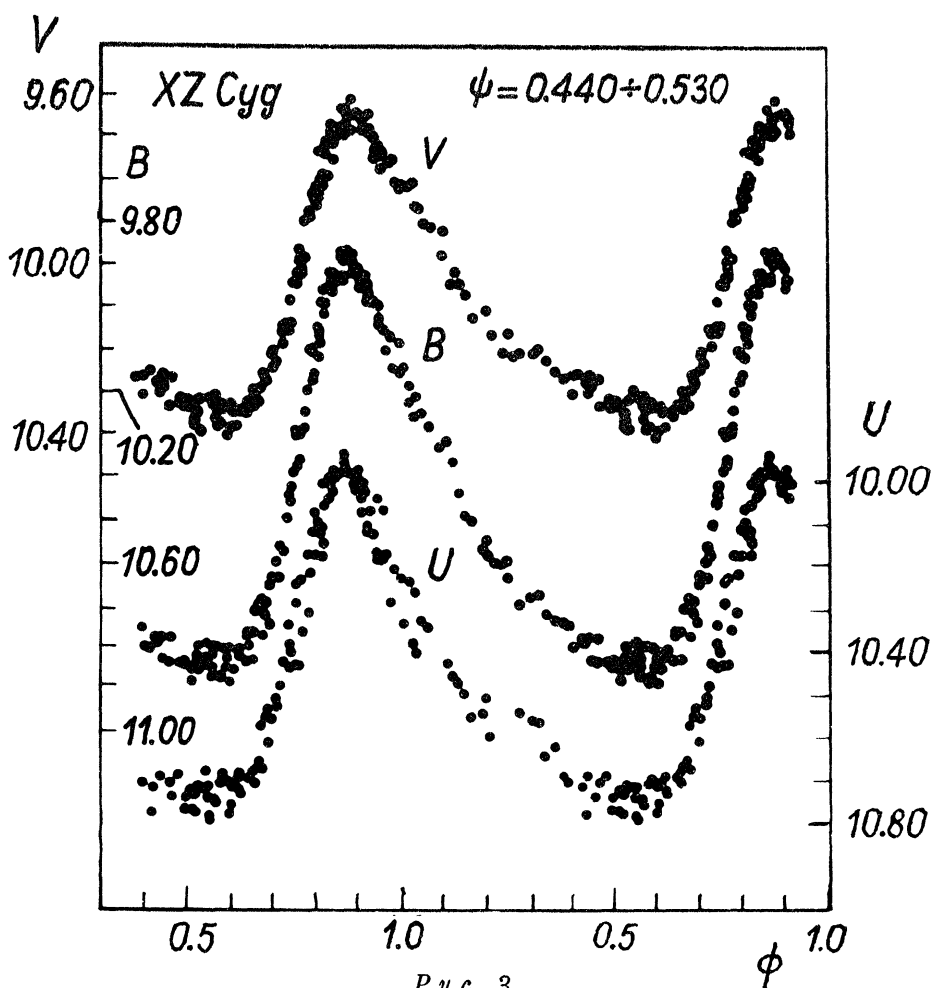
которые мы определили для нашего сезона наблюдений.



На рис. 2 и рис. 3 изображены кривые V, B, U вблизи максимума и минимума амплитуд колебаний блеска. Хорошо видна значительная разница в форме кривых блеска. Начало восходящей ветви при $\psi = 0.940 \pm 0.035$ приходится на $\phi \approx 0.760$, а при $\psi = 0.440 \pm 0.530$ на $\phi \approx 0.600$.

Необходимо отметить характерную особенность кривых блеска XZ Лебедя. У многих звезд типа RR Лиры на кривой блеска вблизи минимума наблюдается горб, что приводит в некоторых случаях к почти двойному минимуму. Но это сравнительно редкие случаи. В качестве примера здесь можно назвать UV Oct (Кинман, 1961).

В соответствии с работой Романова (1973а) назовем минимум перед горбом первым, а после горба — вторым. Почти у всех RR Лирид

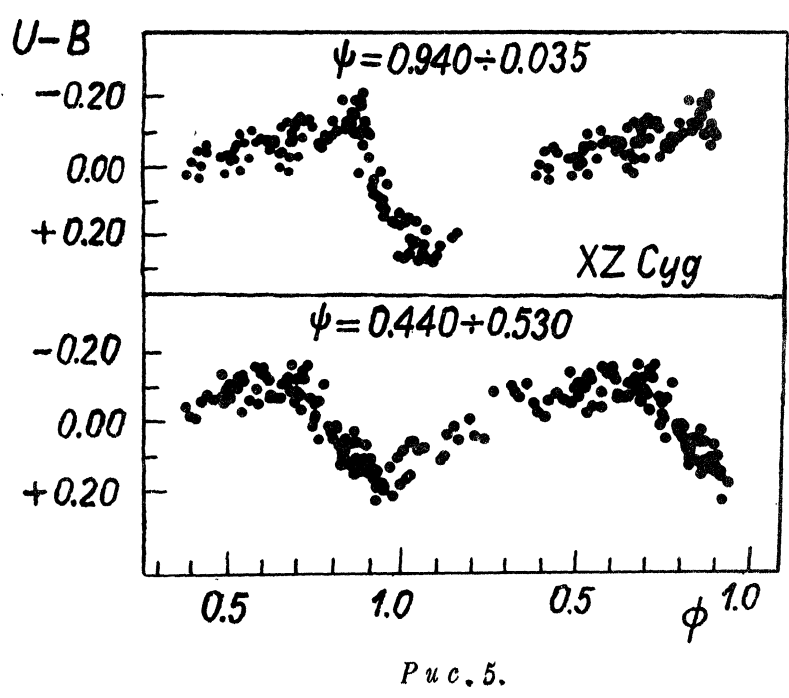
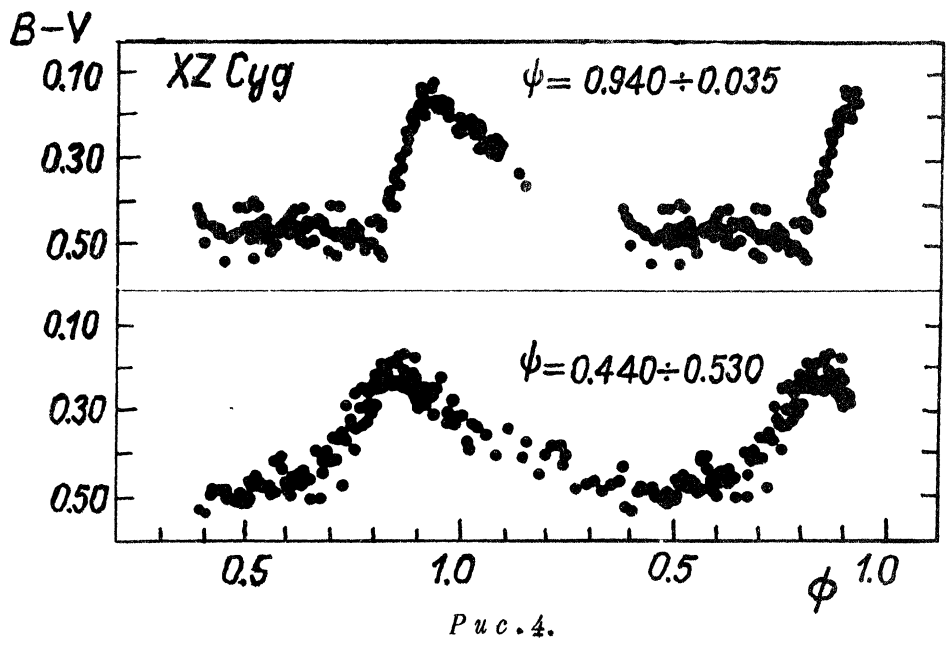


