

Изменение радиальных пульсаций у XZ Лебедя с эффектом Блажко П.З. Кынчев, Ю.С. Романов

Изучены изменения градиентов блеска G_U и G_V с эффектом Блажко у XZ Лебедя. На диаграмме градиентов звезда описывает петлю с фазой ψ .

The Variations of the Pulsations of XZ Cygni with the Blazhko-Effect

by P.Z. Kunchev, Yu.S. Romanov

The variations of the light gradients for XZ Cyg with the Blazhko-effect were studied in this paper. During its motion on the gradient diagram with the phase ψ the star gives the closed loop.

On the base of light gradients the relations of radii at minimum and maximum of light are determined and their variations with phases of the Blazhko-effect are constructed.

1. Градиенты блеска.

В работах Хейло (1969, 1970), Лукацкой (1970), Колесника и др. (1970) показано, что различные типы переменных звезд занимают определенное положение на диаграмме градиентов блеска G_U и G_V , которые определяются регрессионными линиями в плоскостях UB и BV:

$$G_U = \frac{dU}{dB}, \quad G_V = \frac{dV}{dB}. \quad (1)$$

Переменные звезды типа RR Лиры на этой диаграмме расположены в обособленной области, границы которой обведены пунктиром на рисунке 2.

В работах Колесникова и др. (1972), Зайковой и др. (1973) и Романова (1973) выявлено, что звезды типа RR Лиры, обладающие эффектом Блажко (RR Lyr, RZ Lyr и RV UMa), изменяют свое положение на диаграмме $G_U - G_V$ с фазой ψ .

Располагая продолжительным рядом фотоэлектрических наблюдений XZ Лебедя в системе близкой к UBV, который получен в 1972 году на астрономической станции в с. Маяки Одесской обсерватории Кын-

чевым и Мишениной, мы определили градиенты блеска G_U и G_V для нескольких фаз эффекта Блажко. В таблице 1 приведены фазы ψ и соответствующие им величины G_U и G_V . Фазы ψ вычислены по элементам:

$$J.D. \text{ Max } A = 2441571.5 + 57.52 \cdot E. \quad (2)$$

Градиенты блеска определены графически по почти полным восходящим и нисходящим участкам кривых блеска по каждой ночи наблюдений. В некоторых случаях для проведения регрессонной линии объединялись соседние ночи наблюдений. Эти фазы ψ отмечены в таблице звездочкой. Поведение звезды на плоскости UB из-за характера изменения блеска в U было более сложным по сравнению с RR Lyr и RV UMa, но более спокойным по сравнению с RZ Lyr. Так как у XZ Cyg с изменением формы кривой блеска моменты максимума и минимума смещаются, то фазы ϕ , определяющие значения градиентов блеска, в отличие от RZ Lyr различны для различных фаз эффекта Блажко. По данным таблицы 1 на рис. 1 показано изменение градиентов G_U и G_V фазой ψ у XZ Cyg.

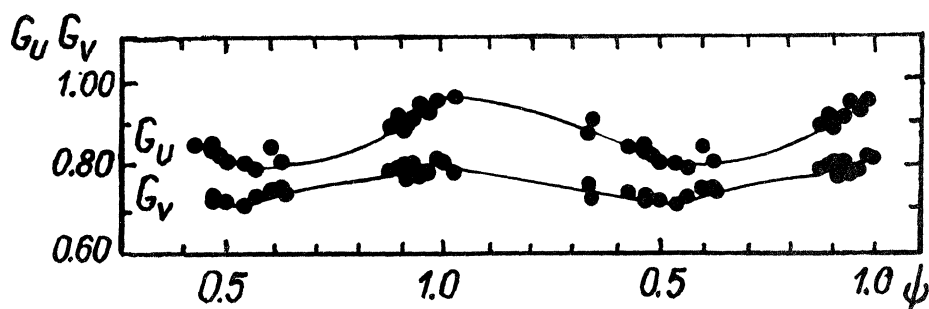


Рис. 1.

По средним кривым градиентов блеска определены величины G_U и G_V для 14 фаз эффекта Блажко с учетом особенностей кривых изменения градиентов и показателей цвета $B-V$ от ψ . В таблице 2 вписаны величины G_U , G_V , $(B-V)_{\max}$ и $(B-V)_{\min}$ снятые со средних кривых для

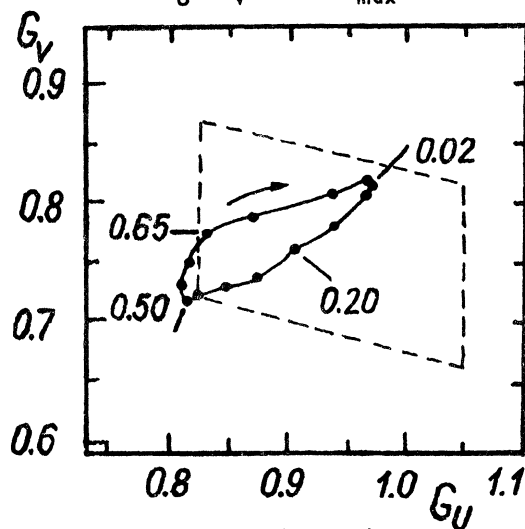


Рис. 2.

