

Исследование изменения периода у долгопериодических переменных звезд по методу Стерне

А. Г. Нудженко

Приведены результаты исследования 196 долгопериодических переменных звезд на изменяемость периода по методу Стерне.

The Period Variability Investigation of Long-Period Variable Stars by Sterne's Method

by A. G. Nudjenko

The investigation results of period variability of 196 long-period variable stars by Sterne's method are given.

Известно, что долгопериодические переменные звезды отличаются непостоянством периода. Изменение периода нами было исследовано у 252 звезд типа Миры Кита по методу Стерне. Отобраны звезды, имеющие достаточное число наблюденных моментов максимумов и небольшие пропуски в наблюдениях. Для этого были использованы данные карточного каталога переменных звезд государственного астрономического института им. П.К.Штернберга. Основным материалом послужили наблюдения, выполненные AAVSO и обработанные и опубликованные Кэмпбеллом (1955). Включены также 22 момента максимумов для 12 звезд, полученные из наших наблюдений по пластинкам службы неба Одесской астрономической обсерватории (опубликованы в АЦ № 528, 1969 г). Обработка наблюденных моментов максимумов была проведена на ЭВМ "Урал-2" Вычислительного центра Одесского университета.

Рассмотрим ряд наблюденных эпох переменной звезды от T_0 до T_E , содержащий E циклов. Для объяснения непостоянства периодов у переменных звезд Стерне (1934) допустил существование так называемой кумулятивной ошибки в циклах переменных звезд. Значения кумулятивной ошибки и некумулятивной, которая возникает за счет ошибок наблюдения, определялись методом наименьших квадратов из уравнения:

$$\frac{E}{E-n} \cdot \sigma_n'^2 = 2e^2 + n \cdot (s^2 + \frac{2e^2}{E}), \quad (1)$$

где e — некумулятивная ошибка, s — кумулятивная ошибка; $\sigma_n'^2$ находится из наблюдений как среднеарифметическое от $\nu_{n,i}^2$, а $\nu_{n,i}' = T_{i+n} - nP$, где P — средний период, вычисленный по формуле $P = \frac{T_E - T_0}{E}$.

В координатах $n, \frac{E}{E-n} \cdot \sigma_n'^2$ уравнение (1) определяет прямую линию при условии, что имеются лишь ошибки e и s . Это равносильно предположению постоянства среднего периода за рассматриваемый промежуток времени.

Если зависимость $\frac{E}{E-n} \cdot \sigma_n'^2$ от n не линейная, то предположение постоянства периода является неверным. В качестве примера приводим графики этой зависимости для звезд S Boo и S UMi на рисунках 1 и 2.

Нелинейная зависимость $\frac{E}{E-n} \cdot \sigma_n'^2$ от n для звезды S UMi указывает на нарушение действия постоянного периода в течение рассматриваемого промежутка времени (рис. 2).

Для случая, когда имеются в наблюдениях пропуски, Стерне предложил второй, общий метод для вычисления кумулятивной и некумулятивной ошибок. Тогда вычисления e и s производились по формуле:

$$\sigma_{n_i}'^2 = 2e^2 \cdot \left(1 - \frac{\overline{n_i^2}}{E^2}\right) + s^2 \cdot \left(\overline{n_i} - \frac{\overline{n_i^2}}{E}\right), \quad (2)$$

где $\overline{n_i} = (\overline{N_{j+1}} - \overline{N_i})$, а $N_0, \dots, N_E$ — номера наблюдаемых максимумов.

Для звезд, у которых обнаружилась нелинейная зависимость $\sigma_n'^2$ от n , метод Стерне был применен вторично. Причем, исходя из хода О—С диаграммы, весь ряд циклов был разделен на 2 или 3 интервала, каждый со своим средним периодом. Для каждого интервала найдено "наилучшее приближение к истинному периоду" (терминология Стерне) и ошибка этого приближения. Из этого числа звезд удалось выделить 43, у которых разности между соседними исправленными периодами более, чем в 3 раза превосходят величину средней ошибки этой разности. Это указывает на то, что у этих звезд изменяемость периодов нельзя объяснить одними статистическими флуктуациями.

Результаты исследований помещены в табл. 1. Таблица 1 содержит данные для 196 звезд, расположенных в алфавитном порядке. В первом столбце — название звезды, причем звездочкой отмечены звезды, которые обрабатывались по первому методу; во втором — начальная эпоха, в третьем — эпохи, на протяжении которых рассматривалась звезда, в четвертом — число циклов, использованных при вычислениях, в пятом — средний период, e — некумулятивная ошибка, $\mu(e)$ — средняя ошибка e , s — кумулятивная ошибка, $\mu(s)$ — средняя ошибка s . Для 43 звезд, изменяющих период, эти значения опубликованы в ж. *Астрофизика*, том. 6, 1970 г.

