

Об изменении периода переменной V3 в шаровом скоплении M3

П.Н. Холопов

На основании анализа всех опубликованных и новых оценок блеска переменной V3 можно заключить, что между 1900 и 1921 гг. произошло уменьшение периода переменной. В интервале J.D. 2413372–15161 Max hel = $2413386.535 + 0^d.559055 \cdot E$, в интервале J.D. 2422730–42851 Max hel = $2442137.412 + 0^d.5582045 \cdot E$.

On the Change of Period of the Variable V3 in the Globular Cluster M3

by P.N. Kholopov

Using all the published and new light estimations of the variable V3 it is possible to suggest that the period of the variable has diminished in the interval between 1900 and 1921. In the interval J.D. 2413372–15161 Max hel = $2413386.535 + 0^d.559055 \cdot E$, in the interval J.D. 2422730–42851 Max hel = $2442137.412 + 0^d.5582045 \cdot E$.

1. Переменная типа RR Лиры V3 в шаровом скоплении M3, открытая Бейли (1902), неоднократно исследовалась разными авторами. В 1913 г. Бейли (1913) опубликовал для нее элементы изменения блеска с синусоидальным членом:

$$\text{Max} = 2415021.228 + 0^d.55906 \cdot E + 0^d.04 \sin(0^\circ.134 \cdot E + 209^\circ.1).$$

Линейные элементы с периодом $0^d.55906$ удовлетворяли всем (47) наблюдениям Бейли, кроме одного (J.D. 2414437.550 16^m.66), и синусоидальный член был введен Бейли для снятия этого противоречия.

Ларинк (1922) по 51 наблюдению в интервале J.D. 2422730–61 нашел период $0^d.556$, но, ссылаясь на трудность оценок из-за наличия у переменной близкого спутника, ограничился уточнением периода Бейли по своим наблюдениям и опубликовал линейные элементы: Max = $2422761.557 + 0^d.559068 \cdot E$.

Мюллер (1933) получил 92 оценки переменной в интервале J.D. 2423858–24317. Комбинируя свои наблюдения с наблюдениями Бейли, он нашел период $P_{BL} 0^d.5590341$, а путем комбинации своих оценок с оценками Ларинка — период $P_{LM} 0^d.5590128$. На основании этого он пришел к заключению о возможном уменьшении периода V3.

Гринстейн (1935) по 75 снимкам, полученным Схилтом в интервале J.D. 2424647–84, нашел период $0^d.5590333$.

В 1942 г. Мартин (1942), используя 16 новых снимков M3, полученных в интервале J.D. 2429670–834, нашел иное значение периода V3: $0^d.558207$. Мартин обнаружил, что опубликованные

Бейли (1913) эпохи наблюдений M3, полученных в 1897 г., относятся не к середине экспозиций соответствующих снимков, а, вероятно, к началу их. Это обстоятельство было подтверждено Шепли в письме Мартину. По мнению Мартина, вследствие этого, периоды переменных в M3, данные Бейли, слегка преувеличены и не могут сравниваться с более поздними значениями при анализе изменений периодов этих звезд.

Сейдл (1973), используя новые наблюдения V3, относящиеся к интервалу J. D. 2428963–37791, слегка уточнил период Мартина и пришел к выводу, что период $0^d.5582053$ удовлетворяет всем наблюдениям. Проанализировав уклонения O–C, вычисленные с этим периодом для моментов $t(\text{med})_{\text{hel}}$, относящихся к медианным величинам переменной на восходящей ветви кривой блеска с 1895 по 1962 гг., Сейдл пришел к выводу о возможной реальности небольших колебаний периода V3 при отсутствии каких-либо заметных изменений формы кривой блеска этой звезды.

2. Располагая новым рядом оценок блеска переменной V3, основанным на 200 снимках скопления, полученных коллективом наблюдателей в касегреновском фокусе 70-см рефлектора ГАИШ в Москве ($f=10.5$ м) в интервале J. D. 2437779–42851, мы решили заново проанализировать возможные изменения периода переменной. Наши оценки получены с использованием величин звезд сравнения, опубликованных в предыдущей статье (Холопов, 1977). Для определения элементов изменения блеска использована программа X-3a (Холопов, 1970). Необходимые вычисления проведены на машине БЭСМ-4М операторами Вычислительной лаборатории ГАИШ.