выбранных таким образом фаз ψ . По данным таблицы 2 на рисунке 2 показано изменение положения XZ Cyg на диаграмме градиентов G_U-G_V . На рисунке видно, что точки перемещаются по петле аналогично RZ Лиры, но направление перемещения противоположное.

2. Отношение радиусов.

По градиентам блеска можно вычислить отношение радиусов R_1/R_2 вблизи минимума и максимума блеска пульсирующей звезды, если знать изменение блеска только за счет температурных колебаний.

Колесник (1971), на основании фотометрических характеристик моделей атмосфер де Ягера и Невена получил выражение, связывающее изменение блеска в системе В с температурными изменениями:

$$\Delta V_T = 6.75 \Delta \theta_0. \quad (3)$$

В работе Престона и Пачинского (1964) для звезд типа RR Lyr получена зависимость эффективной температуры от показателя цвета $(B-V)_0$:

$$\theta_0 = 0.59 + 0.63 (B-V)_0. \quad (4)$$

После подстановки (4) в (3) получаем:

$$\Delta V_T = 4.25 \Delta (B-V)_0. \quad (5)$$

В выражении (5) можно заменить $\Delta (B-V)_0$ на $\Delta (B-V)$; тогда по величине $B-V$ в максимуме и минимуме блеска в рамках принятой модели получаем значение величины ΔV_T . В таблице 2 приведены величины ΔV_T , вычисленные по формуле (5). Следует отметить, что в случае XZ Лебеда величины ΔV_T оказываются наиболее заниженными вблизи максимальной амплитуды изменения блеска. Это, возможно, объясняется применением моделей атмосфер де Ягера и Невена и появлением мощного избыточного излучения у переменной звезды.

Вычисления отношений радиусов для выбранных фаз ψ выполнены по методике, изложенной в работе Колесника и др. (1973). Для XZ Cyg мы рассмотрели четыре случая пульсации звезды:

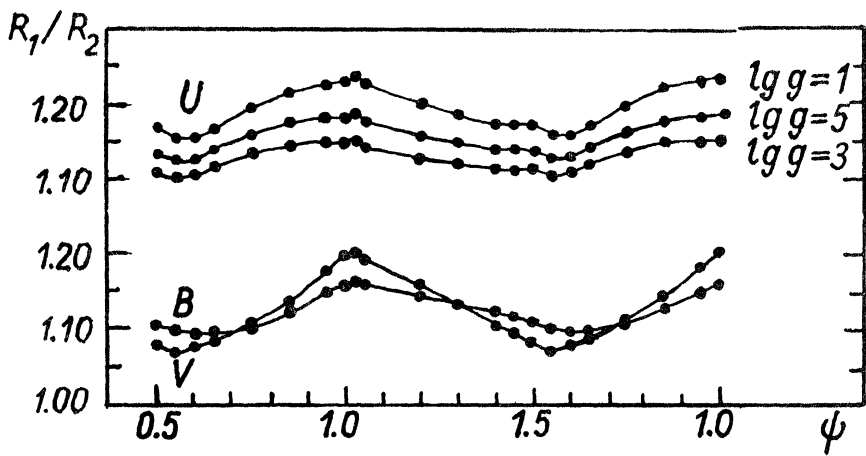
$$\begin{array}{ll} 1) a_U = a_B = a_V, & 3) a_U \neq a_B = a_V, \\ 2) a_U = a_B \neq a_V, & 4) a_U \neq a_B \neq a_V, \end{array} \quad (6)$$

где

$$a_\lambda = 5 \lg (R_1/R_2)_\lambda. \quad (7)$$

В результате подтвердилось, что современным представлениям о пульсации цефеид качественно удовлетворяют вычисления отношений радиусов только для 4-го случая. При рассмотрении этого случая приходится принимать одно из условий: точки, характеризующие положение звезды на диаграмме градиентов, с изменением амплитуды пульсаций пересекают ряд прямых, имеющих либо общий нуль-пункт (условие нуль-пункта), либо одинаковый наклон (условие параллельности).

Оптические глубины формирования излучения в U, B, V различны, но с геометрической точки зрения характер изменения отношений радиусов в этих диапазонах не может сильно различаться. В этом смысле для XZ Cyg результаты вычислений изменений отношений радиусов при условии параллельности оказываются более приемлемыми. Кроме того, величины R_1/R_2 в диапазоне U при $\lg g = 3$ лучше соответствуют диапазонам B и V. В таблице 3 приведены отношения радиусов для различных фаз эффекта Блажко в U при $\lg g = 1, 3, 5$, в B и V при условии параллельности. Изменения отношений радиусов с фазой



ψ показаны на рисунке 3. На рисунке видно, что у XZ Лебеда, как и у других звезд типа RR Лир с эффектом Блажко, отношение радиуса в минимальном блеске к радиусу в максимальном блеске увеличивается с ростом амплитуды изменения блеска.