Среди этих 43-х нет звезд с преимущественным уменьшением или увеличением периода. Три звезды показали двукратное изменение периода.

$$\begin{aligned} \text{U Cyg } (P_1 &= 462.^d40; P_2 = 454.^d93; P_3 = 472.^d20) \\ \text{SS Her } (P_1 &= 108.34; P_2 = 105.68; P_3 = 107.37) \\ \text{S UMa } (P_1 &= 229.98; P_2 = 223.73; P_3 = 227.48) \end{aligned}$$

К числу звезд, изменяющих период, можно присоединить еще две: U Boo и R Peg. На изменчивость их периода указывали Стерне и Кэмпбелл (1937) и Шнеллер (1950). Шнеллер рассматривал U Boo на протяжении 119 эпох. Средний период для этого промежутка времени был равен $191.^d01$. Исходя из О—С диаграммы весь ряд наблюдений моментов максимумов был разбит на два следующих интервала: $0 \div 45$ эпох, содержащих 16 циклов, и $45 \div 119$ эпох, содержащих 55 циклов, со средними периодами соответственно $176.^d60$ и $199.^d06$. Аналогично R Peg рассматривалась на протяжении 92 эпох со средним периодом $377.^d76$. Для двух интервалов с номерами эпох $30 \div 63$ и $61 \div 92$ были найдены средние периоды, равные соответственно $372.^d52$ и $379.^d77$.

При исследовании звезд U Boo и R Peg нами не были включены в рассмотрение моменты максимумов с первыми номерами эпох из-за больших пропусков в наблюдениях. При обработке использовались 72 цикла, приходящихся на 78 эпох для U Boo. Средний период равен $200.^d14$. Для R Peg использовалось 49 моментов максимумов без пропусков в наблюдениях. Очевидно, звезды рассматривались нами в течение того промежутка времени, когда период сохранял постоянное значение.

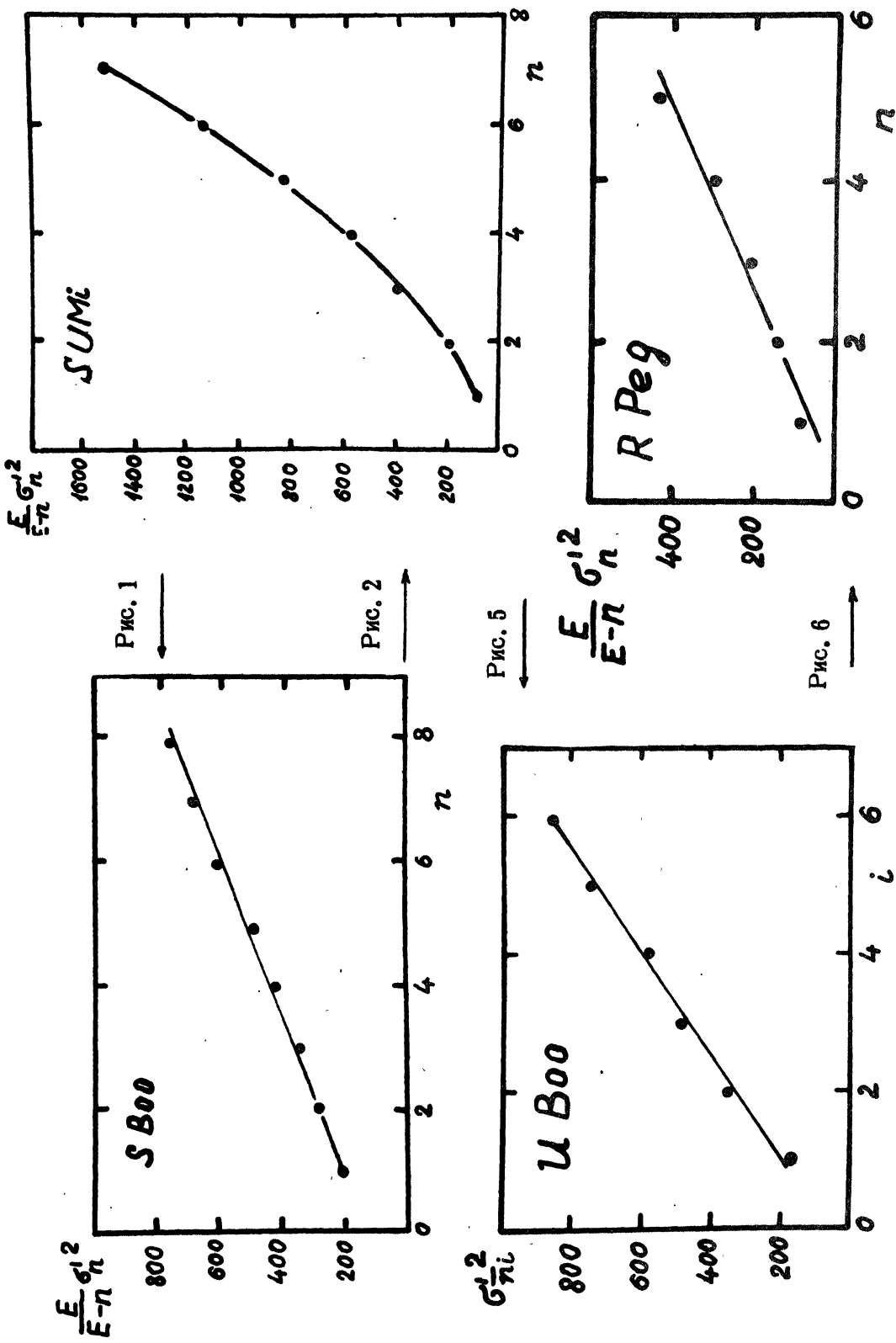
На рис. 3, 4 для U Boo и R Peg приведены графики О—С диаграмм, построенные с указанными выше периодами. Из рис. 5, 6 видно, что для этих звезд можно предполагать действие постоянного периода за рассматриваемый промежуток времени. Отклонения наблюдавшихся циклов P_i от среднего периода P в зависимости от номера эпохи N имеют случайный характер для U Boo и R Peg (рис. 7, 8).