с $P < 1^d$ первый минимум неглубокий, и поэтому горб часто даже не проявляется. С другой стороны, существуют несколько звезд с $P < 1^d$, у которых первый минимум значительно глубже, чем второй. В качестве примера можно привести В1 Сеп (Кинман, 1961) и RZ Lyr (Романов, 1973б). У RZ Lyr первый минимум значительно глубже, чем второй при максимальных амплитудах колебаний блеска.

С этой точки зрения XZ Лебеда занимает как бы промежуточное положение: глубина первого и второго минимума примерно одинакова. Важно отметить и тот факт, что, по нашим данным, двойной минимум у XZ Лебеда незаметен при минимальных амплитудах колебаний блеска.

Романов (1973а) обратил внимание на то, что звезды с $P < 1^d$, показывающие отчетливый двойной минимум, как правило, обладают эффектом Блажко.

Отметим еще, что вблизи минимальных амплитуд в индивидуальных кривых U часто имели место сложные изменения с резкими скачками. На рисунках 4, 5 показаны средние кривые В—V и U—В вблизи максимума.



мума и минимума амплитуд колебаний блеска. Существенных особенностей в поведении $B-V$ не обнаруживается. Для $\psi = 0.440 \div 0.530$, $\Delta(B-V) = 0.030$, а для $\psi = 0.940 \div 0.035$, $\Delta(B-V) = 0.035$.

Существенные особенности видны в поведении показателя цвета $U-B$. Отчетливо наблюдается "пик", возникающий во время наиболее быстрого возрастания блеска. Предлагая возможное объяснение этому явлению, Харди (1955) обратил внимание на то, что в этот период происходит раздвоение линий водорода и появление эмиссии, и, по всей вероятности, "пикообразное" уменьшение вызвано именно эмиссией в линиях водорода.

Для $\psi = 0.440 \div 0.530$ "пик" менее заметен и приходится на $\phi = 0.700$. Нисходящая ветвь кривой более пологая.

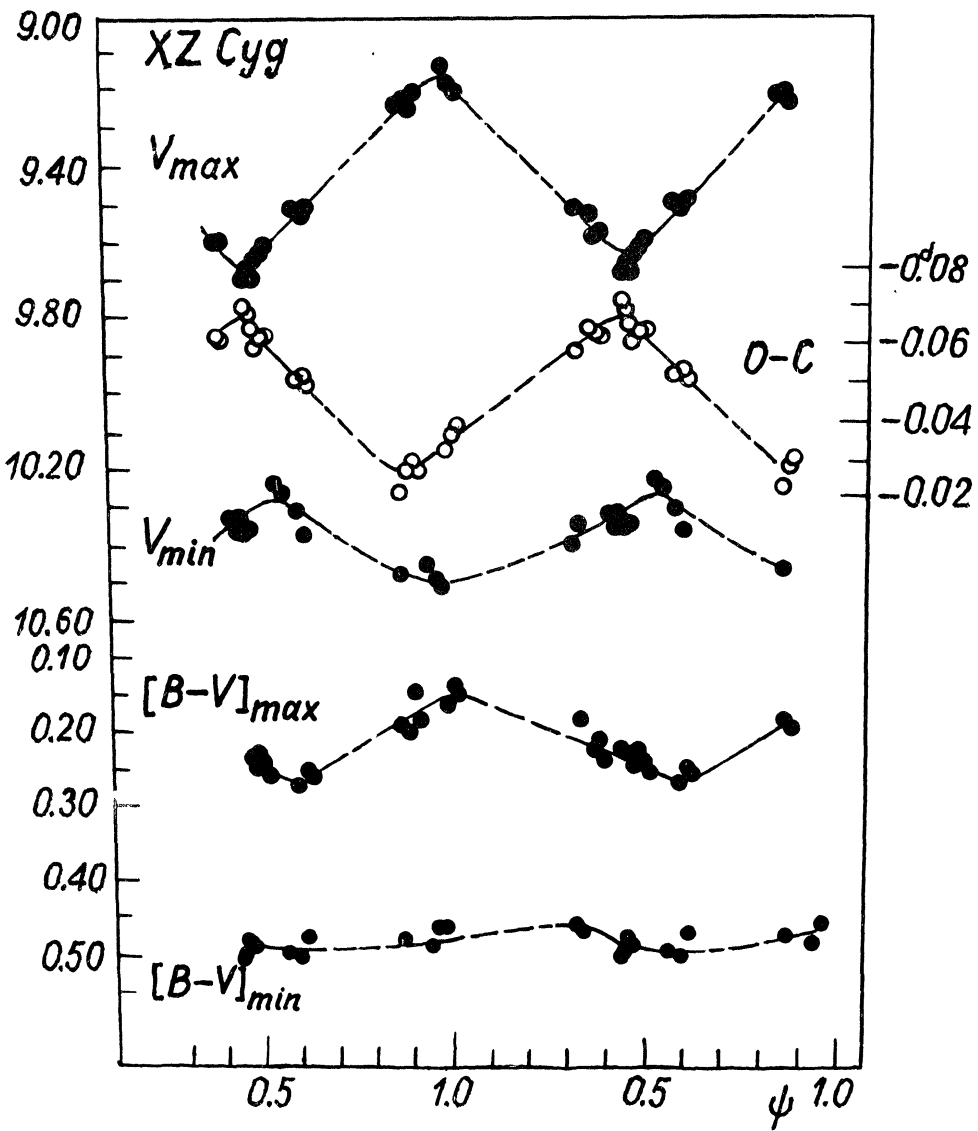
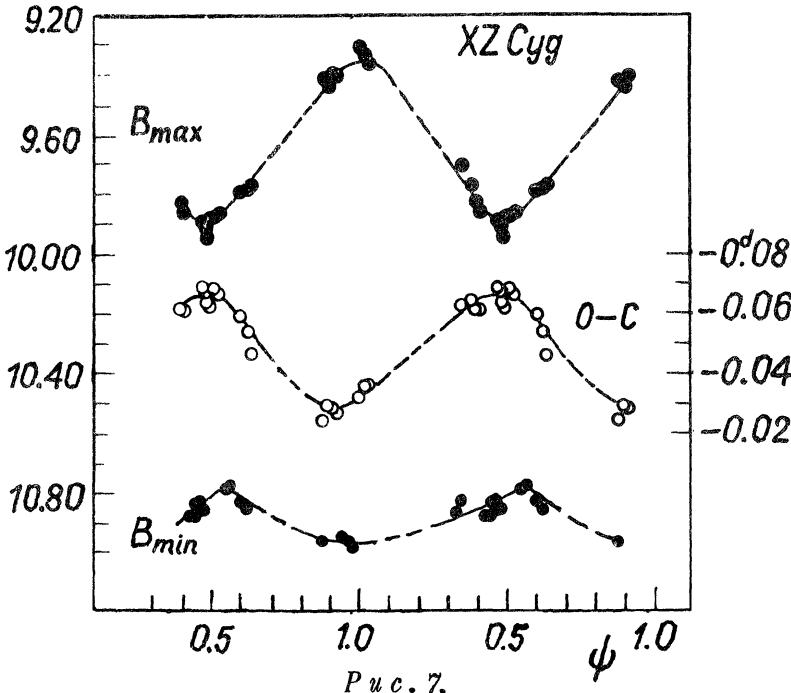