Таблица 1

№	ψ	G_U		G_V	
		восх.в.	нисх.в.	восх.в.	нисх.в.
1	0.335	—	0.885:	—	0.761:
2	0.345	0.917	—	0.731	—
3	0.425	—	0.853	—	0.746
4	0.467	0.841	0.854	0.733	0.729
5	0.485	0.830	—	—	—
6	0.502	0.807:	—	0.725:	—
7	0.538	—	0.810	—	0.717
8	0.565	—	0.796	—	0.737
9	0.600	0.853	—	0.758	—
10	0.623	0.814	—	0.757	—
11	0.634	—	—	—	0.742::
12	0.876	0.900	—	0.797	—
13	0.897	—	0.926:	—	0.803:
14	0.908	0.889:	—	0.815:	—
15	0.915	—	0.898:	—	0.775:
16	0.930	—	0.917	—	0.813
17	0.945	0.954	—	0.781	—
18	0.965	0.931	—	0.788	—
19	0.985	0.962	—	0.825	—
20	0.000	—	—	—	0.820::
21	0.024	—	0.972::	—	0.790

Таблица 2

№	ψ	G_U	G_V	$(B-V)_{max}$	$(B-V)_{min}$	ΔB_T
1	0.000	0.968	0.818	+0.150	+0.485	1.424
2	.025	0.970	0.815	+0.143	+0.485	1.454
3	.050	0.967	0.805	+0.150	+0.485	1.424
4	.200	0.938	0.780	+0.185	+0.485	1.275
5	.300	0.905	0.760	+0.205	+0.485	1.190
6	.400	0.872	0.735	+0.228	+0.485	1.092
7	.450	0.848	0.728	+0.237	+0.485	1.054
8	.500	0.822	0.720	+0.248	+0.485	1.007
9	.550	0.815	0.715	+0.267	+0.485	0.927

Таблица 2
(продолжение)

№	ψ	G_U	G_B	$(B-V)_{\max}$	$(B-V)_{\min}$	ΔB_T
10	0.600	0.810	0.731	+0.277	+0.485	0.884
11	.650	0.815	0.748	+0.262	+0.485	0.948
12	.750	0.831	0.772	+0.233	+0.485	1.071
13	.850	0.870	0.787	+0.200	+0.485	1.211
14	.950	0.938	0.805	+0.167	+0.485	1.352
15	.000	0.968	0.818	+0.150	+0.485	1.424

Таблица 3

ψ	$(R_1/R_2)_U$			$(R_1/R_2)_B$	$(R_1/R_2)_V$
	$\lg g=1$	$\lg g=3$	$\lg g=5$		
0.000	1.23	1.15	1.18	1.20	1.16
0.025	1.23	1.15	1.18	1.20	1.16
0.050	1.22	1.14	1.18	1.19	1.16
0.200	1.20	1.12	1.16	1.15	1.14
0.300	1.19	1.12	1.15	1.13	1.13
0.400	1.17	1.11	1.14	1.10	1.12
0.450	1.17	1.11	1.14	1.09	1.11
0.500	1.17	1.11	1.14	1.08	1.10
0.550	1.15	1.10	1.12	1.07	1.10
0.600	1.15	1.10	1.12	1.07	1.09
0.650	1.17	1.12	1.14	1.09	1.10
0.750	1.20	1.13	1.16	1.11	1.11
0.850	1.21	1.14	1.18	1.14	1.12
0.950	1.22	1.14	1.18	1.18	1.15

Литература:

Зайкова и др., 1973 — Зайкова Л.П., Лысова Л.Е., Романов Ю.С., Цесевич В.П., Шакур Л.И., АЦ № 787, 4.
Колесник И.Г., 1971, Астрометрия и астрофизика 12, 13.
Колесник и др., 1970 — Колесник И.Г., Лукацкая Ф.И., 1970, ПЗ 17, 224.
Колесник и др., 1970 — Колесник И.Г., Романов Ю.С., 1972, Астрометрия и астрофизика 18, 59.
Лукацкая Ф.И., 1970, Астрометрия и астрофизика 9, 38.
Престон, Пачинский, 1964 — Preston G.W., Paczynski, ApJ 140, 181.
Романов Ю.С., 1973, Диссертация, 103.
Хейло, 1969 — Heulo E.S., IBVS 356, 1.

Кафедра астрономии Софийского
университета
Одесская астрономическая
обсерватория

Поступила в редакцию
28 июля 1974 г.