Итак, кривизна О—С диаграммы в обоих случаях может быть объяснена наличием в циклах этих переменных кумулятивных ошибок.

Для звезд RU And, R Cam, X Cam, RZ Sco, S UMa согласие наших результатов с результатами Шнеллера хорошее.

Пример с U Boo и R Peg наводит на мысль, что, возможно, число звезд, изменяющих период, больше, чем нами обнаружено, поскольку некоторые из них могли рассматриваться в течение того промежутка времени, когда период сохранял постоянное значение.

Для 13 звезд из числа рассматриваемых значения ϵ и σ методом Стерне нам получить не удалось. Мы попытались произвести испытание возможных колебаний периода графическим путем. Для этого следует нанести на график в зависимости от номера эпохи N отклонения



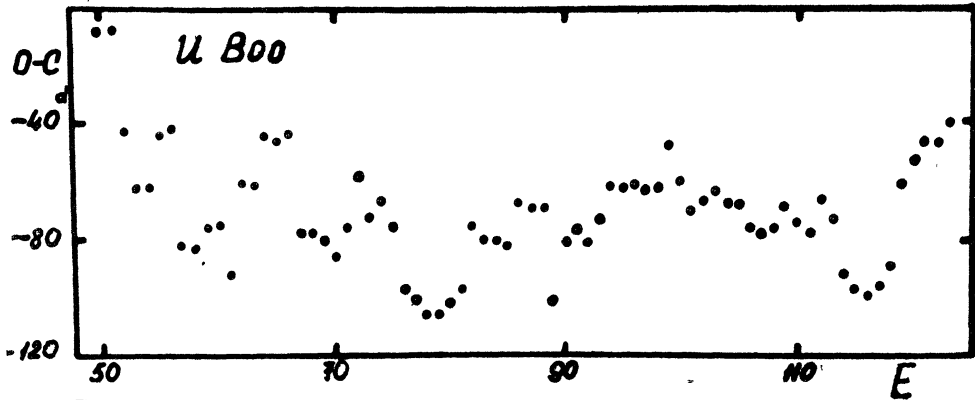


Рис. 3

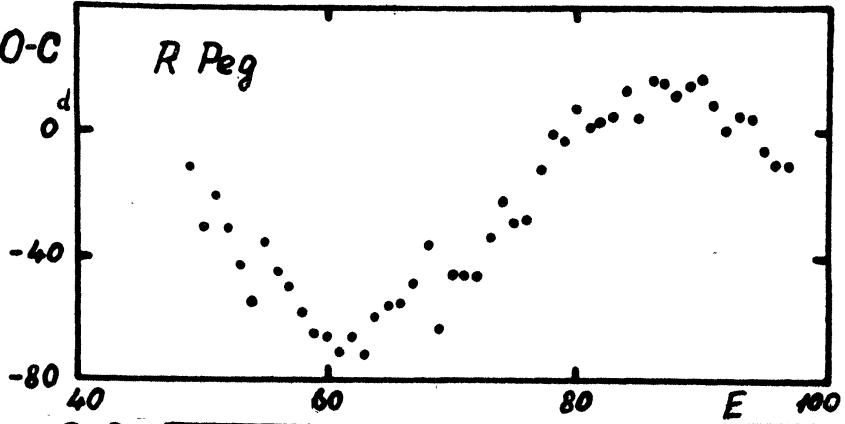


Рис. 4

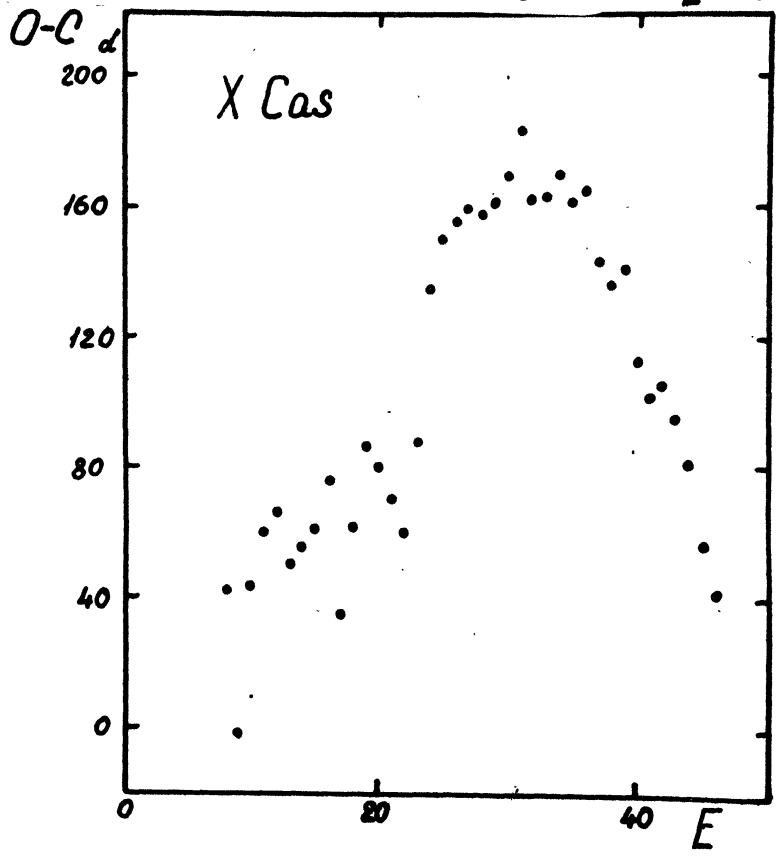


Рис. 9

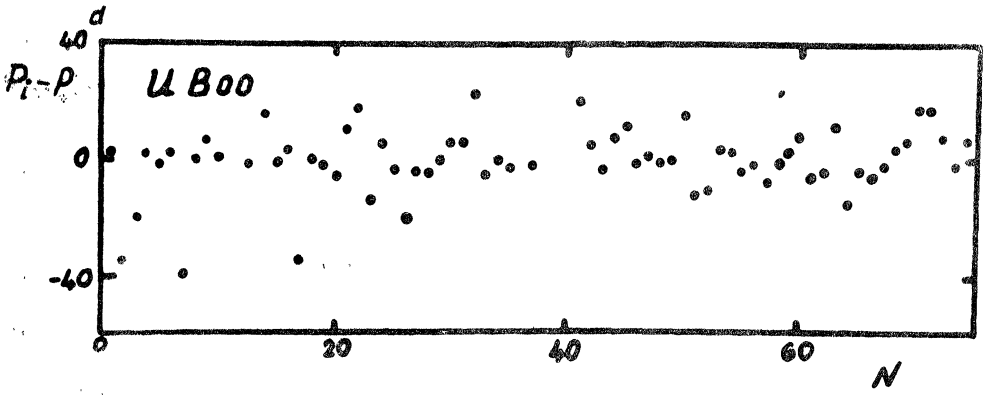


Рис. 7

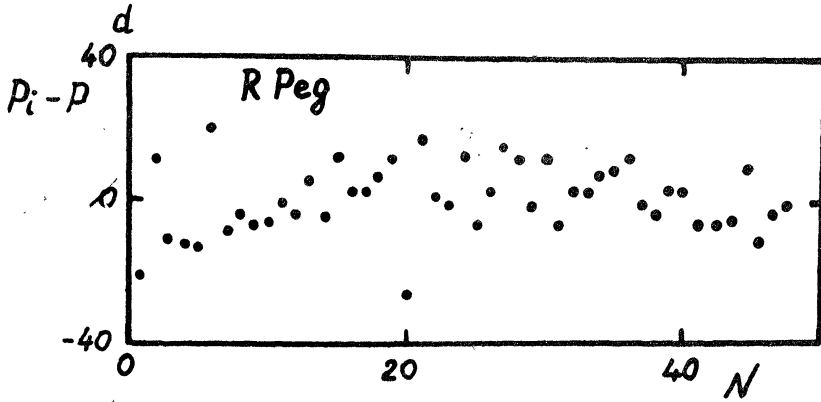


Рис. 8

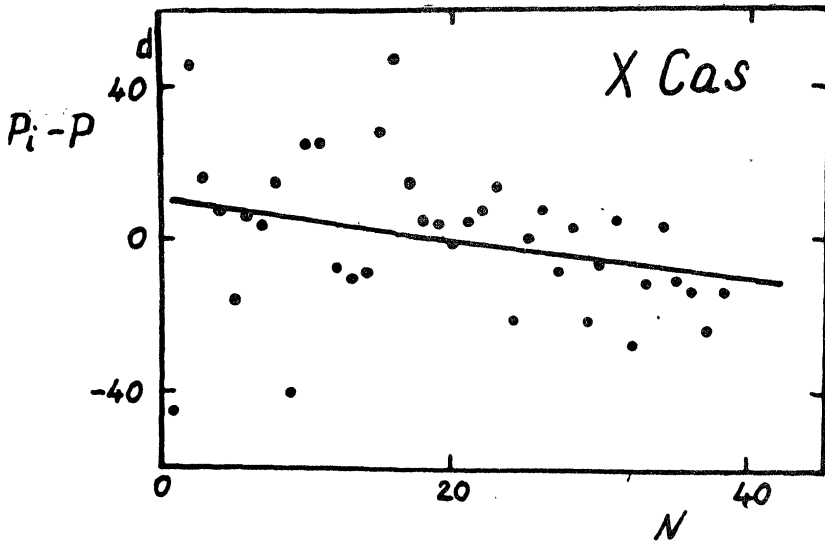


Рис. 10