Рис. 6.

На рис. 6, 7, 8 показаны кривые изменения $V_{\max}$, $O-C$ для $V_{\max}$, $V_{\min}$, $(B-V)_{\max}$, $(B-V)_{\min}$, $B_{\max}$, $O-C$ для $B_{\max}$, $B_{\min}$, $U_{\max}$, $O-C$ для $U_{\max}$, $U_{\min}$, а также $(U-B)_{\max}$ и $(U-B)_{\min}$ в зависимости от фазы ψ эффекта Блажко.



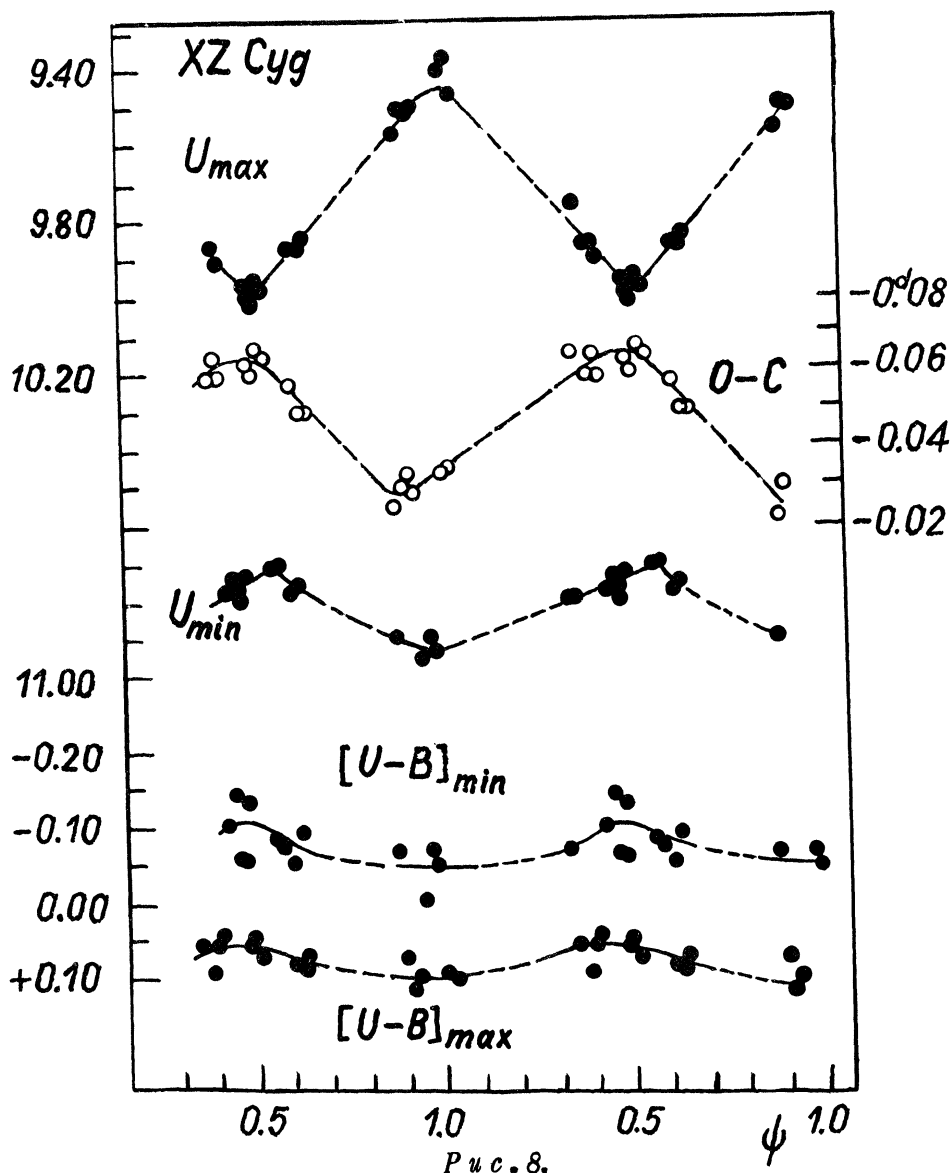
Оказалось, что блеск XZ Лебедя в минимуме тоже изменяется с фазой ψ , что до сих пор не обнаруживалось. Необходимо отметить небольшое смещение на $0^{\text{p}}.10-0^{\text{p}}.14$, которое наблюдается между моментами наступления максимального блеска и моментами максимальных отклонений $O-C$. Как видно из рисунков, кривые $O-C$ представляют собой почти зеркальное отображение кривых максимального блеска.

Амплитуды $\Delta(B-V)_{\max}=0.105$, $\Delta(B-V)_{\min}=0.03$; $\Delta(U-B)_{\min}=0.055$; $\Delta(U-B)_{\max}=0.050$.

Таблица 4

ψ	A_U	A_B	A_V	ψ	A_U	A_B	A_V
0 ^p .00	1 ^m .53	1 ^m .67	1 ^m .35	0 ^p .52	—	0 ^m .92	0 ^m .635
0.02	1.52	1.645	1.32	0.60	0 ^m .905	1.035	0.80
0.35	1.03	1.11	0.825	0.62	0.885	1.065	0.845
0.47	—	0.965	0.67	0.88	1.32	1.54	1.235
0.48	0.765	0.945	0.695	0.92	1.435	1.56	1.265

На основании отдельных определений значений U , B , V в максимуме и минимуме блеска найдены амплитуды изменения блеска для ряда фаз ψ (см. таблицу 4, рис. 9).