Все наши наблюдения представляются элементами:

$$\text{Max hel} = 2442137.412 + 0^d.5582045 \cdot E. \quad (1)$$

$$\pm 2$$

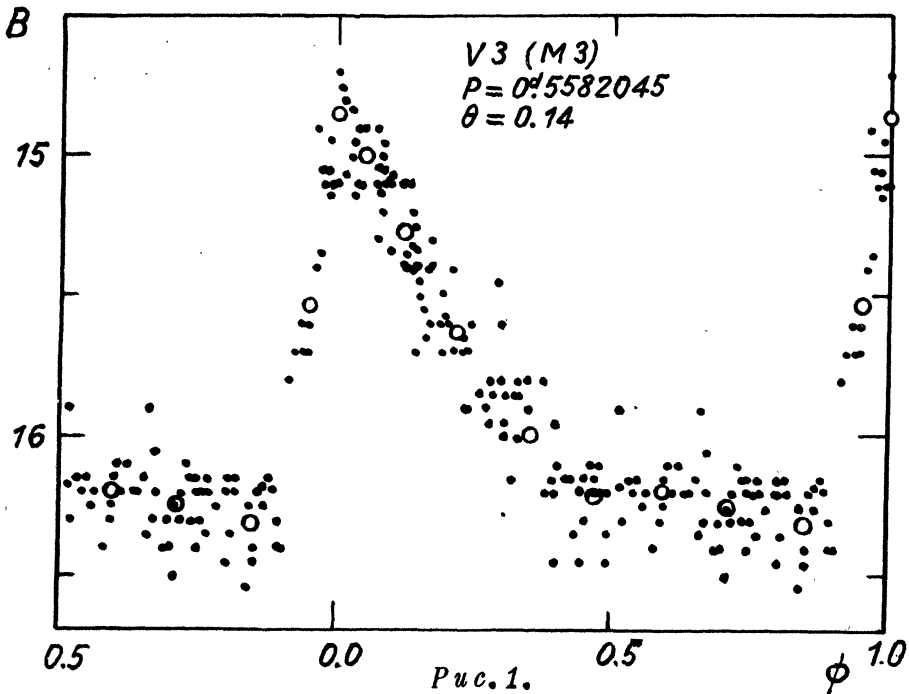


График средней кривой блеска с нанесенными здесь же нормальными точками, представленными в табл. 1, изображен на рис. 1, Блеск переменной меняется в пределах $14^m.86-16^m.32$ В, $14^m.9-15^m.9$ V.

Таблица 1.

$\bar{\phi}$	\bar{B}	n	$\bar{\phi}$	\bar{B}	n
0 ^P .001	14 ^m .86	3	0 ^P .470	16 ^m .22	20
.048	15.01	20	.596	16.20	20
.122	15.28	20	.713	16.25	20
.221	15.64	20	.851	16.32	18
.354	16.00	20	.949	15.54	20

3. Рассмотрим теперь результаты применения машинного метода определения периодов к более ранним рядам наблюдений переменной, описанным в разделе 1. Эти результаты сведены в табл.2, в которую включены и наши данные. В столбце θ приведено значение параметра рассеяния точек средней кривой блеска, введенного Лафлером и Кинманом (1965). В последнем столбце содержатся обозначения фамилий лиц, оценки которых использовались для определения соответствующих периодов: В—Бейли, L—Ларинк, M—Мюллер, G—Гринстейн, Sz—Сейдл, X—автор.