наблюдавшихся циклов P_i от среднего значения периода P . Если эти отклонения носят случайный характер, то, следовательно, нет оснований говорить об изменении периода на данном интервале времени. Имеет смысл рассматривать звезды, у которых $O-C$ диаграммы обладают значительной кривизной. Таковыми оказались: $U\ Cmi$ ($411.^d_{90}$), $X\ Cas$ ($424.^d_{18}$), $R\ Cyg$ ($426.^d_{40}$), $RX\ Tau$ ($335.^d_{18}$), $RS\ Peg$ ($412.^d_{76}$). $O-C$ диаграмма для $X\ Cas$ приведена на рис. 9. Только для $X\ Cas$ имеет место преимущественное уменьшение длины цикла со временем (рис. 10). Найдено уравнение линейной регрессии, которое имеет вид: $P_i - P = 10.4 - 0.5 N$.

Коэффициент корреляции этой связи равен: $r = 0.28 \pm 0.15$.

Т а б л и ц а 1

Звезда	Начальная эпоха в J.D.	Эпохи	Циклы	P	e	$\mu(e)$	s	$\mu(s)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	24...							
R And*	14943	0-53	53	$407.^d_{92}$	$\pm 11.^d_{84}$	$\pm 0.^d_{55}$	$\pm 0.^d_{00}$	
T And*	12074	0-74	74	280.68	4.05	0.05	6.36	$\pm 0.^d_{06}$
V And	13876	0-75	70	258.03	6.95	0.20	4.26	0.45
W And	14590	0-59	53	396.63	6.27	0.19	4.43	0.40