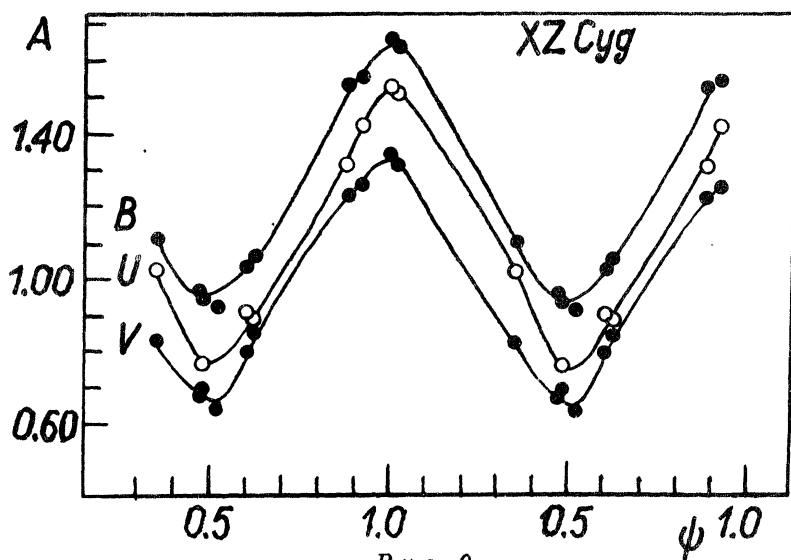
Р и с . 8.

Выводы

Фотоэлектрические наблюдения XZ Лебеда подтвердили, что эта звезда обладает нормальным эффектом Блажко. Выявлено, что блеск U, B, V в минимуме и показатель цвета B-V в максимуме и минимуме, а также и U-B в максимуме блеска изменяются с эффектом Блажко.

Для минимальных амплитуд существуют кратковременные изменения блеска, самые значительные в U. Поэтому поведение U-B с основным периодом и с периодом эффекта Блажко оказывается сложным.

Поведение двойного минимума при максимальных амплитудах, возможно, занимает промежуточное положение между крайними слу-



Р и с. 9.

чаями отсутствия горба и, например, характерного горба у RZ Лиры — для звезд с $P < 1^d.0$.

Амплитуды изменения блеска A_V и A_B превышают амплитуду A_U . Отношения величин максимальных амплитуд к минимальным таковы: $A_{U\max}/A_{U\min}=2.02$, $A_{B\max}/A_{B\min}=1.82$, $A_{V\max}/A_{V\min}=2.07$. Отметим тот факт, что у самой RR Лиры (Престон и др., 1965) при наличии эффекта Блажко амплитуды изменения блеска в U, B, V в 1.3 раза меньше, чем у XZ Лебеда. Отношения максимальных амплитуд к минимальным для RR Лиры равны 2.1, что почти совпадает с результатами XZ Лебеда.

Для более полного исследования эффекта Блажко необходимы наблюдения лучевых скоростей, которые в настоящее время нами исследуются.

Выражаю искреннюю благодарность руководителю работы директору Одесской астрономической обсерватории профессору В.П.Цесевичу за непрерывное внимание к этой работе, а также сотрудникам Одесской обсерватории Т.В.Мишениной и Ю.А.Медведеву за помощь в наблюдениях, Ю.С.Романову и В.Г.Каретникову за полезные советы.

Таблица 3

J.D.hel.	V	B-V	U-B	J.D.hel	V	B-V	U-B
2441...				2441...			
537.2920	9.884	+0.223	+0.024	537.3530	9.675	+0.231	+0.065
.2985	9.842	+0.187	+0.120	.3649	9.721	+0.251	+0.035
.3106	9.698	+0.249	+0.040	.3718	9.744	+0.325	+0.030
.3187	9.627	+0.251	+0.105	.3896	9.817	+0.299	+0.087
.3310	9.604	+0.261	+0.036	.4063	9.866	+0.364	+0.092
.3390	9.609	+0.277	+0.070	.4164	9.893	+0.393	+0.047
.3477	9.643	+0.260	+0.021	.4352	9.974	+0.352	+0.048

Таблица 3
(продолжение)

J.D.hel. 2441...	V	B-V	U-B	J.D.hel. 2441...	V	B-V	U-B
537.4411	9.985	+0.396	+0.008:	540.5139	10.215	+0.424	-0.119
.4497	9.988	+0.396	+0.052:	.5217	10.151	+0.413	-0.035
.4610	10.048	+0.395	+0.039:	.5307	10.091	+0.480:	—
538.3547	9.996	—	—	541.3522	10.335	+0.493:	-0.049
.3827	10.032	+0.393	+0.035	.3601	10.380	+0.463	-0.063
.4029	10.066	+0.422	-0.017	.3675	10.361	+0.463	-0.101
.4188	10.121	+0.403	+0.005	.3750	10.351	+0.468	-0.132:
.4315	10.157	+0.431	+0.008	.3827	10.334	+0.481	-0.058
.4432	10.174	+0.445	—	.3904	10.382	+0.491	-0.156
.4560	10.232	+0.407	-0.056	.3980	10.411:	+0.433:	-0.137
.4689	10.242	+0.377	-0.014	.4060	10.353	+0.499:	-0.131
.4793	10.275	+0.380	+0.008	.4133	10.350	+0.450	-0.067
.4900	10.330	+0.377	+0.001	.4209	10.331	+0.439	-0.067
.5008	10.281	+0.450	-0.049	.4269	10.299	+0.461	-0.068
.5121	10.292	+0.470	-0.060	.4341	10.331	+0.354:	-0.018
.5251	—	—	-0.002:	.4402	10.272	+0.448:	-0.158
.5361	10.323	+0.484	-0.057	.4466	10.248	+0.401	-0.085
539.3720	10.164	+0.433	-0.102	.4524	10.234	+0.364	-0.076
.3844	10.208:	+0.490:	—	.4585	10.193	+0.364	-0.120
.3981	10.209	+0.473	-0.119	.4661	10.162	+0.297	-0.067
.4048	10.202	+0.471	-0.101	.4727	10.050	+0.254	-0.008
.4146	10.229	+0.489	-0.067	.4787	9.906	+0.295	-0.060
.4225	10.255	+0.482	-0.106	.4911	9.853	+0.258	+0.016
.4310	10.271	+0.470	-0.045	.4967	9.811	+0.245	+0.051
.4386	10.313	+0.426	-0.025	.5029	9.745	+0.248	+0.072
.4539	10.279	+0.496	-0.052	.5091	9.717	+0.251	+0.083
.4615	10.291	+0.485	-0.074	.5164	9.686	+0.257	+0.054
.4709	10.268	+0.505	-0.058	.5237	9.677	+0.258	+0.028:
.4814	10.320	+0.513	-0.136:	.5316	9.704	+0.220:	—
.4918	10.337	+0.504	-0.107	.5393	9.715	+0.244	+0.133
.5006	10.349	+0.476	-0.096	.5469	9.760	+0.231	+0.070:
.5176	10.368	+0.497:	—	542.4009	10.051	+0.372	+0.020:
.5279	—	—	-0.091	.4091	10.030:	+0.340:	—
.5375	10.392:	+0.489:	-0.157:	.4163	9.899:	+0.300:	—
540.4020	10.210:	+0.475:	—	.4300	9.843:	+0.219:	—
.4293	10.381:	—	—	.4373	9.717:	+0.242:	+0.225:
.4369	10.356:	—	—	.4501	9.683:	+0.252:	—
.4458	10.317	+0.470	+0.016:	.4577	9.656:	+0.233:	+0.155:
.4537	10.340	+0.452	-0.029	.4661	9.646:	+0.232:	+0.141:
.4689	10.334	+0.463	-0.029	.4751	9.693:	+0.217:	+0.140:
.4772	10.348	+0.468	-0.117	.4834	9.690:	+0.269:	+0.163:
.4864	10.353	+0.476	—	.4922	9.725:	+0.272:	+0.181:
.4951	10.314	+0.411	-0.105	.5090	9.760:	+0.312:	+0.222:
.5047	10.259	+0.410	-0.085	.5184	9.818:	+0.337:	+0.188:

Таблица 3
(продолжение)

J.D. hel.	V	B-V	U-B	J.D. hel.	V	B-V	U-B
2441...				2441...			
542.5265	9.907:	+0.316:	+0.168:	545.3597	10.021	+0.347	-0.007
.5337	9.868:	+0.395:	+0.162:	.3667	9.985	+0.416	-0.014
543.3383	9.969	+0.324	-0.050::	.3739	10.003	+0.430	-0.038
.3539	9.844	+0.257	+0.182::	.3819	10.042	+0.403	+0.019
.3608	9.737	+0.311:	+0.031	.3904	10.050	+0.424	+0.031
.3664	9.745	+0.250	+0.019:	.3987	10.087	+0.398	+0.103
.3743	9.692	+0.226	+0.091	.4064	10.101	+0.472	+0.029
.3876	9.637	+0.243	+0.067	.4220	10.163	+0.420:	+0.052
.3945	9.648	+0.237	+0.067	.4304	10.143	+0.490	+0.007::
.4008	9.647	+0.255	+0.133	.4560	10.251	+0.465	-0.056::
.4070	9.663	+0.275	+0.071	.4661	10.202	+0.445	-0.050::
.4145	9.648	+0.282	+0.108	.4727	10.218	+0.487	-0.068::
.4208	9.711	+0.266	+0.191	.4858	10.232	+0.526	-0.047::
.4280	9.752	+0.248	+0.190	.4950	10.204	+0.498	-0.015::
544.2991	9.723	+0.240	—	.5090	10.211	+0.548:	-0.092::
.3077	9.677	+0.242	+0.108	.5152	10.259	+0.502	—
.3174	9.633	+0.239	+0.123	.5213	10.205	+0.526	-0.066:
.3256	9.613	+0.257	+0.111	.5272	10.224	+0.463:	+0.011::
.3361	9.655	+0.249	+0.109	.5334	10.264	+0.463:	-0.031::
.3419	9.659	+0.281	+0.147	546.3300	—	+0.355::	+0.056:
.3490	9.688	+0.292	+0.148	.3369	10.095	+0.501:	-0.054
.3550	9.736	+0.256	+0.144	.3444	10.148	+0.491	0.000
.3619	9.740	+0.249	+0.201	.3514	10.164	+0.440	+0.042
.3682	9.778	+0.276	+0.135	.3585	10.185	+0.458	-0.017
.3818	9.828	+0.282	+0.104	.3647	10.193	—	—
.3895	9.826	+0.320	+0.087	.3716	10.206	+0.425	—
.3966	9.810	+0.376	+0.061	.3791	10.216	+0.402:	—
.4025	9.876	+0.334	+0.058	.3941	10.202	+0.488	-0.031
.4091	9.907	+0.341	+0.084	.4008	10.237	+0.420	-0.041
.4168	9.920	+0.358	+0.079	.4077	10.286	+0.418:	-0.012
.4293	9.925	+0.412	—	.4152	10.255	+0.459	-0.059
.4365	10.055::	—	+0.118::	.4353	10.274	+0.448	-0.065
.4432	10.024:	+0.341::	+0.101:	.4416	10.264	+0.447	-0.051
.4498	10.054:	+0.386:	+0.040:	.4492	10.280	+0.502	—
.4569	10.078:	+0.419:	+0.021:	.4564	10.242	+0.482	-0.073
.4637	10.133:	+0.371:	+0.061::	.4627	10.264	+0.494	-0.092
.4761	10.117:	+0.455:	-0.015:	.4699	10.904:	—	-0.008:
.4834	10.174:	+0.410:	+0.048:	.4765	10.269	+0.474	-0.070
.4904	10.224:	+0.378:	—	.4944	—	—	-0.078
.4980	10.215:	+0.384:	+0.062:	.5017	10.288	+0.491	-0.107::
.5040	10.223:	+0.412:	—	.5084	10.270	+0.462	-0.040::
545.3357	9.894	+0.347	+0.115	.5152	10.281	+0.447	-0.043::
.3453	9.934	+0.368	+0.030	.5220	10.276	+0.487	-0.083:
.3524	9.954	+0.373	+0.084	548.3510	10.340	+0.475	-0.033:

Таблица 3
(продолжение)