Таблица 2

J. D. 24...	ΔT	n	P	θ	Оценки
13372-14839	1467 ^d	21	0. ^d 559054±3	0.26	В
13372-15161	1790	47	0.559055±2	0.18	В
22730-24684	1954	176	0.558205±2	0.27	L, M, G
24647-30078	5431	107	0.558205±2	0.20	G, Sz
28963-34567	5604	128	0.558204±1	0.24	Sz
33390-37791	4401	199	0.558203±2	0.31	Sz
37779-42851	5072	201	0.5582045±2	0.14	X

Из 47 наблюдений Бейли было исключено одно упомянутое выше (по-видимому, ошибочное) наблюдение, относящееся к моменту J. D. 2414437.550. Эпохи наблюдений, относящихся к 1897 г. (J. D. 2414067-79), были приведены к серединам соответствующих экспозиций. При этом были получены единственно возможные наилучшие элементы изменения блеска, представляющие наблюдения в интервале J. D. 2413372-15161:

$$\text{Max} = 2413386.535 + 0^d.559055 \cdot E. \quad (2)$$

График соответствующей средней кривой блеска приведен на рис.2а. Мы видим, что уточнение эпох Бейли 1897 года, о необходимости которого писал Мартин, не отразилось на значении периода, определенного по наблюдениям Бейли. Крестик на рис.2 соответствует положению оценки Бейли, отброшенной нами. В то же время периоды, близкие к $0^d.5582$, совершенно не удовлетворяют наблюдениям Бейли. На рис. 2б приведена наилучшая средняя кривая блеска из серии кривых, соответствующих этому семейству периодов.

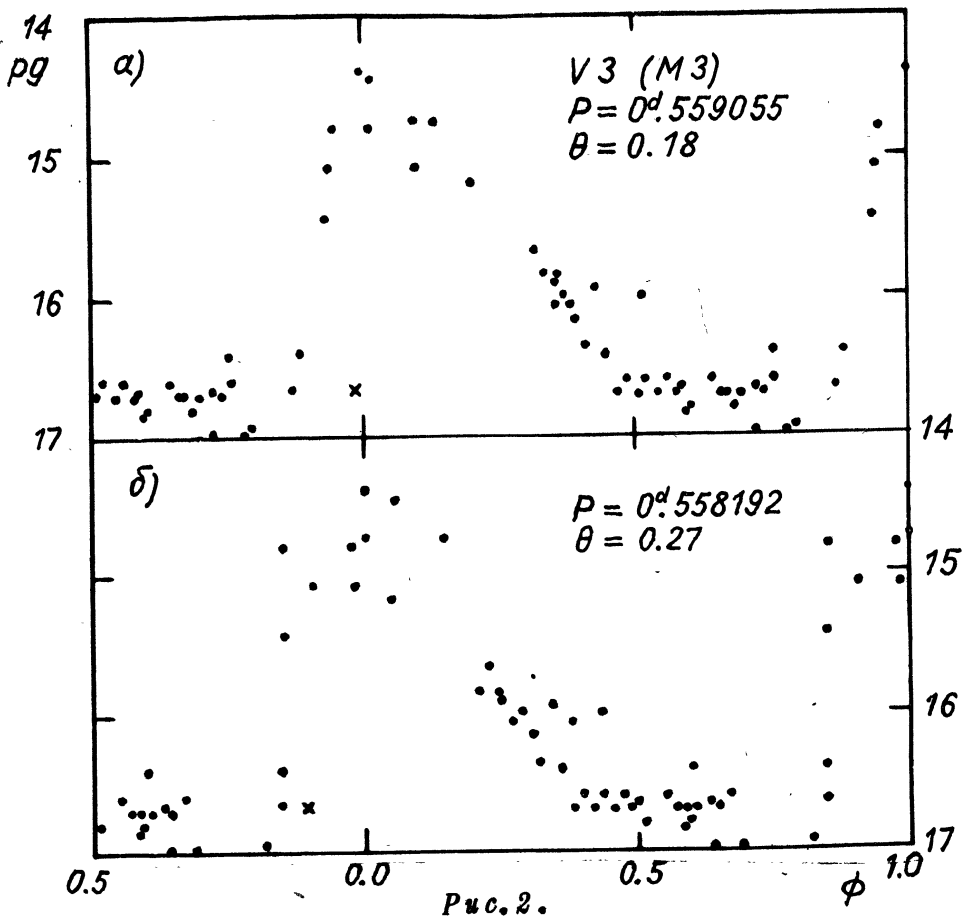


Рис. 2.