Y And	16383	0-75	71	220.66	4.70	0.27	3.65	0.54
RR And*	15508	0-53	53	327.85	6.11	0.10	5.71	0.18
RW And	18100	0-39	36	429.77	5.18	0.06	8.41	0.07
ST And*	18020	0-44	44	334.59	8.15	0.74	9.67	1.13
SV And*	19156	0-43	43	316.52	3.11	0.33	5.02	0.37
R Aqr*	13031	0-53	53	386.43	7.47	0.26	8.54	0.40
S Aqr	17191	0-63	42	278.79	3.67	0.17	3.31	0.26
T Aqr	13061	0-108	84	202.09	4.13	0.11	4.02	0.17
W Aqr*	16650	0-42	42	380.00	4.55	0.65	11.52	0.53
RS Aqr	16821	0-83	47	214.81	6.36	0.26	4.74	0.42
S Aql	16711	0-124	102	146.83	9.73	0.15	5.07	0.34
W Aql*	17018	0-32	32	491.19	3.36	1.25	15.34	0.53
X Aql	16521	0-53	48	347.15	3.57	0.29	7.15	0.27
Z Aql	16716	0-121	86	129.38	5.14	0.15	3.76	0.26
RR Aql	17312	0-44	34	393.96	5.50	0.40	8.75	0.41
RS Aql	17032	0-43	29	410.44	8.74	2.68	15.08	2.54
RT Aql	16772	0-55	46	327.47	3.99	0.27	7.70	0.24
RU Aql	16970	0-65	50	273.85	0.00		8.14	
SY Aql	17738	0-48	42	355.69	6.47	0.14	7.30	0.20
U Ara*	22970	0-45	43	224.82	3.19	0.20	2.02	0.48
R Ari*	16472	0-88	88	186.84	9.32	0.17	3.81	0.47
S Ari	16861	0-61	36	291.90	5.27	0.21	7.10	0.22

(продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
T Ari *	23342	0-26	26	323. ^d 88	$\pm 0.d00$	$\pm 0.d$	$\pm 9.d50$	$\pm 0.d$
U Ari	16857	0-43	43	371.28	5.60	± 0.06	6.59	± 0.09
U Aur	16218	0-41	41	407.49	7.36	0.21	8.78	0.32
V Aur	16642	0-51	44	353.20	4.34	0.37	8.75	0.33
W Aur*	16861	0-59	59	273.88	5.73	0.26	4.40	0.54
X Aur*	16588	0-99	99	164.28	6.46	0.10	5.06	0.21
R Boo	13011	0-106	91	223.52	4.07	0.12	3.35	0.23
S Boo*	15903	0-65	65	271.60	7.99	0.04	8.61	0.06
U Boo	16786	0-90	72	200.14	0.00		12.20	
V Boo*	16624	0-63	63	259.46	3.60	0.56	7.70	0.53
Z Boo	16662	0-65	48	280.75	3.74	0.31	5.60	0.33
S Cam*	16498	0-50	50	327.32	3.73	0.32	9.72	0.25
T Cam	16867	0-51	47	375.74	7.09	0.35	4.86	0.77
V CnC	12470	0-86	64	271.86	5.05	0.16	3.91	0.27
U CnC	16855	0-60	43	305.25	7.88	0.95	7.06	1.54
W CnC*	16702	0-41	41	394.20	3.79	0.26	8.05	0.24
T CVn*	16632	0-55	55	290.89	4.34	0.26	11.59	0.20
R CMi*	16668	0-49	49	338.41	6.33	0.48	10.14	0.57
V CMi*	16378	0-46	44	366.39	10.45	0.40	5.80	1.04
T Cap	16650	0-68	40	269.63	5.18	0.36	5.76	0.45
R Cas*	10881	0-60	60	431.30	7.53	0.36	5.15	0.82
S Cas*	11312	0-43	43	611.28	11.78	0.60	16.15	0.82
T Cas*	11180	0-56	56	444.77	5.73	0.44	10.68	0.46
U Cas	16649	0-73	70	277.15	5.46	0.07	4.48	0.13
V Cas*	16690	0-85	85	227.62	1.70	0.32	6.73	0.17
W Cas	12980	0-59	49	405.32	13.38	0.23	4.71	0.78
Y Cas	13933	0-50	47	413.78	7.33	0.63	11.29	0.79
Z Cas	16125	0-38	33	496.05	9.02		11.52	
RR Cas*	16870	0-53	53	300.23	0.00		11.34	
RV Cas*	18778	0-43	43	330.65	5.39	0.38	3.38	0.83
T Cen	22693	0-135	115	90.44	3.59	0.02	2.02	0.04
W Cen*	22849	0-50	50	201.14	2.56	0.19	3.75	0.24
RS Cen*	22911	0-61	61	164.33	3.46	0.11	1.77	0.30
S Cep*	07780	0-51	51	486.86	17.32	0.76	9.65	1.97
Y Cep*	18212	0-44	44	332.20	6.82	0.30	6.74	0.53
Z Cep	16744	0-65	58	278.42	2.92	0.41	7.22	0.33
RR Cep*	17478	0-40	40	383.60	8.43	0.51	9.44	0.82
R Cet	16048	0-114	66	165.85	5.33	0.36	2.00	0.09
S Cet	12850	0-69	48	319.39	3.14	0.85	8.91	0.50
U Cet	16115	0-80	64	234.18	6.70	0.16	3.09	0.42
V Cet	16726	0-69	32	259.33	11.64		0.00	
W Cet	16798	0-52	44	351.04	5.54	0.36	11.66	0.30
X Cet	16579	0-103	79	177.39	4.30	0.05	5.39	0.07
Z Cet	16730	0-98	64	184.76	4.32	0.06	4.16	0.09