J.D. hel.	V	B-V	U-B	J.D. hel.	V	B-V	U-B
2441...				2441...			
548.3605	10.337	+0.464	-0.063:	564.2743	10.418	+0.476	+0.030::
.3688	10.300::	+0.569::	-0.080:	.2823	10.437	+0.463	+0.007::
.3786	10.322	+0.506	-0.056:	.2962	10.491	+0.440	—
.3858	10.294	+0.510	-0.024:	.3032	10.456	+0.511::	-0.084:
.3982	10.316	+0.491	-0.046:	.3111	10.470	+0.480	-0.123:
.4108	10.278	+0.509	-0.122:	.3176	10.491	+0.449	-0.066
.4203	10.286	+0.505	-0.130:	.3253	10.472	+0.464	-0.082
.4351	10.229	+0.448	-0.064:	.3326	10.462	+0.456	-0.046
.4494	10.196	+0.440	-0.141:	.3396	10.425	+0.496	-0.082
.4652	10.017	+0.414	-0.065:	.3542	10.380	+0.502	-0.039
.4770	9.941:	+0.262::	—	.3613	10.348	+0.494	-0.009
.4901	9.801:	+0.237::	+0.147:	.3689	10.347	+0.427	-0.073
.5001	9.658	+0.316::	+0.071:	.3759	10.277	+0.385	-0.061
.5125	9.597	+0.239:	+0.190:	.3846	10.095	+0.260	-0.090
.5309	9.538	+0.253	+0.071:	.3928	9.854	+0.268	-0.169
.5363	9.522	+0.278	+0.101:	.4020	9.544	+0.083:	+0.094
.5419	9.526	+0.316	+0.072:	.4257	9.244	+0.177	+0.147
.5530	9.566	+0.317	+0.089:	.4324	9.252	+0.173	+0.167
550.3727	9.786	+0.229	+0.099	.4407	9.288	+0.239	+0.176
.3843	9.613	+0.259	+0.113	.4493	9.408	+0.217	+0.212
.3925	9.567	+0.263	+0.069	.4589	9.466	+0.242	+0.231
.4013	9.515	+0.284	+0.051	.4750	9.522	+0.310	+0.202
.4082	9.520	+0.263	+0.089	.4830	9.670	+0.399:	+0.159
.4161	9.561	+0.247	+0.041	.4916	9.760	+0.284	—
.4291	9.590	+0.257	+0.129	565.3104	10.234	+0.221	-0.047
.4384	9.654	+0.269	+0.045	.3278	9.622	+0.285	-0.156
.4446	9.705	+0.284	+0.057	.3372	9.482	+0.174	-0.105
.4589	9.807	—	+0.070	.3489	9.228	+0.205	+0.072
.4654	9.794	+0.303	+0.049	.3540	9.257	+0.234	+0.023
.4717	9.802	+0.332	+0.052	.3604	9.258	+0.198	+0.086:
.4779	9.854	+0.298	+0.097	.3673	9.317	+0.238	+0.197:
.4841	9.884	+0.306	+0.096	.3723	9.412	+0.117::	+0.160:
.4904	9.923	+0.333	+0.054	.3783	9.397	+0.188	+0.167:
.5045	9.970	+0.358	+0.098:	.3837	9.497	+0.169	+0.139:
.5096	10.005	+0.327	+0.117::	.4125	9.502	+0.378::	+0.183::
.5157	10.030	+0.375	+0.057:	.4212	9.667	+0.267	+0.074::
.5212	10.056	+0.371	+0.067	.4278	9.686	+0.302	+0.245::
.5272	10.069	+0.410	+0.028	.4330	9.739	+0.381	+0.175::
.5334	10.101	+0.398	+0.050	.4423	9.764	+0.375	+0.085::
.5401	10.130	+0.379	+0.044	.4472	9.850	+0.361	+0.093::
.5473	10.162	+0.369	+0.034	.4533	9.896	+0.368	+0.048::
.5536	10.189	+0.376	+0.040	.4583	9.947	+0.333	+0.027::
564.2660	10.426	+0.471	+0.049::	.4646	9.943	+0.396	+0.113::

*

Т а б л и ц а 3
(продолжение)

J.D.hel.	V	B-V	U-B	J.D.hel.	V	B-V	U-B
2441...				2441...			
565.4744	10.026	+0.343	+0.096:	567.2761	9.602	+0.308	+0.142:
.4806	10.014	+0.403	+0.085:	.2820	9.662	+0.267	—
.4868	10.068	+0.383	+0.031:	.2882	9.701	+0.306	+0.145
.4931	10.058	+0.386	+0.034:	.2938	9.750	+0.303	+0.191
566.2463	10.106	+0.354	-0.054	.3000	9.765	+0.329	+0.123
.2570	9.905	+0.217	-0.123	.3060	9.824	+0.306	+0.147
.2629	9.674	+0.224	+0.017	.3146	9.859	+0.344	+0.119
.2673	9.560	+0.111:	+0.033	.3207	9.885	+0.371	+0.098
.2750	9.313	+0.168	+0.073	.3271	9.940	+0.355	+0.096
.2799	9.275	+0.145	+0.096	.3331	9.980	+0.369	+0.080
.2851	9.262	+0.127	+0.145	.3431	10.009	+0.385	—
.2901	9.278	+0.119	+0.167	.3497	10.038	+0.388	+0.030
.2955	9.288	+0.144	+0.154	.3568	10.071	+0.402	+0.056
.3006	9.332	+0.127	+0.154	.3625	10.103:	+0.346:	+0.093:
.3077	9.379	+0.119	+0.137	.3690	10.142	+0.371	+0.079
.3129	9.410	+0.164	+0.168	.3750	10.134	+0.398	+0.091
.3188	9.404	+0.241	+0.136	.3821	10.128	+0.441	+0.091
.3243	9.474	+0.222	+0.150	568.3572	10.307	+0.402	+0.026:
.3299	9.482	+0.252	+0.194	.3628	10.328	+0.431	-0.010:
.3351	9.511	+0.276	+0.232	.3694	10.282	+0.508	-0.043:
.3410	9.578	+0.289	+0.200	.3743	10.311	+0.460	+0.043:
.3485	9.647	+0.292	+0.204	.3833	10.354	+0.467	-0.064:
.3576	9.690	+0.316	+0.214	.3896	10.333	+0.539	—
.3659	9.776	+0.282	+0.180	.3956	10.402	+0.486	—
.3730	9.797	+0.304	+0.136	.4007	10.394	—	-0.027:
.3806	9.834	+0.315	+0.170	.4111	10.362	+0.531	+0.028:
.3893	9.900	+0.420	+0.078	.4167	10.432	+0.459	-0.016:
.3598	9.910	+0.373	+0.138	.4222	10.443	+0.453	-0.049:
.4028	9.963	+0.364	+0.120	.4279	10.413	+0.484	—
.4097	9.970	+0.415	+0.097	.4374	10.441	+0.482	+0.015:
.4159	10.005	+0.421	+0.088	.4436	10.395	+0.500	+0.064:
.4223	10.061	+0.415	+0.027	.4497	10.442	+0.467	+0.045:
.4287	10.124	+0.358	+0.045	.4547	10.433	+0.448	+0.077:
.4354	10.163	+0.383	0.000	.4604	10.444	+0.436	—
567.2170	9.229	+0.191	+0.088	.4657	10.435	+0.146	+0.010:
.2228	9.223	+0.182	+0.107	.4715	10.373	+0.470	+0.042
.2325	9.289	+0.168	+0.159	.4805	10.358	+0.493	-0.035:
.2384	9.372	+0.156	—	.4867	10.395	+0.489	—
.2442	9.369	+0.233	+0.142	.4926	10.422	+0.438	-0.023:
.2497	9.428	+0.190	+0.177	.4999	10.411	+0.467	—
.2570	9.430	+0.258	+0.207	.5061	10.435	+0.471	-0.023:
.2639	9.514	+0.233	+0.235	.5125	10.404	+0.533	-0.025:
.2699	9.562	+0.292	+0.135:	569.3159	10.401	+0.465	-0.037:

Таблица 3
(продолжение)

J.D. hel.	V	B-V	U-B	J.D. hel.	V	B-V	U-B
2441...				2441...			
569.3427	10.444	+0.457	-0.158:	570.3455	—	+0.455:	+0.116:
.3485	10.494	+0.464	-0.169:	.3514	10.456	+0.446	-0.034
.3541	10.395::	+0.539::	-0.058:	.3573	10.465	+0.385	—
.3596	10.484	+0.448	-0.096	.3633	10.486	+0.444	-0.072
.3651	10.460	+0.447	—	.3708	10.478	+0.418	-0.117::
.3706	10.453	+0.466	-0.018	.3769	10.510	+0.478	-0.082
.3763	10.471	+0.514	-0.106	.3867	10.511	+0.485:	-0.010::
.3818	10.493	+0.461	-0.070	.3933	10.531	+0.448	-0.028
.3875	10.490	+0.461	-0.078	.3994	10.522	+0.482	-0.064
.3929	10.495:	+0.475:	-0.084:	.4090	10.486	+0.511	-0.074
.4013	10.453	+0.453	—	.4161	10.504	+0.438	-0.089
.4067	10.500	+0.412	-0.070	.4221	10.491	+0.440	-0.099
.4124	10.423	+0.448	+0.004	.4285	10.430	+0.462	—
.4173	10.421	+0.487	—	.4340	10.372	+0.386	-0.127
.4229	10.430	—	—	.4424	10.226	+0.414	-0.153
.4281	10.471	+0.446	-0.069	.4469	10.227	+0.363	—
.4365	10.446	+0.515	-0.130	571.3804	9.973	+0.326	-0.193:
.4419	10.504	+0.474	-0.143	.3855	9.810	+0.255	+0.019
.4469	10.527	+0.410	-0.130	.3908	9.650	+0.230	+0.065
.4523	10.514	+0.470	-0.134	.3991	9.391	+0.179	-0.102
.4582	10.455	+0.499	-0.115	.4056	9.246	+0.199	+0.080
.4637	10.505	+0.462	-0.062	.4110	9.148	+0.167	+0.087
.4693	10.492	+0.466	-0.053	.4167	9.155	+0.167	+0.148
.4742	10.476	+0.498	-0.090	.4219	9.175	+0.180	+0.124
.4829	10.484	+0.497	-0.131	.4272	9.215	+0.165	+0.246
.4885	10.445	+0.519:	-0.193:	.4326	9.213	+0.211	+0.161
.4948	10.382	+0.530:	—	.4379	9.292	+0.186	+0.262
.5008	10.352	+0.376	-0.105	.4436	9.324	+0.240	+0.271
.5076	10.275:	+0.346:	-0.125:	.4514	9.356	+0.214	+0.255
.5131	10.039	+0.299	-0.091	.4570	9.414	+0.202	+0.138:
.5202	9.821	+0.233	-0.182	.4667	9.508	+0.214	+0.276
.5270	9.620	+0.207	-0.131	.4722	9.549	+0.277	+0.227
570.2686	10.457	+0.409	—	.4778	9.576	+0.285	+0.248
.2747	10.474	+0.409	+0.021	.4828	9.665	+0.205	+0.199
.2814	10.433	+0.492	-0.022	572.3021	10.344	+0.412	-0.123
.2866	10.516	+0.368	-0.017	.3071	10.280	+0.333	-0.127
.2927	10.490	+0.407	+0.020	.3120	10.104	+0.306	-0.149
.2993	10.510	+0.446	-0.063	.3175	9.937	+0.280	-0.091
.3056	10.506	+0.491	-0.070	.3256	9.607:	+0.195:	-0.215:
.3212	10.430	—	—	.3306	9.376	+0.124	-0.025
.3271	10.452:	+0.428::	+0.013::	.3358	9.217	+0.143	+0.060
.3331	10.392	+0.549	-0.044	.3411	9.197	+0.152	+0.035
.3390	10.470	+0.490	-0.077	.3466	9.225:	+0.126:	—

Таблица 3
(продолжение)

J.D.hel.	V	B-V	U-B	J.D.hel.	V	B-V	U-B
2441...				2441...			
572.3524	9.218	+0.107::	+0.097::	591.2929	10.334	+0.447	—
.3580	9.273	+0.185	+0.050	.3109	10.321	+0.505	—
.3645	9.310	+0.179	—	.3179	10.316::	+0.534::	-0.070::
.3733	9.358	+0.237	+0.136	.3241	10.340	+0.489	-0.052::
.3820	9.457	+0.208	+0.159	.3317	10.313	+0.453	-0.099::
.3876	9.483	+0.225	+0.208	.3561	10.210	+0.446	—
.3931	9.517	+0.243	+0.226	.3642	—	+0.348	—
.3985	9.531	+0.273	+0.154:	.3726	10.226	+0.431	—
.4044	9.614	+0.259	+0.253:	.3794	10.208	+0.425	—
.4101	9.662	+0.254	+0.185:	.3864	10.164	+0.368	-0.041::
.4171	9.703	+0.264	+0.184:	.3963	10.025	+0.431::	-0.083::
.4229	9.705	+0.281	+0.268::	.4085	9.878	+0.343	-0.074::
.4270	9.769	+0.259	+0.232::	.4172	9.759	+0.239	-0.159::
573.2596	9.448	+0.214	-0.110	.4229	9.763	+0.180	-0.143::
.2680	9.236	+0.195	—	.4300	9.619	+0.220	—
.2736	9.217	+0.157	+0.097	.4371	9.559	+0.163	+0.044::
.2786	9.245	+0.127	+0.113	.4456	9.527	+0.187	+0.046::
.2895	9.245	+0.153	+0.127	.4586	9.555	+0.206	+0.062::
.2980	9.295	+0.172	+0.166	.4734	9.607	+0.247:	+0.065::
.3054	9.381	+0.173	+0.171	.4879	9.645:	+0.280:	—
.3126	9.398	+0.237	+0.117	.4950	9.690:	+0.288:	—
.3192	9.472	+0.220	+0.145	593.2938	9.613	+0.268	—
.3263	9.515	+0.208	+0.221	.2996	9.557:	—	+0.086:
.3346	9.688	+0.231	—	.3066	9.555:	+0.215:	—
.3761	9.822	+0.338	+0.210	.3125	9.552:	+0.230:	+0.086::
.3828	9.870	+0.369	+0.190	.3198	9.600:	+0.216	—
590.3191	10.384	+0.461	-0.097::	.3285	9.581	+0.219:	+0.129:
.3269	10.406	+0.426	-0.021::	.3356	9.615:	+0.238:	+0.087:
.3658	10.438	+0.438	—	.3434	9.629	+0.248	—
.3732	10.420	+0.421	-0.086::	.4443	—	+0.386	—
.3804	10.396	+0.480	-0.097::	.4503	—	+0.452	—
.3922	10.404	+0.464	-0.117::	594.2046	9.949	+0.328	-0.104
.3977	10.386	+0.442	-0.141::	.2104	9.842	+0.325	-0.127
.4065	10.392	+0.415	-0.060::	.2171	9.765	+0.288	-0.092:
.4123	10.414	+0.402	—	.2272	9.662	+0.252	-0.028:
.4177	10.392	+0.387	-0.074::	.2334	9.615	+0.235	—
.4228	10.326	+0.419	-0.168::	.2409	9.587	+0.241	+0.035:
.4286	10.317	+0.420	-0.060::	.2482	9.604	+0.229	+0.088:
591.2546	10.324	+0.457	—	.2584	9.631	+0.235	+0.057:
.2630	10.295:	+0.523	-0.077:	.2678	9.674	+0.208	+0.076:
.2702	10.345	+0.460	—	.2848	9.751	+0.221	+0.125
.2769	10.352	+0.461	—	.2935	9.787	+0.242:	+0.102:
.2852	10.309::	+0.515::	-0.024::	.3036	9.834:	+0.268:	+0.101:

Таблица 3
(продолжение)

J.D.hel.	V	B-V	U-B	J.D.hel.	V	B-V	U-B
2441...				2441...			
594.3104	9.843:	+0.300:	+0.107:	598.4649	9.798	+0.252	-
.3182	9.895:	+0.310:	+0.073:	.4754	9.834	+0.281	-
.3244	9.917	+0.315	+0.069	599.3130	10.144	+0.284	-0.017:
.3307	9.942:	+0.353	-	.3202	10.052	+0.334	+0.053:
.3365	9.963:	+0.304:	-	.3278	9.992	+0.252	-
.3447	9.995:	+0.361:	-	.3364	9.838	+0.335:	-
597.2857	10.266	+0.530	-	.3435	9.824	+0.297	+0.014
.2927	10.266	+0.530	-	.3503	9.832	+0.189	+0.132
.3017	10.304	+0.482	-	.3621	9.801	+0.189	+0.122
.3084	10.258	-	-	.3691	9.766	+0.176	+0.129
.3152	10.338	+0.494	-	.3764	-	+0.208:	-
.3259	10.322	-	-	.3829	9.701:	+0.260::	+0.040
.3326	10.332	+0.519	-0.089:	.3905	9.712	+0.302	-
.3390	10.334	+0.513	-	.4086	9.779	+0.267	-
.3465	10.322	+0.473	-	.4155	9.763	+0.343	-
.3545	10.294:	+0.478	-0.024:	.4225	9.817	+0.329	-
.3621	10.309	+0.480	-	607.1727	10.380	+0.472	-0.072:
.3732	10.332:	+0.411::	-0.047	.1805	10.348	+0.487	-0.073:
598.2756	10.371	+0.507	-0.095	.1885	10.361	+0.492	-0.098:
.2817	10.403	+0.450	-0.128:	.1950	10.354	+0.464	-0.052:
.2899	-	-	-0.114	.2024	10.309	+0.472	-0.046:
.2964	10.435:	+0.412::	-	.2139	10.300	+0.457	-0.036:
.3048	10.338	+0.535	-	.2202	10.272	+0.422	+0.063
.3125	10.424	+0.396::	-	.2277	10.219	+0.423	-0.101
.3238	10.389	+0.416::	-0.067:	.2355	10.163	+0.411	-0.150
.3330	10.343:	+0.416::	-	.2409	10.159	+0.366	-0.099
.3410	10.338:	+0.375:	-0.031:	.2499	10.063	+0.345	-0.103
.3474	10.297	+0.398	-0.116:	.2572	9.995	+0.360	-0.068
.3536	10.269	+0.422	-0.050	.2631	9.926	+0.337	-
.3607	10.210	+0.422	-	.2718	9.890	+0.280	-0.021
.3691	10.163:	+0.473::	-0.145:	.2799	9.795	+0.268	-0.060
.3758	10.150	+0.354	-0.160:	.2910	9.669	+0.246	+0.155
.3899	10.023	+0.341	-	.3036	9.582	+0.241	+0.141
.3968	9.883	+0.402	-0.106:	.3111	9.538	+0.252	+0.082
.4045	9.871	+0.289	+0.026	.3211	9.553	+0.266	+0.049
.4113	9.797	+0.289	-	.3284	9.586:	+0.218:	+0.107
.4236	9.722	+0.215	+0.055:	.3352	9.590:	+0.277	+0.040:
.4348	9.706	+0.189	-	.3429	9.607:	+0.278:	+0.055:
.4419	9.739	+0.168	-	.3521	9.660:	+0.324:	+0.065:
.4553	9.764	+0.229	-	.3590	9.713:	+0.290:	+0.080:
				.3716	9.727:	+0.314:	-

Литература:

- Ажусенис А., Страйжис В., 1966, Вильнюс бюлл. № 16, 3.
 Гейер, 1961 — Geyer, Zf. Ap., 52, 229.
 Джонсон, 1954 — Johnson H.L., ApJ 119, 181.
 Кинман, 1961 — Kinman T.D., ROV 37, 199.
 Клепикова Л.А., 1959, ПЗ 12, 164.
 Мюллер, 1953 — Muller A.B., BAN 12, N 473, 11 — 30.
 Никонов В.Б., 1957, Изв. КрАО 27, 42.
 Престон и др., 1965 — Preston G.W., Smak J., Paczynski B., ApJ Suppl.
 XII, No 104.
 Романов Ю.С. 1973а, Диссертация, 16 — 17.
 Романов Ю.С., 1973б, Астрометрия и астрофизика 18, 65.
 Стурч, 1965 — Sturch C., ApJ 143, 774.
 Фитч и др., 1966 — Fitch W.S., Wisniewski W., Johnson H.L., Arizona
 comm. No 71, 2.
 Харди, 1955 — Hardie R.H., ApJ, 122, 256.
 Харди Х., 1967, в кн. "Методы астрономии", М, Мир, 157.
 Чугайнов П.Ф., 1971, в кн. "Методы исследования переменных звезд",
 М, Наука, 156 — 161.

Кафедра астрономии Софийского
 университета
 Одесская астрономическая
 обсерватория

*Поступила в редакцию
 28 июля 1974 г.*

Тираж 500 экз.

Т— 15675

Заказ № 175

Типография Астросовета АН СССР, Москва, ул. Вавилова, д. 34.