Таким образом, следует заключить, что между 1900 и 1921 гг., по-видимому, действительно произошло уменьшение периода переменной V3. Но в таком случае мы вступаем в противоречие с выводом Сейдла (1973) о том, что найденный им период $0^d.5582053$ удовлетворяет всем наблюдениям переменной, включая наблюдения Бейли. Вывод Сейдла основан на незначительности уклонений O-C, вычисленных с его периодом для моментов $t(\text{med})$ в интервале 1895–1962 гг. (см. раздел 1). Однако при большой разности эпох E возможны просчеты в них, и, основываясь только на зависимости между O-C и E, можно не заметить реально происшедшего изменения периода.

В табл. 3 собраны эпохи максимумов блеска из рядов наблюдений разных авторов, наиболее хорошо представляющиеся средними элементами для соответствующих интервалов времени, приведенных в табл. 2. Так, например, из шести максимумов Бейли ярче 15^m в таблицу включены лишь три максимума, фазы которых наиболее близки к $0P.00$ на рис. 2а. В столбцах E_1 , O-C₁ и E_2 , O-C₂ таблицы 3 даны эпохи и уклонения приведенных в ней максимумов от элементов (1) и (2), соответственно.

Таблица 3.

<i>Max hel 24...</i>	<i>m</i>	<i>Оценки</i>	E_1	$O-C_1$	E_2	$O-C_2$
13386.535	14.41	B	-51506	+0. ^d 004	0	0. ^d 000
13400.521	14.46	"	-51481	+ .035	25	+ .010
14456.575	14.79	"	-49589	- .034	+1914	+ 0.009
22760.463	14.66	L	-34713	+ .004		
24290.493	14.59	M	-31972	- .005		
24647.746	14.50	G	-31332	- .003		
29775.415	14.73	Sz	-22146	.000		
.426	14.73	"	"	+ .011		
30078.521	14.68	"	-21603	+ .001		
35223.490	14.77	"	-12385	- .001		
35933.530	14.77	"	-11114	+ .003		
42137.412	14.60	X	0	0.000		

Мы видим, что элементы (1) достаточно хорошо представляют все приведенные в табл. 3 эпохи максимумов, но из этого не следует, что период переменной V3 был постоянен во всем рассмотренном интервале времени. Между 1900 и 1921 гг. он изменился, и элементы (1) представляют лишь наблюдения после 1920 г.

Ниже приводятся наши оценки блеска переменной V3 (см. табл. 4 и 5).

Таблица 4.

<i>J.D. hel. 24...</i>	<i>B</i>	<i>J.D. hel. 24...</i>	<i>B</i>	<i>J.D. hel. 24...</i>	<i>B</i>
37779.390	16. ^m 25	38871.476	15. ^m 4	42131.427	15. ^m 8
787.371	14.90	872.292	16.20	.453	15.85
.420	15.15	.331	16.15	136.338	15.10
.479	15.95	.470	15.05	.362	15.10
.508	15.85	.513	15.15	.386	15.55
790.392	16.35	898.420	16.20	137.282	16.35
.501	16.4	39964.377	18.05	.307	16.35
794.377	16.2	.402	15.3	.332	16.45
.421	16.25	967.516	16.20	.360	16.40
.448	16.2	41061.447	16.15	.385	15.6
823.388	16.10	077.396	15.0	.412	14.75
.416	16.15	091.324	14.8	.436	15.05
38520.327	15.25	385.559	15.05	.464	15.30
.362	15.5	.583	15.35	.491	15.7
.427	16.15	393.410	18.55	138.339	16.35
.487	18.80	.436	18.58	.366	16.50
849.362	16.15	.462	15.6	.392	16.30
.454	15.05	395.413	16.3	.420	16.2
.548	15.20	425.315	15.85	.447	16.4
852.418	14.9	.340	15.90	.473	16.4
.543	15.4	739.428	14.9	.499	15.7
854.401	16.1	745.423	16.15	.528	14.9
855.433	16.15	.450	16.15	.555	14.9
.499	16.3	767.366	15.0	139.336	16.2
.547	16.05	.392	15.30	.363	16.45
856.457	15.95	.415	15.3	.393	16.15
.507	16.15	835.356	16.15	.421	16.15
859.374	16.15	.382	15.7	.474	16.30
860.378	16.00	836.356	16.30	.506	16.2
.420	16.1	.384	16.3	.536	16.2
.456	16.15	.412	16.2	141.310	15.05
861.401	15.65	.439	16.2	.341	14.9
.440	15.65	837.341	16.35	.369	15.1
863.353	15.90	.365	16.1	.397	15.4
.392	16.10	.387	15.9	.424	15.60
867.304	16.15	.410	16.25	.451	15.9
.342	16.45	838.360	15.85	.479	15.85
871.285	16.25	.383	15.8	.505	15.85
.322	15.70	.407	15.8	.532	16.2
.365	15.05	839.383	15.1	142.358	16.2
.402	15.10	.407	15.15	.414	18.3
.440	15.4	42131.400	15.7	.443	14.8