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
o	Cet*	16545	0-47	47	331. ^d 72	$\pm 5.d74$	$\pm 0.d10$	$\pm 5.d02$	$\pm 0.d19$
T	Col*	22770	0-45	45	224.89	3.59	0.14	3.53	0.24
R	Com*	13070	0-55	55	361.47	8.85	0.35	8.84	0.62
W	CrB	17002	0-77	67	237.91	4.08	0.19	3.30	0.34
X	CrB*	17217	0-65	65	240.48	4.00	0.15	4.42	0.24
Z	CrB	17700	0-68	47	250.68	6.43	0.54	4.08	0.06
R	CrV*	15886	0-54	54	315.61	3.87	0.49	9.04	0.42
S	Cyg	10493	0-75	66	322.91	14.08	0.40	7.92	0.93
V	Cyg*	13684	0-45	45	421.60	2.92	1.60	18.50	0.62
Z	Cyg*	12192	0-79	79	263.39	6.26	0.21	6.35	0.35
RT	Cyg*	15650	0-101	101	190.58	5.17	0.10	2.08	0.28
ST	Cyg*	16823	0-48	48	335.31	7.10	0.35	7.50	0.58
SX	Cyg	16948	0-43	37	411.65	6.20	0.53	4.58	1.08
TU	Cyg*	16862	0-75	75	219.71	5.98	0.13	2.50	0.40
TW	Cyg*	18321	0-43	43	342.70	6.76	0.34	5.44	0.69
R	Del*	16113	0-66	66	284.79	7.05	0.14	3.55	0.39
S	Del*	16647	0-58	58	278.43	1.70	0.72	10.28	0.28
T	Del*	16753	0-48	48	331.73	5.67	0.10	6.25	0.16
V	Del	12800	0-41	30	533.78	11.32	0.55	9.82	0.96
X	Del*	20453	0-44	44	281.27	2.80	0.16	5.10	0.17
Z	Del	16147	0-62	53	304.24	6.29	0.16	4.74	0.32
R	Dra*	09426	0-109	109	245.43	4.14	0.10	4.24	0.16
T	Dra*	12758	0-40	38	420.80	0.00		14.48	
V	Dra*	16604	0-59	59	276.32	0.00		8.05	
SV	Dra	19133	0-61	45	256.41	3.59	0.12	6.28	0.11
E	Equ	16852	0-68	51	260.81	5.36	0.26	4.87	0.42
S	Gem*	16611	0-55	53	293.88	6.16	0.42	3.35	1.09
T	Gem	16521	0-64	56	287.09	4.48	0.13	9.69	0.11
X	Gem*	15804	0-65	65	263.48	4.65	0.21	6.76	0.27
R	Her*	13536	0-60	60	319.28	11.57	0.20	5.15	0.58
T	Her*	16771	0-101	101	165.08	4.60	0.09	2.06	0.24
U	Her*	15760	0-49	49	405.10	4.56	0.14	7.58	0.16
W	Her*	15660	0-73	71	279.77	4.84	0.25	11.15	0.21
RS	Her	16860	0-87	74	219.22	5.00	0.24	5.26	0.36
RT	Her*	16826	0-54	52	297.22	4.62	0.11	9.58	0.10
RU	Her*	13884	0-39	39	484.02	10.33	0.66	11.62	1.05
RV	Her	14146	0-101	87	205.31	4.29	0.08	3.28	0.15
RY	Her	16854	0-95	80	221.62	2.54	0.07	5.28	0.06
RZ	Her*	20773	0-36	34	331.00	18.74	0.53	5.28	2.30
SV	Her	17922	0-71	61	239.14	4.16	0.06	3.06	0.31
R	Hor	22837	0-30	27	404.27	3.77	0.21	7.74	0.20
T	Hor*	22841	0-47	47	216.06	10.56	0.20	6.72	0.47
S	Hya	13985	0-84	64	256.78	5.74	0.08	7.30	0.10
X	Hya	16992	0-59	51	302.37	2.15	1.06	9.82	0.51

1	2	3	4	5	6	7	8	9
RR Hya	23364	0-33	24	343. ^d 03	$\pm 0.^d00$		$\pm 12.^d32$	
R Ind	22775	0-56	44	215.54	4.02	$\pm 0.^d16$	2.76	$\pm 0.^d32$
R Lac*	16646	0-54	54	299.67	5.78	0.04	2.95	0.12
S Leo	16284	0-98	60	189.90	6.22	0.07	3.32	0.14
V Leo*	20292	0-46	46	273.50	7.20	0.24	1.86	1.01
W Leo*	16180	0-43	41	384.60	12.50	0.38	0.00	
R LMi*	16015	0-42	42	372.90	5.71	0.09	6.42	0.15
T Lep*	16030	0-45	45	369.62	6.62	0.22	12.57	0.23
R Lib	16987	0-73	22	241.70	9.73	0.32	0.00	
S Lib	15875	0-99	73	192.68	3.29	0.06	5.70	0.07
U Lib	16696	0-79	35	226.25	5.63	0.09	3.58	0.15
V Lib	16990	0-70	44	255.61	5.26	0.26	5.70	0.34
Y Lib*	17039	0-58	56	274.81	5.35	0.18	4.73	0.34
RR Lib	16626	0-66	45	277.06	7.19	0.27	2.90	0.72
RS Lib	16226	0-86	73	217.19	5.66	0.26	2.81	0.65
RT Lib	16831	0-72	53	251.10	4.55	0.10	4.46	0.15
R Lyn*	09224	0-68	68	378.16	9.29	0.12	2.81	0.44
S Lyr*	13988	0-43	41	437.54	2.99	0.65	13.13	0.32
U Lyr*	16998	0-35	35	456.63	9.91	0.26	11.52	0.42
V Lyr*	16830	0-43	43	373.53	5.23	0.48	7.52	0.63
RY Lyr	16975	0-65	50	325.71	7.04	0.19	3.43	0.46
S Mic	22726	0-58	48	208.64	4.54	0.09	3.88	0.17
V Mon*	16854	0-48	48	334.88	5.75	0.19	6.13	0.31
X Mon	16155	0-120	94	155.71	6.00	0.46	7.15	0.61
RR Mon	17476	0-44	34	393.59	3.36	0.63	8.88	0.42
R Oph	15530	0-64	54	302.84	4.21	0.12	3.87	0.22
S Oph	17013	0-76	38	233.53	5.37	0.14	3.64	0.25
T Oph	16910	0-49	39	367.59	9.18	0.71	5.89	1.51
V Oph*	16779	0-61	59	298.05	2.01	1.67	11.90	0.76
X Oph	16761	0-54	51	334.06	13.96	0.18	7.37	0.46
RR Oph	17119	0-60	51	293.22	5.25	0.39	6.12	0.55
RT Oph	16624	0-43	40	425.12	13.09	0.61	9.11	1.36
RU Oph	17798	0-85	69	202.27	4.20	0.04	5.69	0.08
RY Oph	17360	0-110	87	150.35	10.31	0.07	2.74	0.25
SS Oph	21122	0-83	66	180.20	4.61	0.13	2.99	0.27
R Ori*	16788	0-42	42	379.19	10.58	0.96	10.19	1.72
U Ori*	11382	0-68	68	372.50	5.68	0.16	7.38	0.22
R Peg*	14868	0-48	48	376.73	4.87	0.26	7.04	0.34
V Peg	16383	0-61	43	302.34	5.87	0.38	3.69	0.78
W Peg*	16903	0-46	46	343.72	7.85	0.28	4.62	0.69
X Peg	16728	0-89	70	201.00	4.48	0.16	5.10	0.22
Y Peg	17579	0-84	51	206.84	6.69	0.36	1.64	1.16
Z Peg	17645	0-53	46	326.34	3.36	0.42	9.84	0.27
RR Peg	16782	0-69	52	263.98	4.88	0.05	5.42	0.07
RV Peg	17064	0-46	40	389.70	11.04	0.98	8.80	1.86