Таблица 4 (окончание)

<i>J.D.hel.24...</i>	<i>B</i>	<i>J.D.hel.24...</i>	<i>B</i>	<i>J.D.hel.24...</i>	<i>B</i>
42142.476	15. ^m 3	42166.328	16. ^m 2	42194.419	15. ^m 4
.510	15.1	.352	16.25	.443	15.60
148.409	16.4	.380	16.3	197.364	16.45
.436	16.4	.406	15.7	.388	16.45
153.276	16.15	.433	15.1	467.418	15.5
.302	16.10	.458	15.1	.444	15.7
.333	16.3	.484	15.05	.478	15.6
.367	16.40	.510	15.35	487.457	15.10
.398	16.2	169.455	15.95	535.324	16.55
154.328	16.0	.484	16.3	548.330	15.40
.353	15.9	173.376	16.15	549.359	14.95
.381	16.2	.400	16.20	552.368	15.8
.407	16.2	.426	16.20	823.435	15.10
.432	16.2	.451	16.2	.460	14.85
.461	16.2	190.368	16.20	.485	15.05
.490	16.25	.394	15.80	.512	15.40
.516	16.2	.420	14.74	.540	15.4
158.381	16.2	.444	14.75	.565	15.7
.408	16.2	194.342	15.15	.598	15.90
.433	16.35	.366	15.15	828.405	16.20
165.306	15.3	.393	18.20		

Таблица 5.

<i>J.D.hel.24...</i>	<i>V</i>	<i>J.D.hel.24...</i>	<i>V</i>	<i>J.D.hel.24...</i>	<i>V</i>
38848.409	15. ^m 9	42173.359	15. ^m 70	42549.386	14. ^m 9
.502	15.10	194.320	15.05	851.344	15.10
872.400	15.80	.325	15.05	.366	14.3:
42166.309	15.70	538.331	15.45	.389	14.6
169.310	15.48	548.357	15.40		

Литература:

- Бейли, 1902 — Bailey S.I., HA **38**.
 Бейли, 1913 — Bailey S.I., HA **78**, Part 1, 1—98.
 Гринстейн, 1935 — Greenstein J.L., AN **257**, 301.
 Ларинк, 1922 — Larink J., Bergedorf Abh., **2**, Nr. 6.
 Лафлер, Кинман, 1965 — Lafler J., Kinman T.D., ApJ Suppl., **11**, No. 100, 216.
 Мартин, 1942 — Martin W.Chr., ApJ **95**, 314.
 Мюллер, 1933 — Müller Th., VVB **11**, H. 1.
 Сейдл, 1973 — Szeidl B., Bud. Mitt., Nr.63.
 Холопов П.Н., 1970, Труды ГАИШ **40**, 72.
 Холопов П.Н., 1977, ПЗ **20**, №4, 313.

Москва,
 Гос. астрономический ин-т
 им. П.К.Штернберга

Поступила в редакцию
 7 июля 1976 г.