1	2	3	4	5	6	7	8	9
RW Peg	17522	0-81	60	208 ^d .56	$\pm 6.d52$	$\pm 0.d11$	$\pm 3.d30$	$\pm 0.d26$
R Per	16402	0-89	80	209.78	4.33	0.18	5.24	0.25
Y Per*	15490	0-69	67	252.01	4.95	0.19	8.47	0.21
RR Per*	18398	0-37	37	391.14	13.46	0.57	2.83	0.27
RZ Per*	17476	0-43	43	354.51	5.98	0.57	4.38	1.22
R Psc*	14306	0-60	60	343.72	7.54	0.46	4.19	1.17
S Psc	15930	0-46	34	406.30	10.67	0.10	10.22	0.15
U Psc	16882	0-104	61	173.74	5.58	0.20	3.16	0.39
W Pup*	22802	0-84	84	120.44	3.30	0.06	2.21	0.14
R Ret*	23040	0-36	36	278.61	4.58	0.36	11.96	0.28
R Sgr	17053	0-67	61	267.86	5.51	0.42	4.00	0.96
S Sgr	16676	0-79	53	231.18	3.71	0.14	5.47	0.14
T Sgr*	16646	0-41	41	389.36	10.34	0.56	11.39	0.91
RR Sgr	22762	0-40	30	333.30	0.00		7.82	
RV Sgr*	22624	0-32	32	318.25	1.80	0.60	8.34	0.30
RX Sgr	16401	0-55	42	334.51	6.26	0.19	9.45	0.19
ST Sgr	17138	0-47	34	395.62	4.46	1.00	9.30	0.83
R Sco	16988	0-80	58	222.60	5.07	0.19	3.05	0.40
S Sco	16582	0-103	71	177.63	4.59	0.22	4.37	0.33
X Sco	22714	0-61	37	200.46	0.00		5.46	
RS Sco	22966	0-38	32	319.32	4.16	0.13	3.60	0.24
R Ser*	16680	0-56	56	356.45	2.25	0.51	13.15	0.19
U Ser	16158	0-82	71	238.11	4.97	0.09	2.58	0.23
R Tau	13965	0-71	53	323.13	6.57	0.09	6.73	0.13
V Tau	16790	0-107	78	169.73	4.80	0.09	2.01	0.23
R Tri*	16438	0-75	73	266.33	1.57	0.37	7.40	0.17
S Tuc*	23147	0-40	40	240.12	7.10	0.25	3.58	0.71
R UMa*	2398239	0-128	126	301.70	5.69	0.12	4.52	0.23
T UMa*	11280	0-104	104	256.76	6.43	0.10	5.18	0.21
X UMa	16561	0-74	56	248.89	3.88	0.26	4.74	0.33
RS UMa*	16950	0-69	69	259.91	4.70	0.20	4.24	0.37
T Vir*	15168	0-52	50	338.65	7.10	0.91	5.89	0.16
U Vir	14764	0-101	82	206.60	5.54	0.14	2.82	0.32
Y Vir	16957	0-82	70	218.66	4.72	0.22	4.78	0.34
Z Vir	17416	0-57	35	305.61	9.10	0.66	3.68	1.64
SU Vir	18897	0-76	58	210.03	4.80	0.16	4.41	0.25
R Vul	00170	0-271	166	136.81	5.43	0.04	2.29	0.08

Литература:

Кэмпбелл, 1955 — Campbell L., Studies of Long-Period Variables, Mass., AAVSO.

Стерне, 1934 — Sterne T., Harv. Circ., № 386.

Стерне и Кэмпбелл, 1937 — Sterne T. and Campbell L., Harv. Ann., Vol. 105, 459.

Шнеллер, 1950 — Schneller H., Potsd. Mitt., № 30.

Одесская астрономическая
обсерватория

Поступила в редакцию
в апреле 1972 г.